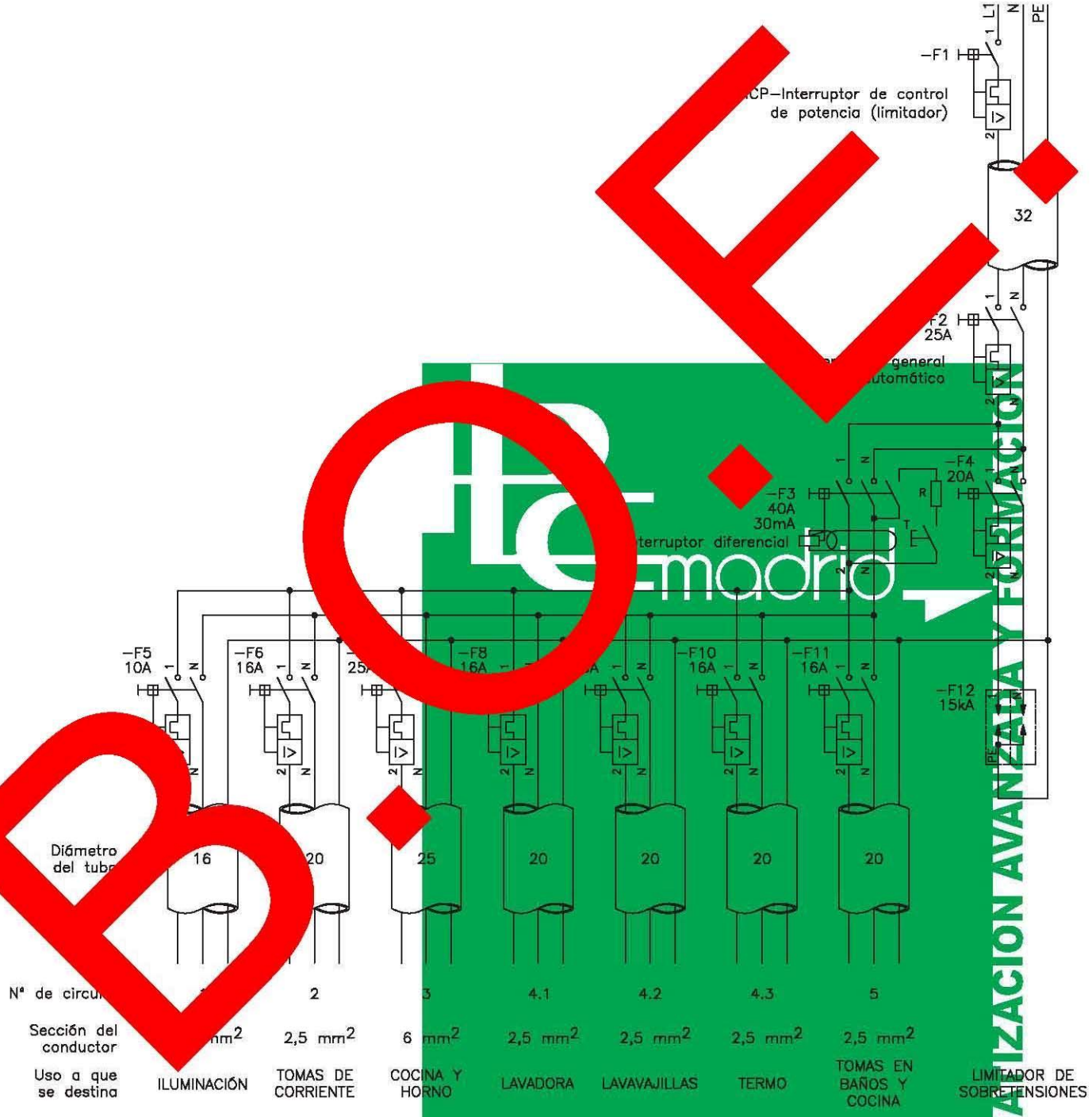
GUÍA DE APLICACIÓN R.E.B.T. 2002



B.O.E.

madrid
AUTOMATIZACIÓN AVANZADA Y FORMACIÓN
C/ Toledo, 176
28005 MADRID

GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN
REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN

INTRODUCCIÓN

El 2 de Agosto de 2002 el Consejo de Ministros aprobó el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) que afecta a las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro de baja tensión, de manera que se preserve la seguridad de las personas y los bienes, se asegure el normal funcionamiento de dichas instalaciones, y se prevengan las perturbaciones en otras instalaciones y servicios. Además, el Reglamento aprobado pretende contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

El Reglamento actualiza los requisitos técnicos que deben satisfacer las instalaciones eléctricas con motivo de los grandes avances tecnológicos de los últimos años, siendo el primero que, dentro de nuestro entorno europeo, incorpora requisitos para las instalaciones de automatización y gestión técnica de la energía, coloquialmente conocida como “Domótica” y cuyo objetivo es facilitar el ahorro y la eficiencia energética.

El Reglamento incorpora también el principio de seguridad equivalente de forma que el proyectista de la instalación puede aplicar soluciones distintas de las establecidas en las normas técnicas, siempre que demuestre su equivalencia con los niveles de seguridad establecidos.

Por otra parte, el artículo 29 del Reglamento hace referencia a una Guía técnica, de carácter no vinculante, aprobada por la Dirección General de Política Tecnológica, cuyo objeto es facilitar la aplicación práctica de las exigencias que establece el Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias.

Esta Guía ha sido elaborada por los Servicios del Ministerio de Ciencia y Tecnología (Dirección General de Política Tecnológica), aportando comentarios y observaciones las Comunidades Autónomas y los expertos y entidades más representativas del sector. Las cuatro primeras unidades temáticas de la Guía Técnica de Aplicación son las siguientes:

- Unidad Temática nº 1.- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión: Aspectos generales
- Unidad Temática nº 2.- Instalaciones de Enlace
- Unidad Temática nº 3.- Instalaciones Interiores
- Unidad Temática nº 4.- Locales de Pública Concurrencia

que se complementan con los Anexos siguientes:

Anexo 1- Significado y explicación de los códigos IP e IK
Anexo 2- Cálculo de las caídas de tensión
Anexo 3- Cálculo de corrientes de cortocircuito
Anexo 4- Verificación de las instalaciones eléctricas

Estas cuatro unidades temáticas se irán revisando periódicamente en función de la experiencia adquirida. Asimismo la Guía, de carácter no vinculante, se irá completando con otras unidades temáticas que se irán publicando según se vayan aprobando.

Las diferentes versiones o ampliaciones de las unidades temáticas de la Guía, quedarán identificadas por la fecha de edición y el número de la revisión.

Ante la posible aparición de otras publicaciones o guías se aclara que, la única que cumplimenta las exigencias establecidas en el artículo 29 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, es la publicada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Finalmente, conviene insistir en que la presente Guía pretende únicamente facilitar la aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y que solamente el texto publicado en el B.O.E. es jurídicamente vinculante.

Madrid, 18-09-03

Servicio y Gestión al Instalador (S.G.I.)

EJEMPLO DE TABLA EN SERVICIOS WEB: www.plcmadrid.es/área técnica/el esquemario/formularios

POTENCIAS DE CONTRATACIÓN NORMALIZADAS.													
I.C.P.	1,5 A	3 A	3,5 A	5 A	7,5 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A
MONOFÁSICO 230 V	345 W	690 W	805 W	1150 W	1725 W	2300 W	3680 W	4600 W	5750 W	7360 W	9200 W	11500 W	14490 W
TRIFÁSICO 400V	1039 W	2078 W	2425 W	3464 W	5196 W	6928 W	11085 W	13856 W	17321 W	22170 W	27713 W	34641 W	43648 W
INTENSIDAD DEL INTERRUPTOR GENERAL AUTOMATICO (I.G.A.)	25 A												
	32 A												
	40 A												
	50 A												
	63 A												

I.C.P.: Interruptor de Control de Potencia

La potencia máxima de contratación la fija el valor de la intensidad del Interruptor general automático (IGA), el cuál está en relación con la sección de la derivación Individual (D.I)

Ejemplo:

Un usuario cuya instalación disponga de un IGA de 50 A podrá contratar hasta 11.500 W en Monofásico y hasta 34.641 W en trifásico.

Nota.- Se recuerda que los conductores de todas las derivaciones individuales, deberán ser libres de halógenos del tipo (Z1-K)

¿Qué es S.G.I.?

Servicio y Gestión al Instalador es un servicio innovador y de calidad, orientado a cubrir las necesidades de información, formación y asesoramiento técnico integral, dentro del sector eléctrico y muy especialmente entre los instaladores electricistas con inquietud y ánimo de superación. El objetivo primordial es ofrecer servicios y gestiones que hagan el trabajo del instalador más cómodo y productivo, evitando incómodos desplazamientos e innumerables gestiones.

Entre los servicios que PLC Madrid ofrece en esta área destacamos:

Asesoramiento técnico. Con este servicio **dispondrás del mejor equipo de profesionales a tu servicio**, que te asesorará de forma personal, telefónicamente o por correo electrónico en todo lo relativo a instalaciones eléctricas, cálculo, normativa y reglamentación, tramitación y confección de certificados de instalación y memorias técnicas de diseño e **inspecciones OCAS** . Y un servicio de asesoramiento en informática (informática cero) especialmente pensado para todos aquellos que no dispongáis de conocimiento en este campo, dado que el ordenador es nuestro "**alicate universa**l", y por tanto, imprescindible para cualquier Instalador Electricista.

Servicios Web. Te ofrecemos un área de **servicio de descarga exclusivo para abonados** donde podrás conseguir, multitud de esquemas de instalaciones de interior, automatismos, relés programables, autómatas, así como software técnico para distintas aplicaciones (iluminación, protecciones, presupuestos, esquemática, etc.)

El servicio también incluye una **cuenta de correo electrónico personal**, que te permitirá entre otras cosas mantenerte informado de todas las novedades, cambios de normativa y reglamentación eléctrica, así como una comunicación más ágil y una respuesta inmediata a tus consultas.

También te ofrecemos un **espacio web para promocionar tu empresa**. Otro aspecto importante de este servicio son los **Foros Técnicos "exclusivos**" reservados a instaladores. Estos foros pretenden ser un punto de encuentro de instaladores, donde se traten los temas más candentes y que más preocupan al sector, tales como REBT, ICT's, domótica, energía solar, automatismos eléctricos, máquinas eléctricas, etc.

Catálogos y tarifas de precios. Este servicio te ofrece el envío a domicilio de los catálogos generales y tarifas de precios actualizadas de los fabricantes de material eléctrico más representativos de España. Estas gestiones te supondrán un ahorro importante de tiempo, nosotros lo hacemos por ti.

Jornadas técnicas y cursos gratuitos. Te garantizamos como mínimo una jornada técnica o curso gratuito cada año, a elegir por el abonado, de la lista oficial de cursos y jornadas técnicas que PLC Madrid expone al público en su sede social y en su página web. Pudiendo asistir a más de un curso o jornada, en función de la ocupación de plazas.

Descuentos especiales. Todos los abonados al SGI, disponen de un 10 % de descuento en la compra de libros en nuestra librería, y "vales descuento" para la adquisición de equipos de medida, así como promociones especiales.

Software de certificación de instalaciones eléctricas. El servicio incluye de forma gratuita un programa informático para la confección de los **certificados de instalación y las memorias técnicas de diseño** para la Comunidad de Madrid.

¿Y el precio de S.G.I.?

El abono anual de este servicio es de 60 Euros.
La forma de pago: Domiciliación bancaria.

HOJA DE SUSCRIPCIÓN ANUAL AL SERVICIO S.G.I. = 60 € (I.V.A. no inc.)

Rellene este formulario y envíelo por correo o fax a:

P.L.C. MADRID S.L.U. C/ Toledo,176 28005-Madrid FAX: 913 664 655 Tfno: 913 660 063

EMPRESA o
NOMBRE Y APELLIDOS: _____ C.I.F./ N.I.F.: _____

DIRECCIÓN: _____ C.P.: _____

POBLACIÓN: _____ PROVINCIA: _____

PERSONA INSCRITA _____ TFNO: _____

DATOS BANCARIOS DE DOMICILIACIÓN DE CARGOS . C.C.C.

ENTIDAD				OFICINA				D.C.		Nº DE CUENTA									

Firma autorizada: D./ña. _____

Autorizo a la mencionada entidad bancaria a pagar de mi cuenta indicada los recibos presentados al cobro por P.L.C. MADRID S.LU.

"En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le informamos que los datos facilitados A EXCEPCIÓN DE LOS BANCARIOS, se incluirán en sendos ficheros automatizados propiedad de P.L.C. Madrid S.L.U. y DE SUS EMPRESAS COLABORADORAS, a efectos de ENVÍO DE CATÁLOGOS E INFORMACIÓN TÉCNICA DEL SECTOR ELECTRICO, que se conservarán y tratarán de acuerdo a la legislación vigente. En cualquier momento podrá ejercitar sus derechos de acceso, rectificación o cancelación, dirigiéndose por escrito a c/ Toledo 176, 28005 Madrid."

GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN DEL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN

UNIDAD TEMÁTICA Nº 1 – REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN; ASPECTOS GENERALES

GUÍA – BT – RD 842/02: REAL DECRETO 842/2002

GUÍA – BT – 03: INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN

GUÍA – BT – 04: DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

GUÍA – BT – 05: VERIFICACIONES E INSPECCIONES

UNIDAD TEMÁTICA Nº 2 – INSTALACIONES DE ENLACE

GUÍA – BT – 10: PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS DE BAJA TENSIÓN

GUÍA – BT – 12: ESQUEMAS

GUÍA – BT – 13: CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

GUÍA – BT – 14: LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

GUÍA – BT – 15: DERIVACIONES INDIVIDUALES

GUÍA – BT – 16: CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN

GUÍA – BT – 17: DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA

UNIDAD TEMÁTICA Nº 3 – INSTALACIONES INTERIORES

GUÍA – BT – 19: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES GENERALES

GUÍA – BT – 20: INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

GUÍA – BT – 21: TUBOS Y CANALES PROTECTORAS

GUÍA – BT – 25: INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS

GUÍA – BT – 26: INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. PRESCRIPCIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

GUÍA – BT – 27: INSTALACIONES INTERIORES. LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA

GUÍA – BT – 49: INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MUEBLES

UNIDAD TEMÁTICA Nº 4 – LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA

GUÍA – BT – 28: INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA

UNIDAD TEMÁTICA Nº 5 – INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

GUÍA – BT – 09: INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

UNIDAD TEMÁTICA Nº 6 – PROTECCIONES

GUÍA – BT – 08: SISTEMAS DE CONEXIÓN DEL NEUTRO Y DE LAS MASAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

GUÍA – BT – 18: INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

GUÍA – BT – 22: PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

GUÍA – BT – 23: PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

GUÍA – BT – 24: PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

UNIDAD TEMÁTICA Nº 7 – INSTALACIONES DOMÓTICAS

GUÍA – BT – 51: INSTALACIONES DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS

UNIDAD TEMÁTICA Nº 8 – INSTALACIONES ESPECIALES

GUÍA – BT – 30: INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

ANEXOS

GUÍA – BT – ANEXO 1: SIGNIFICADO Y EXPLICACIÓN DE LOS CÓDIGOS IP, IK

GUÍA – BT – ANEXO 2: CÁLCULO DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

GUÍA – BT – ANEXO 3: CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

GUÍA – BT – ANEXO 4: VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN
REAL DECRETO 842/2002

ARTÍCULO 1. OBJETO. 3

ARTÍCULO 2. CAMPO DE APLICACIÓN. 3

ARTÍCULO 3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA. 5

ARTÍCULO 4. CLASIFICACIÓN DE LAS TENSIONES. FRECUENCIA DE LAS REDES. 5

ARTÍCULO 5. PERTURBACIONES EN LAS REDES. 5

ARTÍCULO 6. EQUIPOS Y MATERIALES. 5

ARTÍCULO 7. COINCIDENCIA CON OTRAS TENSIONES. 6

ARTÍCULO 8. REDES DE DISTRIBUCIÓN. 6

ARTÍCULO 9. INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR. 6

ARTÍCULO 10. TIPOS DE SUMINISTRO. 6

ARTÍCULO 11. LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES. 8

ARTÍCULO 12. ORDENACIÓN DE CARGAS. 8

ARTÍCULO 13. RESERVA DE LOCAL. 8

ARTÍCULO 14. ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE LAS EMPRESAS SUMINISTRADORAS. 9

ARTÍCULO 15. ACOMETIDAS E INSTALACIONES DE ENLACE. 9

ARTÍCULO 16. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. 9

ARTÍCULO 17. RECEPTORES Y PUESTA A TIERRA. 10

ARTÍCULO 18. EJECUCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES. 10

ARTÍCULO 19. INFORMACIÓN A LOS USUARIOS. 11

ARTÍCULO 20. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES. 17

ARTÍCULO 21. INSPECCIONES. 17

ARTÍCULO 22. INSTALADORES AUTORIZADOS. 17

ARTÍCULO 23. CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES. 18

ARTÍCULO 24.- EXCEPCIONES. 18

ARTÍCULO 25.- EQUIVALENCIA DE NORMATIVA DEL ESPACIO ECONÓMICO EUROPEO. 19

ARTÍCULO 26. NORMAS DE REFERENCIA. 19

ARTÍCULO 27. ACCIDENTES. 20

ARTÍCULO 28. INFRACCIONES Y SANCIONES. 20

ARTÍCULO 29. GUÍA TÉCNICA. 21

Artículo 1. Objeto.

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:

a) Preservar la seguridad de las personas y los bienes.

b) Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.

c) Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Artículo 2. Campo de aplicación.

1. El presente Reglamento se aplicará a las instalaciones que distribuyan la energía eléctrica, a las generadoras de electricidad para consumo propio y a las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:

a) Corriente alterna: igual o inferior a 1.000 voltios.

b) Corriente continua: igual o inferior a 1.500 voltios.

2. El presente Reglamento se aplicará:

a) A las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y a sus ampliaciones.

b) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor que sean objeto de modificaciones de importancia, reparaciones de importancia y a sus ampliaciones.

c) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, en lo referente al régimen de inspecciones, si bien los criterios técnicos aplicables en dichas inspecciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron.

Se entenderá por modificaciones o reparaciones de importancia las que afectan a más del 50 por 100 de la potencia instalada. Igualmente se considerará modificación de importancia la que afecte a líneas completas de procesos productivos con nuevos circuitos y cuadros, aún con reducción de potencia.

3. Asimismo, se aplicará a las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo grave para las personas o los bienes, o se produzcan perturbaciones importantes en el normal funcionamiento de otras instalaciones, a juicio del Órgano Competente de la Comunidad Autónoma.

4. Se excluyen de la aplicación de este Reglamento las instalaciones y equipos de uso exclusivo en minas, material de tracción, automóviles, navíos, aeronaves, sistemas de comunicación, y los usos militares y demás instalaciones y equipos que estuvieran sujetos a reglamentación específica.

5. Las prescripciones del presente Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias (en adelante ITCs) son de carácter general unas, y específico, otras. Las específicas sustituirán, modificarán o complementarán a las generales, según los casos.

6. No se aplicarán las prescripciones generales, sino únicamente prescripciones específicas, que serán objeto de las correspondientes ITCs, a las instalaciones o equipos que utilizan «muy baja tensión» (hasta 50 V en corriente alterna y hasta 75 V en corriente continua), por ejemplo las redes informáticas y similares, siempre que su fuente de energía sea autónoma, no se alimenten de redes destinadas a otros suministros, o que tales instalaciones sean absolutamente independientes de las redes de baja tensión con valores por encima de los fijados para tales pequeñas tensiones.

Se entiende por potencia instalada aquella para la cual se proyectó inicialmente la instalación eléctrica según la previsión de cargas correspondientes. Según el actual RBT será la potencia calculada según la previsión de cargas conforme los criterios de la ITC-BT-10

A las instalaciones existentes antes de la entrada en vigor del RD 842/02 y por tanto ejecutadas según el Reglamento del año 73 o anteriores, se les aplica, en lo referente al régimen de inspecciones, el Reglamento del año 2002. En consecuencia, se deberán inspeccionar estas instalaciones antes de que haya transcurrido el correspondiente periodo de 5 años o de 10 años, aplicable según lo establecido en el apartado 4.2 de la ITC-BT 05, contados desde la entrada en vigor del citado Reglamento (18 de septiembre de 2003).

Artículo 3. Instalación eléctrica.

Se entiende por instalación eléctrica todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Artículo 4. Clasificación de las tensiones. Frecuencia de las redes.

1. A efectos de aplicación de las prescripciones del presente Reglamento, las instalaciones eléctricas de baja tensión se clasifican, según las tensiones nominales que se les asignen, en la forma siguiente:

	Corriente alterna (Valor eficaz)	Corriente continua (Valor medio aritmético)
Muy baja tensión	$Un \leq 50V$	$Un \leq 75V$
Tensión usual	$50 < Un \leq 500V$	$75 < Un \leq 750V$
Tensión especial	$500 < Un \leq 1000V$	$750 < Un \leq 1500V$

2. Las tensiones nominales usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán:

a) 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores.

b) 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores.

3. Cuando en las instalaciones no pueda utilizarse alguna de las tensiones normalizadas en este Reglamento, porque deban conectarse a o derivar de otra instalación con tensión diferente, se condicionará su inscripción a que la nueva instalación pueda ser utilizada en el futuro con la tensión normalizada que pueda preverse.

4. La frecuencia empleada en la red será de 50 Hz.

5. Podrán utilizarse otras tensiones y frecuencias, previa autorización motivada del Órgano competente de la Administración Pública, cuando se justifique ante el mismo su necesidad, no se produzcan perturbaciones significativas en el funcionamiento de otras instalaciones y no se menoscabe el nivel de seguridad para las personas y los bienes.

Artículo 5. Perturbaciones en las redes.

Las instalaciones de baja tensión que pudieran producir perturbaciones sobre las telecomunicaciones, las redes de distribución de energía o los receptores, deberán estar dotadas de los adecuados dispositivos protectores, según se establece en las disposiciones vigentes relativas a esta materia.

Artículo 6. Equipos y materiales.

1. Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser utilizados en la forma y para la finalidad que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no cubierto por tal reglamentación se aplicarán los criterios técnicos preceptuados por el presente Reglamento. En particular, se incluirán junto con los equipos y materiales las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones

mínimas:

a) Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.

b) Marca y modelo.

c) Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.

d) Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

2. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas verificarán el cumplimiento de las exigencias técnicas de los materiales y equipos sujetos a este Reglamento. La verificación podrá efectuarse por muestreo.

Artículo 7. Coincidencia con otras tensiones.

Si en una instalación eléctrica de baja tensión se encuentran integrados circuitos o elementos sometidos a tensiones superiores a los límites definidos en este Reglamento, en ausencia de indicación específica en éste, se deberá cumplir con lo establecido en los reglamentos que regulen las instalaciones a dichas tensiones.

Artículo 8. Redes de distribución.

1. Las instalaciones de servicio público o privado cuya finalidad sea la distribución de energía eléctrica se definirán:

a) Por los valores de la tensión entre fase o conductor polar y tierra y entre dos conductores de fase o polares, para las instalaciones unidas directamente a tierra.

b) Por el valor de la tensión entre dos conductores de fase o polares, para las instalaciones no unidas directamente a tierra.

2. Las intensidades de la corriente eléctrica admisibles en los conductores se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en las mismas.

Artículo 9. Instalaciones de alumbrado exterior.

Se considerarán instalaciones de alumbrado exterior las que tienen por finalidad la iluminación de las vías de circulación o comunicación y las de los espacios comprendidos entre edificaciones que, por sus características o seguridad general, deben permanecer iluminados, en forma permanente o circunstancial, sean o no de dominio público.

Las condiciones que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior serán las correspondientes a su peculiar situación de intemperie y, por el riesgo que supone, el que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles.

Artículo 10. Tipos de suministro.

1. A efectos del presente Reglamento, los suministros se clasifican en normales y complementarios.

A) Suministros normales son los efectuados a cada abonado por una sola empresa distribuidora por la totalidad de la potencia contratada por el mismo y con un solo punto de entrega de la energía.

B) Suministros complementarios o de seguridad son los que, a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal. Estos suministros podrán realizarse por dos empresas diferentes o por la misma Empresa, cuando se disponga, en el

lugar de utilización de la energía, de medios de transporte y distribución independientes, o por el usuario mediante medios de producción propios. Se considera suministro complementario aquel que aun partiendo del mismo transformador, dispone de línea de distribución independiente del suministro normal desde su mismo origen en baja tensión. Se clasifican en suministro de socorro, suministro de reserva y suministro duplicado:

a) Suministro de socorro es el que está limitado a una potencia receptora mínima equivalente al 15 por 100 del total contratado para el suministro normal.

b) Suministro de reserva es el dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una potencia mínima del 25 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.

c) Suministro duplicado es el que es capaz de mantener un servicio mayor del 50 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.

2. Las instalaciones previstas para recibir suministros complementarios deberán estar dotadas de los dispositivos necesarios para impedir un acoplamiento entre ambos suministros, salvo lo prescrito en las instrucciones técnicas complementarias. La instalación de esos dispositivos deberá realizarse de acuerdo con la o las empresas suministradoras. De no establecerse ese acuerdo, el órgano competente de la Comunidad Autónoma resolverá lo que proceda en un plazo máximo de 15 días hábiles, contados a partir de la fecha en que le sea formulada la consulta.

3. Además de los señalados en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias, los órganos competentes de las Comunidades Autónomas podrán fijar, en cada caso, los establecimientos industriales o dedicados a cualquier otra actividad que, por sus características y circunstancias singulares, hayan de disponer de suministro de socorro, de reserva o suministro duplicado.

4. Si la empresa suministradora que ha de facilitar el suministro complementario se negara a realizarlo o no hubiera acuerdo con el usuario sobre las condiciones técnico-económicas propuestas, el órgano competente de la Comunidad Autónoma deberá resolver lo que proceda, en el plazo de quince días hábiles, a partir de la fecha de presentación de la controversia.

La ITC-BT-28 indica los tipos de locales de pública concurrencia que deben disponer de un suministro complementario.

Artículo 11. Locales de características especiales.

Se establecerán en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias prescripciones especiales, en base a las condiciones particulares que presentan, en los denominados "locales de características especiales", tales como los locales y emplazamientos mojados o en los que exista atmósfera húmeda, gases o polvos de materias no inflamables o combustibles, temperaturas muy elevadas o muy bajas en relación con las normales, los que se dediquen a la conservación o reparación de automóviles, los que estén afectos a los servicios de producción o distribución de energía eléctrica; en las instalaciones donde se utilicen las denominadas tensiones especiales, las que se realicen con carácter provisional o temporal, las instalaciones para piscinas, otras señaladas específicamente en las ITC, y en general, todas aquellas donde sea necesario mantener instalaciones eléctricas en circunstancias distintas a las que pueden estimarse como de riesgo normal, para la utilización de la energía eléctrica en baja tensión.

Artículo 12. Ordenación de cargas.

Se establecerán en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias prescripciones relativas a la ordenación de las cargas previsibles para cada una de las agrupaciones de consumo de características semejantes, tales como edificios dedicados principalmente a viviendas, edificios comerciales, de oficinas y de talleres para industrias, basadas en la mejor utilización de las instalaciones de distribución de energía eléctrica.

Antes de iniciar las obras, los titulares de edificaciones en proyecto de construcción deberán facilitar a la Empresa suministradora toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder adecuar con antelación suficiente el crecimiento de sus redes y las previsiones de cargas en sus centros de transformación.

Artículo 13. Reserva de local.

En lo relativo a la reserva de local se seguirán las prescripciones recogidas en la reglamentación por la que se regulen las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

La reglamentación a la que se refiere el Artículo 13 es el RD 1955/2000 de 1 de diciembre.

Artículo 14. Especificaciones particulares de las Empresas suministradoras.

Las empresas suministradoras podrán proponer especificaciones sobre la construcción y montaje de acometidas, líneas generales de alimentación, instalaciones de contadores y derivaciones individuales, señalando en ellas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para conseguir mayor homogeneidad en las redes de distribución y las instalaciones de los abonados.

Dichas especificaciones deberán ajustarse, en cualquier caso, a los preceptos del Reglamento, y deberán ser aprobadas por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en caso de que se limiten a su ámbito territorial, o por centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, en caso de aplicarse en más de una Comunidad Autónoma, pudiéndose exigir para ello el dictamen de una entidad competente en la materia. Las normas particulares así aprobadas deberán publicarse en el correspondiente Boletín Oficial.

Artículo 15. Acometidas e instalaciones de enlace.

1. Se denomina acometida la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.

La acometida será responsabilidad de la empresa suministradora, que asumirá la inspección y verificación final.

2. Son instalaciones de enlace las que unen la caja general de protección, o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Se componen de: caja general de protección, línea general de alimentación, elementos para la ubicación de contadores, derivación individual, caja para interruptor de control de potencia y dispositivos generales de mando y protección.

Las cajas generales de protección alojan elementos de protección de las líneas generales de alimentación y señalan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Línea general de alimentación es la parte de la instalación que enlaza una caja general de protección con las derivaciones individuales que alimenta.

La derivación individual de un abonado parte de la línea general de alimentación y comprende los aparatos de medida, mando y protección.

3. Las compañías suministradoras facilitarán los valores máximos previsibles de las potencias o corrientes de cortocircuito de sus redes de distribución, con el fin de que el proyectista tenga en cuenta este dato en sus cálculos.

Artículo 16. Instalaciones interiores o receptoras.

1. Las instalaciones interiores o receptoras son las que, alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica. Dentro de este concepto hay que incluir cualquier instalación receptora aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.

2. En toda instalación interior o receptora que se proyecte y realice se alcanzará el máximo equilibrio en las cargas que soportan los distintos conductores que forman parte de la misma, y ésta se subdividirá de forma que las perturbaciones originadas por las averías que pudieran producirse en algún punto de ella afecten a una mínima parte de la instalación. Esta subdivisión deberá permitir también la localización de las averías y facilitar el control del aislamiento de la parte de la instalación afectada.

3. Los sistemas de protección para las instalaciones interiores o receptoras para baja tensión impedirán los efectos de las sobreintensidades y sobretensiones que por distintas causas cabe

prever en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos. Asimismo, y a efectos de seguridad general, se determinarán las condiciones que deben cumplir dichas instalaciones para proteger de los contactos directos e indirectos.

4. En la utilización de la energía eléctrica para instalaciones receptoras se adoptarán las medidas de seguridad, tanto para la protección de los usuarios como para la de las redes, que resulten proporcionadas a las características y potencia de los aparatos receptores utilizados en las mismas.

5. Además de los preceptos que en virtud del presente y otros reglamentos sean de aplicación a los locales de pública concurrencia, deberán cumplirse medidas y previsiones específicas, en función del riesgo que implica en los mismos un funcionamiento defectuoso de la instalación eléctrica.

Artículo 17. Receptores y puesta a tierra.

Sin perjuicio de las disposiciones referentes a los requisitos técnicos de diseño de los materiales eléctricos, según lo estipulado en el artículo 6, la instalación de los receptores, así como el sistema de protección por puesta a tierra deberán respetar lo dispuesto en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias.

Artículo 18. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones.

1. Según lo establecido en el artículo 12.3 de la Ley 21/1992, de Industria, la puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas se condiciona al siguiente procedimiento:

   a) Deberá elaborarse, previamente a la ejecución, una documentación técnica que defina las características de la instalación y que, en función de sus características, según determine la correspondiente ITC, revestirá la forma de proyecto o memoria técnica.

   b) La instalación deberá verificarse por el instalador, con la supervisión del director de obra en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.

   c) Asimismo, cuando así se determine en la correspondiente ITC, la instalación deberá ser objeto de una inspección inicial, por un organismo de control.

   d) A la terminación de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y, en su caso, la inspección inicial, el instalador autorizado ejecutor de la instalación, emitirá un certificado de instalación, en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.

   e) El certificado, junto con la documentación técnica y, en su caso, el certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, deberá depositarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de registrar la referida instalación, recibiendo las copias diligenciadas necesarias para la constancia de cada interesado y solicitud de suministro de energía. Las Administraciones competentes deberán facilitar que éstas documentaciones puedan ser presentadas y registradas por procedimientos informáticos o telemáticos.

2. Las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas únicamente por instaladores autorizados.

3. La empresa suministradora no podrá conectar la instalación receptora a la red de distribución si no se le entrega la copia correspondiente del certificado de instalación debidamente diligenciado por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

4. No obstante lo indicado en el apartado precedente, cuando existan circunstancias objetivas por las cuales sea preciso contar con suministro de energía eléctrica antes de poder culminar la

tramitación administrativa de las instalaciones, dichas circunstancias, debidamente justificadas y acompañadas de las garantías para el mantenimiento de la seguridad de las personas y bienes y de la no perturbación de otras instalaciones o equipos, deberán ser expuestas ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, la cual podrá autorizar, mediante resolución motivada, el suministro provisional para atender estrictamente aquellas necesidades.

5. En caso de instalaciones temporales (congresos y exposiciones, con distintos stands, ferias ambulantes, festejos, verbenas, etc.), el órgano competente de la Comunidad podrá admitir que la tramitación de las distintas instalaciones parciales se realice de manera conjunta. De la misma manera, podrá aceptarse que se sustituya la documentación técnica por una declaración, diligenciada la primera vez por la Administración, en el supuesto de instalaciones realizadas sistemáticamente de forma repetitiva.

El procedimiento detallado de ejecución y puesta en servicio de las instalaciones viene detallado en la ITC-BT-04.

Artículo 19. Información a los usuarios.

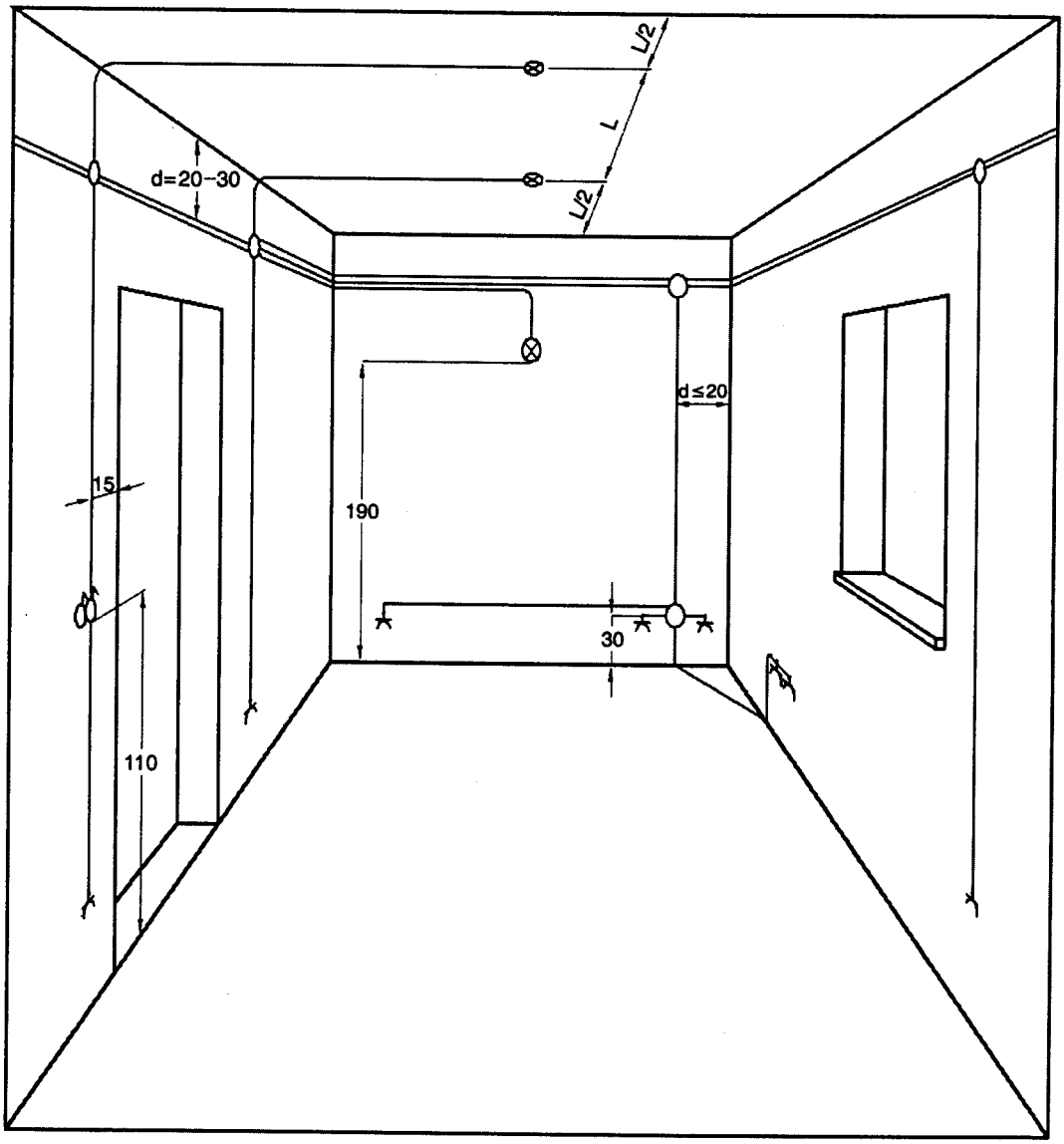
Como anexo al certificado de instalación que se entregue al titular de cualquier instalación eléctrica, la empresa instaladora deberá confeccionar unas instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de la misma. Dichas instrucciones incluirán, en cualquier caso, como mínimo, un esquema unifilar de la instalación con las características técnicas fundamentales de los equipos y materiales eléctricos instalados, así como un croquis de su trazado.

Cualquier modificación o ampliación requerirá la elaboración de un complemento a lo anterior, en la medida que sea necesario.

Toda instalación eléctrica deberá ir acompañada de unas instrucciones generales de uso y mantenimiento de las mismas, y de los documentos propios de la instalación. Por lo tanto, se tendrán los documentos siguientes:

- *Instrucciones generales de uso y mantenimiento.*
- *Documentos propios de la instalación:*
- *Esquema unifilar de la instalación*
- *Croquis o plano(s) de trazado de las canalizaciones, de las redes de tierra y ubicación de los materiales instalados (dispositivos de protección, interruptores, bases de toma de corriente, puntos de luz, aparatos de alumbrado de emergencia, etc.)*

En la figura siguiente se incluye un ejemplo de croquis de trazado de una instalación eléctrica empotrada.



Uno de los anexos a entregar al titular de la instalación (dentro de las Instrucciones generales de uso y mantenimiento para los casos de instalaciones domésticas) podrá consistir en las recomendaciones siguientes,

CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

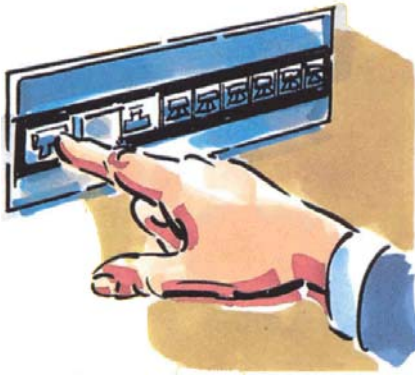
1 Antes de efectuar su póliza de abono (contrato) con la Cía. Suministradora, asesórese con el Instalador electricista Autorizado, la propia Compañía o profesional competente para elegir la tarifa y potencia más conveniente para usted.

2 No sobrepasar simultáneamente la potencia contratada con la Cía. Suministradora de energía, puesto que se le disparará el ICP (interruptor de control de potencia), dejándole a usted sin servicio en toda la vivienda o local. Desconecte algún aparato (los de más potencia) y vuelva a accionar el ICP, desconecte el Interruptor General, y vuelva a conectar el ICP. Si aún así se dispara, avise a su compañía suministradora porque la avería está en el ICP.

3 Si se le dispara el IAD (interruptor automático diferencial) en el cuadro general de mando y protección, actúe de la forma siguiente:

a) Desconecte todos los PIAS y conecte el IAD.

b) Vaya conectando uno a uno todos los PIAS y el circuito que le haga disparar nuevamente el IAD es donde existe la avería. En este caso, desconecte los aparatos y lámparas de dicho circuito, y vuelva a accionar el PIA. Si no se dispara, la avería es de los aparatos. Si se dispara nuevamente tiene avería en este circuito, por lo que tendrá que avisar a su Instalador Autorizado.



4 Si se le dispara un PIA (pequeño interruptor automático) en el cuadro general de mando y protección, puede ser debido a estos dos casos.

CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

a) Que el circuito que protege dicho PIA está sobrecargado, en cuyo caso deberá ir desconectando aparatos o lámparas, hasta conseguir reponer de nuevo el citado PIA,
b) Que en el circuito o en los aparatos y lámparas conectados a él, se haya producido un cortocircuito. Proceda como en el caso anterior (3b), para ver si dicha avería es de algún aparato o de la instalación. Deje desconectado dicho PIA y funcione con el resto de la instalación.

5 Compruebe con periodicidad (una vez al año por lo menos) y por medio de su Instalador Autorizado la red de tierra de su vivienda o local.

6 Compruebe con periodicidad (una vez al mes por lo menos) su IAD. Pulse el botón de prueba y si no dispara es que está averiado, por tanto, no está usted protegido contra derivaciones. Avise a su Instalador Autorizado.

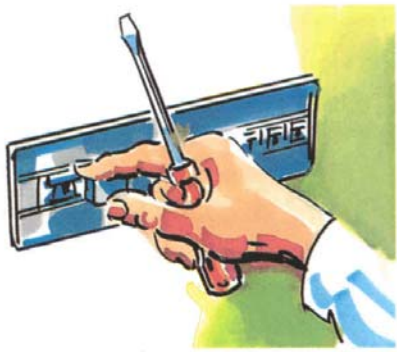
7 Manipule todos los aparatos eléctricos, incluso el teléfono, SIEMPRE con las manos secas y evite estar descalzo o con los pies húmedos.

Y NUNCA los manipule cuando esté en el baño o bajo la ducha. ¡El agua es conductora de la electricidad!
Si hay un fallo eléctrico en la instalación o en el aparato utilizado, usted corre el riesgo de electrocutarse. Ojo con las radios, secadores de pelo, aparatos de calor al borde de la bañera: pueden caerse al agua y electrocutarse.

CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

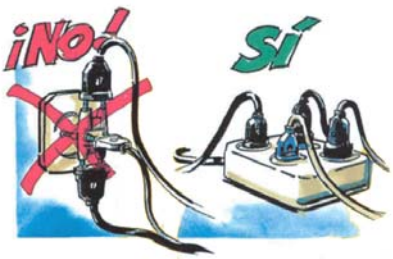
8 Compruebe las canalizaciones eléctricas empotradas antes de taladrar una pared o el techo. Puede electrocutarse al atravesar una canalización con la taladradora.

9 En el caso de manipular algún aparato eléctrico, desconecte previamente el IAD del cuadro general y compruebe SIEMPRE que no existe tensión.

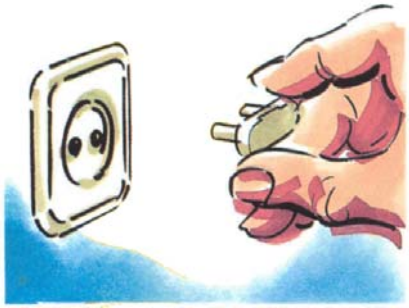


10 No usar nunca aparatos eléctricos con cables pelados, clavijas y enchufes rotos, etc.

11 No hacer varias conexiones en un mismo enchufe (no utilizar ladrones o clavijas múltiples).

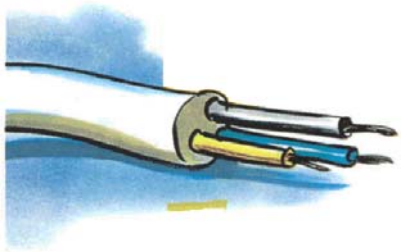


12 No deje aparatos eléctricos conectados al alcance de los niños y procure tapar los enchufes a los que tenga acceso.



CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

13 Abstenerse de intervenir en su instalación para modificarla. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán, ser efectuadas por un instalador autorizado.



14 Cuando un receptor (electrodoméstico, maquinaria, etc) le dé "calambre" es porque hay derivación de corriente de los hilos conductores o en algún elemento metálico del electrodoméstico. Normalmente se Dispara el Diferencial. Localizar el aparato o parte de la instalación donde se produce y aislar debidamente al contacto con la parte metálica. Para ello debe llamar al Instalador Autorizado para que localice la fuga.

15 Al desconectar los aparatos no tire del cordón o hilo, sino de la clavija.

16 No se puede enchufar cualquier aparato en cualquier toma de corriente. Cada aparato tiene su potencia. Como cada toma de corriente tiene la suya. Vea la “Instalación Interior de su Vivienda o local” de esta Guía y adecúe los aparatos a enchufar con las tomas. Si la potencia del Aparato es superior a los Amperios que permite enchufar la toma de corriente, puede quemarse la base del enchufe, la clavija e incluso la instalación.

Artículo 20. Mantenimiento de las instalaciones.

Los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento sus instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado.

En las instalaciones eléctricas sujetas a inspecciones periódicas tales como alumbrado de emergencia, etc. es muy importante garantizar su estado de funcionamiento, mediante su mantenimiento adecuado. A tal efecto el titular, salvo cuando disponga de medios adecuados, deberá contratar su mantenimiento a un instalador autorizado.

Artículo 21. Inspecciones.

Sin perjuicio de la facultad que, de acuerdo con lo señalado en el artículo 14 de la Ley 21/1992, de Industria, posee la Administración Pública competente para llevar a cabo, por sí misma, las actuaciones de inspección y control que estime necesarias, el cumplimiento de las disposiciones y requisitos de seguridad establecidos por el presente Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, según lo previsto en el artículo 12.3 de dicha Ley, deberá ser comprobado, en su caso, por un organismo de control autorizado en este campo reglamentario.

A tal fin, la correspondiente instrucción técnica complementaria determinará:

a) Las instalaciones y las modificaciones, reparaciones o ampliaciones de instalaciones que deberán ser objeto de inspección inicial, antes de su puesta en servicio.

b) Las instalaciones que deberán ser objeto de inspección periódica.

c) Los criterios para la valoración de las inspecciones, así como las medidas a adoptar como resultado de las mismas.

d) Los plazos de las inspecciones periódicas.

Todos estos aspectos se encuentran desarrollados en la ITC-BT-05.

Artículo 22. Instaladores Autorizados.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad según lo establecido en la correspondiente instrucción técnica complementaria, sin perjuicio de su posible proyecto y dirección de obra por técnicos titulados competentes.

Según lo establecido en el artículo 13.3 de la Ley 21/1992, de Industria, las autorizaciones concedidas por los correspondientes órganos competentes de las Comunidades Autónomas a los instaladores tendrán ámbito estatal.

El procedimiento de autorización está detallado en la ITC-BT-03.

Artículo 23. Cumplimiento de las prescripciones.

1. Se considerará que las instalaciones realizadas de conformidad con las prescripciones del presente Reglamento proporcionan las condiciones de seguridad que, de acuerdo con el estado de la técnica, son exigibles, a fin de preservar a las personas y los bienes, cuando se utilizan de acuerdo a su destino.

2. Las prescripciones establecidas en el presente Reglamento tendrán la condición de mínimos obligatorios, en el sentido de lo indicado por el artículo 12.5 de la Ley 21/1992, de Industria.

Se considerarán cubiertos tales mínimos:

a) Por aplicación directa de las prescripciones de las correspondientes ITC, o

b) Por aplicación de técnicas de seguridad equivalentes, siendo tales las que, sin ocasionar distorsiones en los sistemas de distribución de las compañías suministradoras, proporcionen, al menos, un nivel de seguridad equiparable a la anterior. La aplicación de técnicas de seguridad equivalentes deberá ser justificado debidamente por el diseñador de la instalación, y aprobada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Cuando el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias se justifique según lo dispuesto en el artículo 23 apartado 2.b), el titular de la instalación deberá solicitar una autorización expresa del órgano competente de la Comunidad Autónoma, antes de iniciar los trabajos de la instalación. Para obtener dicha autorización el titular de la instalación presentará una memoria justificativa elaborada por el técnico que redactó la documentación técnica. Para otorgar la autorización la Comunidad autónoma podrá recabar un informe técnico emitido por un Organismo de Control o por otra entidad independiente reconocida con amplia experiencia en la materia.

Artículo 24.- Excepciones.

Sin perjuicio de lo establecido en el apartado 1 del artículo 6, cuando sea materialmente imposible cumplir determinadas prescripciones del presente Reglamento, sin que sea factible tampoco acogerse a la letra b) del artículo anterior, el titular de la instalación que se pretenda realizar, deberá presentar, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, previamente al procedimiento contemplado en el artículo 18, una solicitud de excepción, exponiendo los motivos de la misma e indicando las medidas de seguridad alternativas que se propongan, las cuales, en ningún caso, podrán rebajar los niveles de protección establecidos en el Reglamento.

El citado órgano competente podrá desestimar la solicitud, requerir la modificación de las medidas alternativas o conceder la autorización de excepción, que será siempre expresa, entendiéndose el silencio administrativo como desestimatorio.

Cuando no sea posible el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias ni siquiera aplicando técnicas de seguridad equivalente, el titular de la instalación deberá presentar una solicitud de excepción ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, antes de iniciar los trabajos de la instalación. Junto a la solicitud de excepción el titular de la instalación presentará una memoria justificativa elaborada por el técnico que redactó el proyecto. Para otorgar la autorización de excepción la Comunidad autónoma podrá recabar un informe técnico emitido por un Organismo de Control o por otra entidad independiente reconocida con amplia experiencia en la materia.

Artículo 25.- Equivalencia de normativa del Espacio Económico Europeo.

Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 6, a los efectos del presente Reglamento y para la comercialización de productos provenientes de los Estados miembros de la Unión Europea o del Espacio Económico Europeo, sometidos a las reglamentaciones nacionales de seguridad industrial, la Administración pública competente deberá aceptar la validez de los certificados y marcas de conformidad a normas y las actas o protocolos de ensayos que son exigibles por las citadas reglamentaciones, emitidos por organismos de evaluación de la conformidad oficialmente reconocidos en dichos Estados, siempre que se reconozca, por la mencionada Administración pública competente, que los citados agentes ofrecen garantías técnicas, profesionales y de independencia e imparcialidad equivalentes a las exigidas por la legislación española y que las disposiciones legales vigentes del Estado en base a las que se evalúa la conformidad comporten un nivel de seguridad equivalente al exigido por las correspondientes disposiciones españolas.

Artículo 26. Normas de referencia.

1. Las instrucciones técnicas complementarias podrán establecer la aplicación de normas UNE u otras reconocidas internacionalmente, de manera total o parcial, a fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento.

Dicha referencia se realizará, por regla general, sin indicar el año de edición de las normas en cuestión.

En la correspondiente instrucción técnica complementaria se recogerá el listado de todas las normas citadas en el texto de las instrucciones, identificadas por sus títulos y numeración, la cual incluirá el año de edición.

2. Cuando una o varias normas varíen su año de edición, o se editen modificaciones posteriores a las mismas, deberán ser objeto de actualización en el listado de normas, mediante resolución del centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, en la que deberá hacerse constar la fecha a partir de la cual la utilización de la nueva edición de la norma será válida y la fecha a partir de la cual la utilización de la antigua edición de la norma dejará de serlo, a efectos reglamentarios.

A falta de resolución expresa, se entenderá que también cumple las condiciones reglamentarias la edición de la norma posterior a la que figure en el listado de normas, siempre que la misma no modifique criterios básicos y se limite a actualizar ensayos o incremente la seguridad intrínseca del material correspondiente.

Puesto que las prescripciones reglamentarias definen condiciones mínimas de seguridad, se asume que una norma en edición posterior a la que figura en la ITC-BT 02, ofrece un nivel de seguridad equivalente o superior al mínimo fijado en el Reglamento.

Artículo 27. Accidentes.

A efectos estadísticos y con objeto de poder determinar las principales causas, así como disponer las eventuales correcciones en la reglamentación, se debe poseer los correspondientes datos sistematizados de los accidentes más significativos. Para ello, cuando se produzca un accidente que ocasione daños o víctimas, la compañía suministradora deberá redactar un informe que recoja los aspectos esenciales del mismo. En los quince primeros días de cada trimestre, deberán remitir a las Comunidades Autónomas y al centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, copia de todos los informes realizados.

Artículo 28. Infracciones y sanciones.

Las infracciones a lo dispuesto en el presente reglamento se clasificarán y sancionarán de acuerdo con lo dispuesto en el Título V de la Ley 21/1992, de Industria.

Por lo que se refiere a las infracciones, en dicho título se clasifican las infracciones en muy graves, graves y leves.

Son infracciones muy graves las tipificadas como graves, cuando de las mismas resulte un daño muy grave o se derive un peligro muy grave e inminente para las personas, la flora, la fauna, las cosas o el medio ambiente.

Son infracciones graves entre otras:

- *La fabricación, importación, venta, transporte, instalación o utilización de productos, aparatos e elementos sujetos a seguridad industrial sin cumplir las normas reglamentarias, cuando comporte peligro o daño grave para personas, la flora, la fauna, las cosas o el medio ambiente.*
- *La puesta en funcionamiento de las instalaciones careciendo de la correspondiente autorización, cuando ésta sea preceptiva.*
- *La ocultación o alteración dolosa de datos relativos a las empresas, por ejemplo fabricantes o instaladores autorizados, o la expedición de certificados no acordes con la realidad de los hechos.*
- *El incumplimiento de las especificaciones dictadas por la autoridad competente en materia de seguridad industrial.*
- *La inadecuada conservación y mantenimiento de las instalaciones, si de ello puede resultar un peligro para las personas, la flora, la fauna, las cosas o el medio ambiente.*

Son infracciones leves las siguientes:

- *El incumplimiento de cualquier otra prescripción reglamentaria no citada anteriormente.*
- *La no comunicación a la Administración competente, dentro de los plazos reglamentarios, de los datos relativos a las empresas, por ejemplo fabricantes o instaladores autorizados.*
- *La falta de colaboración con las administraciones públicas en el ejercicio por éstas de sus funciones reglamentarias.*

Para determinar la cuantía de las sanciones se tendrá en cuenta:

- *La importancia del daño o deterioro causado.*
- *El grado de participación o beneficio obtenido.*
- *La capacidad económica del infractor.*
- *La intencionalidad de la comisión de la infracción.*
- *La reincidencia.*

Artículo 29. Guía técnica.

El centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología elaborará y mantendrá actualizada una Guía técnica, de carácter no vinculante, para la aplicación práctica de las previsiones del presente Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, la cual podrá establecer aclaraciones a conceptos de carácter general incluidos en este Reglamento.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. OBJETO 2

2. INSTALADOR AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN 2

3. CLASIFICACIÓN DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN 2

- 3.1 Categoría básica (IBTB) 2
- 3.2 Categoría especialista (IBTE) 2

4. CERTIFICADO DE CUALIFICACIÓN INDIVIDUAL EN BAJA TENSIÓN 3

- 4.1 Concepto 3
- 4.2 Requisitos 4
- 4.3 Concesión y validez 7

5. AUTORIZACIÓN COMO INSTALADOR EN BAJA TENSIÓN 7

- 5.1 Requisitos 7
- 5.2 Concesión y validez 8

6. ACTUACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN EN COMUNIDADES AUTÓNOMAS DISTINTAS DE AQUELLAS DONDE OBTUVIERON LA AUTORIZACIÓN 14

7. OBLIGACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN 14

APÉNDICE

1. OBJETO

La presente Instrucción Técnica Complementaria tiene por objeto desarrollar las previsiones del artículo 22 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estableciendo las condiciones y requisitos que deben observarse para la certificación de la competencia y la autorización administrativa correspondiente de los instaladores autorizados en el ámbito de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

2. INSTALADOR AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN

Instalador Autorizado en Baja Tensión es la persona física o jurídica que realiza, mantiene o repara las instalaciones eléctricas en el ámbito del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, habiendo sido autorizado para ello según lo prescrito en la presente Instrucción.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN

Los instaladores autorizados en Baja Tensión se clasifican en las siguientes categorías:

3.1 Categoría básica (IBTB)

Los instaladores de esta categoría podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones eléctricas para baja tensión en edificios, industrias, infraestructuras y, en general, todas las comprendidas en el ámbito del presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que no se reserven a la categoría especialista (IBTE).

3.2 Categoría especialista (IBTE)

Los instaladores y empresas instaladoras de la categoría especialista podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones de la categoría Básica y, además, las correspondientes a:

- Sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios;
- sistemas de control distribuido;
- sistemas de supervisión, control y adquisición de datos;
- control de procesos;
- líneas aéreas o subterráneas para distribución de energía;
- locales con riesgo de incendio o explosión;
- quirófanos y salas de intervención;
- lámparas de descarga en alta tensión, rótulos luminosos y similares;
- instalaciones generadoras de baja tensión;

que estén contenidas en el ámbito del presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

En los certificados de cualificación individual y de instalador deberán constar expresamente la modalidad o modalidades de entre las citadas para las que se haya sido autorizado, caso de no

serlo para la totalidad de las mismas.

La categoría especialista para las cuatro primeras modalidades de instalaciones (sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios; sistemas de control distribuido; sistemas de supervisión, control y adquisición de datos; y control de procesos) es única, por cuanto dichas instalaciones presentan características comunes significativas que aconsejan su agrupación en una única subcategoría. La primera modalidad corresponde a las instalaciones del ámbito de aplicación de la ITC-BT-51 –ámbito doméstico- mientras que las otras tres pertenece al ámbito industrial.

La categoría especialista de la modalidad "líneas aéreas o subterráneas para distribución de energía" corresponde a las instalaciones del ámbito de aplicación de las ITC-BT-6, 7 y 11.
La categoría especialista de la modalidad "locales con riesgo de incendio o explosión" corresponde a las instalaciones del ámbito de aplicación de la ITC-BT - 29

La categoría especialista de la modalidad "quirófanos y salas de intervención" corresponde a las instalaciones del ámbito de aplicación de la ITC-BT -38.

La categoría especialista de la modalidad "lámparas de descarga en alta tensión, rótulos luminosos y similares" corresponde a instalaciones del ámbito de aplicación de la ITC-BT-44.

La construcción e instalación de un rótulo luminoso que precise para su funcionamiento tensiones superiores a 1000 V, independientemente que se realice en un taller o fábrica o "In situ", deberá ser realizada por un Instalador autorizado para la categoría especialista, en la subcategoría anterior ("lámparas de descarga en alta tensión, rótulos luminosos y similares").

Esta modalidad, sin embargo, no incluye aquellas instalaciones con lámparas o tubos de descarga que presenten al exterior conexiones únicamente en baja tensión (de acuerdo al apartado 3.2. de la ITC-BT-44), independientemente de que tengan algún elemento o parte inaccesible de alta tensión en su interior. Por lo anterior, estas instalaciones pueden ser conectadas por instaladores autorizados para la categoría básica.

Las instalaciones generadoras de baja tensión que, de acuerdo al artículo 2 del RD 842/2002, se limitan a la generación para consumo propio, corresponden al ámbito de aplicación de la ITC-BT-40, y los instaladores que las ejecuten tendrán la categoría especialista en la subcategoría: "instalaciones generadoras de baja tensión".

4. CERTIFICADO DE CUALIFICACIÓN INDIVIDUAL EN BAJA TENSIÓN

4.1 Concepto

El Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión es el documento mediante el cual la Administración reconoce a su titular la capacidad personal para desempeñar alguna de las actividades correspondientes a las categorías indicadas en el apartado 3 de la presente Instrucción, identificándole ante terceros para ejercer su profesión en el ámbito del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Dicho certificado no capacita, por sí solo, para la realización de dicha actividad, sino que constituirá requisito previo para la obtención del Certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión.

4.2 Requisitos

Para obtener el Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión, las personas físicas deberán acreditar ante la Comunidad Autónoma donde radique el interesado:

a) Encontrarse en edad legal laboral.

b) Conocimientos teórico-prácticos de electricidad.

Sin perjuicio de lo previsto en la legislación sobre competencias profesionales, se entenderá que reúnen dichos conocimientos las personas que se encuentren en alguna de las siguientes situaciones:

b.1) Técnicos de grado medio en equipos e instalaciones electrotécnicas, con 1 año de experiencia, como mínimo, en empresas de instalaciones eléctricas y habiendo realizado un curso de 40 horas impartido por una Entidad de Formación Autorizada en Baja Tensión;

b.2) Técnicos de grado medio en equipos e instalaciones electrotécnicas, habiendo realizado un curso de 100 horas impartido por una Entidad de Formación Autorizada en Baja Tensión;

b.3) Técnicos superiores en instalaciones electrotécnicas;

b.4) Técnicos superiores en instalaciones electrotécnicas y experiencia de trabajo en empresas de instalaciones eléctricas;

b.5) Titulados de Escuelas Técnicas de Grado Medio o Superior con formación suficiente en el campo electrotécnico .

b.6) Titulados de Escuelas Técnicas de Grado Medio o Superior con formación suficiente en el campo electrotécnico y experiencia de trabajo en empresas de instalaciones eléctricas;

Se admitirán las titulaciones declaradas por la Administración española competente como equivalentes a las mencionadas, así como las titulaciones equivalentes que se determinen por aplicación de la legislación comunitaria o de otros acuerdos internacionales con terceros países, ratificados por el Estado Español.

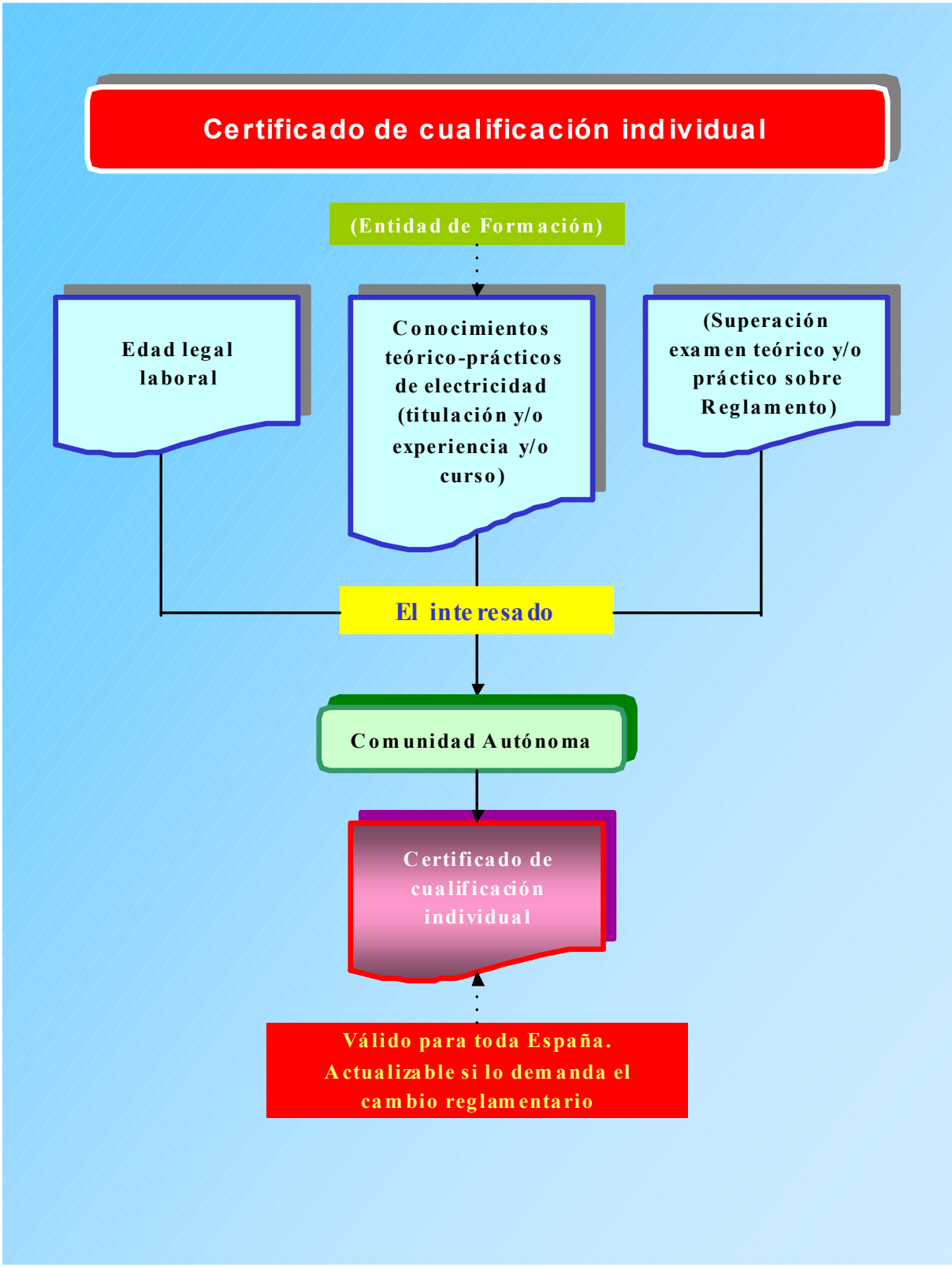
c) Haber superado un examen, ante dicha Comunidad Autónoma, en los siguientes casos:

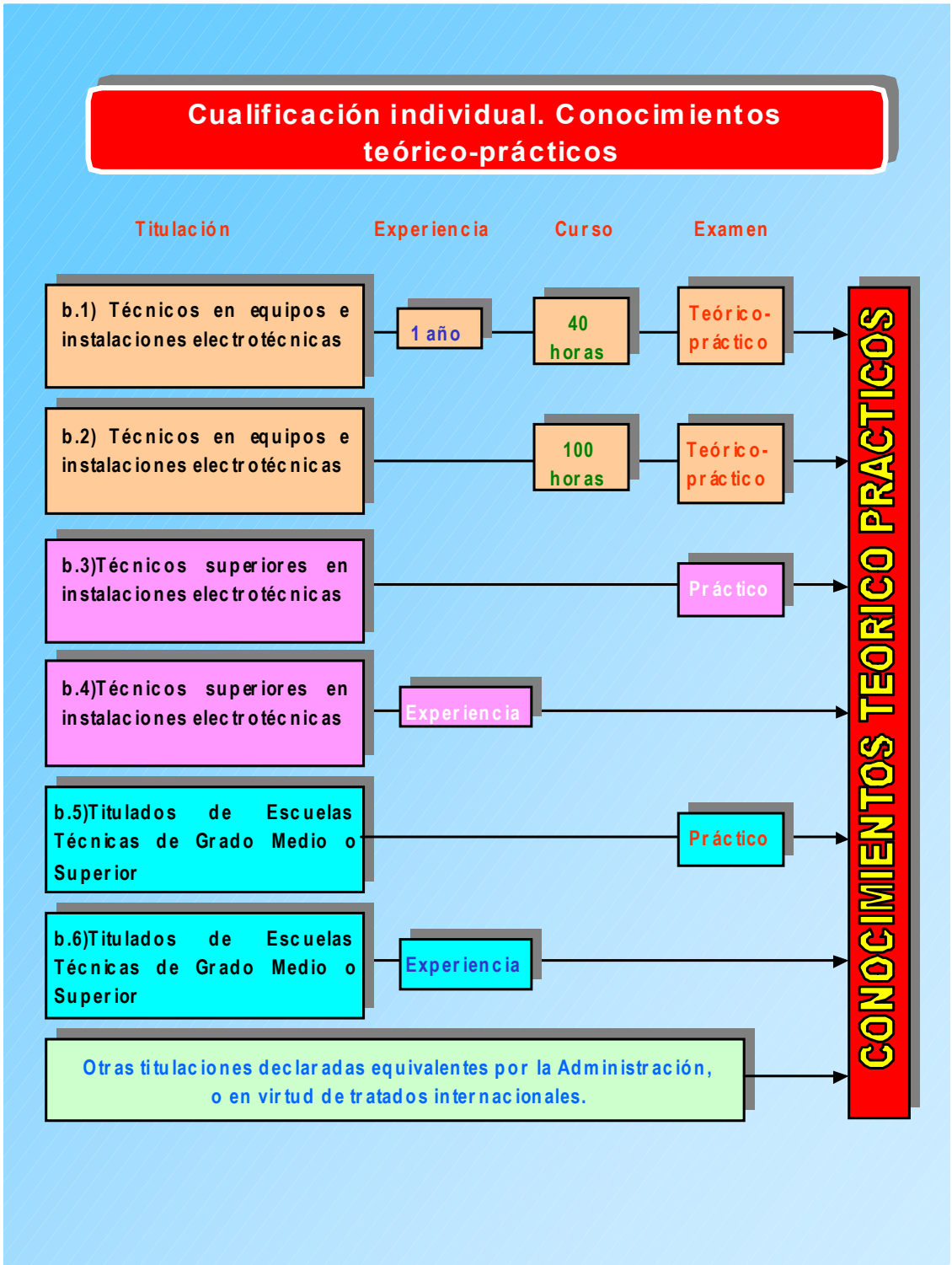
c.1) teórico-práctico, en las situaciones b.1) y b.2);

c.2) práctico, en las situaciones b.3 y b.5),

sobre las disposiciones del Reglamento e Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes a la categoría en la que se desea obtener la cualificación, cuyos requisitos, criterios y contenidos mínimos podrán ser definidos mediante resolución del Órgano Competente en materia de Seguridad Industrial de Ministerio de Ciencia y Tecnología.

A continuación se incluyen los esquemas resumen correspondientes al apartado 4,




Cualificación individual. Conocimientos teórico-prácticos
Titulación
Experiencia
Curso
Examen
b.1) Técnicos en equipos e instalaciones electrotécnicas
1 año
40 horas
Teórico-práctico
b.2) Técnicos en equipos e instalaciones electrotécnicas
100 horas
Teórico-práctico
b.3)Técnicos superiores en instalaciones electrotécnicas
Práctico
b.4)Técnicos superiores en instalaciones electrotécnicas
Experiencia
b.5)Titulados de Escuelas Técnicas de Grado Medio o Superior
Práctico
b.6)Titulados de Escuelas Técnicas de Grado Medio o Superior
Experiencia
Otras titulaciones declaradas equivalentes por la Administración, o en virtud de tratados internacionales.
CONOCIMIENTOS TEORICO PRACTICOS

La titulación de formación profesional en el grado FP1 en el ámbito de las instalaciones eléctricas se considera equivalente a la requerida en el caso b1) o b2), mientras que la de formación profesional FP2 también en el ámbito de las instalaciones eléctricas se considera equivalente a la requerida para el caso b3) o b4). Asimismo se tendrá en cuenta lo establecido en el R.D. 777/98 de 30 de Abril.

Para los apartados b4) y b6), la experiencia quedará acreditada por la permanencia activa de un año en empresas de instalaciones eléctricas ejecutando instalaciones. Lo anterior se demostrará mediante la presentación del TC-1 y TC-2 correspondiente, así como una certificación de la empresa sobre la actividad desarrollada.

4.3 Concesión y validez

Cumplidos los requisitos de 4.2, la Comunidad Autónoma expedirá el correspondiente Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión, con la anotación de la categoría o categorías correspondientes.

El Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión tendrá validez en todo el territorio español.

En caso de variación importante del Reglamento respecto del que constituyó la base para la concesión del certificado, y siempre que en la Disposición correspondiente se determine expresamente que, en razón de la misma, sea preciso hacerlo, el titular del certificado deberá solicitar la actuación del mismo, cumpliendo los requisitos que dicha Disposición establezca para ello. En caso de no hacerlo, el certificado solamente será valido para la reglamentación anterior, en tanto en cuanto no sea preciso aplicarla junto con las nuevas disposiciones.

5. AUTORIZACIÓN COMO INSTALADOR EN BAJA TENSIÓN

5.1 Requisitos

Para obtener la autorización de Instalador en Baja Tensión, a que se refiere el apartado 2 de la presente Instrucción, deberán acreditarse ante la Comunidad Autónoma donde radiquen los interesados, los siguientes requisitos:

a) Contar con los medios técnicos y humanos que se determinan en el Apéndice de la presente Instrucción, para las respectivas categorías;

b) Tener suscrito seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 euros para la categoría básica y de 900.000 euros para la categoría especialista, cantidad que se actualizará anualmente, según la variación del índice de precios al consumo, certificada por el Instituto Nacional de Estadística. De dicha actualización se trasladará justificante al Órgano competente de la Comunidad;

c) Estar dados de alta en el Impuesto de Actividades Económicas, en el epígrafe correspondiente;

d) Estar incluidos en el censo de obligaciones tributarias;

e) Estar dados de alta en el correspondiente régimen de la Seguridad Social;

f) En el caso de las personas jurídicas, estar constituidas legalmente. Además, deberán aportarse, cumplimentados con los datos de la entidad, los carnets identificativos de las personas físicas dotadas de Certificados de cualificación individual.

5.2 Concesión y validez

5.2.1. El Órgano competente de la Comunidad Autónoma, en caso de que se cumplan los requisitos indicados en el apartado anterior, expedirá el correspondiente Certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión, en el cual constará la categoría o categorías que comprenda. Además, constará en el certificado la advertencia de que el mismo no tendrá validez si el instalador no ha sido inscrito en el Registro de Establecimientos Industriales, para lo cual deberá reservarse un apartado en el certificado para su cumplimentación por el Registro.

En el caso de personas jurídicas se diligenciarán por la Comunidad Autónoma, asimismo, los carnets individuales identificativos.

5.2.2. El Certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión tendrá validez en todo el territorio español, y por un período inicial de 5 años, siempre y cuando se mantengan las condiciones que permitieron su concesión.

Se renovará, por un período igual al inicial, siempre que el Instalador autorizado lo solicite al Órgano competente de la Comunidad Autónoma con anterioridad a los 3 meses previos inmediatos a la finalización de su vigencia, y se acredite el mantenimiento de las condiciones que dieron lugar a su anterior autorización.

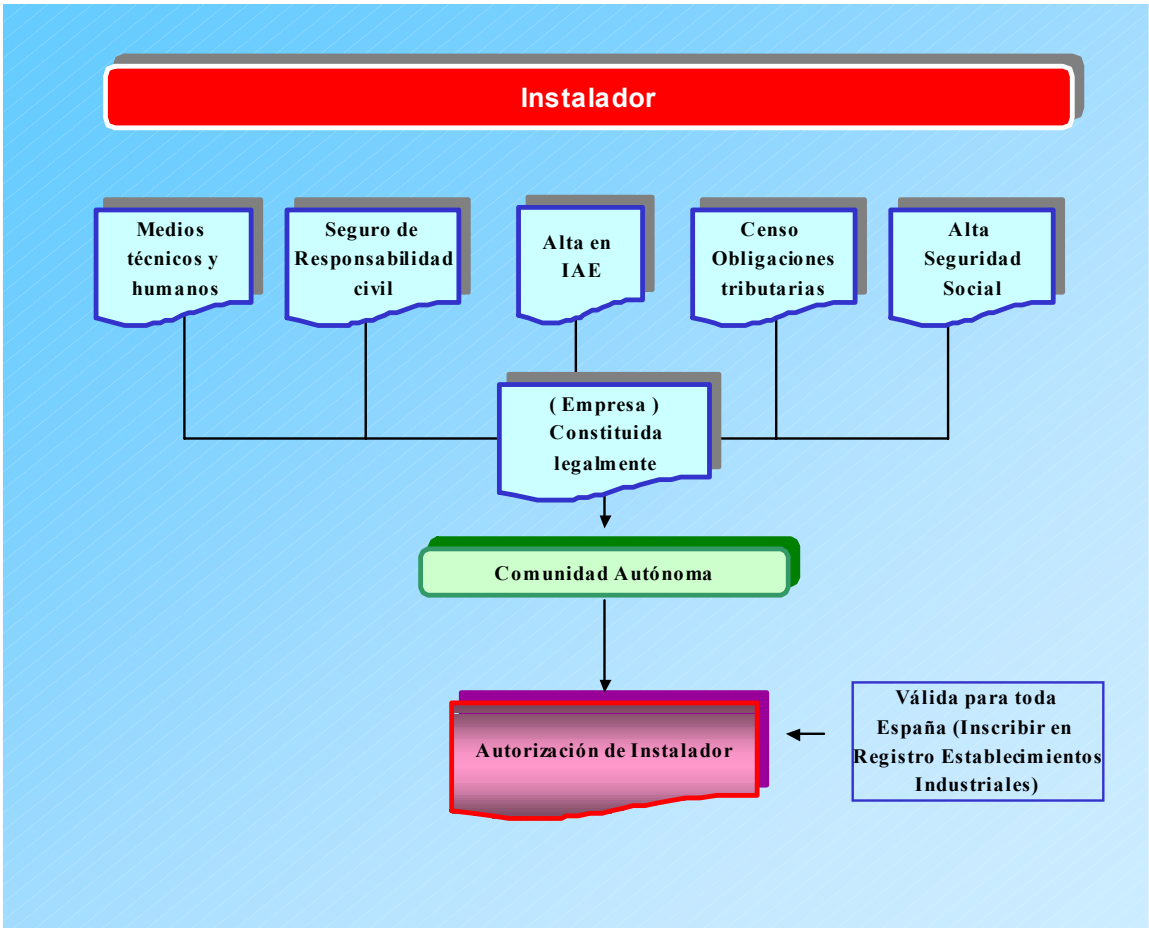
Si el Órgano competente no resolviese sobre la renovación antes de la fecha de caducidad de la autorización, o en los 3 meses posteriores, aquélla se considerará concedida.

5.2.3 Cualquier variación en las condiciones y requisitos establecidos para la concesión del certificado deberá ser comunicada al Órgano competente de la Comunidad Autónoma, en el plazo de un mes, si no afecta a la validez del mismo. En caso de que dicha variación supusiera dejar de cumplir los requisitos necesarios para la concesión del certificado, la comunicación deberá ser realizada en el plazo de 15 días inmediatos posteriores a producirse la incidencia, a fin de que el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, a la vista de las circunstancias, pueda determinar la cancelación del mismo o, en su caso, la suspensión o prórroga condicionada de la actividad, en tanto se restablezcan los referidos requisitos.

La falta de notificación en el plazo señalado en el párrafo anterior, podrá suponer, además de las posibles sanciones que figuran en el Reglamento, la inmediata suspensión cautelar del certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión.

Asimismo, el certificado de instalador o de persona jurídica autorizada en Baja Tensión podrá quedar anulado, previo el correspondiente expediente, en caso de que se faciliten, cedan o enajenen certificados de instalación de obras no realizadas por el instalador autorizado

A continuación se incluye un esquema resumen relativo a la autorización de instaladores,



Texto del R.D. 842/02

Disposición transitoria primera.- Carnets profesionales.

Los titulares de carnets de instalador autorizado o empresa instaladora autorizada, a la fecha de la publicación del presente Real Decreto, dispondrán de dos años, a partir de la entrada en vigor del adjunto Reglamento, para convalidarlos por los correspondientes que se contemplan en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT 03 del mismo, siempre que no les hubiera sido retirado por sanción, mediante la presentación ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma de una memoria en la que se acredite la respectiva experiencia profesional en las instalaciones eléctricas correspondientes a la categoría o categorías cuya convalidación se solicita, y que cuentan con los medios técnicos y humanos requeridos por la citada ITC-BT 03. A partir de la convalidación, para la renovación de los carnets deberán seguir el procedimiento común fijado en el Reglamento.

La experiencia profesional a que se refiere esta disposición transitoria para la obtención del Documento de Cualificación Individual Básica, y Especialista en la subcategoría de líneas aéreas o subterráneas para distribución de energía, a efectos de convalidación estará acreditada suficientemente con la posesión del carnet de Instalador Autorizado (siempre que no se le

hubiera retirado por sanción) antes de la entrada en vigor del nuevo reglamento en fecha 18/9/03, y que cuenten con los medios técnicos requeridos en la ITC-BT-03.

Para el resto de las modalidades de la categoría especialista, se deberá presentar con suficiente antelación ante la Comunidad Autónoma una memoria donde se relacionen las últimas instalaciones ejecutadas para cada una de las subcategorías cuya convalidación solicita, así como sus características básicas. El órgano competente de la Comunidad Autónoma concederá la convalidación si se acredita la ejecución de al menos dos instalaciones de cada modalidad durante los cinco últimos años o al menos una en el último año.

Texto del R.D. 842/02

Disposición transitoria segunda.- Entidades de Formación.

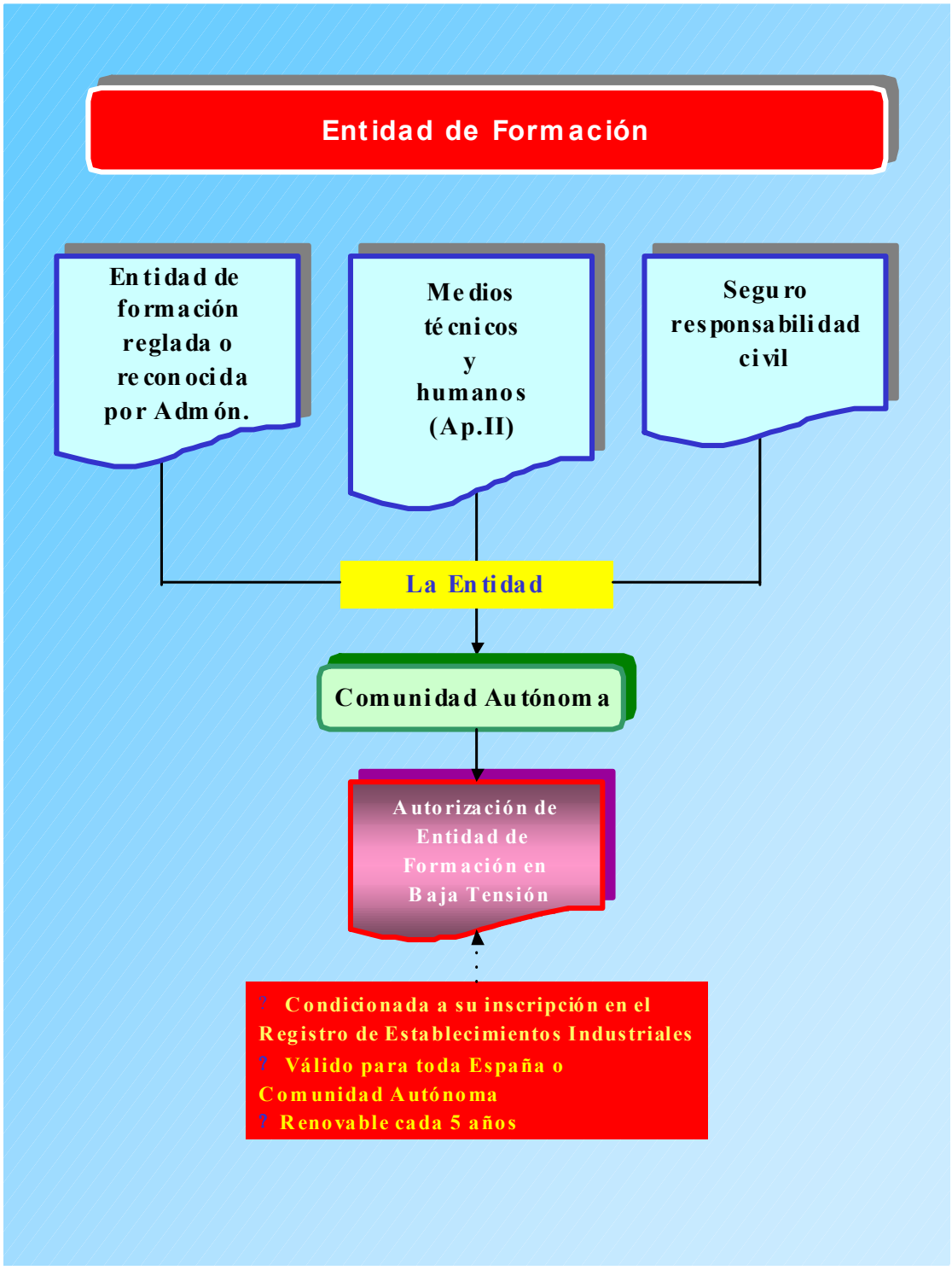
En tanto no se determinen por las Administraciones educativas las titulaciones académicas y profesionales correspondientes a la formación mínima requerida para el ejercicio de la actividad de instalador, esta formación podrá ser acreditada, sin efectos académicos, a través de la correspondiente certificación expedida por una entidad pública o privada que tenga capacidad para desarrollar actividades formativas en esta materia y cuente con la correspondiente autorización administrativa.

Las titulaciones académicas y profesionales requeridas para el ejercicio de la actividad quedan definidas en el apartado 4.2 de la ITC-BT-03.

Las entidades de formación a que se refiere la disposición transitoria segunda serán las encargadas de impartir los cursos de 40 a 100 horas (en los casos específicos b1 y b2 de la mencionada ITC.B.T.-03) y de expedir el correspondiente certificado.

Estas entidades de formación no deben confundirse con los Centros de Formación Profesional, Universidades, etc. que otorgan las titulaciones oficiales de Técnico de grado medio o superior en instalaciones eléctricas o Titulados de Escuelas Técnicas de grado medio o superior.

A continuación se incluyen los esquemas correspondientes con los requisitos a satisfacer, los medios mínimos que deben poseer, así como las obligaciones de las Entidades de Formación,


Entidad de Formación
Entidad de formación reglada o reconocida por Admón.
Medios técnicos y humanos (Ap.II)
Seguro responsabilidad civil
La Entidad
Comunidad Autónoma
Autorización de Entidad de Formación en Baja Tensión
? Condicionada a su inscripción en el Registro de Establecimientos Industriales
? Válido para toda España o Comunidad Autónoma
? Renovable cada 5 años

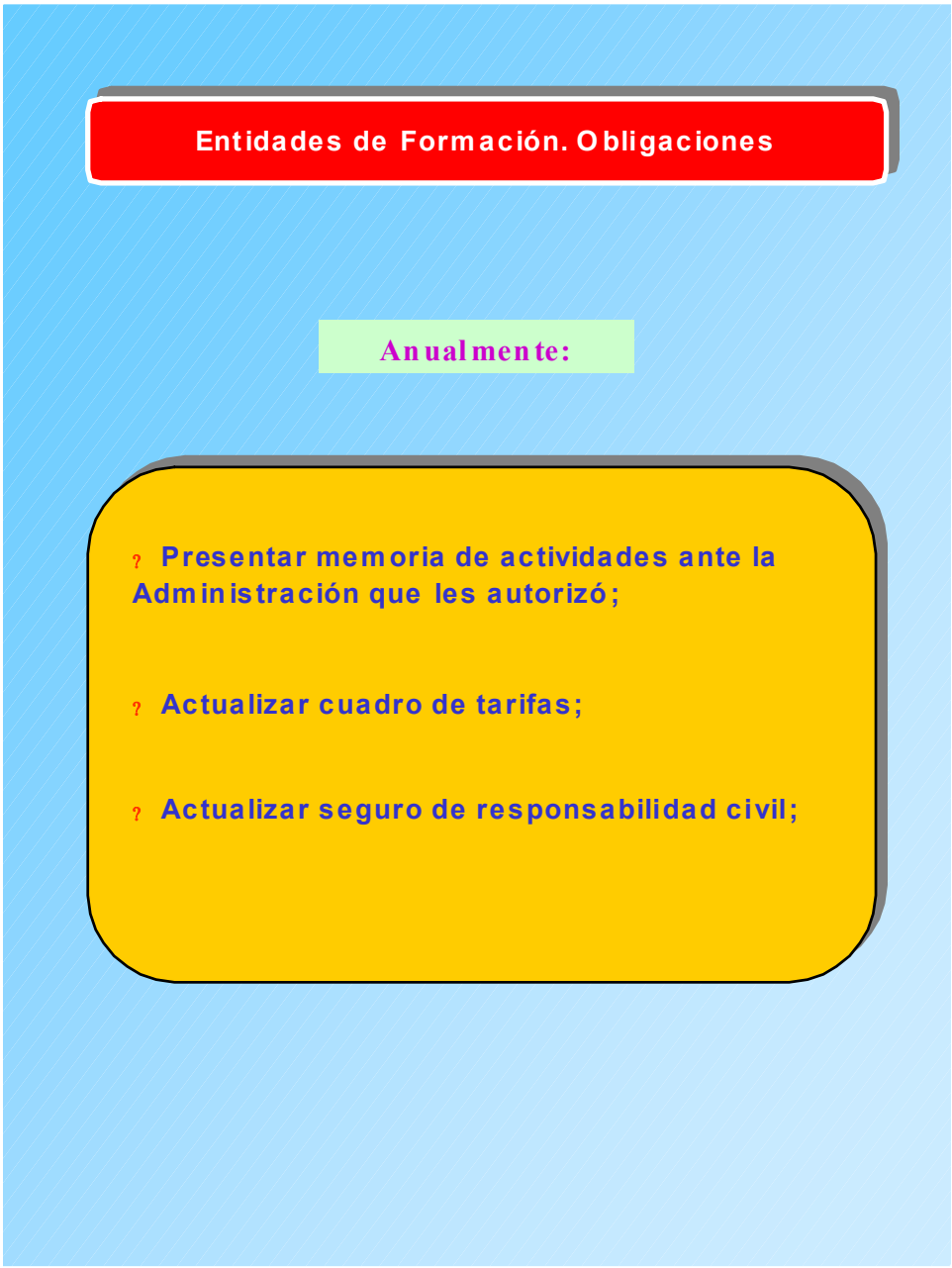
Entidades de Formación. Medios mínimos

1. Medios humanos

Profesorado adecuado en número, preparación y dedicación para los cursos a impartir, y número de alumnos.

2. Medios técnicos

- Aula de teoría, con 2 m2 / alumno (mínimo 40 m2)
- Aula taller capaz para, al menos, 1/3 de los Alumnos de teoría;
- Biblioteca especializada;
- Aseos y sanitarios, según normativa SHT;
- Oficina administrativa;
- Secretaría;
- Sala de profesores.



Para la renovación de la autorización de una entidad de formación, el órgano de la Administración competente analizará las memorias anuales de la Entidad, y en especial los resultados obtenidos por sus alumnos en los posteriores exámenes correspondientes.

6. ACTUACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN EN COMUNIDADES AUTÓNOMAS DISTINTAS DE AQUELLAS DONDE OBTUVIERON LA AUTORIZACIÓN

Antes de comenzar su actividad en una Comunidad Autónoma distinta de aquélla que les concedió el certificado, los Instaladores Autorizados en Baja Tensión deberán comunicarlo al Órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente, aportando copia legal de dicho certificado.

7. OBLIGACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN

Los Instaladores Autorizados en Baja Tensión deben, en sus respectivas categorías:

a) Ejecutar, modificar, ampliar, mantener o reparar las instalaciones que les sean adjudicadas o confiadas, de conformidad con la normativa vigente y con la documentación de diseño de la instalación, utilizando, en su caso, materiales y equipos que sean conformes a la legislación que les sea aplicable.
b) Efectuar las pruebas y ensayos reglamentarios que les sean atribuidos.
c) Realizar las operaciones de revisión y mantenimiento que tengan encomendadas, en la forma y plazos previstos.
d) Emitir los certificados de instalación o mantenimiento, en su caso.
e) Coordinar, en su caso, con la empresa suministradora y con los usuarios las operaciones que impliquen interrupción del suministro.
f) Notificar a la Administración competente los posibles incumplimientos reglamentarios de materiales o instalaciones, que observasen en el desempeño de su actividad. En caso de peligro manifiesto, darán cuenta inmediata de ello a los usuarios y, en su caso, a la empresa suministradora, y pondrá la circunstancia en conocimiento del Órgano competente de la Comunidad Autónoma en el plazo máximo de 24 horas.
g) Asistir a las inspecciones establecidas por el Reglamento, o las realizadas de oficio por la Administración, si fuera requerido por el procedimiento.
h) Mantener al día un registro de las instalaciones ejecutadas o mantenidas.
i) Informar a la Administración competente sobre los accidentes ocurridos en las instalaciones a su cargo.
j) Conservar a disposición de la Administración, copia de los contratos de mantenimiento al menos durante los 5 años inmediatos posteriores a la finalización de los mismos.

Apéndice

MEDIOS MÍNIMOS, TÉCNICOS Y HUMANOS, REQUERIDOS PARA LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN.

1. Medios humanos

Al menos una persona dotada de Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión, de categoría igual a cada una de las del Instalador Autorizado en Baja Tensión, si es el caso, en la plantilla de la entidad, a jornada completa. En caso de que una misma persona ostente dichas categorías, bastará para cubrir el presente requisito.

Operarios cualificados, en número máximo de 10 por cada persona dotada de Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión, o por cada Técnico superior en instalaciones electrotécnicas o por cada Titulado de Escuelas Técnicas de grado Medio o Superior con formación suficiente en el campo electrotécnico.

Se entiende por operario cualificado cualquier trabajador que intervenga de forma directa en la ejecución de una instalación eléctrica.

2. Medios técnicos

2.1 Categoría Básica

2.1.1 Local: 25 m².

2.1.1. Equipos:
- Telurómetro;
- Medidor de aislamiento, según ITC MIE-BT 19;
- Multímetro o tenaza, para las siguientes magnitudes:
  - Tensión alterna y continua hasta 500 V;
  - Intensidad alterna y continua hasta 20 A;
  - Resistencia;
- Medidor de corrientes de fuga, con resolución mejor o igual que 1 mA;
- Detector de tensión;
- Analizador - registrador de potencia y energía para corriente alterna trifásica, con capacidad de medida de las siguientes magnitudes: potencia activa; tensión alterna; intensidad alterna; factor de potencia;
- Equipo verificador de la sensibilidad de disparo de los interruptores diferenciales, capaz de verificar la característica intensidad - tiempo;
- Equipo verificador de la continuidad de conductores;
- Medidor de impedancia de bucle, con sistema de medición independiente o con compensación del valor de la resistencia de los cables de prueba y con una resolución mejor o igual que 0,1 Ω;
- Herramientas comunes y equipo auxiliar;
- Luxómetro con rango de medida adecuado para el alumbrado de emergencia

2.2. Categoría Especialista

Además de los medios anteriores, deberán contar con los siguientes, según proceda:

- Analizador de redes, de armónicos y de perturbaciones de red;
- electrodos para la medida del aislamiento de los suelos;
- aparato comprobador del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento de los quirófanos;

Los medios técnicos que se relacionan a continuación son necesarios para todas las subcategorías de la categoría especialista (y recomendables para la categoría básica):

- ✓ *Analizador de redes, de armónicos y de perturbaciones de red.*
- ✓ *Electrodos para la medida del aislamiento de los suelos.*

Además, en el caso de la subcategoría de quirófanos y salas de intervención, es necesario el disponer también el siguiente equipo:

- ✓ *Aparato comprobador del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento de los quirófanos.*

Los medios técnicos que se establecen para la categoría básica deberían ser propiedad del propio instalador autorizado quien debe garantizar en todo momento su estado de funcionamiento y calibración, ya que su uso es muy frecuente. Los medios específicos para la categoría especialista se pueden obtener en ocasiones a través de las correspondientes asociaciones profesionales, siempre que el usuario final pueda acreditar el estado de calibración y funcionamiento correcto de los equipos.

2.3 Herramientas, equipos y medios de protección individual.

Estarán de acuerdo con la normativa vigente y las necesidades de la instalación.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. OBJETO 2

2. DOCUMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES 2

2.1 Proyecto 2

2.2 Memoria Técnica de Diseño 2

3. INSTALACIONES QUE PRECISAN PROYECTO 8

4. INSTALACIONES QUE REQUIEREN MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO 11

5. EJECUCIÓN Y TRAMITACIÓN DE LAS INSTALACIONES 11

6. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES 17

1. OBJETO

La presente Instrucción tiene por objeto desarrollar las prescripciones del artículo 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, determinando la documentación técnica que deben tener las instalaciones para ser legalmente puestas en servicio, así como su tramitación ante el Órgano competente de la Administración.

2. DOCUMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones en el ámbito de aplicación del presente Reglamento deben ejecutarse sobre la base de una documentación técnica que, en función de su importancia, deberá adoptar una de las siguientes modalidades:

2.1 Proyecto

Cuando se precise proyecto, de acuerdo con lo establecido en el apartado 3, éste deberá ser redactado y firmado por técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias. El proyecto de instalación se desarrollará, bien como parte del proyecto general del edificio, bien en forma de uno o varios proyectos específicos.

En la memoria del proyecto se expresarán especialmente:

- Datos relativos al propietario;
- Emplazamiento, características básicas y uso al que se destina;
- Características y secciones de los conductores a emplear;
- Características y diámetros de los tubos para canalizaciones;
- Relación nominal de los receptores que se prevean instalar y su potencia, sistemas y dispositivos de seguridad adoptados y cuantos detalles sean necesarios de acuerdo con la importancia de la instalación proyectada y para que se ponga de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones del Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.
- Croquis de su trazado;
- Cálculos justificativos del diseño.

Los planos serán los suficientes en número y detalle, tanto para dar una idea clara de las disposiciones que pretenden adoptarse en las instalaciones, como para que la Empresa instaladora que ejecute la instalación disponga de todos los datos necesarios para la realización de la misma.

2.2 Memoria Técnica de Diseño

La Memoria Técnica de Diseño (MTD) se redactará sobre impresos, según modelo determinado por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de proporcionar los principales datos y características de diseño de las instalaciones. El instalador autorizado para la categoría de la instalación correspondiente o el técnico titulado competente que firme dicha Memoria será

directamente responsable de que la misma se adapte a las exigencias reglamentarias.

En especial, se incluirán los siguientes datos:

- Los referentes al propietario;
- Identificación de la persona que firma la memoria y justificación de su competencia;
- Emplazamiento de la instalación;
- Uso al que se destina;
- Relación nominal de los receptores que se prevea instalar y su potencia;
- Cálculos justificativos de las características de la línea general de alimentación, derivaciones individuales y líneas secundarias, sus elementos de protección y sus puntos de utilización;
- Pequeña memoria descriptiva;
- Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.
- Croquis de su trazado;

Se adjunta un ejemplo de formato tipo de MTD que garantiza el contenido técnico mínimo establecido en el RBT.

BAJA TENSIÓN

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (1 / 4)

Nº EXPENDIENTE

Datos administrativos

TITULAR Y LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN **N.I.F.**

Nombre / Razón Social

Apellido 1º **Apellido 2º**

Dirección

Localidad **Código Postal**

Provincia **Teléfono**

Datos técnicos

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Tensión V **Potencia máxima admisible** W **Potencia instalada** W

Memoría por (1) **Uso de instalación (2)** **Superficie local** m²

ACOMETIDA **(Según información de la empresa suministradora)**

Punto de conexión (3) **Tipo (4)** **Sección** mm² **Material (5)**

C.G.P. o C/C DE SEGURIDAD

Tipo **In. Base** A **In. Cartucho** A

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN O DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Tipo **Sección** mm² Cu

MÓDULO DE MEDIDA

Tipo **Situación (6)**

PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA / DIFERENCIAL

Int. General Automático A **Int. Diferencial** A **Sensibilidad** mA

PUESTA A TIERRA

Tipo (7)

Electrodos **Línea enlace** mm² Cu **Línea principal** mm² Cu

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ , **a** _ _ _ _ **de** _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ **de** _ _ _ _

Nombre y firma del titular

NOTAS:

(1) Instalación: N (Nuevo), A (Ampliación-Reforma), CN (Cambio de Nombre) CT (Cambio Tensión)

(2) Según tabla de referencia de la carpeta informativa

(3) C.T. (Centro de Transformación); R.B.T. (Red de Baja Tensión)

(4) Aérea, Subterránea, Interior

(5) Material; Cu (Cobre), Al (Aluminio)

(6) En Cuarto de Centralización; En interior; En fachada

(7) Picas; Placas; Mallas

BAJA TENSIÓN

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (2 / 4)

PREVISIÓN DE CARGAS EN INSTALACIONES INDUSTRIALES, AGRARIAS O DE SERVICIOS

RECEPTORES (agrupar puntos de luz, tomas de corriente y receptores similares):

ALUMBRADO		FUERZA	
Denominación	Potencia	Denominación	Potencia
	W		W
	W		W
	W		W
	W		W
	W		W
	W		W
	W		W

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS

VIVIENDAS:

Grado electrificación ____ Nª viviendas ____ Superf. Unitaria ____ m² Demanda máx/vivienda ____ W

Grado electrificación ____ Nª viviendas ____ Superf. Unitaria ____ m² Demanda máx/vivienda ____ W

Coeficiente simultaneidad según MIBT010

CARGAS PREVISTA EN VIVIENDAS (A) ____ W

SERVICIOS GENERALES:

Ascensores ____ W Alumbrado escalera ____ W Otros servicios ____

CARGAS PREVISTA EN SERVICIOS GENERALES (B) ____

LOCALES COMERCIALES Y/U OFICINAS:

Superficie útil total ____ m² Potencia específica prevista ____ W/m²

CARGAS PREVISTA EN LOCALES COMERCIALES Y/U OFICINAS (C) ____

CARGAS TOTAL PREVISTA EN EL EDIFICIO (A+B+C) ____

ESQUEMA UNIFILAR Y PLANOS (Se representará la instalación completa, según normas UNE)

En el caso de viviendas individuales, se presentará esquema unifilar. En los edificios de viviendas y demás casos, se presentará esquema unifilar, planos y croquis del emplazamiento. En edificios de viviendas quedarán perfectamente definidos; Caja general de protección, línea repartidora, fusibles de seguridad, aparatos de medida, derivaciones individuales, dispositivos privados de mando y protección, instalaciones interiores de las viviendas tipo con sus características y la sección de conductores. De la centralización de contadores y de las viviendas tipo se presentará siempre planos de planta.

PRESUPUESTO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA (OPCIONAL)

INSTALACIONES DE ENLACE

En edificios de viviendas: Acometida en su caso, caja general de protección, línea general de alimentación centralización de contadores, derivaciones individuales, dispositivos privados de mando y protección de viviendas y servicios generales. ____ €

En instalaciones industriales, agrarias o de servicios: Desde la acometida, en su caso, hasta el primer cuadro general de mando y protección inclusive. ____ €

INSTALACIONES RECEPTORAS

En edificio de viviendas: Instalaciones interiores o receptoras ____ €

En instalaciones industriales, agrarias o de servicios: Circuitos de salida del cuadro general, cuadros secundarios y sus salidas, canalizadores, interruptores, guardamotores, fusibles, tomas de corriente, reactancias, etc. ____ €

SISTEMAS DE TIERRAS ____ €

PRESUPUESTO TOTAL ____ / ____ €

Nº DE INSTALACIONES INDIVIDUALES FINALES ____ **Uds.**

☐ **MEMORIA REALIZADA POR INSTALADOR AUTORIZADO**

Nombre ____ Nº de carné ____

domiciliado en calle / plaza ____ Núm. ____

Localidad ____ Código Postal ____ Teléfono ____

☐ **MEMORIA REALIZADA POR TECNICO COMPETENTE**

Nombre ____ Nº colegiado ____

domiciliado en calle / plaza ____ Núm. ____

Localidad ____ Código Postal ____ Teléfono ____

Colegiado Oficial ____

Instalador autorizado o Técnico competente

(Firma)

BAJA

MEMORIA TECNICA DE DISEÑO (3/4)

CUADRO RESUMEN DE CALCULO DE CIRCUITOS (5)

CIRCUITOS			*Potencia de cálculo* *W*	*Tensión de cálculo* *V*	*Intensidad de cálculo* *A*	*Nº conductores sección material* *Nº - mm^2 Cu/Al*	*Aislamiento tensión nominal* *V*	*Tipo de instalación* *(4)*	*Intensidad máxima admisible*	*C/C PIA* *A*	*Int Diferencial* *mA*	*Longitud* *M*	*Caída de Tensión* *V*
Acometida General (1)													
Línea General de Alimentación o Derivación individual													
Instalaciones industriales Agrarias o de servicios (2)		*Circuito 1*											
		Circuito 2											
VIVIENDAS	*Derivaciones individuales (3)*	*A servicios generales*											
		A planta											
	Viviendas tipo												
Servicios comunes	*Alumbrado*	*Portal*											
		Escaleras											
		Garaje											
	Alumbrado Emergencia	*Portal*											
		Escaleras											
		Garaje											
	Fuerza												

BAJA TENSIÓN

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (4 / 4)	

CROQUIS DEL EMPLAZAMIENTO

Incluye localización de los aparatos de alumbrado de emergencia y las rutas de evacuación, si procede

MEMORIA DESCRIPTIVA

3. INSTALACIONES QUE PRECISAN PROYECTO

3.1. Para su ejecución, precisan elaboración de proyecto las nuevas instalaciones siguientes:

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
a	Las correspondientes a industrias, en general	P>20 kW
b	Las correspondientes a: - Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión; - Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no.	P>10 kW
c	Las correspondientes a: - Locales mojados; - generadores y convertidores; - conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas.	P>10 kW
d	- de carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción. - de carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos;	P>50 kW
e	Las de edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW por caja gral. de protección
f	Las correspondientes a viviendas unifamiliares	P>50 kW
g	Las de garajes que requieren ventilación forzada	Cualquiera que sea su ocupación
h	Las de garajes que disponen de ventilación natural	De más de 5 plazas de estacionamiento
i	Las correspondientes a locales de pública concurrencia;	Sin límite
j	Las correspondientes a: - Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión; - Máquinas de elevación y transporte; - Las que utilicen tensiones especiales; - Las destinadas a rótulos luminosos salvo que se consideren instalaciones de Baja tensión según lo establecido en la ITC-BT 44; - Cercas eléctricas; - Redes aéreas o subterráneas de distribución;	Sin límite de potencia
k	- Instalaciones de alumbrado exterior.	P > 5 kW
l	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes	Sin límite
m	Las de quirófanos y salas de intervención	Sin límite
n	Las correspondientes a piscinas y fuentes.	P> 5 kW
o	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda

(P = Potencia prevista en la instalación, teniendo en cuenta lo estipulado en la ITC-BT-10)

A continuación se incluyen los esquemas correspondientes que comparan con las exigencias del REBT 1973,

Instalaciones que precisan Proyecto

Grupo	Tipo de instalación	REBT 2002	REBT 1973
a)	Industrias en general	P > 20 kW	Si precisan autorización previa
b)	♦ Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión; ♦ Bombas de extracción o elevación de agua	P > 10 kW	NO
c)	♦ Locales mojados; ♦ Generadores y convertidores; ♦ Conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas		♦ SL; ♦ P > 10 kW; ♦ SL;
d)	♦ De carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción; ♦ De carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos	P > 50 kW	SL
e)	Edificios destinados principalmente a viviendas y locales comerciales y oficinas que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia	P > 100 kW Por CGP	P > 100 kW
f)	Viviendas unifamiliares	P > 50 kW	
g)	Garajes que precisan ventilación forzada	SL	NO
h)	Garajes con ventilación natural	> 5 plazas	

(P = Potencia prevista en la instalación, según RBT-10)

(SL: sin límite, se requiere proyecto para cualquier potencia).

Instalaciones que precisan Proyecto

Grupo	Tipo de instalación	REBT 2002	REBT 1973
i)	Locales de pública concurrencia	SL	Excepto Comercios P < 50 kW
j)	♦ Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión; ♦ Máquinas de elevación y transporte; ♦ Utilizando tensiones especiales; ♦ Rótulos luminosos según ITC BT 44, salvo que se consideren instalaciones de BT; ♦ Cercas eléctricas; ♦ Redes de distribución	SL	SL
k)	Alumbrado exterior	P > 5 kW	
l)	Locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes	SL	
m)	Quirófanos y salas de intervención		
n)	Piscinas y fuentes	P > 5 kW	
Todas las no citadas para las que así se determine por el Ministerio		Según el caso	

(P = Potencia prevista en la instalación, según RBT-10)

3.2. Asimismo, requerirán elaboración de proyecto las ampliaciones y modificaciones de las instalaciones siguientes:

a) Las ampliaciones de las instalaciones de los tipos (b,c,g,i,j,l,m) y modificaciones de importancia de las instalaciones señaladas en 3.1;

b) Las ampliaciones de las instalaciones que, siendo de los tipos señalados en 3.1. no alcanzasen los límites de potencia prevista establecidos para las mismas, pero que los superan al producirse la ampliación.

c) Las ampliaciones de instalaciones que requirieron proyecto originalmente si en una o en varias ampliaciones se supera el 50 % de la potencia prevista en el proyecto anterior.

3.3 Si una instalación esta comprendida en más de un grupo de los especificados en 3.1, se le aplicará el criterio más exigente de los establecidos para dichos grupos

4. INSTALACIONES QUE REQUIEREN MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO

Requerirán Memoria Técnica de Diseño todas las instalaciones - sean nuevas, ampliaciones o modificaciones - no incluidas en los grupos indicados en el apartado 3.

5. EJECUCIÓN Y TRAMITACIÓN DE LAS INSTALACIONES

5.1. Todas las instalaciones en el ámbito de aplicación del Reglamento deben ser efectuadas por los instaladores autorizados en baja tensión a los que se refiere la Instrucción Técnica complementaria ITC-BT-03.

En el caso de instalaciones que requirieron Proyecto, su ejecución deberá contar con la dirección de un técnico titulado competente.

Si, en el curso de la ejecución de la instalación, el instalador autorizado considerase que el Proyecto o Memoria Técnica de Diseño no se ajusta a lo establecido en el Reglamento, deberá, por escrito, poner tal circunstancia en conocimiento del autor de dichos Proyecto o Memoria, y del propietario. Si no hubiera acuerdo entre las partes se someterá la cuestión al Órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que ésta resuelva en el más breve plazo posible.

5.2.. Al término de la ejecución de la instalación, el instalador autorizado realizará las verificaciones que resulten oportunas, en función de las características de aquélla, según se especifica en la ITC-BT-05 y en su caso todas las que determine la dirección de obra.

5.3. Asimismo, las instalaciones que se especifican en la ITC-BT-05, deberán ser objeto de la correspondiente Inspección Inicial por Organismo de Control.

5.4. Finalizadas las obras y realizadas las verificaciones e inspección inicial a que se refieren los puntos anteriores, instalador autorizado deberá emitir un Certificado de Instalación, según modelo establecido por la Administración, que deberá comprender, al menos, lo siguiente:

a) los datos referentes a las principales características de la instalación;
b) la potencia prevista de la instalación.;
c) en su caso, la referencia del certificado del Organismo de Control que hubiera realizado con calificación de resultado favorable, la inspección inicial;
d) identificación del instalador autorizado responsable de la instalación;
e) declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y, en su caso, con las especificaciones particulares aprobadas a la Compañía eléctrica, así como, según corresponda, con el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño.

5.5. Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, el instalador autorizado deberá presentar ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, al objeto de su inscripción en el correspondiente registro, el Certificado de Instalación con su correspondiente anexo de información al usuario, por quintuplicado, al que se acompañará, según el caso, el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño, así como el certificado de Dirección de Obra firmado por el correspondiente técnico titulado competente, y el certificado de inspección inicial con calificación de resultado favorable, del Organismo de Control, si procede.

El Órgano competente de la Comunidad Autónoma deberá diligenciar las copias del Certificado de Instalación y, en su caso, del certificado de inspección inicial, devolviendo cuatro al instalador autorizado, dos para sí y las otras dos para la propiedad, a fin de que ésta pueda, a su vez, quedarse con una copia y entregar la otra a la Compañía eléctrica, requisito sin el cual ésta no podrá suministrar energía a la instalación, salvo lo indicado en el Artículo 18.3 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

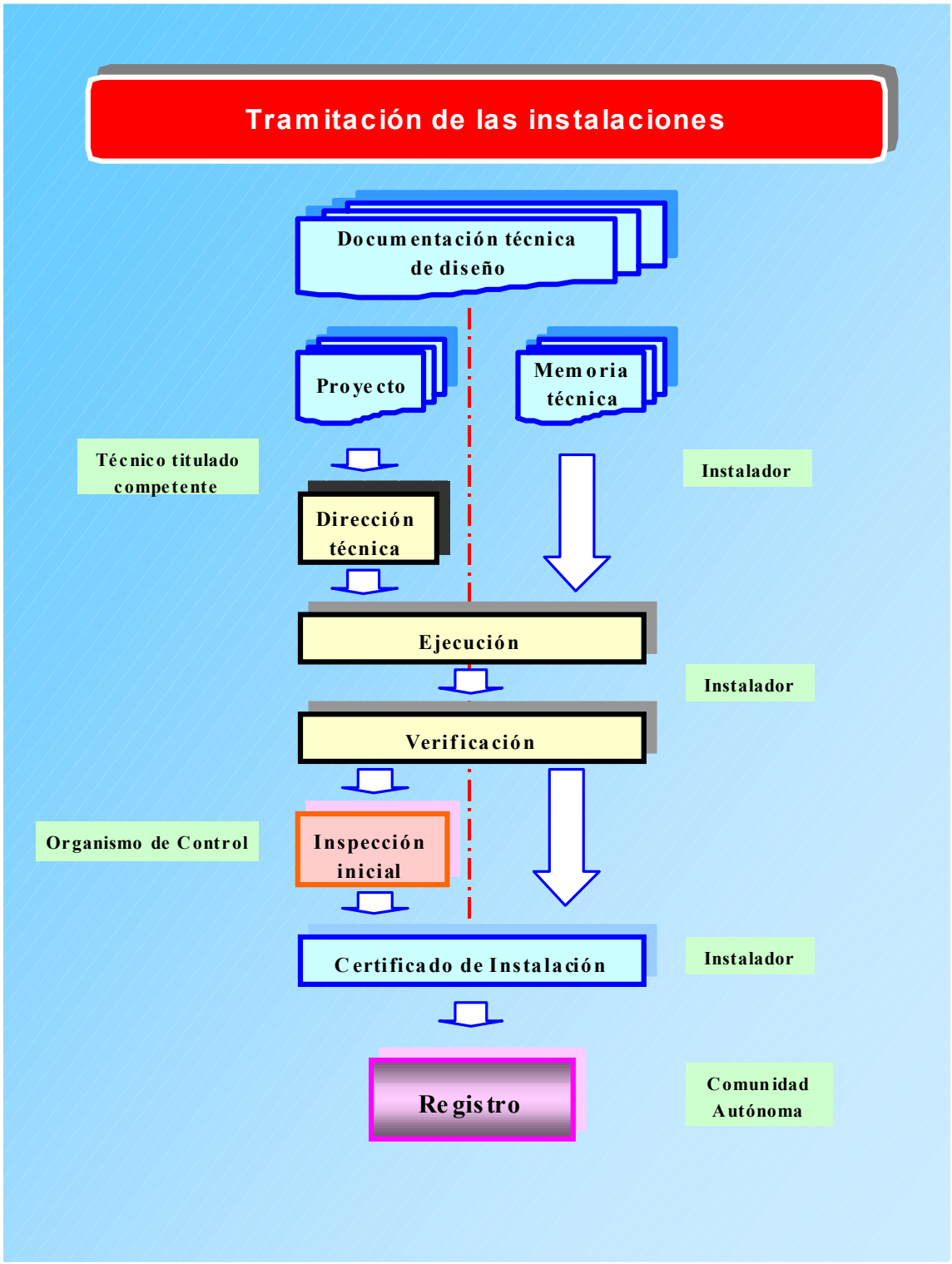
5.6. Instalaciones temporales en ferias, exposiciones y similares.

Cuando en este tipo de eventos exista para toda la instalación de la feria o exposición una Dirección de Obra común, podrán agruparse todas las documentaciones de las instalaciones parciales de alimentación a los distintos stands o elementos de la feria, exposición, etc., y presentarse de una sola vez ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, bajo una certificación de instalación global firmada por el responsable técnico de la Dirección mencionada.

Cuando se trate de montajes repetidos idénticos, se podrá prescindir de la documentación de diseño, tras el registro de la primera instalación, haciendo constar en el certificado de instalación dicha circunstancia, que será válida durante un año, siempre que no se produjeran modificaciones significativas, entendiendo como tales las que afecten a la potencia prevista, tensiones de servicio y utilización y a los elementos de protección contra contactos directos e indirectos y contra sobreintensidades y sobretensiones .

En el apartado 5.5, la referencia al articulo 18.3 del Reglamento, debería ser al articulo 18.4.

A continuación se incluye un esquema resumen relativo a la tramitación de las instalaciones,



Todas las instalaciones que requieren de inspección inicial debieron de ser objeto del correspondiente proyecto, pero no todas las instalaciones que requieren proyecto precisan de una inspección inicial.

En el caso de instalaciones con proyecto el instalador es responsable también de comprobar que todas las prescripciones del proyecto son conformes a lo establecido en el RBT, en caso de que el proyecto no se ajustara al RBT el instalador debería poner tal hecho en conocimiento del autor del proyecto y de la propiedad y si no hubiera acuerdo se debería recurrir al órgano competente de la Comunidad autónoma decidiría al respecto.

Cuando se requiera proyecto, la documentación debe incluir además la supervisión del Director de Obra. En este caso, verificación y supervisión, se realizarán conjuntamente a fin de comprobar la correcta ejecución de la instalación y su funcionamiento seguro.

Todas las instalaciones deberán ser verificadas por el Instalador Autorizado que las haya ejecutado siguiendo la metodología reflejada en la norma UNE -20460-6-61. En el Anexo 4 de la guía del RBT se indican más detalladamente los contenidos de esta verificación.

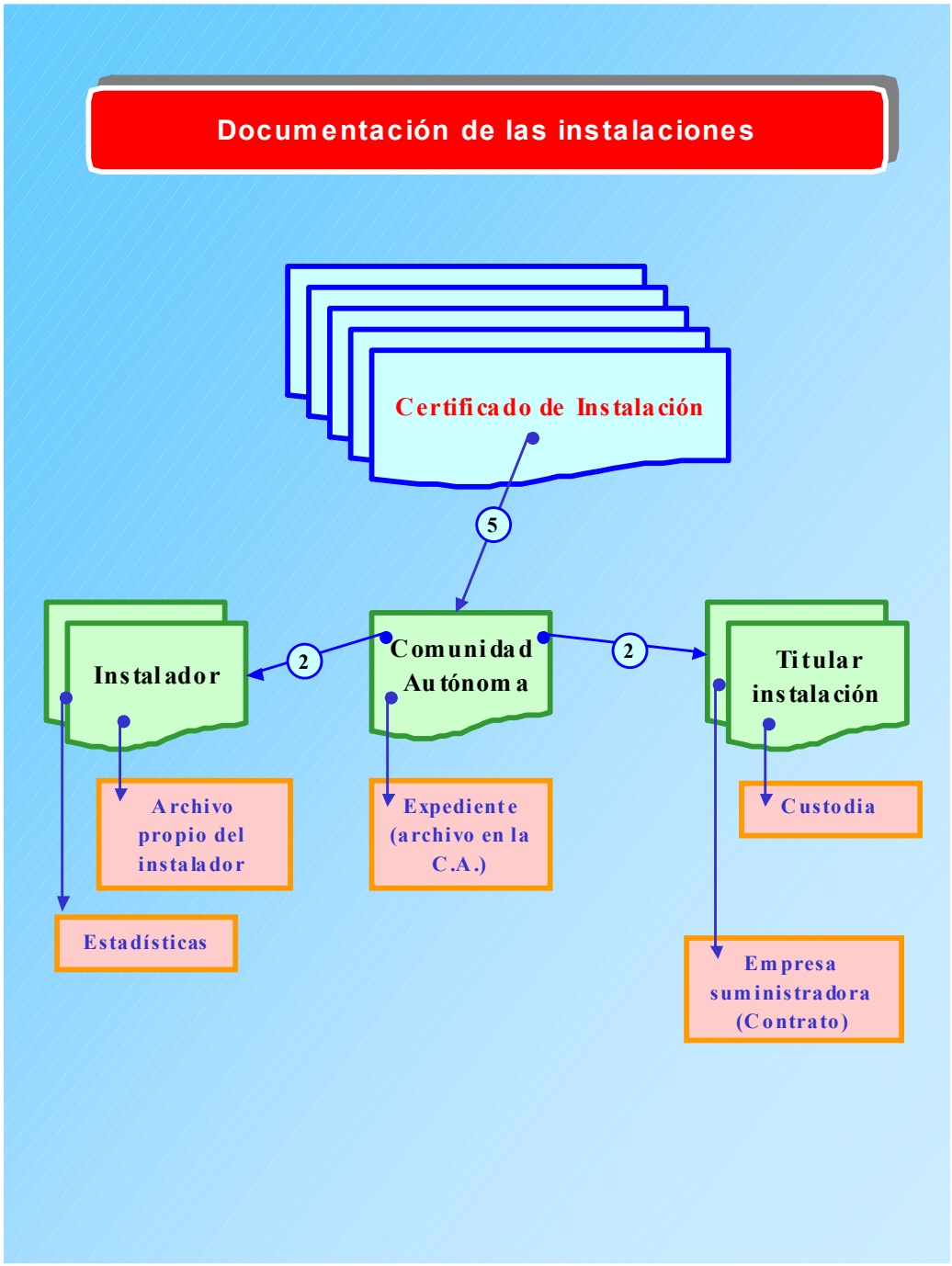
Para las instalaciones especificadas en el apartado 4.1 de la ITC-BT-05, además de la verificación que efectúa el instalador, será necesaria también su inspección, realizada por un Organismo de Control autorizado por la Administración.

Como se desprende del texto y del esquema anterior, las Comunidades Autónomas registran y diligencian la documentación que se les presenta, por lo que no son necesarios más trámites ni inspecciones adicionales.

Esto significa que las administraciones públicas competentes se limitarán por lo general a registrar la documentación de la instalación, sin que ello suponga su aprobación o un reconocimiento expreso de la idoneidad de la instalación con las condiciones técnicas reglamentarias exigibles. En cualquier caso, y de acuerdo con la facultad que señala el artículo 14 de la ley 21/1992 de industria, las Comunidades autónomas podrán llevar a cabo las actuaciones de inspección y control que estimen necesarias, por ejemplo mediante control por muestreo estadístico para asegurar de esta forma la eficacia del sistema de autorización de instalaciones.

Para aquellas instalaciones industriales que cuenten con un proyecto general, que englobe el proyecto eléctrico, tanto el instalador autorizado, como la propiedad o quien haya firmado la dirección de obra podrán solicitar el correspondiente registro de la documentación ante la Comunidad Autónoma.

En el esquema siguiente se indica cómo el instalador autorizado debe distribuir las cuatro copias de la documentación de la instalación que recibe de la Comunidad autónoma una vez diligenciadas. De las cinco copias iniciales la Comunidad autónoma mantiene una para su propio archivo y registro.


Documentación de las instalaciones
Certificado de Instalación
5
Instalador
2
Comunidad Autónoma
2
Titular instalación
Archivo propio del instalador
Expediente (archivo en la C.A.)
Custodia
Estadísticas
Empresa suministradora (Contrato)

A continuación se incluye un modelo de certificado de instalación eléctrica en baja tensión:

CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

TITULAR

APELLIDOS Y NOMBRE O RAZÓN SOCIAL			D.N.I. - N.I.F.
DOMICILIO (calle o plaza y número)			C.P.
MUNICIPIO	PROVINCIA	TELÉFONO	FAX
REPRESENTANTE (si procede)			D.N.I.

EMPRESA SUMINISTRADORA

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

EMPLAZAMIENTO (calle o plaza y número)	Portal	Bls	Esc	Piso	Puerta
MUNICIPIO	C.P.	PROVINCIA			
TIPO DE INSTALACIÓN (ver tabla 1)					
POTENCIA PREVISTA (kW)	POTENCIA INSTALADA (Kw)	TENSIÓN			

EMPRESA INSTALADORA

APELLIDOS Y NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	Nº DEL DCE
NOMBRE DEL INSTALADOR	Nº DEL CARNET INSTAL. AUTORIZADO

DERIVACIÓN INDIVIDUAL

VIVIENDAS	GRADO ELECTRIFICACIÓN:	SUPERFICIE:	SECCIÓN DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL:
OTROS USOS	SUPERFICIE:		SECCIÓN DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL:
OTRAS INSTALACIONES			SECCIÓN DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL:

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

SECCIÓN (mm^2):

PROTECCIÓN CONTACTOS INDIRECTOS

INTERRUPTOR DIFERENCIAL:	Intensidad Nominal: Sensibilidad:
RESISTENCIA DE LA TIERRA DE PROTECCIÓN:	
OTROS:	

CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA INSTALADORA

El Instalador autorizado que suscribe, inscrito en este Servicio Territorial con el número y Documento de Calificación Empresarial arriba indicados.

CERTIFICA: haber ejecutado la instalación de acuerdo con las prescripciones del vigente reglamento para baja tensión e instrucciones ITC-BT específicas que le son de aplicación, las normas específicas de la empresa suministradora aprobadas, así como del

☐ Proyecto ☐ Memoria Técnica de Diseño

CATEGORÍA Y ESPECIALIDAD INSTALADOR

☐ Básica

☐ Especialista

Modalidad:

_ _ _ _ _ _ _ _ , a _ _ _ _ de _ _ _ _ de _ _ _ _

Firma del instalador:

SELLO DE LA EMPRESA INSTALADORA

De las dos copias diligenciadas por la C.A. para el Instalador, una de ellas está prevista para la asociación profesional correspondiente, con el objeto de que sirva para la elaboración de estadísticas. Estas asociaciones pueden facilitar tales estadísticas a la C.A.

Para facilitar el tratamiento de esta información, se recomienda el uso de medios telemáticos.

6. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

El titular de la instalación deberá solicitar el suministro de energía a la Empresas suministradora mediante entrega del correspondiente ejemplar del certificado de instalación.

La Empresa suministradora podrá realizar, a su cargo, las verificaciones que considere oportunas, en lo que se refiere al cumplimiento de las prescripciones del presente Reglamento.

Cuando los valores obtenidos en la indicada verificación sean inferiores o superiores a los señalados respectivamente para el aislamiento y corrientes de fuga en la ITC-BT-19, las Empresas suministradoras no podrán conectar a sus redes las instalaciones receptoras.

En esos casos, deberán extender un Acta, en la que conste el resultado de las comprobaciones, la cual deberá ser firmada igualmente por el titular de la instalación, dándose por enterado. Dicha acta, en el plazo más breve posible, se pondrá en conocimiento del Órgano competente de la Comunidad Autónoma, quien determinará lo que proceda.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. OBJETO 2

2. AGENTES INTERVINIENTES 2

3. VERIFICACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO 3

4. INSPECCIONES 7

4.1 Inspecciones iniciales 7
4.2 Inspecciones periódicas. 7

5. PROCEDIMIENTO 7

6. CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS 10

6.1 Defecto Muy Grave 10
6.2 Defecto Grave 10
6.3 Defecto Leve 11

1. OBJETO

La presente Instrucción tiene por objeto desarrollar las previsiones de los artículos 18 y 20 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en relación con las verificaciones previas a la puesta en servicio e inspecciones de las instalaciones eléctricas incluidas en su campo de aplicación.

2. AGENTES INTERVINIENTES

2.1. Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser realizadas por las empresas instaladoras que las ejecuten.

2.2. De acuerdo con lo indicado en el artículo 20 del Reglamento, sin perjuicio de las atribuciones que, en cualquier caso, ostenta la Administración Pública, los agentes que lleven a cabo las inspecciones de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión deberán tener la condición de Organismos de Control, según lo establecido en el Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, acreditados para este campo reglamentario.

La diferencia entre verificación e inspección radica principalmente en el agente encargado de su ejecución.

Todas las instalaciones eléctricas deben ser objeto de una verificación previa a su puesta en servicio efectuada por el instalador autorizado que las realizó, con la supervisión en su caso del director de obra. El instalador autorizado es por lo tanto responsable de la correcta ejecución de la instalación y de que sea segura , lo mismo que un fabricante es responsable del producto que fabrica.

Las inspecciones las efectúan bien directamente las propias Administraciones Públicas competentes (mediante los servicios de industria de las CCAA), o como es más frecuente las efectúan los Organismos de Control autorizados por la administración (OCAs). De entre todas las instalaciones eléctricas dentro del ámbito del RBT, solamente algunas de ellas son objeto de inspecciones iniciales o periódicas.

También conviene aclarar que los titulares de las instalaciones deberán mantenerlas en buen estado de funcionamiento, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado. Por lo tanto, no sólo las nuevas instalaciones eléctricas deben ejecutarse por instaladores autorizados, sino también cualquier ampliación o modificación de una existente. Cualquier actuación de un instalador autorizado debe por tanto ir seguida de la correspondiente verificación del trabajo realizado siendo el propio instalador quien debe verificar la instalación.

En resumen todas las instalaciones eléctricas deben ser objeto de la correspondiente verificación después de su realización o modificación.

3. VERIFICACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO

Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma UNE 20.460 -6-61.

La verificación de las instalaciones eléctricas previa a su puesta en servicio comprende dos fases, una primera fase que no requiere efectuar medidas y que se denomina verificación por examen, y una segunda fase que requiere la utilización de equipos de medida específicos.

El alcance de esta verificación se detalla en la ITC-BT-19 y en la norma UNE 20460 parte 6-61 y comprende tanto la verificación por examen como la verificación mediante medidas eléctricas. Adicionalmente otras instrucciones establecen verificaciones adicionales, como la ITC-BT-18 para el caso de las puestas a tierra.

Verificación por examen

Debe preceder a los ensayos y medidas, y normalmente se efectuará para el conjunto de la instalación estando ésta sin tensión.

Está destinada a comprobar:

- ✓ *Si el material eléctrico instalado permanentemente es conforme con las prescripciones establecidas en el proyecto o memoria técnica de diseño.*
- ✓ *Si el material ha sido elegido e instalado correctamente conforme a las prescripciones del Reglamento y del fabricante del material.*
- ✓ *Que el material no presenta ningún daño visible que pueda afectar a la seguridad.*
- ✓ *En concreto los aspectos cualitativos que este tipo de verificación debe tener en cuenta son los siguientes:*
  - *La existencia de medidas de protección contra los choques eléctricos por contacto de partes bajo tensión o contactos directos, como por ejemplo: el aislamiento de las partes activas, el empleo de envolventes, barreras, obstáculos o alejamiento de las partes en tensión.*
  - *La existencia de medidas de protección contra choques eléctricos derivados del fallo de aislamiento de las partes activas de la instalación, es decir, contactos indirectos. Dichas medidas pueden ser el uso de dispositivos de corte automático de la alimentación tales como interruptores de máxima corriente, fusibles, o diferenciales, la utilización de equipos y materiales de clase II, disposición de paredes y techos aislantes o alternativamente de conexiones equipotenciales en locales que no utilicen conductor de protección, etc.*
  - *La existencia y calibrado de los dispositivos de protección y señalización.*
  - *La presencia de barreras cortafuegos y otras disposiciones que impidan la propagación del fuego, así como protecciones contra efectos térmicos.*
  - *La utilización de materiales y medidas de protección apropiadas a las influencias externas.*
  - *La existencia y disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones similares.*

- *La identificación de circuitos, fusibles, interruptores, bornes, etc.*
- *La correcta ejecución de las conexiones de los conductores.*
- *La accesibilidad para comodidad de funcionamiento y mantenimiento.*

Verificaciones mediante medidas o ensayos.

Las verificaciones descritas en la ITC-BT-19 e ITC-BT-18 son las siguientes:

- ✓ *Medida de continuidad de los conductores de protección.*
- ✓ *Medida de la resistencia de puesta a tierra.*
- ✓ *Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.*
- ✓ *Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección.*
- ✓ *Medida de la rigidez dieléctrica.*

Adicionalmente hay que considerar otras medidas y comprobaciones que son necesarias para garantizar que se han adoptado convenientemente los requisitos de protección contra choques eléctricos. Se realizarán una o varias de las medidas indicadas a continuación según el sistema de protección utilizado:

- ✓ *Medida de las corrientes de fuga.*
- ✓ *Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales.*
- ✓ *Medida de la impedancia de bucle.*
- ✓ *Comprobación de la secuencia de fases.*

Las instalaciones eléctricas en baja tensión de especial relevancia que se citan en la capítulo 4 deberán ser objeto además de inspección por un Organismo de Control, a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

A continuación se adjunta una hoja de control de verificación que puede ser utilizada por los instaladores como guía de referencia de los puntos principales para el caso de viviendas:

INSTALACIONES EN VIVIENDAS

	Cumple	No Cumple
1. Protección contra contactos directos (aislamiento, envolventes, etc.)	☐	☐
2. Protección contra los contactos indirectos		
2.1. Existencia de red de tierra	☐	☐
2.2. Existencia de unión equipotencial (tuberías metálicas, conductos metálicos accesibles, refuerzos metálicos del hormigón armado, etc.)	☐	☐
2.3. Existencia de unión equipotencial suplementaria (baños, intemperie, etc.)	☐	☐
2.4. Tomas de corriente con toma de tierra	☐	☐
2.5. Desconexión automática de la alimentación por un diferencial con $I_{\Delta n} \leq 30mA$	☐	☐
2.6. Discriminación entre diferenciales. Diferenciales retardados tipo S	☐	☐
3. Distribución de circuitos		
3.1. Presencia de los circuitos mínimos	☐	☐
3.2. Máximo de 5 circuitos por cada diferencial Nota: Excepto en desdoblamiento circuito C_4 y desdoblamiento circuitos C_1, C_2 y C_5 si no se supera el número máximo de puntos de utilización	☐	☐
4. Protección contra sobreintensidades		
4.1. Presencia del Interruptor General Automático (IGA)	☐	☐
4.2. Interruptores automáticos (PIAs) de corte omnipolar	☐	☐
4.3. Protección contra cortocircuitos y sobrecargas al inicio de cada circuito	☐	☐
4.4. Selección apropiada del dispositivo de protección de acuerdo con la sección del conductor: -1,5 mm^2 → PIA: 10A max. -2,5 mm^2 → PIA: 16A max. -4 mm^2 → PIA: 20A max. -6 mm^2 → PIA: 25A max. -10 mm^2 → PIA: 32A max.	☐	☐
5. Protección contra sobretensiones, en su caso	☐	☐
6. Características de los conductores		
6.1. Conductores aislados de tensión asignada mínima de 450/750V	☐	☐
6.2. Sección mínima de los conductores activos: -C_1 y C_6 Alumbrado: 1,5 mm^2 -C_2, C_5, C_7 y C_{10} Tomas de corriente 16A: 2,5 mm^2 -C_4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico: 4 mm^2 -C_4 Desdoblado: 2,5 mm^2 -C_3, C_8 y C_9 Horno, calefacción eléctrica y aire acondicionado: 6mm^2	☐	☐
6.3. Conductores de protección de la misma sección que los conductores activos	☐	☐
6.4. Conductores de tierra o línea de enlace con tierra: -Con protección contra la corrosión: 16mm^2 Cu; -Sin prot contra la corros.: 25mm^2 Cu; 50 mm^2 Fe	☐	☐

	Cumple	No Cumple
7. Conformidad de los materiales		
7.1. Tubos. canales, cajas de conexión, protecciones, tomas de corriente, interruptores, etc.	☐	☐
8. Instalación		
8.1. Situación y altura del cuadro general de protección	☐	☐
8.2. Identificación de los conductores	☐	☐
8.3. Identificación de los circuitos	☐	☐
8.4. Empotrado: Marcado mínimo tubos 2221 (curvables o flexibles)	☐	☐
8.5. Superficiales: Marcado mínimo tubos 4321 (rígidos o curvables), canales protectoras y canalizaciones prefabricadas	☐	☐
8.6. Conexión entre conductores de protección y partes metálicas accesibles	☐	☐
8.7. Conexión entre cables (regletas de conexión)	☐	☐
9. Baños		
9.1. Material eléctrico con un grado de protección adecuado al volumen a ser instalado -Volumen 0: IPX7 -Volumen 1 y 2: IPX4 -Volumen 3: IPX1	☐	☐
9.2. Canalizaciones limitadas a la alimentación de receptores situados en el mismo volumen o en volúmenes de índice inferior	☐	☐
9.3. Cajas de conexión solo en volumen 3	☐	☐
9.4. Tomas de corriente: -Volumen 2: Protegidas por MBTP (12V c.c. o 30V c.a.) -Volumen 3: protegidas por separación eléctrica, por MBTP o por diferencial con $I_{\Delta n} \leq 30mA$	☐	☐
10. Mediciones		
10.1. Resistencia de tierra: .....Ω	☐	☐
10.2. Continuidad del conductor de protección: -terminales de tierra de las tomas de corriente -envolventes metálicas de receptores fijos -puntos de luz y placas metálicas de interruptores	☐	☐
10.3. Disparo de diferenciales por corriente residual	☐	☐
10.4. Resistencia de aislamiento (R_a) MBTP o MBTS → $R_a \geq 0.25$ MΩ Un ≤ 500V → $R_a \geq 0.5$ MΩ	☐	☐
Otras deficiencias y observaciones:.....		

INSTALACIONES EN ZONAS COMUNES DE VIVIENDAS

	Cumple	No Cumple		Cumple	No Cumple
1. Protección contra contactos directos (aislamiento, envolventes, etc.)	☐	☐	7. Instalación		
2. Protección contra los contactos indirectos			7.1. Situación y altura del cuadro general de protección	☐	☐
2.1. Existencia de red de tierra	☐	☐	7.2. Identificación de los conductores	☐	☐
2.2. Existencia de unión equipotencial (tuberías metálicas, conductos metálicos accesibles, refuerzos metálicos del hormigón armado, etc.)	☐	☐	7.3. Identificación de los circuitos	☐	☐
			7.4. Empotrado: Marcado mínimo tubos 2221 (curvables o flexibles)	☐	☐
2.3. Existencia de unión equipotencial suplementaria (baños, intemperie, etc.)	☐	☐	7.5. Superficiales: Marcado mínimo tubos 4321 (rígidos o curvables), canales protectoras y canalizaciones prefabricadas	☐	☐
2.4. Tomas de corriente con toma de tierra	☐	☐	7.6. Conexión entre conductores de protección y partes metálicas accesibles	☐	☐
2.5. Desconexión automática de la alimentación por un diferencial con $I_{\Delta n} \leq 30mA$	☐	☐	7.7. Conexión entre cables (regletas de conexión)	☐	☐
2.6. Discriminación entre diferenciales. Diferenciales retardados tipo S	☐	☐	8 Servicios Generales		
3. Protección contra sobreintensidades			8.1 Aparatos de alumbrado de emergencia - funcionamiento de lámparas de señalización - funcionamiento de lámparas de emergencia - lux a nivel de suelo en ejes de paso (mínimo 1lux)	☐	☐
3.1. Presencia del Interruptor General Automático (IGA)	☐	☐			
3.2. Interruptores automáticos (PIAs) de corte omnipolar	☐	☐	9. Mediciones		
3.3. Protección contra cortocircuitos y sobrecargas al inicio de cada circuito	☐	☐	9.1. Resistencia de tierra: .....Ω	☐	☐
3.4. Selección apropiada del dispositivo de protección de acuerdo con la sección del conductor: -1,5 mm^2 ➔ PIA: 10A max. -2,5 mm^2 ➔ PIA: 16A max. -4 mm^2 ➔ PIA: 20A max. -6 mm^2 ➔ PIA: 25A max. -10 mm^2 ➔ PIA: 32A max.	☐	☐	9.2. Continuidad del conductor de protección: -terminales de tierra de las tomas de corriente -envolventes metálicas de receptores fijos -puntos de luz y placas metálicas de interruptores	☐	☐
			9.3. Disparo de diferenciales por corriente residual	☐	☐
4. Protección contra sobretensiones, en su caso	☐	☐	9.4. Resistencia de aislamiento (R_a) MBTP o MBTS ➔ $R_a \geq 0.25$ MΩ Un ≤ 500V ➔ $R_a \geq 0.5$ MΩ	☐	☐
5. Características de los conductores					
5.1. Conductores aislados de tensión asignada mínima de 450/750V	☐	☐	Otras deficiencias y observaciones:.....		
5.2. Sección mínima de los conductores activos: -Alumbrado: 1,5 mm^2 - Tomas de corriente 16A: 2,5 mm^2	☐	☐	.....		
5.3. Conductores de protección de la misma sección que los conductores activos	☐	☐	.....		
5.4. Conductores de tierra o línea de enlace con tierra: -Con protección contra la corrosión: 16mm^2 Cu; -Sin prot contra la corros.: 25mm^2 Cu; 50 mm^2 Fe	☐	☐	.....		
6. Conformidad de los materiales			.....		
6.1. Tubos. canales, cajas de conexión, protecciones, tomas de corriente, interruptores, etc.	☐	☐	.....		

4. INSPECCIONES

Las instalaciones eléctricas en baja tensión de especial relevancia que se citan a continuación, deberán ser objeto de inspección por un Organismo de Control, a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

Las inspecciones podrán ser:

- Iniciales: Antes de la puesta en servicio de las instalaciones.
- Periódicas;

4.1 Inspecciones iniciales.

Serán objeto de inspección, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, las siguientes instalaciones:

a) Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 kW;
b) Locales de Pública Concurrencia;
c) Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas;
d) Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW;
e) Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW;
g) Quirófanos y salas de intervención;
h) Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior 5 kW.

4.2 Inspecciones periódicas.

Serán objeto de inspecciones periódicas, cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial, según el punto 4.1 anterior, y cada 10 años, las comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 kW.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Los Organismos de Control realizarán la inspección de las instalaciones sobre la base de las prescripciones que establezca el Reglamento de aplicación y, en su caso, de lo especificado en la documentación técnica, aplicando los criterios para la clasificación de defectos que se relacionan en el apartado siguiente. La empresa instaladora, si lo estima conveniente, podrá asistir a la realización de estas inspecciones.

5.2. Como resultado de la inspección, el Organismo de Control emitirá un Certificado de Inspección, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la instalación, que podrá ser:

5.2.1. Favorable: Cuando no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave. En este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos antes de la próxima inspección; Asimismo, podrán servir de base a efectos estadísticos y de control del buen hacer de las empresas instaladoras.

5.2.2. Condicionada: Cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido. En este caso:

a) Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.

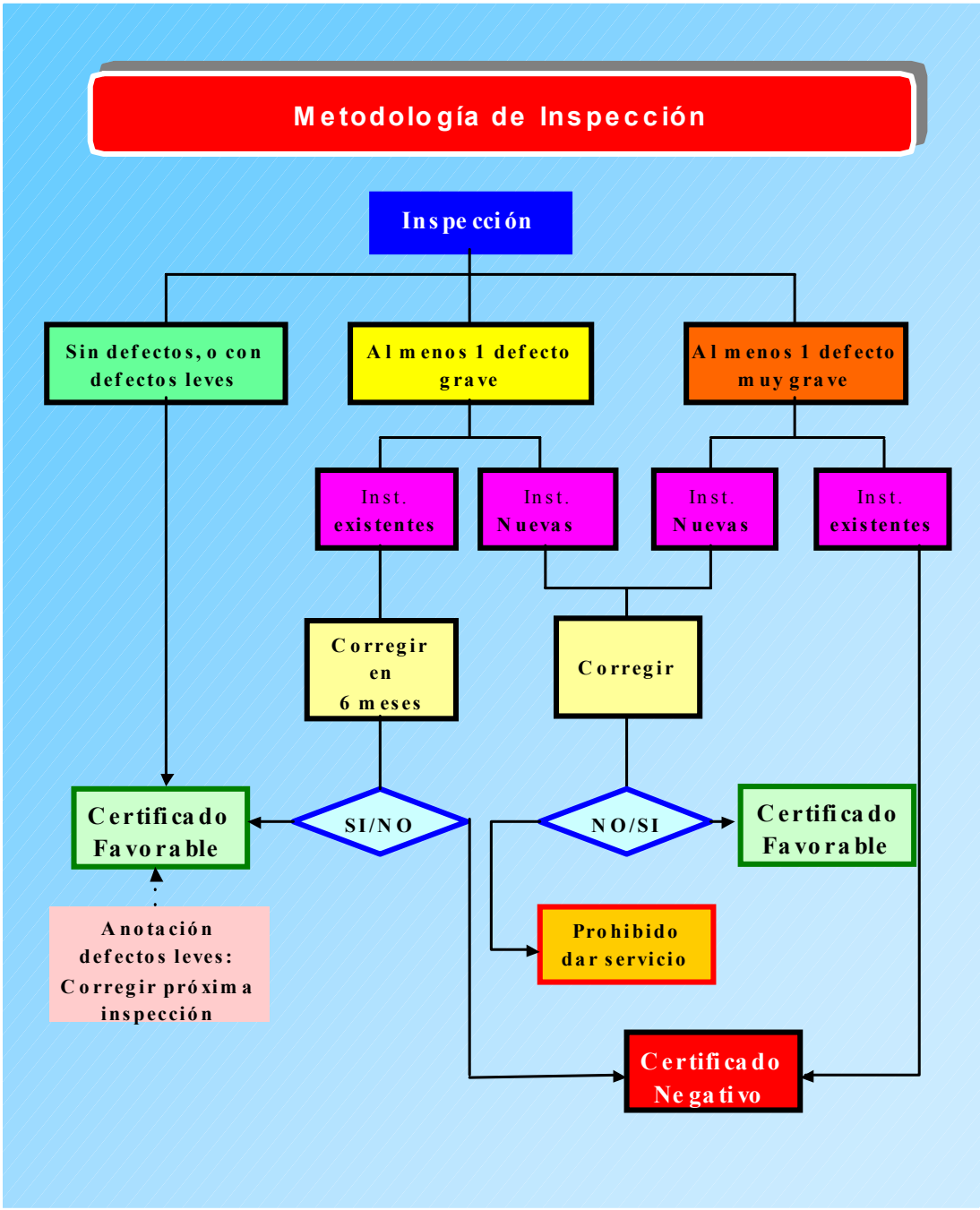
b) A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los 6 meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el Organismo de Control deberá remitir el Certificado con la calificación negativa al Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

5.2.3. Negativa: Cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso:

a) Las nuevas instalaciones no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.

b) A las instalaciones ya en servicio se les emitirá Certificado negativo, que se remitirá inmediatamente al Órgano competente de la Comunidad Autónoma

A continuación se incluye un esquema del procedimiento de inspección,



6. CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS

Los defectos en las instalaciones se clasificarán en: Defectos muy graves, defectos graves y defectos leves.

6.1 Defecto Muy Grave

Es todo aquél que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes.

Se consideran tales los incumplimientos de las medidas de seguridad que pueden provocar el desencadenamiento de los peligros que se pretenden evitar con tales medidas, en relación con:

- Contactos directos, en cualquier tipo de instalación;
- Locales de pública concurrencia;
- Locales con riesgo de incendio o explosión;
- Locales de características especiales;
- Instalaciones con fines especiales;
- Quirófanos y salas de intervención.

6.2 Defecto Grave

Es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, el defecto que pueda reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.

Dentro de este grupo y con carácter no exhaustivo, se consideran los siguientes defectos graves:

- Falta de conexiones equipotenciales, cuando éstas fueran requeridas;
- Inexistencia de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos;
- Falta de aislamiento de la instalación;
- Falta de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos, de acuerdo con sus características y condiciones de instalación;
- Falta de continuidad de los conductores de protección;
- Valores elevados de resistencia de tierra en relación con las medidas de seguridad adoptadas.
- Defectos en la conexión de los conductores de protección a las masas, cuando estas conexiones fueran preceptivas;
- Sección insuficiente de los conductores de protección;
- Existencia de partes o puntos de la instalación cuya defectuosa ejecución pudiera ser origen de averías o daños;
- Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados;
- Falta de sección de los conductores, en relación con las caídas de tensión admisibles para las cargas previstas;
- Falta de identificación de los conductores "neutro" y "de protección";
- Empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones vigentes.
- Ampliaciones o modificaciones de una instalación que no se hubieran tramitado según

lo establecido en la ITC -BT 04.
- Carencia del número de circuitos mínimos estipulados
- La sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves.

6.3 Defecto Leve

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO 2

2. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE LA POTENCIA EN LAS VIVIENDAS . 2

2.1 Grado de electrificación 2

2.1.1 Electrificación básica 2

2.1.2 Electrificación elevada 2

2.2 Previsión de la potencia 3

3. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO DESTINADO PREFERENTEMENTE A VIVIENDAS 3

3.1 Carga correspondiente a un conjunto de viviendas 3

3.2 Carga correspondiente a los servicios generales 5

3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas 5

3.4 Carga correspondiente a los garajes 5

4. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS 6

4.1 Edificios comerciales o de oficinas 6

4.2 Edificios destinados a concentración de industrias 6

5. PREVISIÓN DE CARGAS 6

6. SUMINISTROS MONOFÁSICOS 6

Esta ITC-BT tiene por objeto establecer la previsión de cargas para los suministros de baja tensión de modo que se garantice la conexión y utilización segura de los receptores usados habitualmente y que futuros aumentos de la potencia demandada por los usuarios no tenga como consecuencia inmediata la necesidad de modificar la instalación. La previsión de cargas sirve también para dimensionar la capacidad de suministro de las líneas de distribución de las compañías eléctricas, así como la potencia a instalar en los Centros de Transformación.

Las previsiones de carga establecidas son los valores teóricos mínimos a considerar. Por lo tanto, en caso de conocer la demanda real de los usuarios, es necesario utilizar estos valores cuando sean superiores a los mínimos teóricos.

1. CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO

Se establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo:

- Edificios destinados principalmente a viviendas
- Edificios comerciales o de oficinas
- Edificios destinados a una industria específica
- Edificios destinados a una concentración de industrias

2. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE LA POTENCIA EN LAS VIVIENDAS

La carga máxima por vivienda depende del grado de utilización que se desee alcanzar. Se establecen los siguientes grados de electrificación.

2.1 Grado de electrificación

2.1.1 Electrificación básica

Es la necesaria para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

Debe permitir la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

2.1.2 Electrificación elevada

Es la correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la electrificación básica o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m^2, o con cualquier combinación de los casos anteriores.

El grado de electrificación de una vivienda será “electrificación elevada” cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- superficie útil de la vivienda superior a 160 m^2.
- si está prevista la instalación de aire acondicionado.
- si está prevista la instalación de calefacción eléctrica.
- si está prevista la instalación de sistemas de automatización.
- si está prevista la instalación de una secadora.
- si el número de puntos de utilización de alumbrado es superior a 30.
- si el número de puntos de utilización de tomas de corriente de uso general es superior a 20.

- si el número de puntos de utilización de tomas de corriente de los cuartos de baño y auxiliares de cocina es superior a 6
- en otras condiciones indicadas en la ITC-BT-25.

2.2 Previsión de la potencia

El promotor, propietario o usuario del edificio fijará de acuerdo con la Empresa Suministradora la potencia a prever, la cual, para nuevas construcciones, no será inferior a 5 750 W a 230 V, en cada vivienda, independientemente de la potencia a contratar por cada usuario, que dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica.

En las viviendas con grado de electrificación elevada, la potencia a prever no será inferior a 9 200 W.

En todos los casos, la potencia a prever se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida ésta por la intensidad asignada del interruptor general automático, según se indica en la ITC-BT-25.

Las potencias indicadas anteriormente corresponden a las potencias mínimas a prever para cada uno de los grados de electrificación.

La potencia a prever debe ser mayor cuando se conozca la previsión de carga de la vivienda y ésta sea superior a los mínimos anteriormente citados.

En consecuencia, teóricamente la previsión de carga en un grado de electrificación básico abarca el rango 5 750 W a 9 199 W, aunque en la práctica al estar condicionada esta previsión al calibre del interruptor general automático, los dos valores posibles son 5 750 W (para un calibre de 25 A) y 7 360 W (para un calibre de 32 A).

En ambos casos la potencia a contratar por cada usuario dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica y podrá ser inferior o igual a la potencia prevista.

3. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO DESTINADO PREFERENTEMENTE A VIVIENDAS

La carga total correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas resulta de la suma de la carga correspondiente al conjunto de viviendas, de los servicios generales del edificio, de la correspondiente a los locales comerciales y de los garajes que forman parte del mismo.

La carga total correspondiente a varias viviendas o servicios se calculará de acuerdo con los siguientes apartados:

3.1 Carga correspondiente a un conjunto de viviendas

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 1, según el número de viviendas.

Nº Viviendas (n)	Coeficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

Tabla 1. Coeficiente de simultaneidad, según el número de viviendas

Para edificios cuya instalación esté prevista para la aplicación de la tarifa nocturna, la simultaneidad será 1 (Coeficiente de simultaneidad = nº de viviendas)

Se considerará que la instalación de tarifa nocturna está prevista, cuando el proyecto o memoria técnica del edificio así lo contemple.

Ejemplo:

Edificio de tres plantas de pisos, con cuatro viviendas por planta de 100 m^2 cada una y una planta ático con dos viviendas de 200 m^2 cada una.

Las 12 viviendas de 100 m^2 no disponen de previsión de aire acondicionado, ni previsión de sistema de calefacción eléctrica y no está prevista la instalación de receptores especiales. Por lo tanto se toma el grado de electrificación básica, con una la previsión de carga de 5 750 W por vivienda ya que no se conoce la previsión exacta de demanda eléctrica.

Para las dos viviendas del ático, aunque no tienen previsión de aire acondicionado, ni previsión de sistema de calefacción eléctrica, al ser la superficie superior a 160 m^2 se toma el grado de electrificación elevada, con una la previsión de carga de 9 200 W por vivienda ya que no se conoce la previsión exacta de demanda eléctrica.

La previsión de cargas de las viviendas es:

$$11,3 \cdot \left(\frac{12 \cdot 5750 + 2 \cdot 9200}{14} \right) = 70,544 kW$$

3.2 Carga correspondiente a los servicios generales

Será la suma de la potencia prevista en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes y en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (factor de simultaneidad = 1).

Carga correspondiente a ascensores y montacargas:

En la siguiente tabla se indican los valores típicos de las potencias de los aparatos elevadores según especifica la Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA:

Tabla A: previsión de potencia para aparatos elevadores

Tipo de aparato elevador	*Carga (kg)*	*Nº de personas*	*Velocidad (m/s)*	*Potencia (kW)*
ITA-1	*400*	*5*	*0,63*	*4,5*
ITA-2	*400*	*5*	*1,00*	*7,5*
ITA-3	*630*	*8*	*1,00*	*11,5*
ITA-4	*630*	*8*	*1,60*	*18,5*
ITA-5	*1000*	*13*	*1,60*	*29,5*
ITA-6	*1000*	*13*	*2,50*	*46,0*

Carga correspondiente a alumbrado:

Para el alumbrado de portal y otros espacios comunes se puede estimar una potencia de 15 W/m^2 si las lámparas son incandescentes y de 8 W/m^2 si son fluorescentes. Para el alumbrado de la caja de escalera se puede estimar una potencia de 7 W/m^2 para incandescencia y de 4 W/m^2 para alumbrado con fluorescencia.

3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas

Se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Ejemplo: edificio con dos locales comerciales y dos oficinas, en el que se desconoce la previsión real de carga de los locales

Tabla B: ejemplo de previsión de cargas en locales comerciales y oficinas

	Superficie (m^2)	*Previsión real de carga (W)*	*Previsión con 100 W/m^2*	*Previsión carga (W)*
local 1	*25*	*desconocida*	*2 500*	*3 450*
local 2	*50*	*desconocida*	*5 000*	*5 000*
oficina 1	*200*	*35 000*	*20 000*	*35 000*
oficina 2	*150*	*13 500*	*15 000*	*15 000*
Carga total (coeficiente 1)				*58 450*

3.4 Carga correspondiente a los garajes

Se calculará considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de

ventilación natural y de 20 W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3450W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Cuando en aplicación de la NBE-CPI-96 sea necesario un sistema de ventilación forzada para la evacuación de humos de incendio, se estudiará de forma específica la previsión de cargas de los garajes.

Para efectuar la previsión de cargas en lo correspondiente a garajes se tendrá en cuenta lo que indiquen los reglamentos y normas de protección contra incendios

4. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS

En general, la demanda de potencia determinará la carga a prever en estos casos que no podrá ser nunca inferior a los siguientes valores.

4.1 Edificios comerciales o de oficinas

Se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

4.2 Edificios destinados a concentración de industrias

Se calculará considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10 350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

5. PREVISIÓN DE CARGAS

La previsión de los consumos y cargas se hará de acuerdo con lo dispuesto en la presente instrucción. La carga total prevista en los capítulos 2,3 y 4, será la que hay que considerar en el cálculo de los conductores de las acometidas y en el cálculo de las instalaciones

6. SUMINISTROS MONOFÁSICOS

Las empresas distribuidoras estarán obligadas, siempre que lo solicite el cliente, a efectuar el suministro de forma que permita el funcionamiento de cualquier receptor monofásico de potencia menor o igual a 5750 W a 230 V, hasta un suministro de potencia máxima de 14 490 W a 230V.

Tabla C: escalones de potencia prevista en suministros monofásicos

Electrificación	*Potencia (W)*	*Calibre interruptor general automático (IGA) (A)*
Básica	*5 750*	*25*
	7 360	*32*
Elevada	*9 200*	*40*
	11 500	*50*
	14 490	*63*

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973. 2

1. INSTALACIONES DE ENLACE 3

1.1 Definición 3
1.2 Partes que constituyen las instalaciones de enlace 3

2. ESQUEMAS 3

2.1 Para un solo usuario 4
2.2 Para más de un usuario 5
2.2.1 Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar 5
2.2.2 Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar 5
2.2.3 Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar 7

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973.

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 11-pto.1 La parte de la instalación de enlace entre la caja general de protección y la centralización de contadores se denomina línea repartidora.	ITC-BT 12-pto.1.2 Se denomina línea general de alimentación.
MI BT 11-pto.1 Se permite la colocación de contadores de forma individual dentro o fuera del local del abonado, independientemente del número de abonados.	ITC-BT 12-pto.2.1 y 2.2.1 La colocación de contadores de forma individual sólo se permite para un usuario o dos usuarios si están alimentados desde el mismo lugar, por ejemplo en chalets adosados.
MI BT 11-pto.1 Sólo se permiten varias concentraciones de contadores en plantas intermedias para edificios de gran altura. Centralización “por plantas”.	ITC-BT 12-pto.2.2.2 La concentración de contadores en varios lugares es aplicable tanto a edificación vertical u horizontal.
MI BT 11-pto.1 No existe interruptor general de maniobra.	ITC-BT 12-pto.2.2.2 y 2.2.3 En los esquemas con centralizaciones de más de dos contadores es necesario introducir un nuevo elemento: un interruptor general de maniobra que permite desconectar en carga toda la concentración de contadores.

1. INSTALACIONES DE ENLACE

1.1 Definición

Se denominan instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección.

Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

La acometida (ver ITC 11) no forma parte de las instalaciones de enlace, y es responsabilidad de la empresa suministradora..

1.2 Partes que constituyen las instalaciones de enlace

- Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)
- Derivación Individual (DI)
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

El interruptor de control de potencia (ICP) es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada.

El ICP se utiliza para suministros en baja tensión y hasta una intensidad de 63 A

Para suministros de intensidad superior a 63 A no se utiliza el ICP, sino que se utilizarán interruptores de intensidad regulable, maxímetros o integradores incorporados al equipo de medida de energía eléctrica. En estos casos no es preceptiva la instalación de la caja para ICP (ver también ITC-BT-17 apartado 1.1).

2. ESQUEMAS

Leyenda

1	Red de distribución	8	Derivación individual
2	Acometida	9	Fusible de seguridad
3	Caja general de protección	10	Contador
4	Línea general de alimentación	11	Caja para interruptor de control de potencia
5	Interruptor general de maniobra	12	Dispositivos generales de mando y protección
6	Caja de derivación	13	Instalación interior
7	Emplazamiento de contadores		

Nota: El conjunto de derivación individual e instalación interior constituye la instalación privada.

2.1 Para un solo usuario

En este caso se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea general de alimentación. En consecuencia, el fusible de seguridad (9) coincide con el fusible de la CGP.

Según la ITC-BT-13 pto. 2, la caja general de protección que incluye el contador, sus fusibles de protección y, en su caso, reloj para discriminación horaria, se denomina caja de protección y medida (CPM).

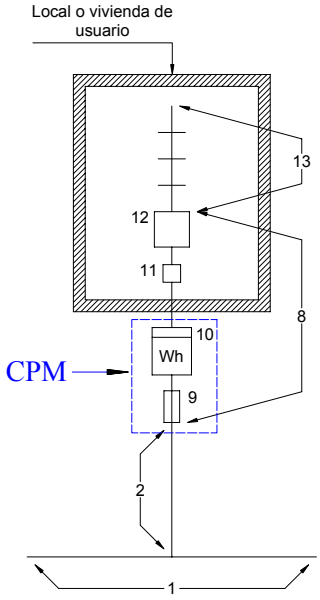


Figura 1. Esquema 2.1. Para un solo usuario

2.2 Para más de un usuario

Las instalaciones de enlace se ajustarán a los siguientes esquemas según la colocación de los contadores.

2.2.1 Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar

El esquema 2.1 puede generalizarse para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.

Por lo tanto es válido lo indicado para los fusibles de seguridad (9) en el apartado 2.1.

Este tipo de esquema es típico de chalets, de forma que se instalan dos cajas de protección y medida empotradas en el mismo nicho, o bien una caja doble que agrupe los contadores y fusibles de protección de los dos usuarios.

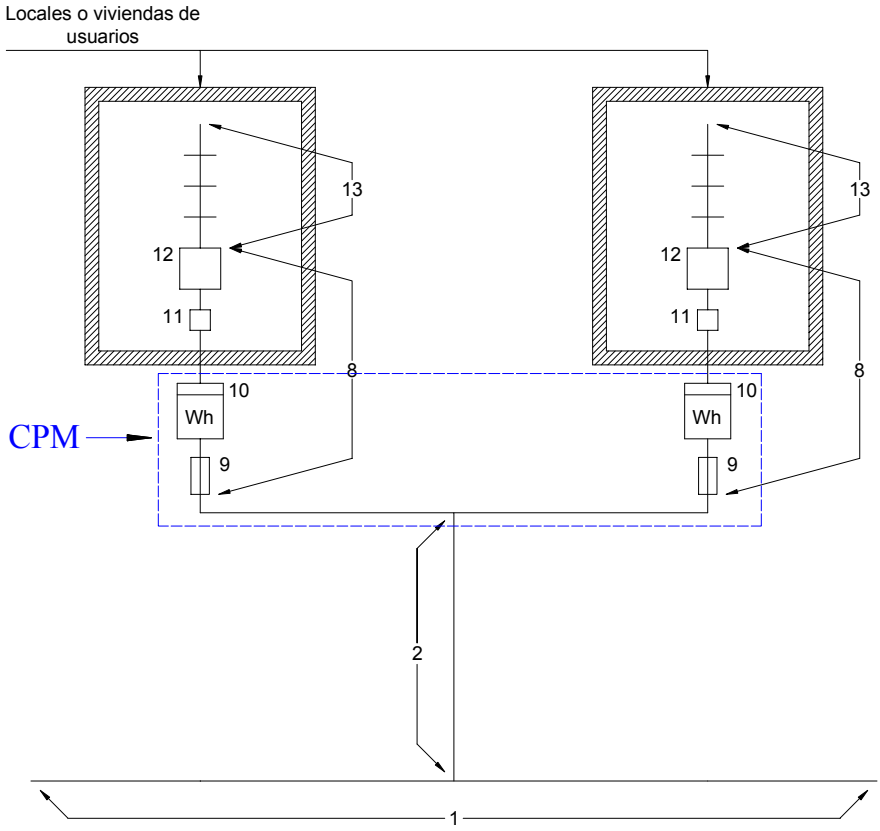
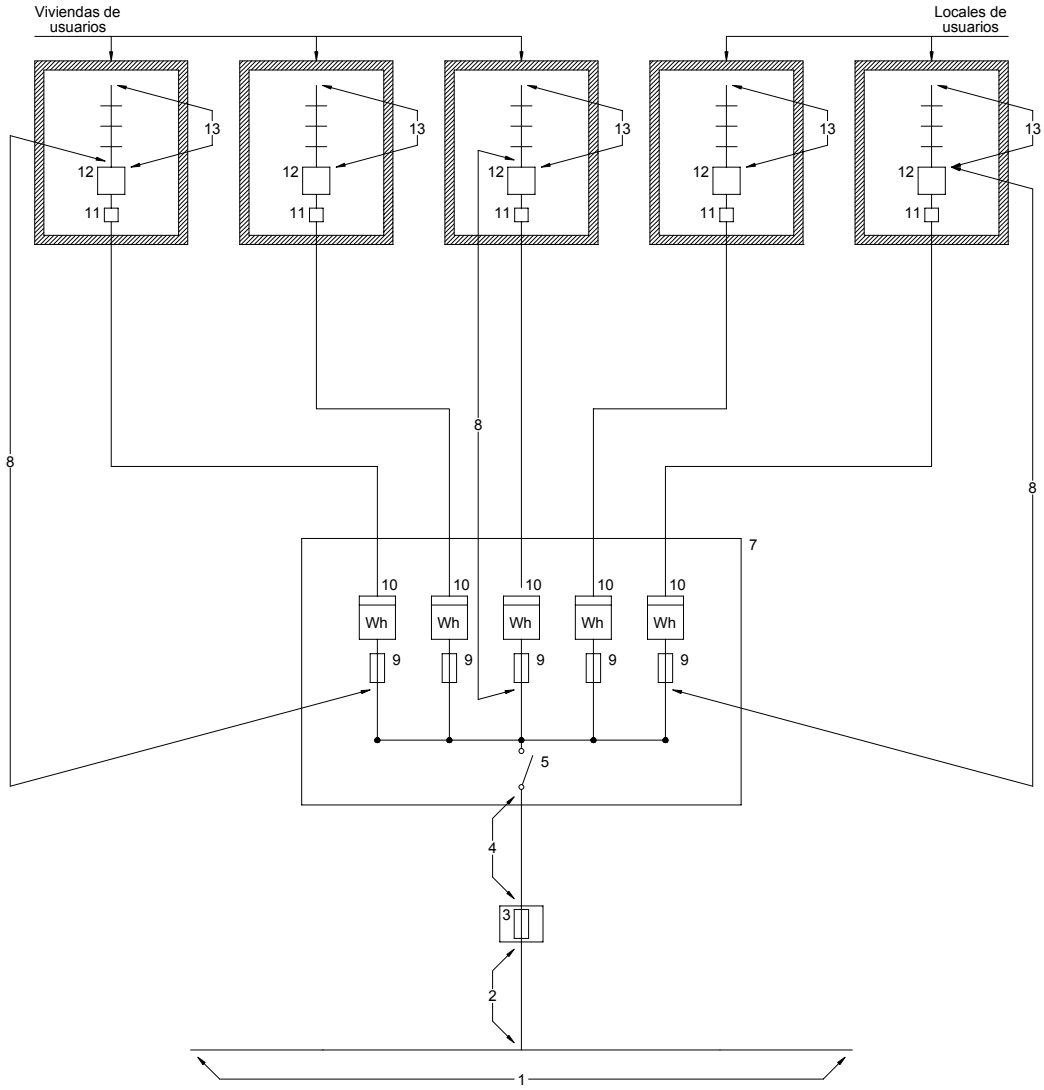


Figura 2. Esquema 2.2.1. Para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar

2.2.2 Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar

Este esquema es el que se utilizará normalmente en conjuntos de edificación vertical u horizontal, destinados principalmente a viviendas, edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias.



Leyenda

1 Red de distribución.
2 Acometida.
3 Caja general de protección.
4 Línea general de alimentación.
5 Interruptor general de maniobra.
6 Caja de derivación.
7 Emplazamiento de contadores.
8 Derivación individual.
9 Fusible de seguridad.
10 Contador.
11 Caja para interruptor de control de potencia.
12 Dispositivos generales de mando y protección.
13 Instalación interior.

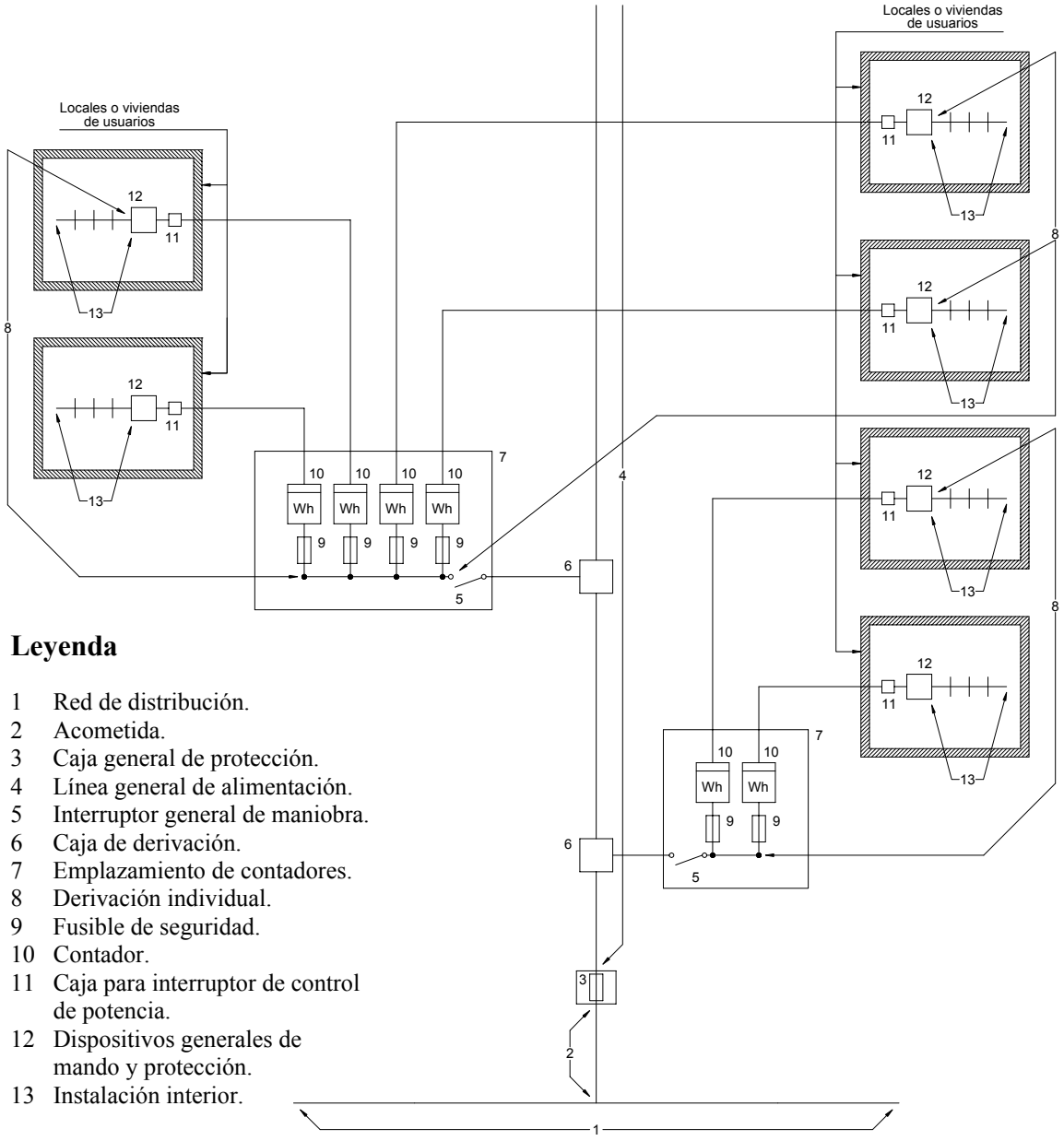
Figura 3. Esquema 2.2.2. Para varios usuarios con contadores en forma centralizada en un lugar

En los esquemas con contadores centralizados se incluye un elemento nuevo respecto del RBT 1973, que es el interruptor general de maniobra, obligatorio para concentraciones de mas de dos contadores. Dicho interruptor-seccionador tiene por misión dejar fuera de servicio, por ejemplo en caso de incendio, la instalación eléctrica del edificio. Las características se detallan en la ITC 16 apartado 3.

2.2.3 Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar

Este esquema se utilizará en edificios destinados a viviendas, edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias donde la previsión de cargas haga aconsejable la centralización de contadores en más de un lugar o planta. Igualmente se utilizará para la ubicación de diversas centralizaciones en una misma planta en edificios comerciales o industriales, cuando la superficie de la misma y la previsión de cargas lo aconseje. También podrá ser de aplicación en las agrupaciones de viviendas en distribución horizontal dentro de un recinto privado.

Este esquema es de aplicación en el caso de centralización de contadores de forma distribuida mediante canalizaciones eléctricas prefabricadas, que cumplan lo establecido en la norma UNE-EN 60.439 -2.



Leyenda

1 Red de distribución.
2 Acometida.
3 Caja general de protección.
4 Línea general de alimentación.
5 Interruptor general de maniobra.
6 Caja de derivación.
7 Emplazamiento de contadores.
8 Derivación individual.
9 Fusible de seguridad.
10 Contador.
11 Caja para interruptor de control de potencia.
12 Dispositivos generales de mando y protección.
13 Instalación interior.

Figura 5. Esquema 2.2.3. Para varios usuarios con contadores en forma centralizada en más de un lugar.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE....1

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973. ...2

1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN....4

1.1 Emplazamiento e instalación....4
1.2 Tipos y características....5

2. CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA....6

2.1 Emplazamiento e instalación....6
2.2 Tipos y características....7

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973.

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 12-aptdo.1.1 La CGP se instalará en lugar de tránsito general, de fácil y libre acceso.	ITC-BT 13-aptdo.1.1 La CGP se instalará en un lugar de fácil y permanente acceso. Cuando la fachada no linde con la vía pública se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.
MI BT 12-aptdo.1.1 No se especifica.	ITC-BT 13-aptdo.1.1 Si el edificio alberga un C.T., los fusibles del cuadro de B.T. podrán utilizarse como protección de la LGA.
MI BT 12-aptdo.1.1 No se especifican detalles sobre su forma de colocación, altura, cuándo se pueden instalar sobre fachada, etc.	ITC-BT 13-aptdo.1.1 La CGP sólo se podrán instalar en montaje superficial cuando la acometida sea aérea. Si la acometida es subterránea se instalarán siempre en el interior de un nicho en pared.
MI BT 12-aptdo.1.1 No se especifica.	ITC-BT 13-aptdo.1.1 En montaje superficial la CGP se instalarán a una altura sobre el suelo entre 3 y 4 metros.
MI BT 12-aptdo.1.1 No se especifica.	ITC-BT 13-aptdo.1.1 Cuando el montaje sea en nicho el grado de protección de la puerta del nicho de la CGP será IK 10, y la parte inferior de la puerta se encontrará a una distancia mínima del suelo de 30 cm.
MI BT 12-aptdo.1.1 No se especifica quién tiene acceso a la CGP	ITC-BT 13-aptdo.1.1 Los usuarios o el instalador electricista autorizado sólo tendrán acceso a la CGP y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación, previa comunicación a la empresa suministradora.
No se especifica.	ITC-BT 13-aptdo.1.2 Las CGP cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK09 según UNE-EN 50.102 .
No existe la caja de protección y medida o CPM.	ITC-BT 13-aptdo.2 Para el caso de suministros para un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar conforme a los esquemas 2.1 y 2.2.1 de la Instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la CGP y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida: CPM.

RBT 1973	RBT 2002
No existe la caja de protección y medida o CPM.	ITC-BT 13-aptdo 2.1 y 2.2 La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta. Los contadores quedarán entre 0,7 y 1,8 m de altura.
No existe la caja de protección y medida o CPM.	ITC-BT 13-aptdo 2.1 y 2.2 El montaje de la CPM no será superficial, tendrá características similares a la CGP, pero será IK09.

1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.

1.1 Emplazamiento e instalación

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

En el caso de edificios que alberguen en su interior un centro de transformación para distribución en baja tensión, los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho centro podrán utilizarse como protección de la línea general de alimentación, desempeñando la función de caja general de protección. En este caso, la propiedad y el mantenimiento de la protección serán de la empresa suministradora.

Cuando la acometida sea aérea podrán instalarse en montaje superficial a una altura sobre el suelo comprendida entre 3 m y 4 m. Cuando se trate de una zona en la que esté previsto el paso de la red aérea a red subterránea, la caja general de protección se situará como si se tratase de una acometida subterránea.

Tal y como se indica en la ITC-BT-11 aptdo. 1.2.1 y 1.2.4, en los tramos en que la acometida circule sobre fachada a una altura inferior o igual a 2,5 m por encima del nivel del suelo, deberá protegerse adicionalmente con un tubo o canal rígido con las características especificadas en la tabla 2 de la ITC-BT-11.

Cuando la acometida sea subterránea se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

En todos los casos se procurará que la situación elegida, esté lo más próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc.., según se indica en ITC-BT-06 y ITC-BT-07.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general de protección se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación. Cuando para un suministro se precisen más de dos cajas, podrán utilizarse otras soluciones técnicas previo acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se dispondrá una protección por cada línea general de alimentación ya que no es admisible que una misma protección (fusibles) sirva para más de una LGA.

El significado de los códigos IP e IK se indica en el Anexo 1 de esta Unidad Temática.

Los usuarios o el instalador electricista autorizado sólo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación, previa comunicación a la empresa suministradora.

1.2 Tipos y características

Las cajas generales de protección a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

El esquema de caja general de protección a utilizar estará en función de las necesidades del suministro solicitado, del tipo de red de alimentación y lo determinará la empresa suministradora. En el caso de alimentación subterránea, las cajas generales de protección podrán tener prevista la entrada y salida de la línea de distribución.

Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

Las Cajas Generales de Protección se recomienda que sean de Clase II (doble aislamiento o aislamiento reforzado).

El significado de los códigos IP e IK se indica en el Anexo 1 de esta Unidad Temática.

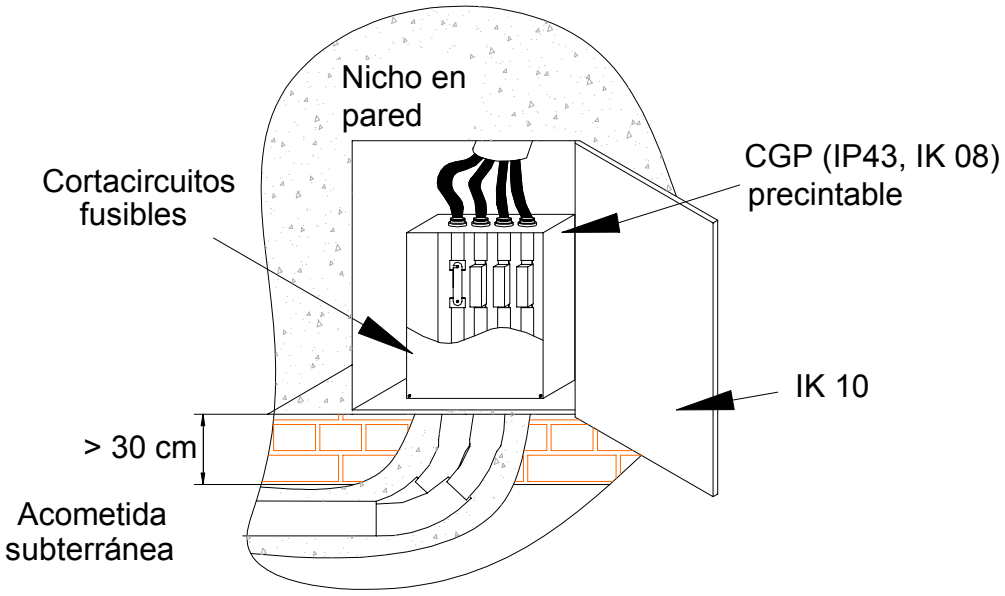


Figura A:. Ejemplo de caja general de protección (CGP) con acometida subterránea.

Producto		*Norma de aplicación*
CGP (Conjunto de aparamenta)		*UNE-EN 60439-1*
Caja (para conjunto de aparamenta) de Clase II		*UNE-EN 60439-1*
Cartuchos fusibles y bases abiertas		*UNE-EN 60269 (serie)*
Bases cerradas (BUC) con contactos fusibles de cuchilla		*UNE-EN 60269 (serie)* *UNE-EN 60947-3*
Tubos	*Rígido, hasta 2,5 m de altura, 4421*	*UNE-EN 50086-2-1*
	Rígido 4321	
	Enterrado (Acometida subterránea)	*UNE-EN 50086-2-4*

Nota 1: Los diferentes componentes que conforman una CGP (caja y fusibles) deberán cumplir con su correspondiente norma de producto. Cuando se comercializan montados, todos estos elementos, constituyen el conjunto de aparamenta y deberán cumplir con las prescripciones de la norma (UNE-EN 60439-1).

Nota 2: El grado de protección IP43, el grado de protección contra los impactos mecánicos externos IK08 y el grado de inflamabilidad se verificarán de acuerdo a lo establecido en la norma UNE-EN 50298. El grado de inflamabilidad será:

- *(960 ± 10) ºC para las partes que soportan partes activas*
- *(650 ± 10) ºC para todas las demás partes*

2. CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Para el caso de suministros para un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar conforme a los esquemas 2.1 y 2.2.1 de la Instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida.

2.1 Emplazamiento e instalación

Es aplicable lo indicado en el apartado 1.1 de esta instrucción, salvo que no se admitirá el montaje superficial. Además, los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m.

2.2 Tipos y características

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones.

El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las Cajas de Protección y Medida deberán ser de Clase II (doble aislamiento o aislamiento reforzado).

El significado de los códigos IP e IK se indica en el Anexo 1 de esta Unidad Temática.

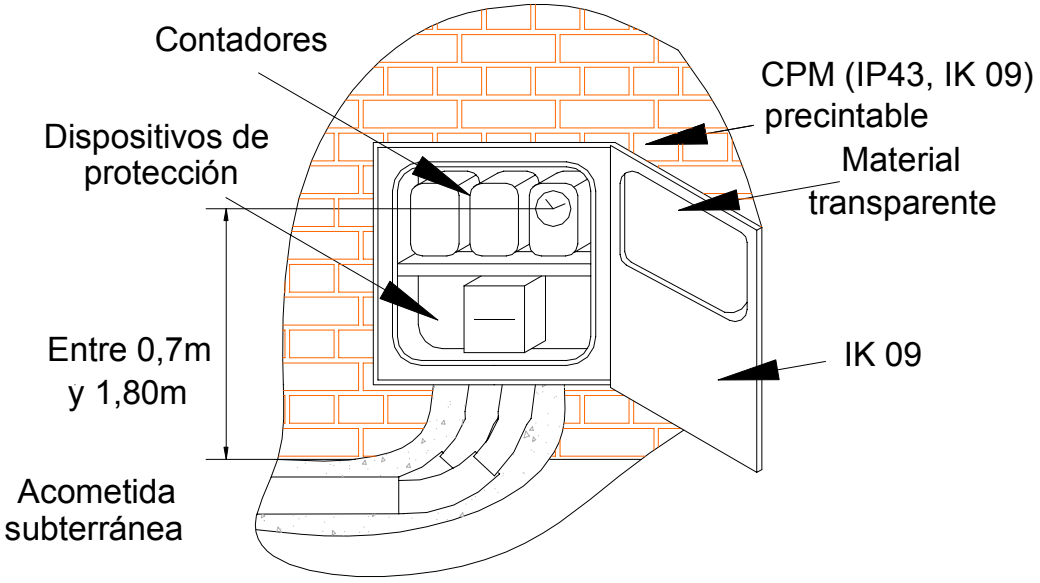


Figura B: Ejemplo de caja de protección y medida (CPM) con acometida subterránea.

Producto	*Norma de aplicación*
CPM (Conjunto de aparamenta)	*UNE-EN 60439-1*
Caja (para conjunto de aparamenta)	*UNE-EN 60439-1*
Bornes de conexión (domésticos o análogos)	*UNE-EN 60998*
Bornes de conexión (industriales)	*UNE-EN 60947-7*
Fusibles	*UNE-EN 60269 (serie)*
Contadores (electrónicos)	*UNE-EN 61036*
Contadores (inducción)	*UNE-EN 60521*

Interruptor horario		*UNE-EN 61038*
Tubos	*Rígido 4321 (Acometida aérea o aéreo-subterránea)*	*UNE-EN 50086-2-1*
	Enterrado (Acometida subterránea)	*UNE-EN 50086-2-4*

Nota 1: Los diferentes componentes que conforman una CGP (caja, bornes y fusibles) deberán cumplir con su correspondiente norma de producto. Cuando se comercializan montados, todos estos elementos, constituyen el conjunto de aparamenta y deberán cumplir con las prescripciones de la norma (UNE-EN 60439-1).

Nota 2: El grado de protección IP43, el grado de protección contra los impactos mecánicos externos IK08 y el grado de inflamabilidad se verificarán de acuerdo a lo establecido en la norma UNE-EN 50298. El grado de inflamabilidad será:

- *(960 ± 10) ºC para las partes que soportan partes activas*
- *(650 ± 10) ºC para todas las demás partes*

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE....1

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973. ...2

1. DEFINICIÓN....4

2. INSTALACIÓN....4

3. CABLES....6

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973.

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 13-pto.1 La parte de la instalación de enlace entre la caja general de protección y la centralización de contadores se denomina línea repartidora (LR). Cuando discurre verticalmente en el interior de un edificio de varias plantas se denomina columna montante.	ITC-BT 14-pto.1 Se denomina en todos los casos línea general de alimentación (LGA).
MI BT 13-pto.1.1 Entre las posibles formas de instalación existía la posibilidad de utilizar conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial.	ITC-BT 14-pto.1 Se suprime esta forma de instalación.
MI BT 13-pto.1.1 Se pueden utilizar como sistema de instalación conductores aislados en el interior de canales protectoras con paredes perforadas o provistas de tapa desmontable con la mano, si el conductor es aislado H05 y con cubierta estanca.	ITC-BT 14-pto.1 Como sistema de instalación utilizando canales protectoras, sólo se permiten las canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con ayuda de un útil.
MI BT 13-pto.1.1 No se incluye como forma de instalación la de conductores enterrados.	ITC-BT 14-pto.1 Se incluye como nueva forma de instalación la utilización de conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
MI BT 13-pto.1.2 No se especifica que la LR incluya el conductor de protección.	ITC-BT 14-pto.1 La LGA incluirá el conductor de protección.
MI BT 13-pto.1.1 Cuando discurra verticalmente se recomienda alojar la línea repartidora en una canaladura preparada exclusivamente para ese fin de dimensiones 30x30cm.	ITC-BT 14-pto.2 Cuando la LGA discurra verticalmente lo hará en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica vertical de dimensiones mínimas de 30x30cm. Este conducto será registrable y precintable en cada planta.
MI BT 13-pto.1.1 No se establecen los requisitos de protección frente a incendios de la canaladura.	ITC-BT 14-pto.2 Este conducto de obra tendrá paredes RF 120, las tapas registros serán RF30, y tendrá cortafuegos cada tres plantas.
MI BT 13-pto.1.1 La canaladura irá en la caja de la escalera.	ITC-BT 14-pto.2 El canal de obra de fábrica podrá ir adosado o empotrado al hueco de la escalera, salvo que la escalera sea un recinto protegido según la NBE-CPI 96, en cuyo caso irá por otros lugares de uso común.
MI BT 13-pto.1.2 Los conductores serán siempre de cobre de nivel de aislamiento mínimo 750V si son rígidos y 500V si son flexibles. Se admitía aluminio sólo en canalizaciones eléctricas prefabricadas.	ITC-BT 14-pto.3 Los conductores podrán ser de cobre o de aluminio de nivel de aislamiento 0,6/1kV
MI BT 13-pto.1.2 Las LR podrán estar constituidas por tramos de diferentes secciones y composición siempre y cuando no se alimenten por su parte superior.	ITC-BT 14-pto.3 La sección de los conductores será uniforme en todo su recorrido y sin empalmes. Sección mínima $S \geq 10$ mm^2 (cobre) o $S \geq 16$ mm^2 (aluminio).

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 13-pto.1.2 A los conductores aislados no se les exige ninguna característica específica de comportamiento frente al fuego.	ITC-BT 14-pto.3 Los cables serán no propagadores del incendio con emisión de humos y opacidad reducida y deberán instalarse de manera que no reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.
MI BT 13-pto.1.2 A los tubos y canales protectoras no se les exige ninguna característica específica de comportamiento frente al fuego.	ITC-BT 14-pto.3 Los elementos de conducción de cables serán no propagadores de la llama y deberán instalarse de manera que no reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

1. DEFINICIÓN

Es aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores.

Para algunos esquemas (alimentación a un único usuario y para dos usuarios alimentados a través de una CPM según las figuras 2.1 y 2.2.1 respectivamente de la ITC-BT-12) no existe la línea general de alimentación.

Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

En los casos anteriores, los tubos y canales así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21, salvo en lo indicado en la presente instrucción.

En función del trazado de la línea general de alimentación y de las características del edificio se elegirá el sistema o sistemas, más adecuados de entre los mencionados..

Cuando la forma de instalación sea la de conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica no es necesario que los conductores se alojen en el interior de tubos o canales protectoras, aunque es recomendable su uso para minimizar el efecto de roces, aumentando de esta manera las propiedades mecánicas de la instalación, y para facilitar la sustitución y/o ampliación de los cables, principalmente cuando se disponen placas cortafuegos.

Las canalizaciones incluirán en cualquier caso, el conductor de protección.

Únicamente en el caso de instalaciones de enlace con concentración de contadores por plantas, según el esquema 2.2.3 de la ITC-BT-12, la LGA desde la centralización de contadores inferior o primera hasta las sucesivas, incluirá obligatoriamente el conductor de protección, que se ubicará en la misma canalización que los conductores activos.

2. INSTALACIÓN

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común.

Cuando se instalen en el interior de tubos, su diámetro en función de la sección del cable a instalar, será el que se indica en la tabla 1.

Las dimensiones de otros tipos de canalizaciones deberán permitir la ampliación de la sección

de los conductores en un 100%.

En instalaciones de cables aislados y conductores de protección en el interior de tubos enterrados se cumplirá lo especificado en la ITC-BT-07, excepto en lo indicado en la presente instrucción.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos.

Además, cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común. La línea general de alimentación no podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zona de uso común cuando estos recintos sean protegidos conforme a lo establecido en la NBE-CPI-96. Se evitarán las curvas, los cambios de dirección y la influencia térmica de otras canalizaciones del edificio. Este conducto será registrable y precintable en cada planta y se establecerán cortafuegos cada tres plantas, como mínimo y sus paredes tendrán una resistencia al fuego de RF 120 según NBE-CPI-96. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30 x 30 cm y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

En la práctica, para cumplir este requisito, las tapas de registro no serán accesibles desde la escalera o zona de uso común cuando éstos sean recintos protegidos.

Según la NBE-CPI 96 las condiciones para clasificar una escalera como protegida dependen del tipo de uso del edificio (uso hospitalario, uso residencial, uso vivienda, uso docente, uso administrativo), así como si se trata de escaleras para evacuación descendente o ascendente;

- *Evacuación descendente (NBE-CPI-96 Art. 7.3.1)*
  - *Uso vivienda, docente o administrativo, cuando la altura de evacuación sea mayor de 14 metros;*
  - *Cualquier otro uso, cuando la altura de evacuación sea mayor de 10 m*
- *Evacuación ascendente (NBE-CPI-96 Art. 7.3.2)*
  - *Escaleras con altura de evacuación superior a 2,80 m si sirven a más de 100 personas;*
  - *Escaleras con altura de evacuación superior a 6 m en otros casos.*

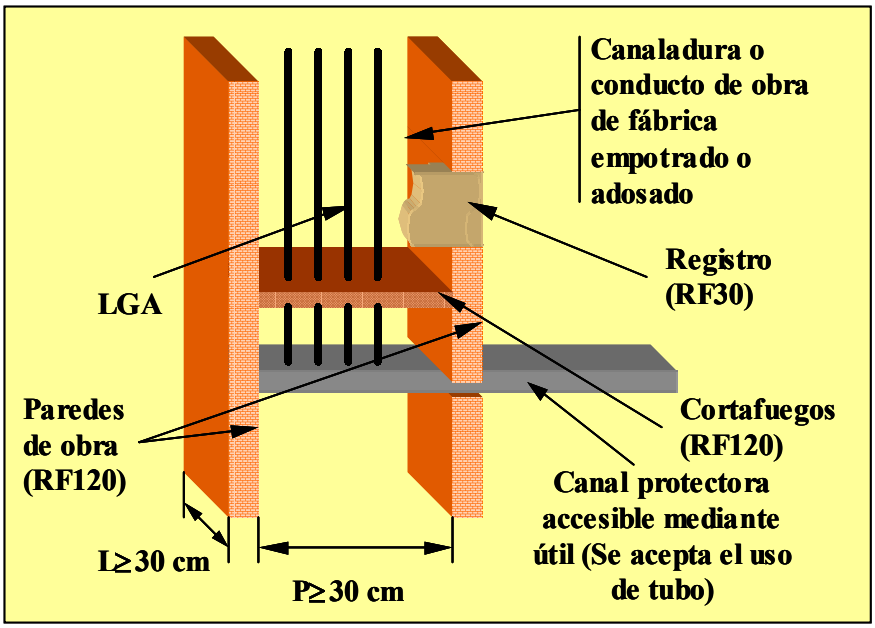


Figura A: Ejemplo orientativo de la instalación de la LGA utilizando canal o tubo y conducto cerrado de obra de fábrica.

En lo referente a la ejecución del las LGA se considerará lo siguiente:

- *Cuando se trate de modificaciones o sustituciones en edificios ya construidos y no puedan realizarse las canaladuras según los requisitos reglamentarios, se permitirá la instalación en montaje superficial o empotrado en pared, bajo tubo o canal protectora.*
- *Cuando el tramo vertical no comunique plantas diferentes, no es necesario realizar dicho tramo en canaladura, sino que valdrá directamente empotrado o en superficie, estando alojados los conductores bajo tubo o canal protectora.*

3. CABLES

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

Los tubos y canales de conducción de cables pueden estar fabricados en PVC, u otros materiales siempre y cuando cumplan con la característica de no propagador de la llama según la norma que le corresponda.

Las características mínimas para los cables y los sistemas de conducción de cables son:

<table>
<tr><th>Sistema de instalación</th><th colspan="2">Sistema de canalización (calidad mínima)</th><th colspan="2">Cable</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Superficial</td><td>Tubo 4321 No propagador de la llama</td><td>Compresión Fuerte (4), Impacto Media (3), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica.
UNE-EN 50086-2-1</td><td rowspan="3">RZ1-K (AS)</td><td>Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)
UNE 21.123-4</td></tr>
<tr><td>Canal no propagadora de la llama</td><td>Impacto Media, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo.
UNE-EN 50085</td><td rowspan="3">Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)
UNE 21.123-5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Empotrado</td><td>Tubo 2221: No propagador de la llama</td><td>Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2).
UNE-EN 50086-2-2</td></tr>
<tr><td>Canal no propagadora de la llama</td><td>Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo.
UNE-EN 50085</td><td>DZ1-K (AS)</td></tr>
<tr><td>Enterrado</td><td>Tubo: (Propiedades de propagación de la llama no declaradas)</td><td>Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero), Impacto Ligera / Normal.
UNE-EN 50086-2-4</td><td>RZ1-K (AS)
DZ1-K (AS)</td><td>Tipos ya descritos</td></tr>
<tr><td colspan="3">Canal de obra [3]</td><td>RZ1-K (AS)
DZ1-K (AS)</td><td>Tipos ya descritos</td></tr>
<tr><td colspan="5">Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2</td></tr>
<tr><td colspan="5">Nota 1: Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible.
Nota 2: las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares.
Nota 3: Cuando en una canal de obra se utilicen tubos o canales protectoras, éstos deberán cumplir con las características prescritas para sistemas de instalación empotrados.</td></tr>
</table>

Los cables con conductores de aluminio corresponden al tipo RZ1-Al (AS), según la norma UNE 21123-4, habitualmente se utilizan para instalaciones singulares.

Siempre que se utilicen conductores de aluminio, las conexiones del mismo deberán realizarse utilizando las técnicas apropiadas que eviten el deterioro del conductor debido a la aparición de potenciales peligrosos originados por los efectos de los pares galvánicos.

La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de 10 mm^2 en cobre o 16 mm^2 en

aluminio.

El requisito de sección uniforme para toda la LGA se justifica debido a que tiene un único elemento de protección frente a sobreintensidades, que son los fusibles de la caja general de protección, y por lo tanto no es admisible una reducción de sección en las derivaciones

Ver la tabla 1 para determinar la sección del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible.

La caída de tensión máxima permitida será:

- Para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados: 0,5 por 100.

- Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1 por 100.

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE 20.460 -5-523 con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecidas en la ITC-BT-10.

El método de cálculo de la caída de tensión se indica en el Anexo 2 de esta Unidad Temática.

En la tabla A y B se indica la intensidad máxima admisible (A) en el conductor en función de la sección del cable y del tipo de instalación. Están basadas en los valores dados en la norma UNE 20 460-5-523 y en la ITC-BT- 07.

Estos valores se refieren a tres conductores unipolares cargados, para una temperatura del terreno de 25 ºC para instalaciones enterradas y para una temperatura ambiente de 40 ºC para el resto. Si procede deben aplicarse los factores de corrección por agrupamiento o por temperatura ambiente dados en la norma UNE 20 460-5-523 y la ITC-BT- 07.

Tabla A
Intensidad max. admisible (A) en el conductor de cobre (cable unipolar RZ1-K)
(en función de la sección del cable y del tipo de instalación)

tipo de instalación	*Sección nominal del conductor (Cu), mm²*										
	10	*16*	*25*	*35*	*50*	*70*	*95*	*120*	*150*	*185*	*240*
tubos empotrados en pared de obra (1)	*60*	*80*	*106*	*131*	*159*	*202*	*245*	*284*	*338*	*386*	*455*
tubos en montaje superficial											
canal protectora											
conductos cerrados de obra de fábrica											
tubos enterrados(2)	*77*	*100*	*128*	*152*	*184*	*224*	*268*	*304*	*340*	*384*	*440*

Nota 1: Según tabla 1 de la ITC-19, método B, columna 8, temperatura ambiente 40 ºC,
Nota 2: ITC-BT 07 Aptdo. 3.1.2.1 y factor de corrección 0,8 según aptdo. 3.1.3

Tabla B

Intensidad max. admisible (A) en el conductor de aluminio (cable unipolar RZ1-Al)
(en función de la sección del cable y del tipo de instalación)

tipo de instalación	*Sección nominal del conductor (Al), mm²*									
	16	*25*	*35*	*50*	*70*	*95*	*120*	*150*	*185*	*240*
tubos empotrados en pared de obra (1)	*65*	*82*	*102*	*124*	*158*	*192*	*223*	*258*	*294*	*372*
tubos en montaje superficial										
canal protectora										
conductos cerrados de obra de fábrica										
tubos enterrados(2)	*78*	*100*	*120*	*144*	*186*	*208*	*236*	*264*	*300*	*344*
Nota 1: Según UNE 20460-5-523, método B columna 8, temperatura ambiente 40 ºC, *Nota 2: ITC-BT 07 Aptdo. 3.1.2.1 y factor de corrección 0,8 según aptdo. 3.1.3*										

Para la sección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que puede preverse, las corrientes armónicas y su comportamiento, en función de las protecciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse. El conductor neutro tendrá una sección de aproximadamente el 50 por 100 de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferior a los valores especificados en la tabla 1.

Tabla 1

Secciones (mm^2)		**Diámetro exterior de los tubos (mm)**
FASE	**NEUTRO**	
10 (Cu)	10 (Cu)	75
16 (Cu)	10 (Cu)	75
16 (Al)	16 (Al)	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

El conductor neutro deberá ser, en general, de la misma sección que los conductores de fase excepto cuando se justifique que no pueden existir desequilibrios o corrientes armónicas debidas a cargas no lineales.

A partir de la sección de 25 mm^2 para fase y 16 mm^2 para neutro, el diámetro exterior del tubo no está condicionado por el tipo de material del conductor (cobre o aluminio).

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE....1

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973. ...2

1. DEFINICIÓN....4

2. INSTALACIÓN....4

3. CABLES....7

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973.

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 14-pto.1.1 Entre las posibles formas de instalación existía la posibilidad de utilizar conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial.	ITC-BT 15-pto.1 Se suprime esta forma de instalación.
MI BT 14-pto.1.1 Se pueden utilizar como sistema de instalación conductores aislados en el interior de canales protectoras con paredes perforadas o provistas de tapa desmontable con la mano, si el conductor es aislado H05 y con cubierta estanca.	ITC-BT 15-pto.1 Como sistema de instalación mediante canales protectoras, sólo se permiten aquellas cuya tapa sólo se pueda abrir con ayuda de un útil.
MI BT 14-pto.1.1 No se incluye como forma de instalación la de conductores enterrados.	ITC-BT 15-pto.1 Se incluye como nueva forma de instalación la utilización de conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
MI BT 14-pto.1.1 La sección nominal de los tubos o canales protectores será tal que se pueda ampliar la sección de los conductores en un 50%.	ITC-BT 15-pto.2 La sección nominal de los tubos o canales protectores será tal que se pueda ampliar la sección de los conductores en un 100%.
MI BT 14-pto.1.1 Los tubos tendrán un diámetro interior $\varnothing \geq 23$mm para viviendas, y $\varnothing \geq 29$mm para los edificios comerciales destinados a concentraciones de industrias.	ITC-BT 15-pto.2 Los tubos tendrán un diámetro exterior $\varnothing \geq 32$mm.
MI BT 14-pto.1.1 Se recomienda disponer algún tubo de reserva. En locales comerciales o de concentración de industrias se instalarán dos tubos por abonado.	ITC-BT 15-pto.2 Existirá un tubo de reserva por cada 10 DI o fracción. En locales que no tengan su partición definida se instalará un tubo por cada 50 m^2.
MI BT 14-pto.1.1 Cuando discurra verticalmente se recomienda alojar las DI en una canaladura preparada exclusivamente para ese fin de dimensiones 30x30cm.	ITC-BT 15-pto.2 Cuando las DI discurran verticalmente lo harán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica vertical de dimensiones en función del número de DI. Este conducto será registrable y precintable cada tres plantas.
MI BT 14-pto.1.1 No se establecen los requisitos de protección frente a incendios de la canaladura.	ITC-BT 15-pto.2 Este conducto de obra tendrá paredes RF 120, las tapas registros serán RF30, y tendrá cortafuegos cada tres plantas.
MI BT 14-pto.1.1 La canaladura irá en la caja de la escalera.	ITC-BT 15-pto.2 El canal de obra de fábrica podrá ir adosado o empotrado al hueco de la escalera, salvo que la escalera sea un recinto protegido según la NBE-CPI 96, en cuyo caso irá por otros lugares de uso común.
MI BT 14-pto.1.1 No se incluye esta especificación.	ITC-BT 15-pto.2 Cada 15 m se podrán colocar cajas de registro precintables con el objeto de facilitar el tendido de los conductores, en las que no se realizarán empalmes de conductores.

RBT 1973	RBT 2002
Resolución 18-1-1988. Anexo Varias DI pueden ir dentro del mismo canal protector por coincidencia en el trazado si los cables tienen cubierta estanca.	ITC-BT 15-pto.2 Varias DI pueden ir dentro del mismo canal protector por coincidencia en el trazado si los cables tienen cubierta.
MI BT 14-pto.1.2 No se prescribe conductor de protección y conductor de mando para cada DI.	ITC-BT 15-pto.3 Cada DI incluirá siempre además de los conductores de fase necesarios el conductor neutro, el conductor de protección y el hilo de mando para cambio de tarifa.
MI BT 14-pto.1.2 Los conductores serán siempre de cobre de nivel de aislamiento 750V si son rígidos y 500V si son flexibles.	ITC-BT 15-pto.3 Los conductores podrán ser de cobre o de aluminio de nivel de aislamiento 750 V y preferentemente unipolares. Si se utilizan cables multiconductores o conductores aislados en el interior de tubos enterrados su nivel de aislamiento será 0,6/1 kV.
MI BT 14-pto.1.2 No se especifican secciones mínimas para las DI.	ITC-BT 15-pto.3 La sección mínima será $S \geq 6$ mm^2 para conductores polares, neutro y protección y $S \geq 1{,}5$ mm^2 para el hilo de mando.
MI BT 14-pto.1.2 A los conductores aislados no se les exige ninguna característica específica de comportamiento frente al fuego.	ITC-BT 15-pto.3 Los cables serán no propagadores del incendio con emisión de humos y opacidad reducida (alta seguridad frente al fuego).
MI BT 14-pto.1.2 A los tubos y canales protectoras no se les exige ninguna característica específica de comportamiento frente al fuego.	ITC-BT 15-pto.3 Los elementos de conducción de cables serán no propagadores de la llama y deberán instalarse de manera que no reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.
MI BT 14-pto.1.2 No se especifica cuál es la máxima caída de tensión para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario	ITC-BT 15-pto.3 Para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación: la máxima caída de tensión será del 1,5%.

1. DEFINICIÓN

Derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

La derivación individual incluye el equipo de medida de energía eléctrica y sus fusibles de protección, cuyas prescripciones se dan en la ITC-BT 16, por lo tanto en todos los esquemas de instalaciones de enlace existe la derivación individual.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

En los casos anteriores, los tubos y canales así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21, salvo en lo indicado en la presente instrucción.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

En función del trazado de la línea general de alimentación y de las características del edificio se elegirá el sistema o sistemas, más adecuados de entre los mencionados.

Cuando se utilicen cables multiconductores de tensión asignada 0,6/1 kV en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica no es necesario que éstos se alojen en el interior de tubos o canales protectoras, aunque es recomendable su uso para minimizar el efecto de roces, aumentando de esta manera las propiedades mecánicas de la instalación, y para facilitar la sustitución y/o ampliación de los cables, principalmente cuando se disponen placas cortafuegos.

2. INSTALACIÓN

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando por coincidencia del trazado, se produzca una

agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones individuales.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m^2 de superficie. Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

En el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, en edificios comerciales, de oficinas, o destinados a una concentración de industrias, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes.

Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en la NBE-CPI-96, careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por la NBE-CPI-96. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

Cuando se indica que esta canaladura o conducto estará "preparado única y exclusivamente para este fin" quiere significar que se destinará a alojar única y exclusivamente los conductos de las derivaciones individuales. No se aceptará, por lo tanto, la presencia de canalizaciones de agua, gas, telecomunicaciones, etc., en el interior de dicho conducto de obra.

En la práctica, para cumplir este requisito, las tapas de registro no serán accesibles desde la escalera o zona de uso común, cuando éstos sean recintos protegidos.

Según la NBE-CPI 96 las condiciones para clasificar una escalera como protegida dependen del tipo de uso del edificio (uso hospitalario, uso residencial, uso vivienda, uso docente, uso administrativo), así como si se trata de escaleras para evacuación descendente o ascendente;

- *Evacuación descendente (NBE-CPI-96 Art. 7.3.1)*
  - *Uso vivienda, docente o administrativo, cuando la altura de evacuación sea mayor de 14 metros;*
  - *Cualquier otro uso, cuando la altura de evacuación sea mayor de 10 m*
- *Evacuación ascendente (NBE-CPI-96 Art. 7.3.2)*
  - *Escaleras con altura de evacuación superior a 2,80 m si sirven a más de 100 personas;*
  - *Escaleras con altura de evacuación superior a 6 m en otros casos.*

En lo referente a la ejecución del las derivaciones individuales se considerará lo siguiente:

- *Cuando se trate de modificaciones o sustituciones en edificios ya construidos y no puedan realizarse las canaladuras según los requisitos reglamentarios, se permitirá la instalación en montaje superficial o empotrado en pared, bajo tubo o canal protectora.*
- *Cuando el tramo vertical no comunique plantas diferentes, no es necesario realizar dicho tramo en canaladura, sino que valdrá directamente empotrado o en superficie, estando alojados los conductores bajo tubo o canal protectora.*

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica, se ajustarán a la siguiente tabla:

Tabla 1. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica.

DIMENSIONES (m)		
Número de derivaciones	ANCHURA L (m)	
	Profundidad P = 0,15 m una fila	Profundidad P = 0,30 m dos filas
Hasta 12	0,65	0,50
13 - 24	1,25	0,65
25 - 36	1,85	0,95
36 - 48	2,45	1,35

Para más derivaciones individuales de las indicadas se dispondrá el número de conductos o canaladuras necesario.

La altura mínima de las tapas registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo.

Con objeto de facilitar la instalación, cada 15 m se podrán colocar cajas de registro precintables, comunes a todos los tubos de derivación individual, en las que no se realizarán empalmes de conductores. Las cajas serán de material aislante, no propagadoras de la llama y grado de inflamabilidad V-1, según UNE-EN 60695-11-10.

Producto	*Norma de aplicación*
Envolvente de accesorio (cajas de registro, etc)	*UNE 20451*
Nota: Aplicando criterios de seguridad equivalente, el grado de inflamabilidad de la caja, según el ensayo del hilo incandescente de la norma UNE 20 451 será de 650 ºC.	

Para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, la derivación individual cumplirá lo que se indica en la ITC-BT-07 para redes subterráneas, excepto en lo indicado en la presente instrucción.

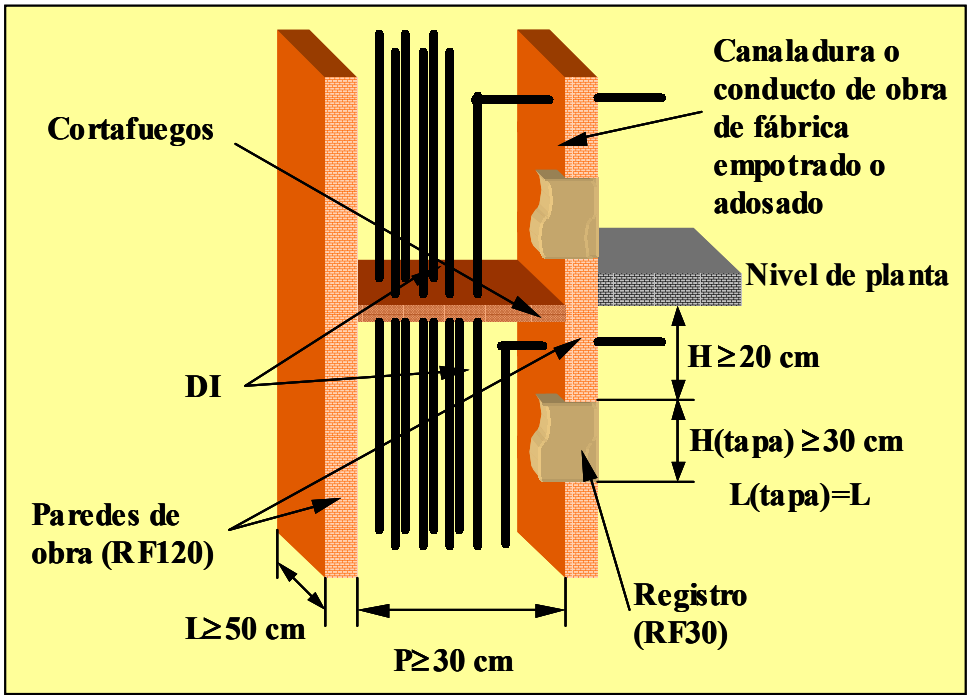


Figura A: Ejemplo orientativo de la instalación de las derivaciones utilizando canal o tubo y conducto cerrado de obra de fábrica. Instalación en dos filas.

3. CABLES

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección. En el caso de suministros individuales el punto de conexión del conductor de protección, se dejará a criterio del proyectista de la instalación. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas. No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

A efecto de la consideración del número de fases que compongan la derivación individual, se tendrá en cuenta la potencia que en monofásico está obligada a suministrar la empresa distribuidora si el usuario así lo desea.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV.

La utilización de conductores unipolares aislados tiene como ventaja la posibilidad de instalar fácilmente en la misma canalización el hilo de mando.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

Los tubos, canales y bandejas de conducción de cables pueden estar fabricados en PVC u otros materiales siempre y cuando cumplan con la característica de no propagador de la llama según la norma que le corresponda.

Las características mínimas para los cables y los sistemas de conducción de cables son:

<table>
<tr><th>Sistema de instalación</th><th colspan="2">Sistema de canalización (calidad mínima)</th><th colspan="2">Cable</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Superficial</td><td rowspan="2">Tubo 4321 No propagador de la llama</td><td rowspan="2">Compresión Fuerte (4),
Impacto Media (3),
Propiedades eléctricas:
Aislante / continuidad eléctrica.
UNE-EN 50086-2-1</td><td rowspan="3">ES07Z1-K (AS)</td><td rowspan="2">unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)
UNE 211 002</td></tr>
<tr><td rowspan="3">RZ1-K (AS)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Canal no propagadora de la llama</td><td rowspan="3">Impacto Media,
No propagador de la llama,
Propiedades eléctricas:
Aislante / continuidad eléctrica.
Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo.
UNE-EN 50085</td><td>Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)
UNE 21.123-4</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Empotrado</td><td rowspan="2">Tubo 2221: No propagador de la llama</td><td rowspan="2">Compresión Ligera (2),
Impacto Ligera (2).
UNE-EN 50086-2-2</td><td rowspan="2">DZ1-K (AS)</td><td rowspan="2">Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)
UNE 21.123-5</td></tr>
<tr><td>Canal no propagadora de la llama</td><td>Impacto Media,
No propagador de la llama.
Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo.
UNE-EN 50085</td></tr>
<tr><td>Enterrado</td><td>Tubo: (Propiedades de propagación de la llama no declaradas)</td><td>Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero),
Impacto Ligera / Normal.
UNE-EN 50086-2-4</td><td>RZ1-K (AS)
DZ1-K (AS)</td><td>Tipos ya descritos siempre multiconductores</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Canal de obra</td><td>Tubo 2221: No propagador de la llama</td><td>Compresión Ligera (2),
Impacto Ligera (2).
UNE-EN 50086-2-2</td><td rowspan="2">ES07Z1-K (AS)
RZ1-K (AS)
DZ1-K (AS)</td><td rowspan="2">Tipos ya descritos</td></tr>
<tr><td>Canal no propagadora de la llama</td><td>Impacto Media,
No propagador de la llama.
Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo.
UNE-EN 50085</td></tr>
<tr><td>Bandejas y bandejas de escalera</td><td>UNE-EN 61537</td><td>RZ1-K (AS)
DZ1-K (AS)</td><td>Tipos ya descritos, siempre multiconductores</td></tr>
<tr><td colspan="3">cables instalados directamente en su interior</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2</td></tr>
<tr><td colspan="5">Nota 1: Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible.
Nota 2: las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares.</td></tr>
</table>

Los cables con conductores de aluminio corresponden al tipo RZ1-Al (AS), según la norma UNE 21123-4, habitualmente se utilizan para instalaciones singulares.

La sección mínima será de 6 mm^2 para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm^2 para el hilo de mando, que será de color rojo.

La sección de los conductores a utilizar se establecerá, en función de la previsión de carga de la instalación, del sistema de instalación elegido y la caída de tensión.

El conductor neutro deberá, en general, ser de la misma sección que los conductores de fase, excepto cuando se justifique que no puedan existir desequilibrios o corrientes armónicas por cargas no lineales. Por ejemplo, en alimentación a instalaciones en la que todos los receptores sean trifásicos.

Es necesario que a la hora de calcular el valor de la sección de la derivación individual se tenga en cuenta el nivel de electrificación especificado para la instalación según la ITC-BT-10. Además es conveniente elegir la sección de la derivación individual de forma que un futuro aumento de la potencia utilizada por el usuario no comporte un riesgo para la seguridad de la instalación.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) La demanda prevista por cada usuario, que será como mínimo la fijada por la RBT-010 y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección.

A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la ITC-BT-19 y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la ITC-BT-07.

b) La caída de tensión máxima admisible será:

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5%.
- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.
- Para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación: 1,5%.

El proceso de cálculo debe contemplar los siguientes aspectos:

- *calcular la intensidad en función de la previsión de cargas.*
- *selección del sistema de canalización*
- *cálculo inicial de la sección por caída de tensión y por intensidad admisible del conductor.*
- *determinar las dimensiones de la canalización.*

Generalmente la caída de tensión es el parámetro crítico para la elección de la sección de los conductores de la derivación individual.

A continuación se desarrolla cada uno de estos pasos intermedios y en las tablas H e I se presenta el resultado de aplicación para un edificio de viviendas.

CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

En el anexo 2 de esta Unidad Temática se desarrolla el método para el cálculo de la sección por caída de tensión.

Según la ITC-BT-19 es posible compensar las caídas de tensión entre la instalación interior y la derivación individual, por ello es recomendable, en la mayoría de los casos, minimizar la caída de tensión en la DI para limitar la sección de los conductores en las instalaciones interiores.

En determinadas instalaciones (oficinas, locales comerciales, pequeñas industrias, etc) en las que es previsible un futuro aumento de la potencia instalada y por consiguiente un aumento de temperatura de servicio del conductor, se recomienda realizar los cálculos para la temperatura máxima de servicio del conductor.

Como ejemplo, en las siguientes tablas se realiza el cálculo de la sección de la derivación individual en función de su longitud para cumplir el requisito de caída de tensión máxima.

Ambos ejemplos contemplan una derivación individual para vivienda, con suministro monofásico a 230 V y una temperatura estimada del conductor de 40 ºC. Si la temperatura a considerar fuera 70 ºC, según lo dicho anteriormente, los valores de caída de tensión, incluidos en las tablas siguientes, deberán multiplicarse por el factor de corrección 1,12.

Tabla A - Caída de tensión (en V) de la derivación individual en función de la sección y longitud del cable (electrificación básica con 5 750 W)

Sección mm^2	Longitud de la derivación individual (m)							
	10	20	25	30	35	40	45	50
6	1,60	3,20						
10	0,96	1,92	2,40	2,88	3,36			
16	0,60	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00
25	0,38	0,77	0,96	1,15	1,34	1,54	1,73	1,92
35	0,28	0,55	0,68	0,83	0,96	1,09	1,24	1,37
50	0,19	0,38	0,48	0,58	0,67	0,77	0,86	0,96

Tabla B - Caída de tensión (en V) de la derivación individual en función de la sección y longitud del cable (electrificación elevada con 9 200 W)

Sección mm2	Longitud de la derivación individual (m)							
	10	20	25	30	35	40	45	50
6	2,58							
10	1,54	3,08						
16	0,97	1,93	2,41	2,90	3,38			
25	0,62	1,23	1,54	1,85	2,16	2,47	2,78	3,08
35	0,45	0,88	1,09	1,33	1,54	1,76	1,99	2,21
50	0,31	0,62	0,77	0,93	1,08	1,23	1,39	1,54

En el ejemplo anterior, la sección del conductor depende de la caída de tensión máxima admitida, para suministros monofásicos varía según se trate de:

- contadores concentrados en más de un lugar, máximo admitido: 0,5% de 230V = 1,65 V
- contadores totalmente concentrados; máximo admitido:1% de 230V = 2,3 V
- viviendas unifamiliares donde no existe LGA, 1,5% de 230V = 3,45 V

COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE

En las tablas C, D y E siguientes se indica para cada uno de los tipos de cable la intensidad máxima admisible en función de la sección del cable y del tipo de instalación. Si procede,

deben aplicarse los factores de corrección por agrupamiento de circuitos o por temperatura ambiente.

Se han incluido los tipos de instalación más habituales, desestimándose aquellas que tienen menor interés práctico.

Tabla C - Conductores unipolares ES07Z1-K (450/750 V)

tipo de instalación		*Intensidad max. admisible en el conductor (A)*											
		Sección nominal del conductor (Cu) (mm^2)											
		6	*10*	*16*	*25*	*35*	*50*	*70*	*95*	*120*	*150*	*185*	*240*
tubos empotrados, tubos en montaje superficial	*sm*	*36*	*50*	*66*	*84*	*104*	-	-	-	-	-	-	-
	st	*32*	*44*	*59*	*77*	*96*	*117*	*149*	*180*	*208*	*236*	*268*	*315*

Nota 1: Según tabla 1 de la ITC-19, método B, columna 8, temperatura ambiente 40 ºC,
Nota 2: sm: suministro monofásico;
st: suministro trifásico

Tabla D - Cables unipolares RZ1-K (0,6/1 kV)

tipo de instalación		*Intensidad max. admisible en el conductor (A)*											
		Sección nominal del conductor (Cu) (mm^2)											
		6	*10*	*16*	*25*	*35*	*50*	*70*	*95*	*120*	*150*	*185*	*240*
tubos enterrados [1]	*sm*	*71*	*94*	*122*	*157*	*186*	-	-	-	-	-	-	-
	st	*58*	*77*	*100*	*128*	*152*	*184*	*224*	*268*	*304*	*340*	*384*	*440*
tubos empotrados, tubos en montaje superficial, canales protectoras, conductos cerrados de obra de fábrica [2]	*sm*	*49*	*68*	*91*	*116*	*144*	-	-	-	-	-	-	-
	st	*44*	*60*	*80*	*106*	*131*	*159*	*202*	*245*	*284*	*338*	*386*	*455*

Nota 1: Basada en ITC-BT 07, 3.1.3, temperatura terreno 25 ºC,
Nota 2: Según tabla 1 de la ITC-19, método B, columna 8, temperatura ambiente 40 ºC,
Nota 3: sm: suministro monofásico;
st: suministro trifásico

Tabla E - Cable multiconductor RZ1-K (0,6/1 kV)

tipo de instalación		*Intensidad max. admisible en el conductor (A)*											
		Sección nominal del conductor (Cu) (mm^2)											
		6	*10*	*16*	*25*	*35*	*50*	*70*	*95*	*120*	*150*	*185*	*240*
tubos enterrados [1]	*sm*	*65*	*86*	*113*	*147*	*176*	-	-	-	-	-	-	-
	st	*53*	*70*	*92*	*120*	*144*	*172*	*208*	*248*	*284*	*320*	*360*	*416*
tubos empotrados, tubos en montaje superficial, canales protectoras, conductos cerrados de obra de fábrica [2]	*sm*	*49*	*68*	*91*	*116*	*144*	-	-	-	-	-	-	-
	st	*44*	*60*	*80*	*106*	*131*	*159*	*202*	*245*	*284*	*338*	*386*	*455*

Nota 1: Basada en ITC-BT 07, 3.1.3, temperatura terreno 25 ºC,
Nota 2: Según tabla 1 de la ITC-19, método B, columna 8, temperatura ambiente 40 ºC,
Nota 3: sm: suministro monofásico;
st: suministro trifásico

DIMENSIONES DE TUBOS Y CANALES PROTECTORES:

Una vez conocida la sección de los conductores, se seleccionará la sección del sistema de canalización (tubo o canal protectora), de acuerdo a los criterios mostrados en las siguientes tablas.

Tabla F - Diámetro de los tubos y sección eficaz mínima canales protectoras en función de la sección del conductor (suministro monofásico)

Sección nominal conductor (mm^2)	Sección eficaz mínima canales protectoras (mm^2)			Diámetro exterior de los tubos (mm)							
				Montaje superficial			Empotrado			Enterrado	
	ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		RZ1-K	
	3U	3U	1T(*)	3U	3U	1T	3U	3U	1T	3U	1T
6	236	560	618	32	32	32	32	40	40	40	40
10	388	744	789	32	40	40	32	40	40	50	50
16	551	975	1.179	40	40	50	40	50	50	50	63
25	874	1.283	1.558	50	50	50	50	50	63	63	63
35	1.150	1.581	2.005	63	50	63	50	63	63	63	75

Nota: U: Cable unipolar
T: Cable 3 conductores
(*) Para este sistema particular de instalación, por coincidencia en su trazado se pueden colocar varias derivaciones individuales en el interior del mismo canal protector, en cuyo caso se multiplica la sección eficaz por el número de derivaciones individuales.

Tabla G - Diámetro de los tubos y sección eficaz mínima canales protectoras en función de la sección del conductor (suministro trifásico)

Sección nominal conductor (mm^2)	Sección eficaz mínima canales protectoras (mm^2)			Diámetro exterior de los tubos (mm)							
				Montaje superficial			Empotrado			Enterrado	
	ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		RZ1-K	
	5U	5U	1P(*)	5U	5U	1P	5U	5U	1P	5U	1P
6	393	933	865	32	40	40	32	50	40	50	50
10	647	1.240	1.128	40	50	50	40	50	50	63	63
16	919	1.625	1.695	50	63	63	50	63	63	63	63
25	1.457	2.139	2.304	63	63	75	63	63	75	75	90
35	1.916	2.635	3.007	63	75		75	75	75	90	90
50	2.705	3.478	4.211	75						110	110
70	3.584	4.724								125	
95	4.637	5.639								125	
120		7.272								140	
150		9.275								160	
185		10.893								180	
240		13.514								200	

Nota: U: Cable unipolar
P: Cable 5 conductores
(*) Para este sistema particular de instalación, por coincidencia en su trazado se pueden colocar varias derivaciones individuales en el interior del mismo canal protector, en cuyo caso se multiplica la sección eficaz por el número de derivaciones individuales.

Los valores correspondientes a la sección eficaz mínima de las canales protectoras y al diámetro exterior de los tubos de las tablas F y G se adjuntan a título de ejemplo y se han considerado despreciables las secciones ocupadas por el hilo de mando (1.5 mm^2). Para un cálculo más exacto, se pueden aplicar las siguientes fórmulas:

Canales protectoras:

$$S_{ef} = 2 \cdot K \cdot \left(n_1 \cdot \phi_1^2 + n_2 \cdot \phi_2^2 + ...\right)$$

En donde:
- K es el coeficiente corrector de llenado (colocación, ventilación, etc.) y que será:
K=1.4 para conductores aislados sin cubierta tipo ES07Z1-K
K=1.8 para cables con cubierta de 0,6/1kV
- n_i es el número de conductores de sección S_i
- ϕ_i es el diámetro exterior de los conductores de sección S_i
- 2 tiene en cuenta la posible ampliación de sección del 100%

Tubos:

$$\phi_{\text{E tubo}} = 2 \cdot e + \phi_{\text{E cond}} \cdot \sqrt{2 \cdot \text{n} \cdot \text{f}}$$

En donde:
- f es el coeficiente corrector de colocación, que será:
f=2.5 para tubos superficiales
f=3 para tubos empotrados
f=4 para tubos enterrados
- n es el número de conductores
- $\phi_{E\ tubo}$ es el diámetro exterior del tubo
- $\phi_{E\ cond}$ es el diámetro exterior de los conductores
- e es el espesor de la pared del tubo
- 2 tiene en cuenta la posible ampliación de sección del 100%

APLICACIÓN A EDIFICIOS DE VIVIENDAS CON SUMINISTRO MONOFÁSICO

Como resumen de aplicación para edificios de viviendas con suministro monofásico y contadores centralizados en un único lugar, se adjuntan las siguientes tablas, en las que, en función de la longitud de la DI y del grado de electrificación, se calcula la sección del conductor, el diámetro exterior del tubo y la sección efectiva de la canal protectora a utilizar.

En la ITC-BT-19 se indican los criterios a seguir cuando se quieran compensar las caídas de tensión de la derivación individual y la instalación interior.

Tabla H - Suministro monofásico. Electrificación básica con 5 750W
Contadores totalmente centralizados (ΔV≤1%)

Cable		450/750V		0,6/1kV (3 unipolares)		0,6/1kV (1 tripolar)	
Longitud DI (m)	Sección (mm^2)	ϕ tubo (mm)	S* efectiva canal (mm2)	ϕ tubo (mm)	S* efectiva Canal (mm^2)	ϕ tubo (mm)	S* efectiva Canal (mm^2)
≤14	6	40	236	40	560	40	618
≤23	10	40	388	40	744	40	789

≤38	*16*	*40*	*551*	*40*	*975*	*50*	*1179*
≤59	*25*	*50*	*874*	*50*	*1283*	*50*	*1558*
** Sección efectiva mínima de la canal o del compartimiento de la canal en donde se ubica la DI*							

Tabla I - Suministro monofásico. Electrificación elevada con 9 200 W. Contadores totalmente centralizados (ΔV≤1%)

Cable		*450/750V*		*0,6/1kV (3 unipolares)*		*0,6/1kV (1 tripolar)*	
Longitud DI (m)	*Sección (mm^2)*	*ϕ tubo (mm)*	*S* efectiva canal (mm^2)*	*ϕ tubo (mm)*	*S* efectiva Canal (mm^2)*	*ϕ tubo (mm)*	*S* efectiva Canal (mm^2)*
≤8	*6*	*40*	*236*	*40*	*560*	*40*	*618*
≤14	*10*	*40*	*388*	*40*	*744*	*40*	*789*
≤23	*16*	*40*	*551*	*40*	*975*	*50*	*1.179*
≤37	*25*	*50*	*874*	*50*	*1.283*	*50*	*1.558*
≤52	*35*	*50*	*1.150*	*50*	*1.581*	*63*	*2.005*
** Sección efectiva mínima de la canal o del compartimiento de la canal en donde se ubica la DI*							

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE....1

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973. ...2

1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA 4

1.1 Situación....4
1.2 Composición y características de los cuadros. 4
1.3 Características principales de los dispositivos de protección....8

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973.

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 16-pto.1.1 Todos los dispositivos privados de mando y protección tanto los dispositivos generales como los de protección de cada uno de los circuitos se instalarán en un único cuadro.	ITC-BT 17-pto.1.1 Los dispositivos generales e individuales de mando y protección se instalarán en un único cuadro o en varios cuadros, según las características de la instalación.
Requisito aplicable solo a los locales de pública concurrencia.	ITC-BT 17-pto.1.1 En locales de uso común o de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.
No se especifica la altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección.	ITC-BT 17-pto.1.1 La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.
No se especifican las características de las envolventes de los cuadros.	ITC-BT 17-pto.1.2 Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. Después de la aparición de este reglamento se ha publicado la UNE-EN 50298 que se puede utilizar para envolventes vacías Cuando los cuadros generales de mando y protección se suministren montados serán conformes con la UNE-EN 60.439 -3
No se especifica como se efectuará el montaje del ICP (interruptor de control de potencia).	ITC-BT 17-pto.1.2 La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.
No se especifican otros dispositivos de mando y protección.	ITC-BT 17-pto.1.2 Cuando sea necesario, se pueden instalar también dispositivos de protección contra sobretensiones (según ITC-BT-23), y otros dispositivos de mando para el cambio de tarifa, tales como contactores que puenteen el ICP durante las horas de aplicación de una tarifa nocturna La norma UNE 20.451 contiene requisitos para las cajas de ICP.
MI BT 15-pto.1.1 Cuando no existan circuitos diferentes bajo tubos o cubiertas de protección comunes podrá no instalarse el interruptor general automático en cuyo caso servirá como dispositivo de mando el interruptor diferencial.	ITC-BT 17-pto.1.3 Siempre deberá existir un interruptor general automático de corte omnipolar que tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 23-pto.4.1 El interruptor diferencial deberá tener un nivel de sensibilidad mínimo de 650 mA.	ITC-BT 25-pto.2.1 En viviendas (ITC-BT-25) todos los circuitos quedarán protegidos para una intensidad diferencial residual máxima de 30 mA.
Los pequeños interruptores automáticos que protegen contra sobrecargas y cortocircuitos los circuitos interiores se recomienda que sean de corte omnipolar.	ITC-BT 17-pto.1.3 Los pequeños interruptores automáticos que protegen contra sobrecargas y cortocircuitos los circuitos interiores tendrán que ser de corte omnipolar.

1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA

1.1 Situación

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

En viviendas, deberá preverse la situación de los dispositivos generales de mando y protección junto a la puerta de entrada y no podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc. En los locales destinados a actividades industriales o comerciales, deberán situarse lo más próximo posible a una puerta de entrada de éstos.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

En locales de uso común o de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

1.2 Composición y características de los cuadros.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Aplicando el principio de seguridad equivalente, es posible, en instalaciones industriales, que los dispositivos de mando y protección (según la serie UNE-EN 60947) se dispongan en posición horizontal, siempre que dicha posición de montaje esté prevista en las instrucciones de montaje del fabricante del dispositivo de mando y protección, aplicando en su caso, los coeficientes reductores de intensidad que se indiquen en dichas instrucciones.

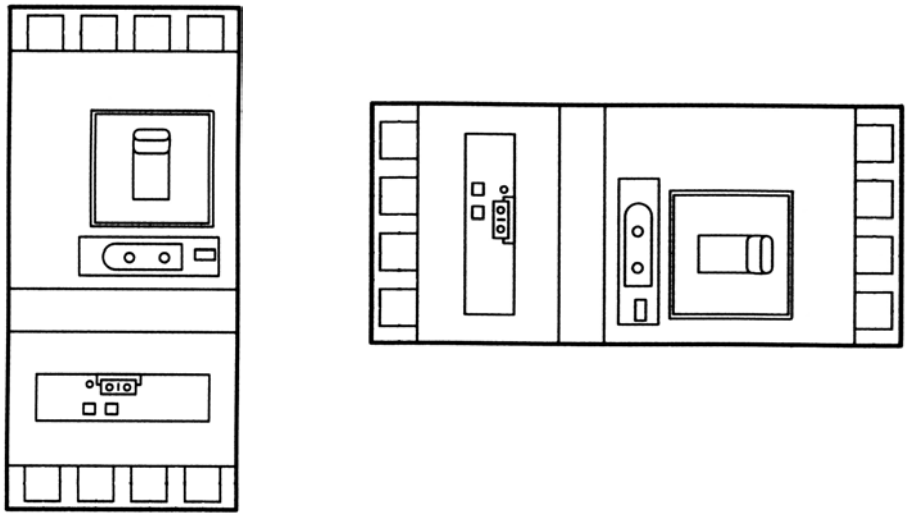


Figura A: Posiciones de montaje horizontal y vertical

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El significado de los códigos IP e IK se indica en el Anexo 1 de esta Unidad Temática.

El interruptor de control de potencia (ICP) es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada.

El ICP se utiliza para suministros en baja tensión y hasta una intensidad de 63 A.

Para suministros de intensidad superior a 63 A no se utiliza el ICP, sino que se utilizarán interruptores de intensidad regulable, maxímetros o integradores incorporados al equipo de medida de energía eléctrica. En estos casos no es preceptiva la instalación de la caja para ICP.

Sea cual sea el dispositivo de control de potencia utilizado, deberá estar acompañado de un interruptor general automático de corte omnipolar, ya que no puede considerarse el ICP ni cualquier otro dispositivo de control de potencia, como elemento de protección y de desconexión de la instalación.

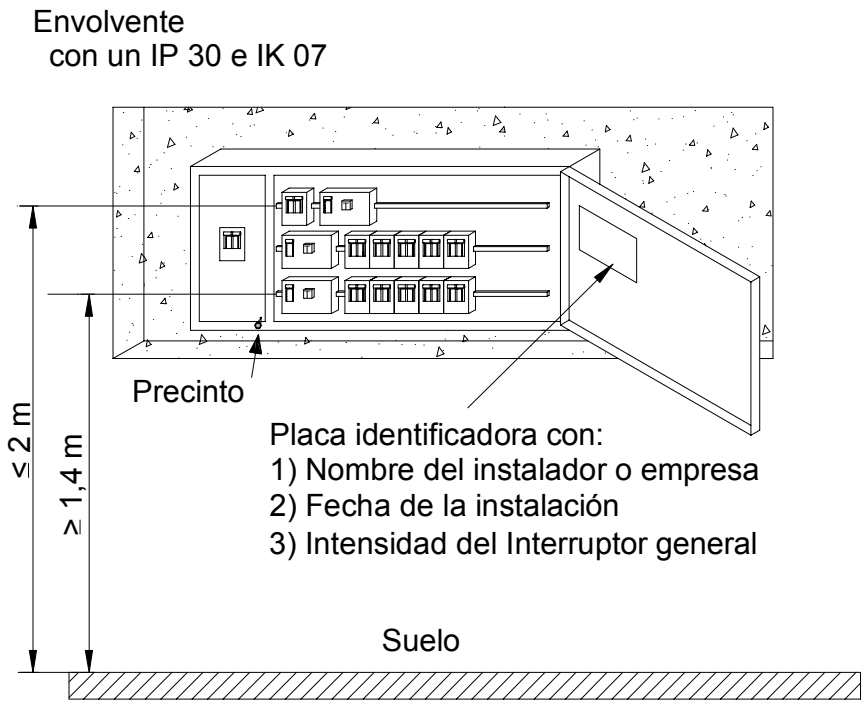


Figura B: Características y ejemplo de instalación del cuadro general de mando y protección.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Para garantizar la selectividad total entre los diferenciales instalados en serie, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1- El tiempo de no-actuación del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo de total de operación del diferencial situado aguas abajo.
Los diferenciales tipo S o los de tipo retardado de tiempo regulable cumplen con esta condición.

2- La intensidad diferencial-residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior a la del diferencial situado aguas abajo.

En el caso de diferenciales para uso doméstico o análogo (UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009) la intensidad diferencial residual nominal del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales instalados serán de tipo S según lo establecido en ITC-BT-24 Apto 4.1.2.

En el sistema TT, el dispositivo de protección contra sobretensiones podrá instalarse tanto aguas arriba (entre el interruptor general y el propio diferencial) como aguas abajo del interruptor diferencial. En caso de instalarse aguas abajo del diferencial, éste deberá ser selectivo S (o retardado).

Para instalaciones en vivienda con un único diferencial, con el fin de evitar disparos intempestivos del interruptor diferencial en caso de actuación del dispositivo de protección contra sobretensiones, dicho dispositivo debe instalarse aguas arriba del interruptor diferencial (entre el interruptor general y el propio interruptor diferencial).”

Con el fin de optimizar la continuidad de servicio en caso de destrucción del limitador de sobretensiones transitorias a causa de una descarga de rayo superior a la máxima prevista, se debe instalar el dispositivo de protección recomendado por el fabricante, aguas arriba del limitador, con objeto de mantener la continuidad de todo el sistema, evitando el disparo del interruptor general.

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

Producto	*Norma de aplicación*
Envolvente cuadro general (uso doméstico o análogo) [1]	*UNE 20451*
Envolvente cuadro general y conjuntos de aparamenta (uso industrial) [2]	*UNE-EN 50298*
Conjunto de aparamenta [2]	*UNE-EN 60439-3*
Interruptor de control de potencia	*UNE 20317*
Interruptores automáticos (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 60898*
Interruptores automáticos con capacidad de seccionamiento (uso industrial)	*UNE-EN 60947-2*
Interruptores diferenciales (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61008*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009*
Interruptores diferenciales (uso industrial)	*UNE-EN 60947-2*
Fusibles	*UNE-EN 60269-3*
Interruptor horario	*UNE-EN 61038*
Bornes de conexión	*UNE-EN 60998*

Nota 1: El grado de protección IP30, el grado de protección contra los impactos mecánicos externos IK07 y el grado de inflamabilidad se verificarán de acuerdo a lo establecido en la norma UNE 20451. El grado de inflamabilidad será:

- *850 ºC para las partes que soportan partes activas*
- *650 ºC para todas las demás partes*

Nota 2: Los diferentes componentes que conforman el cuadro deberán cumplir con su correspondiente norma de producto. Cuando se comercializan montados, todos estos elementos, constituyen el conjunto de aparamenta y deberán cumplir con las prescripciones de la norma (UNE-EN 60439-3).

El grado de inflamabilidad será:

- *(960 ± 10) ºC para las partes que soportan partes activas*
- *(650 ± 10) ºC para todas las demás partes*

1.3 Características principales de los dispositivos de protección

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

Por ejemplo, en un circuito con fase y neutro, el dispositivo de protección debe tener la fase protegida, siendo necesario el corte omnipolar, es decir el corte de fase y neutro.

En un circuito trifásico con neutro se deberá proteger las tres fases; en algunos casos puede ser necesario proteger el neutro, Ver ITC 22 Tabla 1 y las normas UNE 20460-4-43 y UNE 20460-4-473. Asimismo, en el caso de instalaciones trifásicas en las que se prevea la existencia de armónicos (por ejemplo, cuando haya un gran número de receptores electrónicos, como ordenadores, lámparas con balastos electrónicos, etc.) se emplearán dispositivos de protección con neutro protegido.

En el Anexo 3 se adjunta un ejemplo de cálculo de corrientes de cortocircuito.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. CAMPO DE APLICACIÓN 2

2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL 2

2.1 Regla general 2
2.2 Conductores activos 4
2.2.1 Naturaleza de los conductores 4
2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión 4
2.2.3 Intensidades máximas admisibles 7
2.2.4 Identificación de conductores 15
2.3 Conductores de protección 16
2.4 Subdivisión de las instalaciones 17
2.5 Equilibrado de cargas 18
2.6 Posibilidad de separación de la alimentación 18
2.7 Posibilidad de conectar y desconectar en carga 19
2.8 Medidas de protección contra contactos directos o indirectos 21
2.9 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica 21
2.10 Bases de toma de corriente 23
2.11 Conexiones 25

1. CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripciones contenidas en esta Instrucción se extienden a las instalaciones interiores dentro del campo de aplicación del articulo 2 y con tensión asignada dentro de los márgenes de tensión fijados en el artículo 4 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Las instalaciones interiores o receptoras tienen por finalidad principal la utilización de la energía eléctrica, pudiendo estar situadas tanto en el interior como en el exterior, con montaje aéreo, empotrado o enterrado. Las instalaciones interiores o receptoras se pueden realizar en viviendas, industrias, comercios, etc.
Las redes de distribución de energía eléctrica no están incluidas en el campo de aplicación de esta ITC-BT.

2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

2.1 Regla general

La determinación de las características de la instalación deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en la Norma UNE 20.460 -3.

En función de las características de cada tipo de instalación, adicionalmente se deberán aplicar las prescripciones la ITC-BT correspondiente, por ejemplo:

- *instalaciones interiores de viviendas: ITC-BT-25, 26 y 27*
- *locales de pública concurrencia: ITC-BT-28*
- *locales con riesgo de incendio o explosión: ITC-BT-29*
- *locales húmedos, mojados, riesgo de corrosión, temperaturas elevadas o bajas, etc.: ITC-BT-30*

La determinación de las características de la instalación dependerá de varios criterios que se deben tener en cuenta con el objeto de elegir las medidas de protección más adecuadas en cada caso para garantizar la seguridad, así como para efectuar una adecuada elección de los materiales eléctricos a instalar.

Estos criterios son los siguientes:

- *La utilización prevista de la instalación, su estructura y tipo de sistema de distribución utilizado.*

  Es esencial la determinación de la potencia prevista de una instalación para conseguir un diseño económico y seguro dentro de los límites admisibles de temperatura y caída de tensión. Para ello se deben seguir los criterios de la ITC-BT-10 en cuanto a previsión de cargas y factores de simultaneidad.

  Si se utiliza un esquema trifásico en lugar de uno monofásico se consigue dividir por tres la intensidad para la misma carga, por ello a partir de cierta potencia (15 kW) las compañías suministran en trifásico en lugar de en monofásico. Según los tipos de puesta a tierra

existen distintos tipos de esquemas de distribución recogidos en la ITC-BT-08 que condicionan a su vez los tipos de protecciones a utilizar.

En cuanto a las características de la alimentación, es importante conocer además del valor nominal de la tensión y de la frecuencia, el valor de la intensidad de cortocircuito prevista en el origen de la instalación para poder calcular el poder de corte de los dispositivos de protección.

- *Las influencias externas a las que está sometida la instalación.*

Los materiales eléctricos instalados deben estar diseñados y fabricados para soportar las influencias externas que se produzcan en función de sus condiciones y lugar de instalación, según su utilización prevista y según las características constructivas de los edificios en que se instalen. A este respecto la norma UNE 20460-3 lista de forma pormenorizada todas las influencias externas posibles, de forma que cuando estas influencias tomen valores extremos será necesario utilizar un material especialmente fabricado para esas condiciones especificadas. Las características especiales de las canalizaciones en función de las influencias externas se detallan en la UNE 20460-5-52, mientras que las características especiales del material eléctrico y su instalación se detallan en la UNE 20460-5-51.

Algunos ejemplos de influencias externas cuantificadas en la norma y que pueden requerir materiales o sistemas de protección especiales son los siguientes:

- *Funcionamiento a temperaturas muy bajas o muy altas.*
- *Condiciones extremas de humedad.*
- *Condiciones industriales severas con previsión de choques o vibraciones importantes.*
- *Presencia permanente de sustancias corrosivas o contaminantes.*
- *Instalaciones en locales con polvo abundante.*
- *Presencia en el lugar de instalación de agua en forma de gotas, pulverización, proyecciones, chorros o posibilidad de inundación intermitente o permanente.*
- *Instalaciones a altitudes mayores de 2000 metros.*
- *Instalaciones en entornos con influencias electromagnéticas, electrostáticas o ionizantes no despreciables.*
- *Instalaciones de intemperie con radiaciones solares altas.*
- *Instalaciones en lugares con presencia de flora, moho o fauna (insectos, pájaros o pequeños animales).*
- *Instalaciones en zonas de actividad sísmica no despreciable.*
- *Instalaciones expuestas a los efectos de caída directas de rayos o alimentadas por líneas aéreas, con probabilidad de más de 25 días de tormenta por año.*
- *Instalaciones de intemperie con previsión de fuertes vientos o de interior con sistemas de movimiento de aire de alta velocidad.*
- *Capacidad de las personas usuarias de la instalación según su conocimiento de los riesgos eléctricos. Por ejemplo en guarderías y hospitales la temperatura de las superficies accesibles se debe limitar para evitar riesgos a niños o enfermos.*
- *Tipo constructivo del edificio, por ejemplo si el edificio es combustible (de madera).*
- *Diseño del edificio en cuanto al riesgo de propagación del incendio o cuando tengan estructuras que puedan ser objeto de movimientos.*

- *Compatibilidad de los materiales eléctricos con otros materiales, servicios y con la fuente de alimentación.*

  Deben tomarse las disposiciones apropiadas cuando ciertas características de los materiales instalados puedan no ser compatibles con otros materiales, o servicios o cuando puedan alterar el funcionamiento de la fuente de alimentación.

  Estas características se refieren por ejemplo a sobretensiones transitorias y temporales, variaciones rápidas de potencia, intensidades de arranque, armónicos, componentes continuas, oscilaciones a alta frecuencia, corrientes de fuga o la necesidad de conexiones complementarias a tierra.

- *Facilidad de mantenimiento.*

  Las instalaciones eléctricas deben realizarse de forma que toda verificación periódica, ensayo, mantenimiento o reparación necesaria en el transcurso de su vida útil pueda realizarse de forma fácil y segura. Además la fiabilidad de los materiales instalados debe permitir el funcionamiento de la instalación durante toda su vida útil.

2.2 Conductores activos

2.2.1 Naturaleza de los conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-BT 20.

La ITC-BT-20 indica los posibles métodos de instalación y las características de los conductores y cables a emplear en cada uno de ellos.

Solamente uno de estos métodos permite la instalación de conductores de cobre desnudos sobre aisladores.

En viviendas e instalaciones similares (p. e. oficinas, locales comerciales, etc.) los conductores deben ser de cobre según establece la ITC-BT 26. Los cables con conductores de aluminio se usan habitualmente en instalaciones industriales con elevadas previsiones de carga.

2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un

transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

La compensación de las caídas de tensión entre la instalación interior y la derivación individual se puede realizar en ambos sentidos.

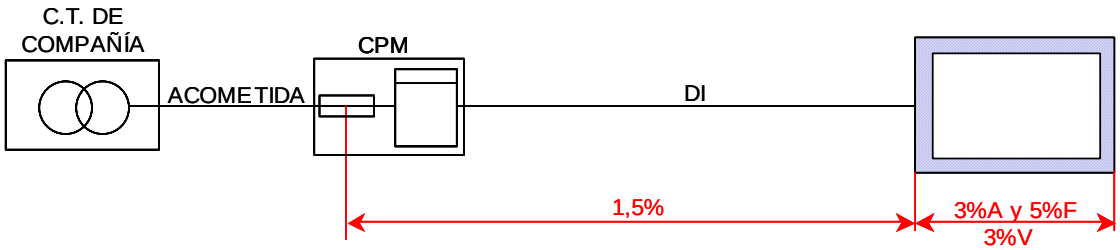
Si se necesita limitar la sección de los conductores en las instalaciones interiores para evitar de esta forma los problemas de conexión de los conductores con los mecanismos y aparatos receptores, se recomienda aumentar la caída de tensión en el tramo de la instalación interior y sobredimensionar la sección de los conductores de la derivación individual.

Por el contrario cuando la caída de tensión en los circuitos de la instalación interior sea inferior al límite admisible, por ejemplo en viviendas pequeñas, se podrá compensar su valor con el de la derivación individual.

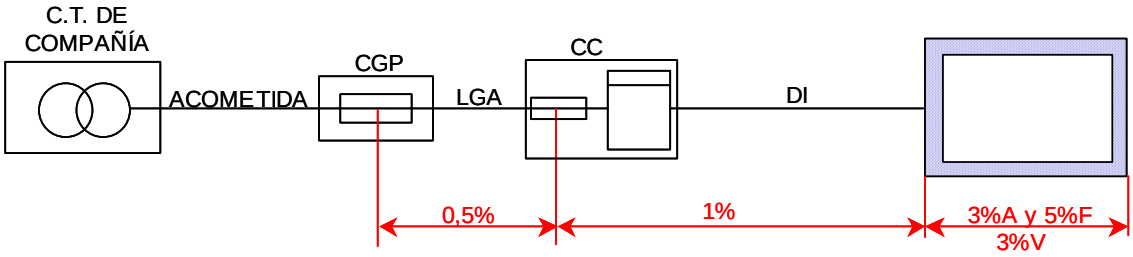
En el anexo de caídas de tensión se indican algunos ejemplos de cálculo.

Figura A: Esquemas resumen de las caídas de tensión máximas admisibles

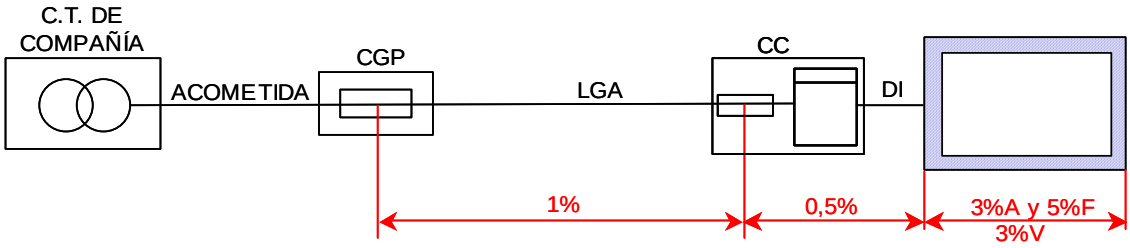
Esquema para un único usuario



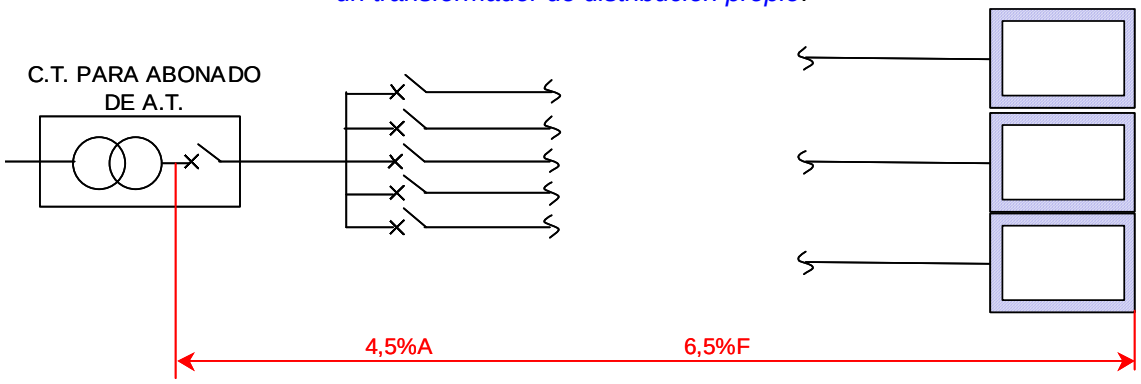
Esquema para una única centralización de contadores:



Esquema cuando existen varias centralizaciones de contadores:



Esquema de una instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio.



Leyenda:

A: circuitos de alumbrado
F: circuitos de fuerza
V: circuitos interiores de viviendas
CPM: Caja de protección y medida
CGP: Caja general de protección
CC: Centralización de contadores
LGA: Línea general de alimentación
DI: Derivación individual

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones incluidas en las instrucciones del presente reglamento y en su defecto con las indicaciones facilitadas por el usuario considerando una utilización racional de los aparatos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

2.2.3 Intensidades máximas admisibles

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-523 y su anexo Nacional.

En la siguiente tabla se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40°C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables. Para otras temperaturas, métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, así como para conductores enterrados, consultar la Norma UNE 20.460 -5-523.

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 ℃. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos[2] en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos[2] en montaje superficial o emprotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared[3]					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre[4] Distancia a la pared no inferior a 0.3D[5]						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo[4] Distancia a la pared no inferior a D[5]							3x PVC			3x XLPE o EPR[1]	
G		Cables unipolares separados mínimo D[5]									3x PVC[3]		3x XLPE o EPR
Cobre	mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
	50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
	120				208	225	240	267	284	314	348	455
	150				236	260	278	310	338	363	404	525
	185				268	297	317	354	386	415	464	601
	240				315	350	374	419	455	490	552	711
	300				360	404	423	484	524	565	640	821

1) A partir de 25 mm² de sección.
2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.
3) O en bandeja no perforada.
4) O en bandeja perforada.
5) D es el diámetro del cable.

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES SEGÚN LA NORMA UNE 20460-5-523

Esta ITC-BT-19 prescribe la aplicación de la norma UNE 20460-5-523 en las siguientes instalaciones:

ITC-BT 014 Línea general de alimentación
ITC-BT 015 Derivación individual
ITC-BT 019 Instalaciones interiores o receptoras

Sin embargo, a pesar de la referencia general hecha a la mencionada norma UNE, el Reglamento inserta como tabla 1 de esta ITC, una tabla resumen aplicable a los cables con conductor de cobre. ~~Por tanto, para los cables con conductor de cobre es de aplicación la tabla de la ITC, a pesar de las referencias a la norma.~~

Esta tabla 1, corresponde al apartado 11.2 de la edición de 1994 de la norma UNE 20460-5-523. Esta Norma ha sido modificada por la edición de 2004. En las mismas condiciones de instalación, no existen grandes diferencias entre los valores indicados en ambas ediciones. En la mayoría de los casos, la intensidad admisible es muy similar y para otros, las diferencias (en más o en menos) pueden llegar hasta un 10%, aproximadamente, no obstante, se recomienda aplicar con carácter general la norma UNE 20460-5-523, en su edición de 2004.

La norma UNE 20460-5-523 no es una norma de lectura y comprensión fácil, por este motivo y para facilitar su aplicación, hace una simplificación que consiste en agrupar en dos tablas resumen las diversas tablas particulares de intensidades admisibles que hay para los diferentes tipos / construcciones de cable (unipolares o tripolares) y los diversos métodos de instalación de referencia.

Se pueden distinguir dos situaciones respecto a las intensidades admisibles.

- *Instalaciones no enterradas, Tabla A-52-1bis de la norma UNE 20460-5-523:2004*
- *Instalaciones enterradas, Tabla A-52-2bis de la norma UNE 20460-5-523:2004*

Instalaciones no enterradas de cables con conductor de cobre

En la siguiente tabla, además de repetir los valores dados en la Tabla A.52-1bis de la norma UNE 20460-5-523:2004, se incluyen los valores calculados para las secciones no contempladas en la misma (de 400 mm^2 hasta 630 mm^2).

Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados Temperatura ambiente 40ºC en el aire

*Método de instalación**	*Número de conductores cargados y tipo de aislamiento*											
A1		*3x PVC*	*2x PVC*		*3x XLPE*	*2x XLPE*						
A2	*3x PVC*	*2x PVC*		*3x XLPE*	*2x XLPE*							
B1				*3x PVC*	*2x PVC*		*3x XLPE*		*2x XLPE*			
B2			*3x PVC*	*2x PVC*		*3x XLPE*	*2x XLPE*					
C					*3x PVC*		*2x PVC*	*3x XLPE*		*2x XLPE*		
E						*3x PVC*		*2x PVC*	*3x XLPE*		*2x XLPE*	
F							*3x PVC*		*2x PVC*	*3x XLPE*		*2x XLPE*
Sección mm^2 COBRE	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*
1,5	*11*	*11,5*	*13*	*13,5*	*15*	*16*	*16,5*	*19*	*20*	*21*	*24*	*--*
2,5	*15*	*16*	*17,5*	*18,5*	*21*	*22*	*23*	*26*	*26,5*	*29*	*33*	*--*
4	*20*	*21*	*23*	*24*	*27*	*30*	*31*	*34*	*36*	*38*	*45*	*--*
6	*25*	*27*	*30*	*32*	*36*	*37*	*40*	*44*	*46*	*49*	*57*	*--*
10	*34*	*37*	*40*	*44*	*50*	*52*	*54*	*60*	*65*	*68*	*76*	*--*
16	*45*	*49*	*54*	*59*	*66*	*70*	*73*	*81*	*87*	*91*	*105*	*--*
25	*59*	*64*	*70*	*77*	*84*	*88*	*95*	*103*	*110*	*116*	*123*	*140*
35	*--*	*77*	*86*	*96*	*104*	*110*	*119*	*127*	*137*	*144*	*154*	*174*
50	*--*	*94*	*103*	*117*	*125*	*133*	*145*	*155*	*167*	*175*	*188*	*210*
70	*--*	*--*	*--*	*149*	*160*	*171*	*185*	*199*	*214*	*224*	*244*	*269*
95	*--*	*--*	*--*	*180*	*194*	*207*	*224*	*241*	*259*	*271*	*296*	*327*
120	*--*	*--*	*--*	*208*	*225*	*240*	*260*	*280*	*301*	*314*	*348*	*380*
150	*--*	*--*	*--*	*236*	*260*	*278*	*299*	*322*	*343*	*363*	*404*	*438*
185	*--*	*--*	*--*	*268*	*297*	*317*	*341*	*368*	*391*	*415*	*464*	*500*
240	*--*	*--*	*--*	*315*	*350*	*374*	*401*	*435*	*468*	*490*	*552*	*590*
300	*--*	*--*	*--*	*361*	*401*	*430*	*461*	*500*	*538*	*563*	*638*	*678*
400	*--*	*--*	*--*	*431*	*480*	*515*	*552*	*699*	*645*	*674*	*770*	*812*
500	*--*	*--*	*--*	*493*	*551*	*592*	*633*	*687*	*741*	*774*	*889*	*931*
630	*--*	*--*	*--*	*565*	*632*	*681*	*728*	*790*	*853*	*890*	*1028*	*1071*

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

Esta tabla presenta de manera simplificada, varias tablas de la norma, de forma que en determinados casos se han agrupado en la misma columna diferentes tipos de cable y diferentes tipos de instalación cuyos valores de intensidad admisibles son prácticamente iguales. Por lo tanto, la columna de la izquierda que corresponde al "tipo de instalación" (de A hasta F) abarca los sistemas indicados en la tabla B.

Tabla B - Tipos de instalación de cables no enterrados

A1	- *Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes* - *Cables multiconductores empotrados directamente en paredes térmicamente aislantes.* - *Conductores unipolares aislados en molduras.* - *Conductores unipolares aislados en conductos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las puertas.* - *Conductores unipolares aislados en tubos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las ventanas.*
A2	- *Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.*
B1	- *Conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra* - *Conductores aislados o cable unipolar en tubo sobre pared de madera o mampostería separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo.* - *Conductores unipolares aislados en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera* - *Cables unipolares o multiconductores en huecos de obra de fábrica* [+)] - *Conductores unipolares aislados en tubos dentro de huecos de obra de fábrica* [+)] - *Conductores unipolares aislados en conductos cerrados de sección no circular en huecos de obra de fábrica* [+)] - *Conductores aislados en conductos cerrados de sección no circular empotrados en obra de fábrica con una resistividad térmica no superior a 2K·m/W* [+)] - *Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora empotrada en el suelo* - *Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados* - *Cables uni o multiconductores en falsos techos o suelos técnicos* [+)] - *Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora suspendida* - *Conductores aislados o cables unipolares en tubos en canalizaciones no ventiladas* [+)] - *Conductores unipolares aislados en tubos en canales de obra ventilados* - *Cables uni o multiconductores en canales de obra ventilados* - *Conductores unipolares aislados o cables unipolares dentro de zócalos acanalados (rodapiés ranurado)*
B2	- *Cables multiconductores en tubos empotrados en obra* - *Cables multiconductores en tubos sobre pared de madera o separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo.* - *Cables multiconductores en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera* - *Cables multiconductores en canal protectora suspendida* - *Cables multiconductores dentro de zócalos acanalados(rodapiés ranurado)* - *Cables multiconductores en canal protectora empotrada en el suelo* - *Cables multiconductores en conductos perfilados empotrados*
C	- *Cables multiconductores directamente bajo un techo de madera* - *Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas no perforadas* - *Cables unipolares o multiconductores fijados en el techo o pared de madera o espaciados 0,3 veces el diámetro del cable* - *Cables uni o multiconductores empotrados directamente en paredes*
E	- *Cables multiconductores separados de la pared una distancia no inferior a 0,3 D* [5)] - *Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical* - *Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de rejilla* - *Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de escalera* - *Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable fiador*
F	- *Se aplica a los mismos sistemas de instalación que el tipo E, cuando la sección del conductor es superior a 25 mm*^{2} - *Cables unipolares en contacto mutuo separados de la pared una distancia no inferior a D* [5)]

Ver notas [1)] *a* [5)] *en la tabla 1.*

[+)] *Según la relación entre el diámetro del cable y su alojamiento, puede ser de aplicación el método B2. Dicha relación se indica en la norma UNE 20460-5-523.*

En las tablas anteriores, la referencia a conductor aislado debe entenderse como conductor y aislamiento, y la referencia a cable como conductor o conductores aislados y con cubierta.

Instalaciones no enterradas de cables con conductor de aluminio

Las intensidades admisibles se podrán calcular teniendo en cuenta las indicaciones de la norma UNE 20460-5-523, edición de 2004. La tabla resumen es la tabla A-52-1 bis

Instalaciones enterradas

Las intensidades admisibles se calcularán teniendo en cuenta las indicaciones de la norma UNE 20460-5-523, edición de 2004.

En la ITC-BT-14 de líneas generales de alimentación y en la ITC-BT-15 de derivaciones individuales se especifica que las intensidades admisibles en el caso de instalaciones enterradas deberán seguir lo especificado en la ITC-BT-07. No obstante, la nueva edición de 2004 de la norma UNE 20-460-5-523 ya incluye la instalación bajo tubo enterrada, por lo que se recomienda utilizar esta norma para el cálculo de las intensidades admisibles con este tipo de instalación.

Las intensidades máximas admisibles para cables enterrados directamente en el terreno y sus factores de corrección, se pueden consultar en la ITC-BT-07.

Para el cálculo de la intensidad admisible en los cables enterrados uno de los factores a tener en cuenta es la resistividad térmica del terreno, la cual depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está mas seco. La tabla siguiente muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Tabla C - Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	***Naturaleza del terreno y grado de humedad***
0,40	*Inundado*
0,50	*Muy húmedo*
0,70	*Húmedo*
0,85	*Poco húmedo*
1,00	*Seco*
1,20	*Arcilloso muy seco*
1,50	*Arenoso muy seco*
2,00	*De piedra arenisca*
2,50	*De piedra caliza*
3,00	*De piedra granítica*

La tabla resumen A-52-2 bis de la norma, aplica a las instalaciones de cable enterrado, bajo tubo o directamente, que discurren por recorridos en el interior o alrededor de edificios, para una temperatura del terreno de 25ºC y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K.m/W. Cuando el cable discurra por otros recorridos puede considerarse la posibilidad de aplicar una resistividad térmica diferente.

Por ejemplo, para un valor de resistividad térmica del terreno de referencia de 1,5 K.m/W, las intensidades admisibles para cables enterrados bajo tubo de tensión asignada 0,6/1kV, se indican en la tabla siguiente:

Tabla D - Intensidad admisible (en A), para cables soterrados bajo tubo (tensión asignada hasta 0,6/1 kV)

SECCIÓN mm²	***3 XLPE*** *(3 cables unipolares o 1 tripolar)*		***2 XLPE*** *(2 cables unipolares o 1 bipolar)*	
	Cobre	***Aluminio***	***Cobre***	***Aluminio***
1,5	*23*	*--*	*27*	*--*
2,5	*30*	*23*	*36*	*27*
4	*39*	*30*	*46*	*36*
6	*48*	*37*	*58*	*44*
10	*64*	*49*	*77*	*58*
16	*82*	*62*	*100*	*77*
25	*105*	*82*	*130*	*98*
35	*130*	*98*	*155*	*120*
50	*155*	*115*	*183*	*139*
70	*190*	*145*	*225*	*170*
95	*225*	*175*	*265*	*205*
120	*260*	*200*	*305*	*230*
150	*300*	*230*	*340*	*265*
185	*335*	*260*	*385*	*295*
240	*400*	*305*	*440*	*340*
300	*455*	*350*	*500*	*385*
400	*530*	*405*	*570*	*445*
500	*610*	*465*	*660*	*510*
630	*710*	*530*	*735*	*575*
Condiciones de cálculo	*Resistividad térmica del terreno: 1,5 K.m/W*			
	Temperatura del terreno: 25ºC			
	Profundidad de la instalación: 70 cm			

FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPACIÓN DE CIRCUITOS

En la siguiente tabla se indican factores de reducción de la intensidad máxima admisible usuales en caso de agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores o para el agrupamiento de varios circuitos en bandejas. No se considerarán los factores de reducción cuando la distancia en la que discurran paralelos los circuitos sea inferior a 2 m, por ejemplo en la salida de varios circuitos de un cuadro de mando y protección.

Tabla E. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos (Tabla A.52-3 de la norma UNE 20 460-5-523:2004)

Ref.	Disposición de cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores.		
3	Capa única fijada bajo techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60			
4	Capa única en una bandeja perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines) etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,8			

Nota 1. Estos factores son aplicables a grupos homogéneos de cables cargados por igual.
Nota 2. Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario factor de reducción alguno.
Nota 3. Los mismos factores se aplican para grupos de dos o tres cables unipolares que para cables multiconductores.
Nota 4. Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos, y se aplica el factor correspondiente a las tablas de dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas de tres conductores cargados para los cables de tres conductores.
Nota 5. Si la instalación se compone de "n" conductores unipolares cargados, también pueden considerarse como "n/2" circuitos de dos conductores o "n/3" circuitos de tres conductores cargados.

En la tabla F se indican los factores de reducción por agrupamiento de circuitos en varias capas que multiplicarán al factor de reducción de la tabla E anterior.

Tabla F – Factor de reducción adicional para cables instalados en varias capas

Nº de capas	2	3	4 ó 5	6 a 8	9 o más
Factor	0,8	0,73	0,70	0,68	0,66

En la tabla G, se indican los factores de reducción correspondientes para agrupación de cables en el interior de tubos en contacto y en posición horizontal, instalados al aire, formando una o varias capas.

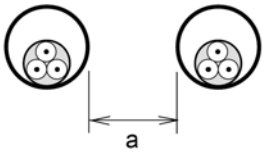
Tabla G – Factores de reducción para cables en el interior de tubos en contacto en posición horizontal, instalados al aire, formando una o varias capas.

Nº de capas en vertical	Nº de tubos en horizontal					
	1	2	3	4	5	6
1	1,00	0,94	0,91	0,88	0,87	0,86
2	0,92	0,87	0,84	0,81	0,80	0,79
3	0,85	0,81	0,78	0,76	0,75	0,74
4	0,82	0,78	0,74	0,73	0,72	0,72
5	0,80	0,76	0,72	0,71	0,70	0,70
6	0,79	0,75	0,71	0,70	0,69	0,68

Cuando los conductores enterrados se instalen bajo tubo, no se instalará más de un circuito por cada tubo, en caso de instalar agrupaciones de tubos (un cable por tubo) se pueden aplicar los siguientes factores de corrección:

Tabla H. Factores de reducción para agrupamiento de cables multiconductores en tubos enterrados, un cable por tubo (tabla 52 E3 A de la UNE 20460-5-523:2004)

Número de cables	Distancia entre tubos			
	Nula (tubos en contacto)	0,25 m	0,50 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



En el caso de que se instale un circuito único de conductores unipolares por tubo se pueden aplicar también los factores de corrección de la tabla H. Para el caso de canalizaciones enterradas en que se instale un único cable unipolar por tubo, los factores de corrección por agrupamiento de tubos se pueden consultar en la tabla 52 E3 B de la norma UNE 20460-5-523, edición 2004.

En la tabla I, se indican los factores de reducción correspondientes para agrupación de cables en el interior de tubos en contacto y en disposición horizontal, enterrados o embebidos en hormigón, formando varias capas.

Tabla I – Factores de reducción para cables en el interior de tubos en contacto, enterrados o embebidos en hormigón, formando varias capas.

Nº de capas en vertical	*Nº de tubos en horizontal*					
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
2	*0,87*	*0,71*	*0,62*	*0,57*	*0,53*	*0,50*
3	*0,77*	*0,62*	*0,53*	*0,48*	*0,45*	*0,42*
4	*0,72*	*0,57*	*0,48*	*0,44*	*0,40*	*0,38*
5	*0,68*	*0,53*	*0,45*	*0,40*	*0,37*	*0,35*
6	*0,65*	*0,50*	*0,42*	*0,38*	*0,35*	*0,32*

2.2.4 Identificación de conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

conductor	*coloración*		
neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	*azul*		
protección	*verde-amarillo*		
fase	*marrón*	*negro*	*gris*

En los circuitos trifásicos, cada fase deberá identificarse con un color diferente, utilizando los colores negro, marrón y gris. El reglamento establece también que en circuitos monofásicos la fase estará identificada por el color negro o marrón, independientemente de que estos circuitos se alimenten de fases distintas.

No obstante, cuando para facilitar la identificación, la instalación o el mantenimiento, se considere necesario distinguir entre diferentes circuitos de una instalación interior monofásica, se podrán utilizar los colores negro, marrón o gris en los conductores de fase de los diferentes

circuitos, siempre que en el proyecto o memoria técnica de diseño se especifiquen los colores seleccionados para cada circuito.

Los cables unipolares de tensión asignada 0,6/1 kV con aislamiento y cubierta no tienen aplicadas diferentes coloraciones, en este caso el instalador debe identificar los conductores mediante medios apropiados, por ejemplo mediante un señalizador o argolla, una etiqueta, etc.. en cada extremo del cable.

En sistemas TN-C y TN-C-S descritos en la ITC-BT 08, se debe identificar a los conductores de protección y neutro (CPN), mediante el color verde-amarillo más una marca azul que podrá ser un señalizador o argolla, una etiqueta, etc., que identifique su propiedad CPN.

2.3 Conductores de protección

Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación; en caso de que sean de distinto material, la sección se determinará de forma que presente una conductividad equivalente a la que resulta de aplicar la tabla 2.

Tabla 2.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm^2)	**Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)**
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

Para otras condiciones se aplicará la norma UNE 20.460 -5-54, apartado 543.

En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto. Los sistemas a utilizar estarán de acuerdo con los indicados en la norma UNE 20.460-3. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia mecánica, según ITC-BT 21 para canalizaciones empotradas.

La forma de instalación de los tubos empotrados se describe en la ITC-BT-21.

El tubo presentará unas características mínimas según lo especificado en la tabla 3 de la ITC-BT-21 si la pared es de obra de fábrica o si el tubo circula por el interior de un hueco

de la construcción o canal de obra. Se elegirá un tubo según la tabla 4 de la ITC-BT-21 si el tubo está empotrado en hormigón y para canalizaciones precableadas.

El diámetro exterior mínimo de los tubos se elegirá según la tabla 5 de la ITC-BT-21 en función de la sección y el número de conductores a conducir.

- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.

- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores. Cuando el conductor de protección se instale fuera de esta canalización seguirá el curso de la misma.

- En una canalización móvil todos los conductores incluyendo el conductor de protección, irán por la misma canalización

- En el caso de canalizaciones que incluyan conductores con aislamiento mineral, la cubierta exterior de estos conductores podrá utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada y su conductividad sea como mínimo igual a la que resulte de la aplicación de la Norma UNE 20.460 -5-54, apartado 543.

- Cuando las canalizaciones estén constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético, o por cables que contienen una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos cables que los conductores activos.

- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánicos y químicos, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.

- Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de uniones soldadas sin empleo de ácido o por piezas de conexión de apriete por rosca, debiendo ser accesibles para verificación y ensayo. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de apriete, si se usan, estarán previstos para evitar su desapriete. Se considera que los dispositivos que cumplan con la norma UNE-EN 60.998 -2-1 cumplen con esta prescripción.

- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes (por ejemplo cobre-aluminio).

2.4 Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

Deben preverse circuitos distintos para las partes de la instalación que es necesario controlar separadamente, por ejemplo: alumbrado, tomas de corriente, alimentación de máquinas, etc., de tal forma que estos circuitos no se vean afectados por el fallo de otros circuitos.

Por otro lado, aunque la ITC-BT-22 punto 1.1b admite que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal y cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados, se recomienda proteger cada circuito derivado contra sobrecargas y cortocircuitos para garantizar la debida selectividad.

Sin embargo, no es posible lograr esta selectividad con los interruptores magnetotérmicos para uso doméstico al ser el disparo instantáneo en caso de cortocircuito.

Para garantizar la selectividad total entre los diferenciales instalados en serie, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1- *El tiempo de no-actuación del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo de total de operación del diferencial situado aguas abajo.*
   Los diferenciales tipo S o los de tipo retardado de tiempo regulable cumplen con esta condición.
2- *La intensidad diferencial-residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior a la del diferencial situado aguas abajo.*

En el caso de diferenciales para uso doméstico o análogo (UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009) la intensidad diferencial residual nominal del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales instalados serán de tipo S según lo establecido en ITC-BT-24 Apto 4.1.2.

2.5 Equilibrado de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

2.6 Posibilidad de separación de la alimentación

Se podrán desconectar de la fuente de alimentación de energía, las siguientes instalaciones:

a) Toda instalación cuyo origen esté en una línea general de alimentación
b) Toda instalación con origen en un cuadro de mando o de distribución.

Los dispositivos admitidos para esta desconexión, que garantizarán la separación omnipolar excepto en el neutro de las redes TN-C, son:

- Los cortacircuitos fusibles
- Los seccionadores
- Los interruptores con separación de contactos mayor de 3 mm o con nivel de seguridad equivalente
- Los bornes de conexión, sólo en caso de derivación de un circuito

Los dispositivos de desconexión se situarán y actuarán en un mismo punto de la instalación, y cuando esta condición resulte de difícil cumplimiento, se colocarán instrucciones o avisos aclaratorios. Los dispositivos deberán ser accesibles y estarán dispuestos de forma que permitan la fácil identificación de la parte de la instalación que separan.

Con posterioridad a la publicación del RBT los requisitos de separación de contactos en seccionadores de seguridad presentes en la norma EN 60669-2-4 han pasado de 3 a 4 mm, excepto cuando se satisfacen requisitos de ensayos suplementarios.

La separación omnipolar mediante el uso de cortacircuitos fusibles deberá asegurar también la separación simultánea del neutro.

Si la separación de la alimentación se produce debido a un mantenimiento o reparación, se deberán proveer medios que impidan la conexión indeseada, a menos que los medios de corte estén bajo la vigilancia continua de todas las personas que efectúan dicho mantenimiento.

Estos medios pueden comprender una o varias de las siguientes medidas:
- *bloqueo por candados*
- *paneles indicadores de peligro*
- *ubicación dentro de un local con cierre por llave o dentro de una envolvente.*

Producto	*Norma de aplicación*
Seccionadores fusibles	*UNE-EN 60269 (serie)* *UNE-EN 60947-3*
Seccionadores (uso industrial)	*UNE-EN 60947-3*
Interruptores seccionadores (uso industrial)	*UNE-EN 60947-3*
Interruptores automáticos (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 60898*
Interruptores automáticos con capacidad de seccionamiento (uso industrial)[(1)]	*UNE-EN 60947-2*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009*
Bornes de conexión (sin carga)	*UNE-EN 60998* *UNE-EN 60947-7*

(1) La norma UNE-EN 60947-2 define tanto las características de aquellos interruptores automáticos de uso industrial que poseen características de seccionamiento como de aquellos que no las poseen.

2.7 Posibilidad de conectar y desconectar en carga

Se instalarán dispositivos apropiados que permitan conectar y desconectar en carga en una sola maniobra, en:

a) Toda instalación interior o receptora en su origen, circuitos principales y cuadros secundarios. Podrán exceptuarse de esta prescripción los circuitos destinados a relojes, a rectificadores para instalaciones telefónicas cuya potencia nominal no exceda de 500 VA y los circuitos de mando o control, siempre que su desconexión impida cumplir

alguna función importante para la seguridad de la instalación. Estos circuitos podrán desconectarse mediante dispositivos independientes del general de la instalación.
b) Cualquier receptor
c) Todo circuito auxiliar para mando o control, excepto los destinados a la tarificación de la energía
d) Toda instalación de aparatos de elevación o transporte, en su conjunto.
e) Todo circuito de alimentación en baja tensión destinado a una instalación de tubos luminosos de descarga en alta tensión
f) Toda instalación de locales que presente riesgo de incendio o de explosión.
g) Las instalaciones a la intemperie
h) Los circuitos con origen en cuadros de distribución
i) Las instalaciones de acumuladores
j) Los circuitos de salida de generadores

Los dispositivos admitidos para la conexión y desconexión en carga son:

- Los interruptores manuales.

También pueden utilizarse los interruptores automáticos con accionamiento manual y contactores accionados por pulsador.

- Los cortacircuitos fusibles de accionamiento manual, o cualquier otro sistema aislado que permita estas maniobras siempre que tengan poder de corte y de cierre adecuado e independiente del operador.

- Las clavijas de las tomas de corriente de intensidad nominal no superior a 16 A.

Deberán ser de corte omnipolar los dispositivos siguientes:

- Los situados en el cuadro general y secundarios de toda instalación interior o receptora.
- Los destinados a circuitos excepto en sistemas de distribución TN-C, en los que el corte del conductor neutro esta prohibido y excepto en los TN-S en los que se pueda asegurar que el conductor neutro esta al potencial de tierra.
- Los destinados a receptores cuya potencia sea superior a 1.000 W, salvo que prescripciones particulares admitan corte no omnipolar.
- Los situados en circuitos que alimenten a lámparas de descarga o autotransformadores.
- Los situados en circuitos que alimenten a instalaciones de tubos de descarga en alta tensión.

En los demás casos, los dispositivos podrán no ser de corte omnipolar.

El conductor neutro o compensador no podrá ser interrumpido salvo cuando el corte se establezca por interruptores omnipolares.

Producto	*Norma de aplicación*
Seccionadores fusibles	*UNE-EN 60269 (serie)*
Interruptor de fusible, fusible-interruptor y fusible-interruptor-seccionador	*UNE-EN 60947-3*
Interruptores seccionadores (uso industrial)	*UNE-EN 60947-3*

Producto	*Norma de aplicación*
Interruptores automáticos (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 60898*
Interruptores automáticos (uso industrial)(1)	*UNE-EN 60947-2*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009*
Bases de toma de corriente (fijas y móviles) para uso doméstico o análogo	*UNE 20315*
Bases de toma de corriente para uso industrial	*UNE-EN 60309*

(1) La norma UNE-EN 60947-2 define tanto las características de aquellos interruptores automáticos de uso industrial que poseen características de seccionamiento como de aquellos que no las poseen.

2.8 Medidas de protección contra contactos directos o indirectos

Las instalaciones eléctricas se establecerán de forma que no supongan riesgo para las personas y los animales domésticos tanto en servicio normal como cuando puedan presentarse averías previsibles.

En relación con estos riesgos, las instalaciones deberán proyectarse y ejecutarse aplicando las medidas de protección necesarias contra los contactos directos e indirectos.

Estas medidas de protección son las señaladas en la Instrucción ITC-BT-24 y deberán cumplir lo indicado en la UNE 20.460, parte 4-41 y parte 4-47.

2.9 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tabla 3.

Tensión nominal de la instalación	**Tensión de ensayo en corriente continua (v)**	**Resistencia de aislamiento (MΩ)**
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de protección (MBTP)	250	≥ 0,25
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1000	≥ 1,0
Nota: Para instalaciones a MBTS y MBTP, véase la ITC-BT-36		

Este aislamiento se entiende para una instalación en la cual la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que las componen no exceda de 100 metros. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en partes de aproximadamente 100 metros de longitud, bien por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores, cada una de las partes en que la instalación ha sido fraccionada debe presentar la resistencia de aislamiento que corresponda.

Cuando no sea posible efectuar el fraccionamiento citado, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total, en hectómetros, de las

canalizaciones.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante un generador de corriente continua capaz de suministrar las tensiones de ensayo especificadas en la tabla anterior con una corriente de 1 mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión.

Durante la medida, los conductores, incluido el conductor neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual están unidos habitualmente. Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada ésta.

Cuando la instalación tenga circuitos con dispositivos electrónicos, en dichos circuitos los conductores de fases y el neutro estarán unidos entre sí durante las medidas.

Si se realiza el test sin una conexión entre conductores activos, los dispositivos electrónicos podrían resultar dañados.

Para un análisis más detallado de las pruebas necesarias para la verificación de una instalación eléctrica consultar el Anexo de esta unidad temática.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a ésta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los receptores conectados y sus mandos en posición “paro”, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica; los dispositivos de interrupción se pondrán en posición de "cerrado" y los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Todos los conductores se conectarán entre sí incluyendo el conductor neutro o compensador, en el origen de la instalación que se verifica y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida resultara inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato receptor presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierna o en su defecto 0,5 MΩ.
- Desconectados los aparatos receptores, la instalación presenta la resistencia de aislamiento que le corresponda.

La medida de la resistencia de aislamiento entre conductores polares, se efectúa después de haber desconectado todos los receptores, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida del aislamiento con relación a tierra. La medida de la resistencia de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro o compensador.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro o compensador, con relación a tierra y entre conductores, salvo para aquellos materiales en los que se justifique que haya sido realizado dicho ensayo previamente por el fabricante.

Durante este ensayo los dispositivos de interrupción se pondrán en la posición de "cerrado" y los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

Las corrientes de fuga no serán superiores para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

Según las prescripciones de las normas de producto UNE-EN 61008-1 y UNE-EN 61009-1 los interruptores diferenciales pueden desconectar a partir del 50% de su intensidad diferencial-residual asignada. Por lo tanto se deben limitar las corrientes de fuga muy por debajo de dicho valor.

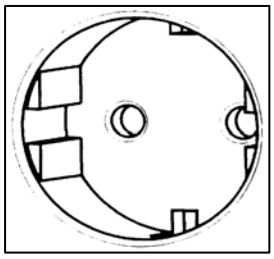
Para las pruebas de rigidez dieléctrica se deberán desconectar los eventuales protectores de sobretensiones de la instalación.

2.10 Bases de toma de corriente

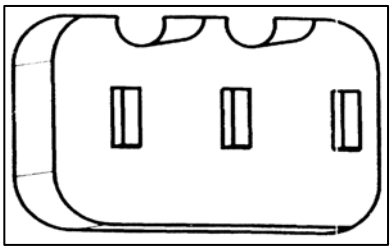
Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán del tipo indicado en las figuras C2a, C3a o ESB 25-5a de la norma UNE 20315. El tipo indicado en la figura C3a queda reservado para instalaciones en las que se requiera distinguir la fase del neutro, o disponer de una red de tierras específica.

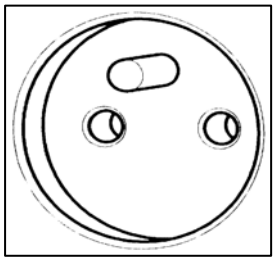
Por lo tanto, las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315.

C2a: Base bipolar con contacto lateral de tierra 10/16A 250V (Base de 10/16A de uso general)



ESB 25-5a: Base bipolar con contacto de tierra 25A 250V (Base de 25A para cocina)





C3a: Base bipolar con espiga de contacto de tierra 10/16A 250V (Base a utilizar cuando haya que distinguir entre fase/neutro)

Figura B: Figuras correspondientes a las bases de toma de corriente.

Con posterioridad a la publicación del Reglamento, se ha editado la serie de normas UNE 20315:2004 en la que las figuras C2a y C3a cambian sus características asignadas a 16A 250V ~ y disponen de obturadores automáticos de los alvéolos.

En instalaciones diferentes de las indicadas en la ITC-BT 25 para viviendas, además se admitirán las bases de toma de corriente indicadas en la serie de normas UNE EN 60309.

En la nueva serie de normas UNE 20315:2004, se define una nueva base de toma de corriente denominada ESB 32a. Su uso está destinado a las encimeras eléctricas, cocinas u hornos que tengan una intensidad asignada superior a 25 A. Esta base de toma de corriente es admisible para su instalación en el circuito C3 en viviendas, así como en instalaciones tales como bares, restaurantes, hoteles, etc.

La instalación de esta base de toma de corriente requiere la adecuación de la previsión de cargas en la instalación, que en el caso de viviendas, será de al menos 7360 W, incluyendo la instalación del PIA del circuito C3 de 32 A, así como en su caso, la adecuación de la sección de los conductores."

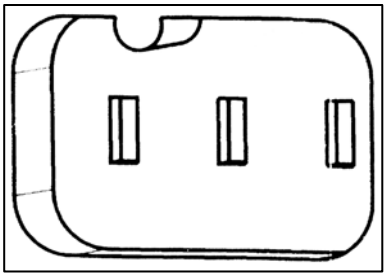


Figura C: Base ESB 32a: Base bipolar con contacto de tierra 32A 250V ~

Las bases móviles deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1a, C2a o C3a de la Norma UNE 20315. Las clavijas utilizadas en los cordones prolongadores deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1b, C2b, C4, C6 o ESB 25-5b.

Por lo tanto, las bases móviles y clavijas utilizadas en los prolongadores serán de acuerdo a la norma UNE 20315.

Las bases de toma de corriente del tipo indicado en las figuras C1a, las ejecuciones fijas de las figuras ESB 10-5a y ESC 10-1a, así como las clavijas de las figuras ESB 10-5b y C1b, recogidas en la norma UNE 20315, solo podrán comercializarse e instalarse para reposición de las existentes.

Las bases de toma de corriente anteriores de uso exclusivo para reposición no se podrán montar en instalaciones nuevas, ampliaciones, modificaciones ni en reparaciones de importancia de las instalaciones existentes.

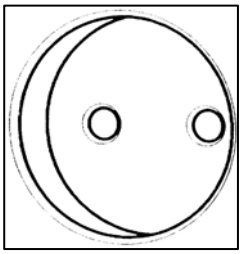


Figura D: Base C1a: Base bipolar sin contacto de tierra 10/16A 250V

Con posterioridad a la publicación del Reglamento, se ha editado la serie de normas UNE 20315:2004 en la que las figuras C2a y C3a cambian sus características asignadas a 16A 250V ~ y disponen de obturadores automáticos de los alvéolos.

Los circuitos que alimenten estas bases de toma de corriente de clase 0 para reposición deben estar protegidas por diferenciales de alta sensibilidad por no disponer la base de toma de tierra.

Producto	*Norma de aplicación*
Bases de toma de corriente (fijas y móviles) para uso doméstico o análogo	*UNE 20315*
Bases de toma de corriente para uso industrial	*UNE-EN 60309*

2.11 Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación salvo en los casos indicados en el apartado 3.1. de la ITC-BT-21. Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm^2 deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Cuando el sistema de conexión adoptado sea de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, la conexión de los conductores de sección superior a 6 mm^2 debe realizarse mediante terminales engastados al conductor para evitar la rotura o deterioro de los alambres al apretar el borne.

Para facilitar su verificación, ensayos, mantenimiento y substitución, las conexiones deberán ser accesibles.

Tal y como se indica en la ITC-BT21 pto. 3.1, en las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como "canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas" según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Producto	*Norma de aplicación*
Bornes de conexión	*UNE-EN 60998* *UNE-EN 60947-7*
Cajas de empalme y/o derivación	*UNE 20451* *UNE-EN 60670-22*

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973. 2

1. GENERALIDADES 5

2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN 5

2.1 Prescripciones Generales 5

2.1.1 Disposiciones 5
2.1.2 Accesibilidad 6
2.1.3 Identificación 6

2.2 Condiciones particulares 6

2.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores 8
2.2.2 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes 8
2.2.3 Conductores aislados enterrados 9
2.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras 9
2.2.5 Conductores aéreos 9
2.2.6 Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción 9
2.2.7 Conductores aislados bajo canales protectoras 10
2.2.8 Conductores aislados bajo molduras 11
2.2.9 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas 12
2.2.10 Canalizaciones eléctricas prefabricadas 13

3. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN 14

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973.

En esta ITC se recogen los distintos sistemas de instalación de las canalizaciones tal y como los presenta también la norma UNE 2040-5-52, detallándose la forma de efectuar su instalación, así como las principales características de los conductores y de los tubos o canales protectores para cada uno de los sistemas más habituales.

Es de destacar que el sistema de instalación recogido en el RBT 73 como conductores aislados colocados directamente bajo enlucido, cuyo uso estaba restringido a viviendas con grado de electrificación mínima, se ha suprimido en el RBT 2002.

Sin embargo el Reglamento ha dado paso a nuevos sistemas de instalación cuya utilización puede presentar en algunos caso ventajas importantes:

- Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas. (Ver detalles en el apartado 2.2.9)
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas. (Ver detalles en el apartado 2.2.10)

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 18-pto.4.1 Excepciones: - Todos los conductores estarán aislados para la máxima tensión de servicio. - Todos los circuitos partirán del mismo aparato general de mando y protección sin interponer aparatos que transformen la tensión. - Cada circuito estará protegido por separado contra las sobreintensidades.	ITC-BT-20-pto.2.1 Separación de circuitos: No deben instalarse circuitos de potencia y MBTS o MBTP en las mismas canalizaciones excepto: - Cada conductor de un cable esté aislado para la tensión más alta presente en el cable. - Los cables estén instalados en un compartimento separado del conducto o canal.
MI BT 17-pto.2.9.1 No se especifica	ITC-BT-20-pto.2.1.1 Con respecto a la proximidad entre canalizaciones eléctricas y no eléctricas también se tendrá en cuenta que la intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones pueda realizarse sin dañar al resto.
MI BT 18-pto.2, pto.3, pto.4 y pto.5	ITC-BT-20-pto.2.2 Se añaden dos nuevas tablas (Tabla 1 y Tabla 2) las cuales recopilan los posibles sistemas de instalación en función de los tipos de conductores o cables y en función de la situación.
MI BT 18-pto.3 Se describen las características de los sistemas de instalación mediante canalizaciones con conductores desnudos sobre aisladores.	ITC-BT-20 La instalación de canalizaciones mediante conductores desnudos sobre aisladores se contempla únicamente en las tablas 1 y 2, sin especificar sus características.
MI BT 18-pto.4 Cables aislados bajo tubos protectores: Los cables utilizados serán de tensión nominal no inferior a 440V.	ITC-BT-20-pto.2.2.1 Cables aislados bajo tubos protectores: Los cables utilizados serán de tensión nominal no inferior a 450/750V.
MI BT 18-pto.5.1 Cables aislados fijados directamente sobre las paredes: Los cables utilizados serán de tensión nominal no inferior a 750V.	ITC-BT-20-pto.2.2.2 Cables aislados fijados directamente sobre las paredes: Los cables utilizados serán de tensión nominal no inferior a 0,6/1kV.

MI BT 18-pto.5.1	ITC-BT-20-pto.2.2.2 Se elimina la prescripción según la cual la distancia entre dos puntos de fijación sucesivos no excederá de 0,75m para conductores armados. Esta prescripción aplica a todo tipo de cable.
MI BT 18-pto.5.1	ITC-BT-20-pto.2.2.2 Se eliminan las prescripciones relativas a conductores aislados con papel impregnado y los conductores con cubierta de plomo.
	ITC-BT-20-pto.2.2.4 Cables aislados directamente empotrados en estructuras: Aunque este sistema de instalación ya existía, se añade la descripción de sus principales características.
	ITC-BT-20-pto.2.2.5 Cables aéreos: Aunque este sistema de instalación ya existía, se añade la descripción de sus principales características.
MI BT 18-pto.5.3 No se especifica	ITC-BT-20-pto.2.2.6 Cables aislados en el interior de huecos de la construcción: Los cables utilizados serán de tensión nominal no inferior a 450/750V.
MI BT 18-pto.5.3 No se especifica.	ITC-BT-20-pto.2.2.6 Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción siempre que sean no propagadores de llama.
	ITC-BT-20-pto.2.2.7 Cables aislados bajo canales protectoras: Aunque este sistema de instalación ya existía, se añade la descripción de sus principales características.
MI BT 18-pto.5.4 Cables aislados bajo molduras: Los conductores rígidos serán de tensión nominal no inferior a 750V y los flexibles no inferior a 440V.	ITC-BT-20-pto.2.2.8 Cables aislados bajo molduras: Los cables utilizados serán de tensión nominal no inferior a 450/750V.
MI BT 18-pto.5.4 En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 5 cm por encima del suelo.	ITC-BT-20-pto.2.2.8 En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
	ITC-BT-20-pto.2.2.9 Cables aislados en bandeja o soporte de bandejas: Se añade la descripción de sus principales características.
	ITC-BT-20-pto.2.2.10 Canalizaciones eléctricas prefabricadas: Se añade la descripción de sus principales características.

MI BT 18-pto.6	ITC-BT-20-pto.2.3 Paso a través de elementos de la construcción: Se elimina la prescripción según la cual los conductores rígidos aislados con polietileno reticulado que llevan una envolvente de protección de policloropreno cuando sean 1000 V de tensión nominal no necesitan protección suplementaria.
MI BT 18-pto.6	ITC-BT-20-pto.3 Se elimina la prescripción sobre conductores desnudos.

1. GENERALIDADES

Los sistemas de instalación que se describen en esta Instrucción Técnica deberán tener en consideración los principios fundamentales de la norma UNE 20.460 -5-52.

2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizara escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20.460 -5-52.

2.1 Prescripciones Generales

Circuitos de potencia

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

Separación de circuitos

No deben instalarse circuitos de potencia y circuitos de muy baja tensión de seguridad (MBTS ó MBTP) en las mismas canalizaciones, a menos que cada cable esté aislado para la tensión más alta presente o se aplique una de las disposiciones siguientes:

- que cada conductor de un cable de varios conductores esté aislado para la tensión más alta presente en el cable;
- que los conductores estén aislados para su tensión e instalados en un compartimento separado de un conducto o de una canal, si la separación garantiza el nivel de aislamiento requerido para la tensión más elevada.

Para las instalaciones de sistemas de automatización y de gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios , así como para las instalaciones a Muy Baja Tensión se dan prescripciones particulares en la ITC-BT-51 y ITC-BT-36 respectivamente.

2.1.1 Disposiciones

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la Instrucción ITC-BT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
b) Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
- La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
- La condensación
- La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar su evacuación
- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo
- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable
- La intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto

2.1.2 Accesibilidad

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

2.1.3 Identificación

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indelebles y legibles.

2.2 Condiciones particulares

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la tabla 1, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones de las normas de canalizaciones correspondientes. Los sistemas de instalación de las canalizaciones, en función de la situación deben estar de acuerdo con la tabla 2.

Tabla 1. Elección de las canalizaciones

Conductores y cables		**Sistemas de instalación**							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Conductores desnudos		-	-	-	-	-	-	+	-
Conductores aislados		-	-	+	*	+	-	+	-
Cables con cubierta	Multi-polares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Uni-polares	0	+	+	+	+	+	0	+

+ : Admitido
- : No admitido
0 : No aplicable o no utilizado en la práctica
* : Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es IP 4X o IP XXD

Tabla 2. Situación de las canalizaciones

Situaciones		**Sistemas de instalación**							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Huecos de la construcción	accesibles	+	+	+	+	+	+	-	0
	no accesibles	+	0	+	0	+	0	-	-
Canal de obra		+	+	+	+	+	+	-	-
Enterrados		+	0	+	-	+	0	-	-
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	+	0	-	-
En montaje superficial		-	+	+	+	+	+	+	-
Aéreo		-	-	(*)	+	-	+	+	+

+ : Admitido
- : No admitido
0 : No aplicable o no utilizado en la práctica
(*) : No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida

En los apartados 2.2.1 a 2.2.9 se indican las prescripciones para los diferentes sistemas de instalación. Para los cables eléctricos estas prescripciones se limitan a definir solamente la tensión asignada mínima.

Teniendo en cuenta que la elección del tipo de cable varia según las condiciones particulares de la instalación y que ésta ITC-BT es de ámbito general, en cada uno de los apartados existe una amplia gama de posibles tipos de cable. Por lo tanto, se ha optado por incluir los tipos de cable en las diferentes ITC-BT que desarrollan ésta de ámbito general, por ejemplo en la ITC-BT 25 para instalaciones interiores de viviendas.

2.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V y los tubos cumplirán lo establecido en la ITC-BT-21.

Las características mínimas para los sistemas de conducción de cables son:

Producto	*Designación s/norma*	*Norma de aplicación*
Tubo Rígido	*4321 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-1*
Tubo Curvable	*2221 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-2*
Tubo Flexible	*4321 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-3*

2.2.2 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral). Estas instalaciones se realizarán de acuerdo a la norma UNE 20.460 -5-52.

La serie UNE 21 123 define las características de los cables (unipolares y multiconductores) de tensión asignada 0,6/1 kV para instalaciones fijas. Todos los tipos de cable de esta serie UNE disponen de aislamiento y cubierta, algunos disponen de armadura (revestimiento interno constituido por flejes o alambres) destinada a proteger el cable de los efectos mecánicos externos.

Los cables con aislamiento mineral (formado por un polvo de uno o varios minerales comprimidos para formar una masa compacta) de tensión asignada 0,6/1 kV no están normalizados.

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los puntos de fijación de los cables estarán suficientemente próximos para evitar que esta distancia pueda quedar disminuida. Cuando el cruce de los cables requiera su empotramiento para respetar la separación mínima de 3 cm, se seguirá lo dispuesto en el apartado 2.2.1 de la presente instrucción. Cuando el cruce se realice bajo molduras, se seguirá lo dispuesto en el apartado 2.2.8 de la presente instrucción.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o

emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los cables con aislamiento mineral, cuando lleven cubiertas metálicas, no deberán utilizarse en locales que puedan presentar riesgo de corrosión para las cubiertas metálicas de estos cables, salvo que esta cubierta este protegida adecuadamente contra la corrosión.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.2.3 Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

Cuando los conductores se instalen bajo tubo enterrado, no se instalará más de un circuito por cada tubo.

Producto		*Norma de aplicación*
Tubos	*Enterrados*	*UNE-EN 50086-2-4*

2.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5ºC y 90ºC respectivamente (por ejemplo con polietileno reticulado o etileno-propileno).

2.2.5 Conductores aéreos

Los conductores aéreos no cubiertos en 2.2.2, cumplirán lo establecido en la ITC-BT-06.

2.2.6 Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción

Estas canalizaciones están constituidas por cables colocados en el interior de huecos de la construcción según UNE 20.460 -5-52. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire. En el caso de conductos continuos, éstos no podrán destinarse simultáneamente a otro fin (ventilación, etc.).

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Normalmente, como los cables solamente podrán fijarse en puntos bastante alejados entre sí, puede considerarse que el esfuerzo resultante de un recorrido vertical libre no superior a 3 metros quede dentro de los límites admisibles. Se tendrá en cuenta al disponer de puntos de fijación que no debe quedar comprometida ésta, cuando se suelten los bornes de conexión especialmente en recorridos verticales y se trate de bornes que están en su parte superior.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

Cuando no se tomen las medidas para evitar los riesgos anteriores, las canalizaciones cumplirán las prescripciones establecidas para las instalaciones en locales húmedos e incluso mojados que pudieran afectarles.

Las características mínimas para los sistemas de conducción de cables son:

Producto	*Designación s/norma*	*Norma de aplicación*
Tubo Rígido	*4321 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-1*
Tubo Curvable	*2221 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-2*
Tubo Flexible	*4321 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-3*

Todos los cables normalizados son del tipo no propagadores de la llama ya que sus normas constructivas incluyen el ensayo de la norma UNE-EN 50265 "Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama".

Cuando se instalen directamente cables en huecos de la construcción, deben tener aislamiento y cubierta y serán de tensión asignada 0,6/1kV.

2.2.7 Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

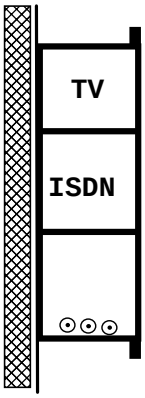


Figura A. Instalación eléctrica, telecomunicación y datos en un canal con separadores.
NOTA – Las siglas ISDN se refieren a los cables de telefonía, comunicación, datos, etc.

Las canales deberán satisfacer lo establecido en la ITC-BT-21.

En las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como “canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas” según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá:

a) Utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V.
b) Colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
c) Realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP 4X o clasificadas como “canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas”, según la Norma UNE EN 50085-1, solo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V.

Producto	*Designación s/norma*	*Norma de aplicación*
Canal protectora	*No propagador de la llama*	*UNE-EN 50085-1*

2.2.8 Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos.

Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V

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

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm^2 serán, como mínimo, de 6 mm.

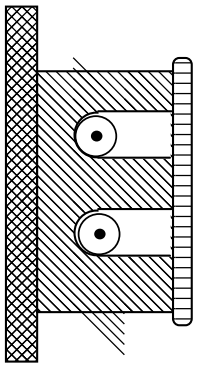


Figura B. Instalación de conductores aislados en el interior de molduras.

Una moldura o canal moldura es una variedad de canal de paredes llenas, de pequeñas dimensiones, conteniendo uno o varios alojamientos para conductores.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

2.2.9 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

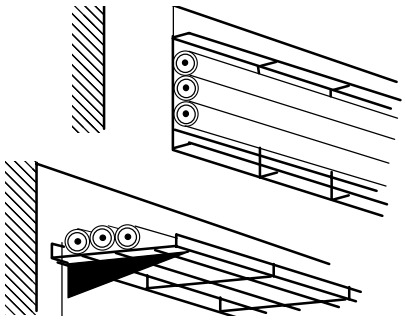


Figura C. Instalación de cables sobre bandejas de rejilla (pueden utilizarse también bandejas ciegas, perforadas o bandejas de escalera)

La norma aplicable a las bandejas y bandejas de escalera es la norma UNE-EN 61537 "Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para conducción de cables".

El cometido de las bandejas es el soporte y la conducción de los cables. Debido a que las bandejas no efectúan una función de protección, se recomienda la instalación de cables de tensión asignada 0,6/1 kV.

Cabe la posibilidad de que las bandejas soporten cajas de empalme y/o derivación.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.

Producto	*Designación s/norma*	*Norma de aplicación*
Bandejas y bandejas de escalera	*No propagador de la llama*	*UNE-EN 61537*

2.2.10 Canalizaciones eléctricas prefabricadas

Deberán tener un grado de protección adecuado a las características del local por el que discurren.

Las canalizaciones prefabricadas para iluminación deberán ser conformes con las especificaciones de las normas de la serie UNE EN 60570.

Las características de las canalizaciones de uso general deberán ser conformes con las especificaciones de la Norma UNE EN 60439-2

Cuando se utilice un sistema de alimentación de luminarias por carril, deberá aplicarse la norma UNE EN 60570. Para otros casos, ya sea aplicaciones generales o luminarias, deberá aplicarse la norma UNE EN 60439-2.

Producto	*Norma de aplicación*
Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias	*UNE EN 60570*
Conjunto de aparamenta. Canalizaciones prefabricadas	*UNE-EN 60439-2*

3. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.
- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.
- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la tabla 3 de la Instrucción ITC-BT-21. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de los tubos estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que éste último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.
- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.
- Los pasos con conductores aislados bajo molduras no excederán de 20 cm; en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.
- En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 centímetros en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible, de clase y resistencia al fuego, como mínimo, igual a la de los materiales de los elementos que atraviesa.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973. ... 2

1. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICO 4

2. CIRCUITOS INTERIORES 4

2.1 Protección general 4
2.2 Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad 6
2.3 Derivaciones 6
2.3.1 Electrificación básica 6
2.3.2 Electrificación elevada 8

3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS, SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS CAIDAS DE TENSIÓN 11

4. PUNTOS DE UTILIZACIÓN 14

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973.

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 23-pto.4.1 - No se especifica que el ICP no pueda actuar como interruptor general. - Se aceptan los diferenciales de 650mA de sensibilidad si la resistencia de tierra no sea mayor que 37Ω. - No se especifica.	ITC-BT25-pto.2.1 Protección general: Los circuitos privados constarán como mínimo de: - Interruptor general automático de corte omnipolar de $I_n \geq 25A$ independiente del ICP. - Uno o varios interruptores diferenciales de sensibilidad máxima de 30mA e intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general. - Dispositivos de protección contra sobretensiones.
No existe.	ITC-BT25-pto.2.1 Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad: Alimentados a MBTS o MBTP con cable de sección mínima de 1,5 mm^2 y protegido contra sobrecargas, sobreintensidades.
MI BT 22-pto.1.2 Circuitos mínimos: Electrificación mínima ($S \leq 80m^2$ y $P \leq 3000W$): - 1 c. alumbrado general + TC generales. - 1 c. Tomas de Corriente (TC) otros usos. Electrificación media ($S \leq 150m^2$ y $P \leq 5000W$): - 1 c. alumbrado general + TC generales. - 1 c. TC otros usos. - 1 c. máquinas de lavar, termo eléctrico y secador. - 1 c. TC cocina y horno. Electrificación elevada ($S \leq 200m^2$ y $P \leq 8000W$): - 2 c. alumbrado general + TC generales. - 1 c. TC otros usos. - 1 c. máquinas de lavar, termo eléctrico y secador. - 2 c. TC cocina y horno.	ITC-BT25-pto.2.3 Circuitos mínimos: Electrificación básica ($S \leq 160m^2$ y $P \geq 5750W$): - 1 c. alumbrado general. - 1 c. TC generales y frigorífico. - 1 c. TC cocina y horno. - 1 c. TC lavadora, lavavajillas y termo eléctrico. - 1 c. TC baño y TC auxiliares cocina. Electrificación elevada ($S \geq 160m^2$ y $P \geq 9200W$): - Circuitos electrificación básica. - 1 c. alumbrado cada 30 puntos de luz. - 1 c. TC generales cada 20 TC. - 1 c. calefacción eléctrica. - 1 c. aire acondicionado. - 1 c. secadora. - 1 c. automatización, seguridad, etc. - 1 c. adicional cocina, lavavajillas, baño, etc.
MI BT 22-pto.1.2 No se fija ningún límite.	ITC-BT25-pto.2.3 Para cada tipo de electrificación se colocará, como mínimo, un interruptor diferencial por cada cinco circuitos instalados.

MI BT 22-pto.1.2 Potencia prevista (W): Iluminación: 60 TC generales: 2200 Cocina y horno: 4400 Lavadora y lavavajillas: 3500 Termo eléctrico: 2200 TC baño y auxiliar cocina: 2200 Calefacción eléctrica: - Aire acondicionado: - Secadora: 3500 Automatización: -	ITC-BT25-pto.3 Potencia prevista (W): Iluminación: 200 TC generales: 3450 Cocina y horno: 5400 Lavadora y lavavajillas: 3450 Termo eléctrico: 3450 TC baño y auxiliar cocina: 3450 Calefacción eléctrica: 5750 máximo por circuito Aire acondicionado: 5750 máximo por circuito Secadora: 3450 Automatización: 2300 máximo por circuito Se indican factores de simultaneidad para cada circuito de utilización.
MI BT 23-pto.6.1.1 Sección mínima conductores (mm^2): Iluminación: 1 TC generales (electrificación mínima): 1,5 TC generales (electrificación. media y elevada): 2,5 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico: 4 Cocina, frigorífico y secadora: 6 (El resto de receptores no se indican)	ITC-BT25-pto.3 Sección mínima conductores (mm^2): Iluminación: 1,5 TC generales: 2,5 Cocina y horno: 6 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico: común (4) individual (2,5) TC baño y auxiliar cocina: 2,5 Calefacción eléctrica: 6º Aire acondicionado: 6 Secadora: 2,5 Automatización: 1,5 Se indican, además, los diámetros exteriores de los tubos o conductos y el amperaje de los interruptores automáticos que protegen cada conductor.
MI BT 23-pto.6.1.2 - ΔV%(max. I Int.)=1,5 % - No se especifica. - No puede realizarse tal compensación.	ITC-BT25-pto.3 Caídas de tensión (Instalación interior I Int.): - ΔV%(max. I Int.)=3% - Se calcula para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización más alejado del origen de la instalación. - Podrá compensarse entre la de la I Int. y la de la DI, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas.
MI BT 23-pto.1.3	ITC-BT25-pto.4 Se han ampliado el número de mecanismos a instalar en las diferentes estancias y su calibre (bases generales 16A 2p+T antes de 10A).

El grado de electrificación de una vivienda será "electrificación elevada" cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- superficie útil de la vivienda superior a 160 m^2.
- si está prevista la instalación de aire acondicionado.
- si está prevista la instalación de calefacción eléctrica.
- si está prevista la instalación de sistemas de automatización.
- si está prevista la instalación de una secadora.
- si el número de puntos de utilización de alumbrado es superior a 30.
- si el número de puntos de utilización de tomas de corriente de uso general es superior a 20.
- si el número de puntos de utilización de tomas de corriente de los cuartos de baño y auxiliares de cocina es superior a 6.
- en otras condiciones específicas indicadas en el punto 2.3 de esta ITC-BT 25.

1. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICO

El grado de electrificación básico se plantea como el sistema mínimo, a los efectos de uso, de la instalación interior de las viviendas en edificios nuevos tal como se indica en la ITC-BT-10. Su objeto es permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

La capacidad de instalación se corresponderá como mínimo al valor de la intensidad asignada determinada para el interruptor general automático. Igualmente se cumplirá esta condición para la derivación individual.

Los capítulos siguientes de esta ITC-BT aplican tanto al grado de electrificación básico como al elevado.

2. CIRCUITOS INTERIORES

2.1 Protección general

Los circuitos de protección privados se ejecutarán según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y constarán como mínimo de:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25 A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. El interruptor general es independiente del interruptor para el control de potencia (ICP) y no puede ser sustituido por éste.

En función de la previsión de carga la intensidad nominal del interruptor general automático será:

Tabla A: escalones de potencia prevista en suministros monofásicos

Electrificación	*Potencia (W)*	*Calibre interruptor general automático (IGA) (A)*
Básica	*5 750*	*25*
	7 360	*32*
Elevada	*9 200*	*40*
	11 500	*50*
	14 490	*63*

El interruptor de control de potencia (ICP) es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada, su colocación es potestativa de la Compañía Suministradora.

- Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general. Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos quedan protegidos frente a intensidades diferenciales-residuales de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior.
Para instalaciones de viviendas alimentadas con redes diferentes a las de tipo TT, que eventualmente pudieran autorizarse, la protección contra contactos indirectos se realizará según se indica en el apartado 4.1 de la ITC-BT-24.

La utilización de un único interruptor diferencial para varios circuitos puede provocar que su actuación desconecte ciertos aparatos, tales como equipos informáticos, frigoríficos y congeladores, cuya desconexión debe ser evitada. Para este tipo de circuitos es conveniente prever una protección diferencial individual.

Para garantizar la selectividad total entre los diferenciales instalados en serie, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1- El tiempo de no-actuación del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo de total de operación del diferencial situado aguas abajo.
Los diferenciales tipo tipo S cumplen con esta condición.
2- La intensidad diferencial-residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situado aguas abajo.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual tipo "S" en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general (disparo instantáneo).

- Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario, conforme a la ITC-BT-23.

Para evitar disparos intempestivos de los interruptores diferenciales en caso de actuación del dispositivo de protección contra sobretensiones, dicho dispositivo debe instalarse aguas arriba del interruptor diferencial (entre el Interruptor General y el propio interruptor diferencial), salvo si el interruptor diferencial es selectivo S.

Con el fin de optimizar la continuidad de servicio en caso de destrucción del limitador de sobretensiones transitorias a causa de una descarga de rayo, superior a la máxima prevista, se debe instalar el dispositivo de protección recomendado por el fabricante, aguas arriba del limitador, con objeto de mantener la continuidad de todo el sistema evitando el disparo del IGA.

Para instalaciones con un único interruptor diferencial, éste debe ser de disparo instantáneo.

2.2 Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad

En el caso de instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, que se desarrolla en la ITC-BT-51, la alimentación a los dispositivos de control y mando centralizado de los sistemas electrónicos se hará mediante un interruptor automático de corte omnipolar con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos que se podrá situar aguas arriba de cualquier interruptor diferencial, siempre que su alimentación se realice a través de una fuente de MBTS o MBTP, según ITC-BT-36.

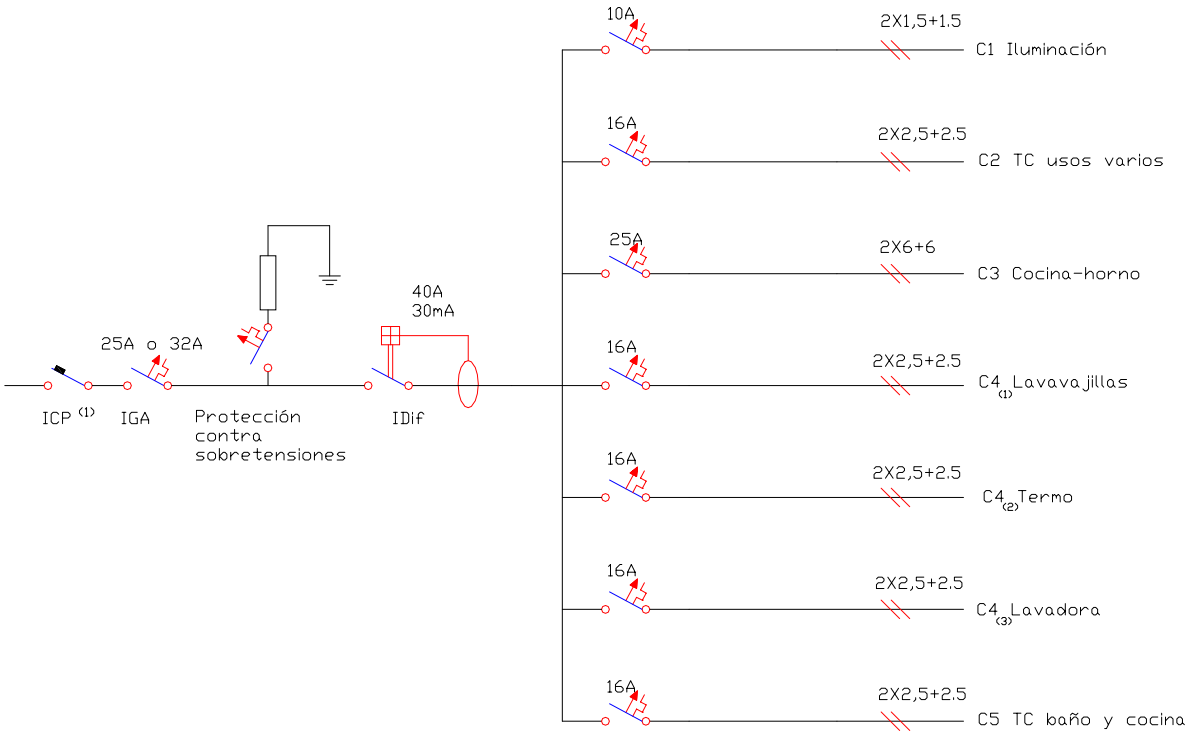
2.3 Derivaciones

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada según su aplicación e indicada en el apartado 3.

2.3.1 Electrificación básica

Circuitos independientes

- C_1 circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C_2 circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C_3 circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.
- C_4 circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C_5 circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.



(1) Según la potencia contratada

Figura A: Ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación básica

Según la nota 8 de la tabla 1 de la presente ITC-BT, en el circuito C_4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico) se recomienda el uso de dos o tres circuitos independientes, sin que esto suponga el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional. Aunque no esté prevista la instalación de un termo eléctrico, se instalará su toma de corriente, quedando disponible para otros usos, por ejemplo alimentación de caldera de gas.

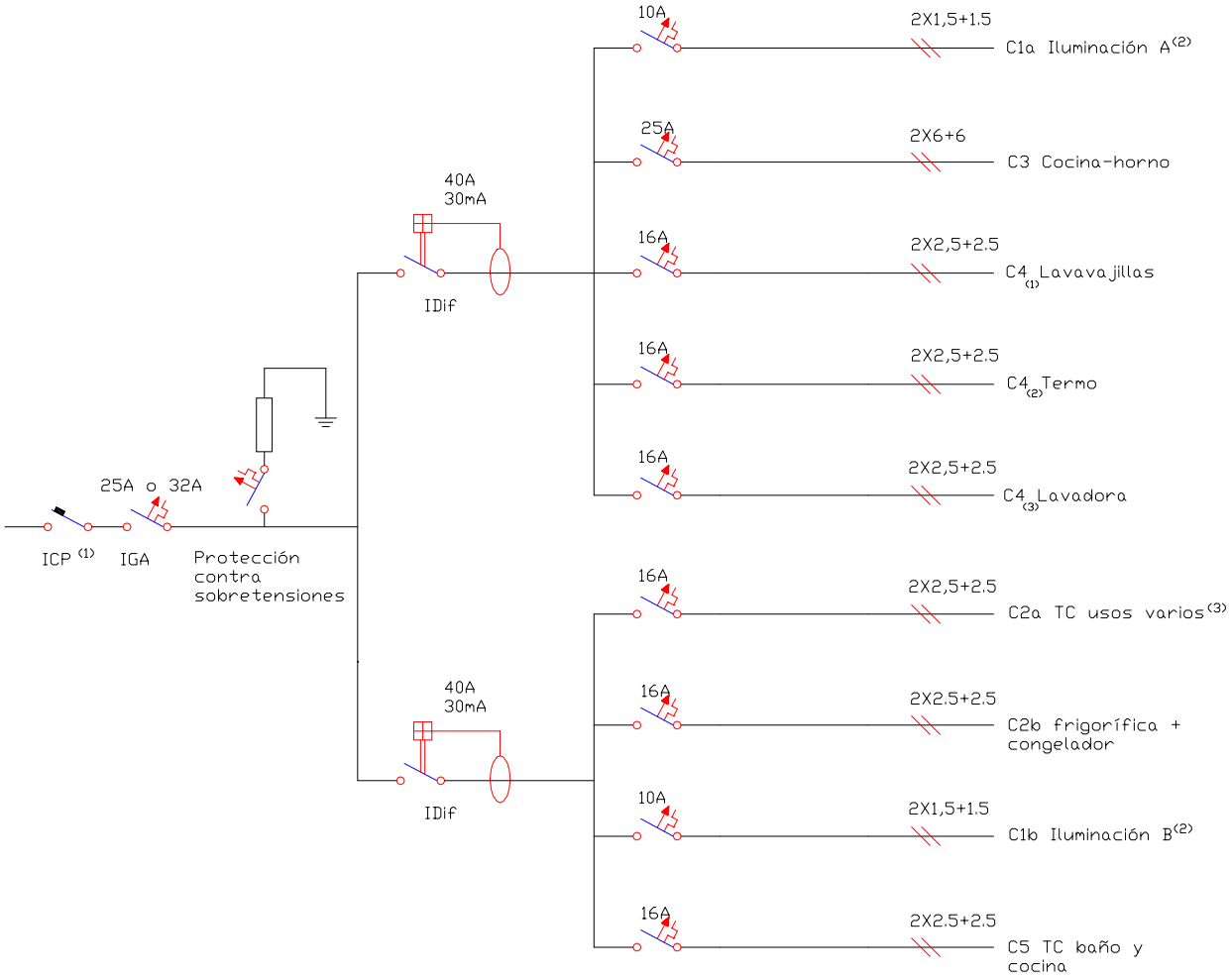
Una base de toma de corriente prevista para la conexión de aparatos de iluminación, que esté comandada por un interruptor (p.e. lámparas de mesilla de noche o vestíbulo o de pie), se considera perteneciente al circuito C_1.

La eventual toma para la instalación de una bañera de hidromasaje será del circuito C_5 y su instalación debe cumplir los requisitos establecidos en la ITC-BT-27.

La toma del horno microondas se considera perteneciente al circuito C_5.

En el caso del desdoblamiento de los circuitos C_1, C_2 o C_5 cuando no se supera el número máximo de puntos de utilización establecido en la tabla 1 de esta ITC-BT (por ejemplo 22 puntos de luz en dos circuitos de 11 puntos cada uno):

- *se debe mantener la sección mínima de los conductores y el calibre de los interruptores automáticos reflejados en la tabla 1 para dicho circuito.*
- *se debe instalar un interruptor diferencial adicional si el número total de circuitos es superior a 5.*
- *no supondrá el paso a electrificación elevada si se mantiene el mismo interruptor general que corresponda a la previsión de cargas inicial.*



(1) Según la potencia contratada
(2) Puntos C_{1a} + puntos C1b ≤ 30
(3) Circuito C_{2a}: 18 tomas como máximo

Figura B: Ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación básica con circuitos desdoblados.

2.3.2 Electrificación elevada

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar mas de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m^2. En este caso se instalará, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

C_6	Circuito adicional del tipo C_1, por cada 30 puntos de luz
C_7	Circuito adicional del tipo C_2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m^2.
C_8	Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción

eléctrica, cuando existe previsión de ésta.

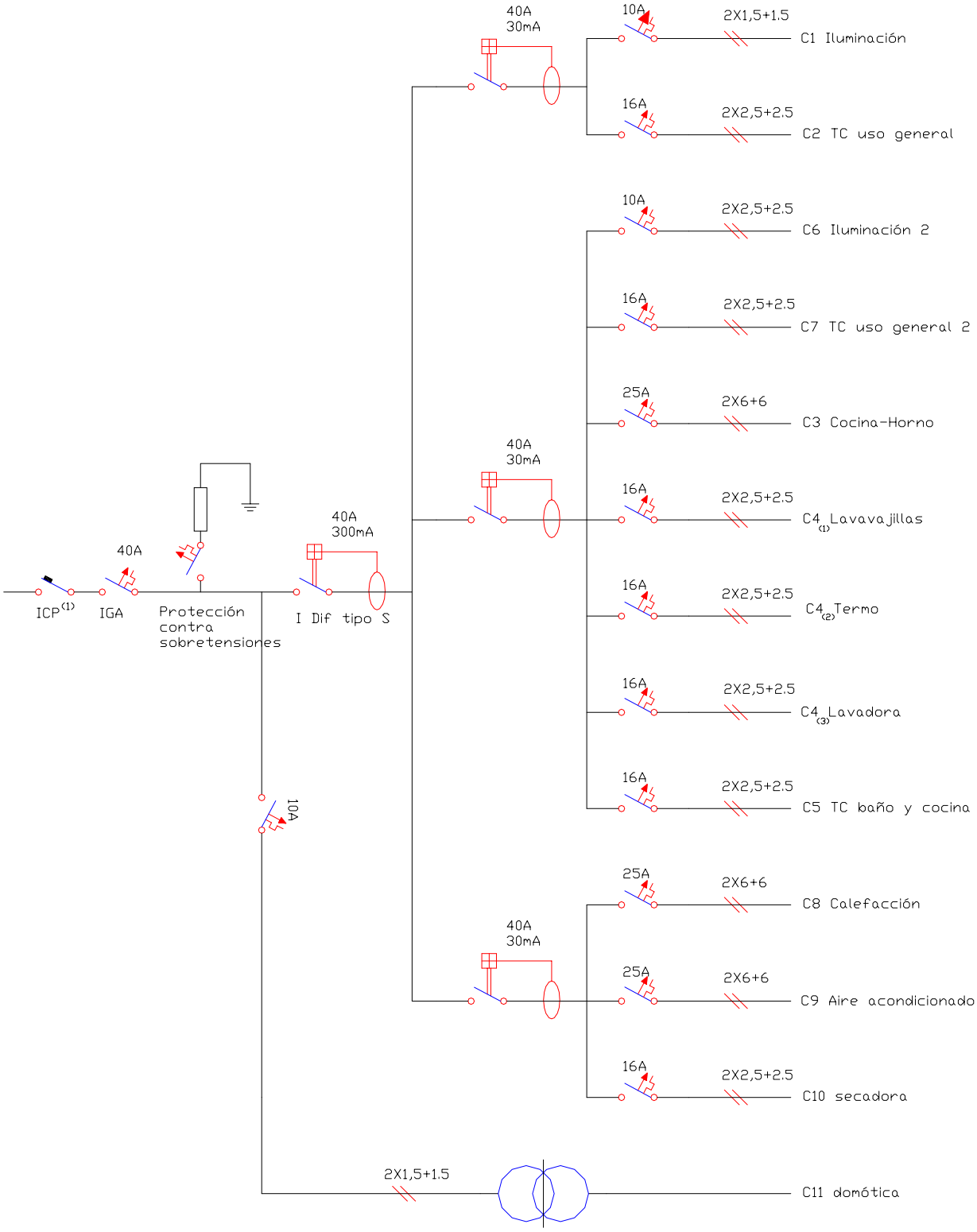
C_9 Circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste

C_{10} Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente

C_{11} Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.

C_{12} Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C_3 o C_4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C_5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Tanto para la electrificación básica como para la elevada, se colocará, como mínimo, un interruptor diferencial de las características indicadas en el apartado 2.1 por cada cinco circuitos instalados.



(1) Según la potencia contratada

Figura C: Ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación elevada (previsión de carga 9 200 W).

3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS, SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS CAIDAS DE TENSIÓN

En la Tabla 1 se relacionan los circuitos mínimos previstos con sus características eléctricas.

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización. De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la fórmula:

$$I = n \times I_a \times Fs \times Fu$$

N	nº de tomas o receptores
Ia	Intensidad prevista por toma o receptor
Fs (factor de simultaneidad)	Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total
Fu (factor de utilización)	Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor

Los dispositivos automáticos de protección tanto para el valor de la intensidad asignada como para la Intensidad máxima de cortocircuito se corresponderá con la intensidad admisible del circuito y la de cortocircuito en ese punto respectivamente.

Los conductores serán de cobre y su sección será como mínimo la indicada en la Tabla 1, y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3 %. Esta caída de tensión se calculará para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización mas alejado del origen de la instalación interior. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

En la tabla B se presentan los valores máximos de longitud de los conductores en función de su sección y de la intensidad nominal del dispositivo de protección para una caída de tensión del 3%, una temperatura estimada del conductor de 40 ºC y unos valores del factor de potencia de cosφ = 1.

Tabla B: Valor de la longitud máxima del cable (m).

Sección del conductor (mm^2)	*Intensidad nominal del dispositivo de protección (A)*			
	10	*16*	*20*	*25*
1,5	*27*			
2,5	*45*	*28*		
4		*45*	*36*	
6			*53*	*43*

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos[1]

Circuito de utilización	**Potencia prevista por toma (W)**	**Factor simultaneidad Fs**	**Factor utilización Fu**	**Tipo de toma** (7)	**Interruptor Automático (A)**	**Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito**	**Conductores sección mínima mm^2** (5)	**Tubo o conducto Diámetro mm** (3)
C_1 Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz[9]	10	30	1,5	16
C_2 Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C_3 Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C_4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A [8]	20	3	4 [6]	20
C_5 Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C_8 Calefacción	[2]	---	---	---	25	---	6	25
C_9 Aire acondicionado	[2]	---	---	---	25	---	6	25
C_{10} Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C_{11} Automatización	[4]	---	---	---	10	---	1,5	16

(1) La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.

(2) La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W

(3) Diámetros externos según ITC-BT 19

(4) La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W

(5) Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación

(6) En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm^2 que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm^2.

(7) Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.

(8) Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.

(9) El punto de luz incluirá conductor de protección.

4. PUNTOS DE UTILIZACIÓN

En cada estancia se utilizará como mínimo los siguientes puntos de utilización:

Tabla 2.

Estancia	**Circuito**	**Mecanismo**	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C_1	pulsador timbre	1	
Vestíbulo	C_1	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	--- ---
	C_2	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C_1	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m^2 (dos si S > 10 m^2) uno por cada punto de luz
	C_2	Base 16 A 2p+T	3 (1)	una por cada 6 m^2, redondeado al entero superior
	C_8	Toma de calefacción	1	hasta 10 m^2 (dos si S > 10 m^2)
	C_9	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m^2 (dos si S > 10 m^2)
Dormitorios	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m^2 (dos si S > 10 m^2) uno por cada punto de luz
	C_2	Base 16 A 2p+T	3(1)	una por cada 6 m^2, redondeado al entero superior
	C_8	Toma de calefacción	1	---
	C_9	Toma de aire acondicionado	1	---
Baños	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	--- ---
	C_5	Base 16 A 2p+T	1	---
	C_8	Toma de calefacción	1	---
Pasillos o distribuidores	C_1	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1 1	uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
	C_2	Base 16 A 2p + T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C_8	Toma de calefacción	1	---
Cocina	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m^2 (dos si S > 10 m^2) uno por cada punto de luz
	C_2	Base 16 A 2p + T	2	extractor y frigorífico
	C_3	Base 25 A 2p + T	1	cocina/horno
	C_4	Base 16 A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C_5	Base 16 A 2p + T	3 (2)	encima del plano de trabajo
	C_8	Toma calefacción	1	---
	C_{10}	Base 16 A 2p + T	1	secadora
Terrazas y Vestidores	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m^2 (dos si S > 10 m^2) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m^2 (dos si S > 10 m^2) uno por cada punto de luz
	C_2	Base 16 A 2p + T	1	hasta 10 m^2 (dos si S > 10 m^2)

(1) En donde se prevea la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple, y en este caso se considerará como una sola base a los efectos del número de puntos de utilización de la tabla 1.

(2) Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina

Las ubicaciones indicadas en la tabla 2 se considera orientativa, por ejemplo la lavadora puede estar instalada en otra dependencia de la vivienda.

El timbre no computa como "punto de utilización" en el circuito C_1.

Los conmutadores, cruzamientos, telerruptores y otros dispositivos de características similares se consideran englobados en el genérico "interruptor" indicado en la anterior tabla.

Punto de luz es un punto de utilización del circuito de alumbrado que va comandado por un interruptor independiente y al que pueden conectarse una o varias luminarias.

En el caso de instalar varias tomas de corriente para receptor de TV o asociadas a la infraestructura común de la telecomunicaciones (ICT), computa como un solo punto de utilización hasta un máximo de 4 tomas.

Se recomienda que los puntos de utilización para calefacción, aire acondicionado y circuito de sistemas de automatización sean del tipo caja de conexión que incorpore regleta de conexión y dispositivo de retención de cable.

Prescripciones mínimas y de confort.

Esta ITC-BT tiene como objetivo fijar los puntos de utilización mínimos que debe tener la instalación de una vivienda, desde un punto de vista de seguridad eléctrica. Sin embargo, el incremento de la utilización de la energía eléctrica en las viviendas y la aplicación del concepto "diseño para todos" aconseja que en el diseño de la instalación se tengan en cuenta las posibles necesidades particulares del usuario y sus limitaciones (debido a la edad, discapacidad, etc.), así como sus futuras demandas.

Por esto se recomienda:

- diseñar la instalación con una suficiente previsión (instalación de conductos vacíos, reservar espacio en el cuadro de distribución para futuros dispositivos, etc.) que permita una futura ampliación sin necesidad de hacer obras.

- prever un número de tomas de puntos de iluminación, tomas de corriente de usos generales o en baño y auxiliares de cocina superior a los indicados en la tabla 1 de esta ITC-BT, de este modo además de tener una instalación acorde a la necesidad del usuario, se mejora la seguridad de la instalación al reducir el uso de conectores multivía o prolongadores y evitar la realización de futuras modificaciones de la instalación por personal no calificado.

- no intentar un ahorro ficticio apurando al máximo las tomas por circuito para reducir el número de circuitos. Incrementar los circuitos y pasar al grado de electrificación elevado no tiene obligatoriamente consecuencias prácticas de cambio de potencia contratada a la Compañía Suministradora, se obtiene mayor confort pero no mayor consumo.

- en viviendas con más de una altura, por ejemplo unifamiliares o duplex, se situará un cuadro general de mando y protección en cada planta de manera que los circuitos de cada planta estén protegidos en el cuadro ubicado en su planta.

Las siguientes tablas, resumen los puntos de utilización mínimos, así como los recomendados para garantizar el adecuado confort de la instalación.

1. Electrificación del acceso a la vivienda

Prescripciones Reglamentarias	
Mecanismo	**Nº Prescrito**
Pulsador para timbre	1

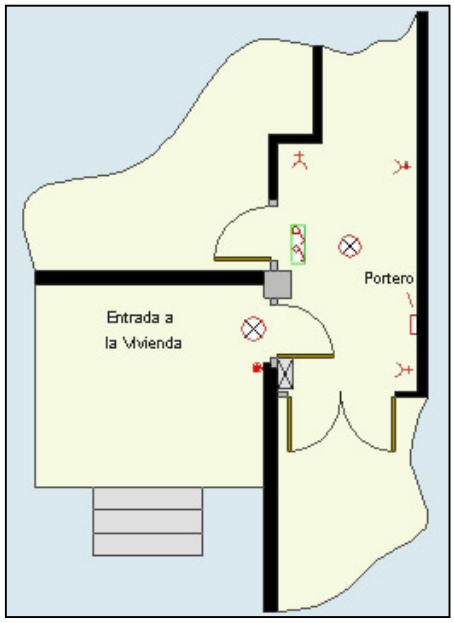


Figura D: Plano de planta del acceso de la vivienda y el vestíbulo

Prescripciones de confort de uso no obligatorio	
Mecanismo	***Nº aconsejado***
Pulsador para timbre	*1*
Punto de luz (vivienda unifamiliar)	*1*
Vídeo portero (vivienda unifamiliar)	*1*

2. Electrificación del vestíbulo

Prescripciones Reglamentarias	
Mecanismo	**Nº Prescrito**
Punto de luz	1
Interruptor 10 A	1
Base 16 A (2P+T)	1

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	***Superficie / Longitud***	***Nº aconsejado***
Punto de luz	*1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)*	*1 ó 2*
	Luz exterior (vivienda unifamiliar)	*1*
Interruptor 10 A	*Por punto de luz*	*1*
Base 16 A (2P+T)	*1*	*1*
Zumbador	*-*	*1*
*Toma Calefacción eléctrica**	*-*	*1*
Vídeo portero	*-*	*1*
** Cuando se prevea su instalación*		

3. Electrificación de la sala de estar o salón

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	**Superficie / Longitud**	**Nº Prescrito**
Punto de luz	1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1 ó 2
Base 16 A (2P+T)	Una por cada 6 m2 redondeando al entero superior	3
Toma Calefacción eléctrica	1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)	1 ó 2
Toma Aire acondicionado	1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)	1 ó 2

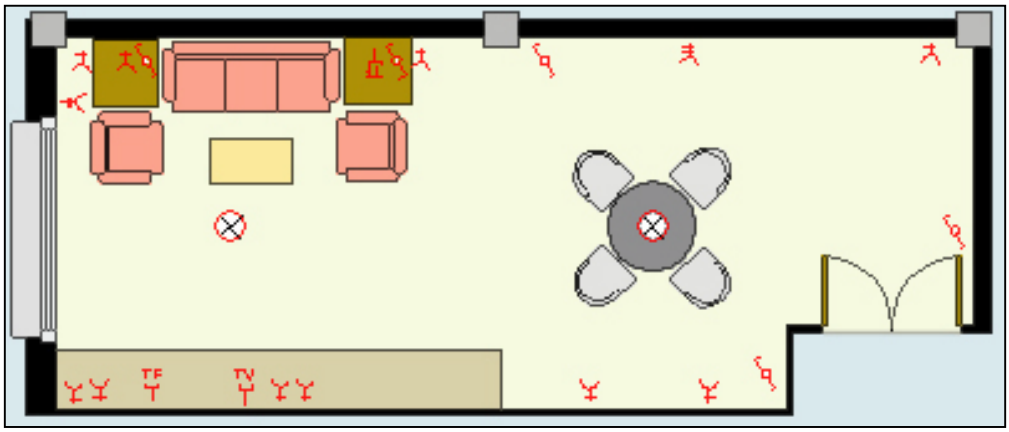


Figura E: Plano de planta de la sala de estar o salón.

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	***Superficie / Longitud***	***Nº aconsejado***
Punto de luz	*1 hasta 10m^2 (2 si S>10 m^2)*	*1 ó 2*
Interruptor	*Por punto de luz*	*--*
*Toma Calefacción eléctrica **	*1 hasta 10m^2 (2 si S>10 m^2)*	*1 ó 2*
*Toma Aire acondicionado **	*1 hasta 10m^2 (2 si S>10 m^2)*	*1 ó 2*
Base 16 A (2P+T)	*Una por cada 6m^2 redondeando al entero superior*	*4*
Toma telefónica	*Teléfono*	*2*
Base 16 A (2P+T)	*Televisor y vídeo*	*1 múltiple*
Base 16 A (2P+T)	*Equipo de música*	*1*
** Cuando se prevea su instalación*		

4. Electrificación del dormitorio

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	**Superficie / Longitud**	**Nº Prescrito**
Punto de luz	1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2P+T)	Una por cada 6 m^2 redondeando al entero superior	3
Toma Calefacción eléctrica	-	1
Toma Aire acondicionado	-	1

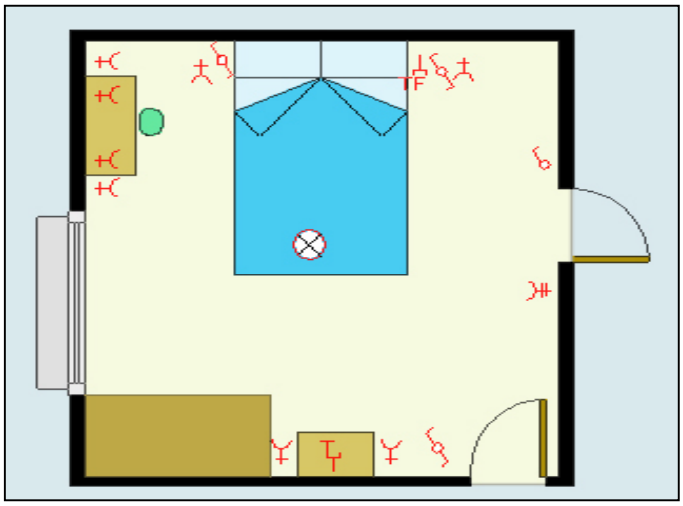


Figura F: Plano de planta del dormitorio

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	***Superficie / Longitud***	***Nº aconsejado***
Punto de luz	*Habitaciones individuales*	*2**
	Habitaciones dobles	*3**
Interruptor	*Por punto de luz*	*--*
*Toma Calefacción eléctrica***	*1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)*	*1*
*Toma Aire acondicionado***	*1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)*	*1*
Base 16 A (2P+T)	*Una por cada 6 m^2 redondeando al entero superior*	*4*
Toma telefónica	*Teléfono*	*2*
Base 16 A (2P+T)	*Televisor*	*1*
Base 16 A (2P+T)	*Ordenador*	*1*
Base 16 A (2P+T)	*Equipo de música*	*1*
2 en habitaciones individuales, 1 en mesilla de noche y 1 en techo* *3 en habitaciones dobles, 2 en mesillas de noche y 1 en techo* * Cuando se prevea su instalación*		

5. Electrificación de la cocina

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	**Superficie / Longitud**	**Nº Prescrito**
Punto de luz	1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2P+T)	Extractor y frigorífico	2
Base 16 A (2P+T)	Cocina/horno	1
Base 16 A (2P+T)	Lavadora, lavavajillas y termo	3
Base 16 A (2P+T)	Encima del plano de trabajo	3
Toma Calefacción eléctrica	-	1
Base 16 A (2P+T)	Secadora	1

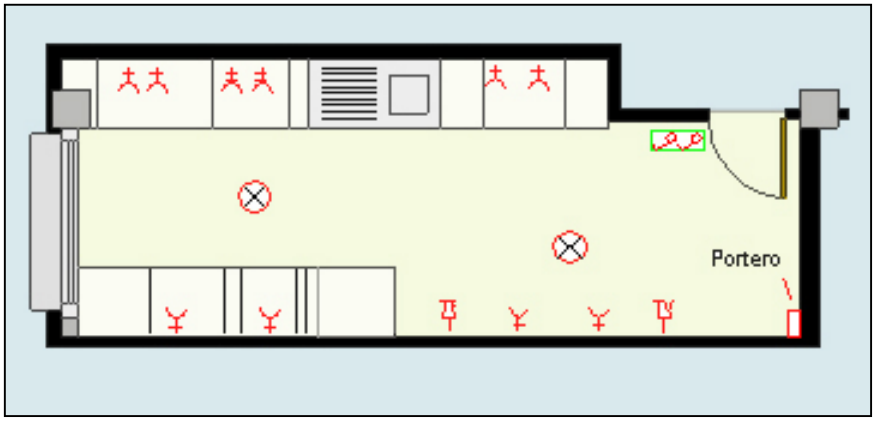


Figura G: Plano de planta de la cocina

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	***Superficie / Longitud***	***Nº aconsejado***
Punto de luz	*1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)*	*1 ó 2*
Interruptor	*Por punto de luz*	*--*
Base 16 A (2P+T)	*Encima del plano de trabajo **	*4*
Base 16 A (2P+T)	*Lavadora, Lavavajillas y Termo*	*3*
Base 16 A (2P+T)	*Extractor y Frigorífico*	*2*
Base 25 A (2P+T)	*Cocina/horno*	*1*
*Toma calefacción eléctrica***	*1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)*	*1 ó 2*
*Base 16 A (2P+T)***	*Secadora*	*1*
Toma telefónica	*Teléfono*	*1*
Base 16 A (2P+T)	*Televisor*	*1*

** Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina*
*** Cuando se prevea su instalación*

6. Electrificación del baño-aseo

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	**Superficie / Longitud**	**Nº Prescrito**
Punto de luz	-	1
Interruptor 10 A	-	1
Base 16 A (2P+T)	-	1
Toma Calefacción eléctrica	-	1

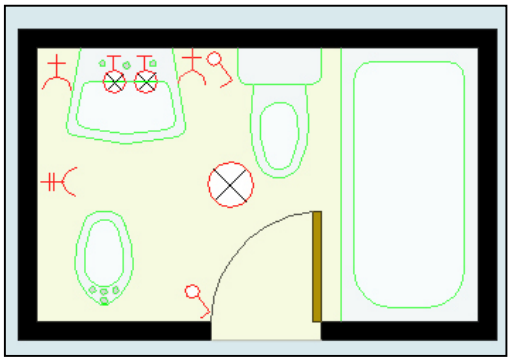


Figura H: Plano de planta del baño-aseo

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	***Superficie / Longitud***	***Nº aconsejado***
Punto de luz	*-*	*2*
Interruptor	*Por punto de luz*	*2*
Base 16 A (2P+T)	*-*	*2*
*Toma Calefacción eléctrica**	*-*	*1*
** Cuando se prevea su instalación*		

7. Electrificación del pasillo

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	**Superficie / Longitud**	**Nº Prescrito**
Punto de luz	Uno cada 5 m de longitud	1
Interruptor 10 A	Uno en cada acceso	1
Base 16 A (2P+T)	1 hasta 5 m (dos si L>5 m)	1 ó 2
Toma Calefacción eléctrica	-	1

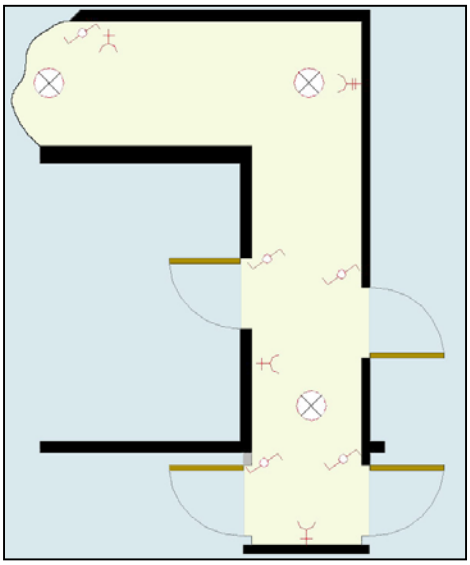


Figura I: Plano de planta del pasillo

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	***Superficie / Longitud***	***Nº aconsejado***
Punto de luz	*Uno cada 5 m de longitud*	*2*
Interruptor	*Uno en cada acceso*	*2*
Base 16 A (2P+T)	*1 hasta 5 m (uno adicional si L>5 m)*	*1 ó 2*
*Toma Calefacción eléctrica**	*-*	*1*
** Cuando se prevea su instalación*		

8. Electrificación de la terraza o jardín

En caso de que una vivienda disponga de jardín, la instalación eléctrica de este debe de ser un circuito independiente del resto de la vivienda.
Las bases exteriores destinadas a alimentar aparatos fijos o móviles deberán estar protegidas por un diferencial independiente del de los circuitos interiores, de 30mA .

Las bases, interruptores y luminarias instaladas en el jardín, deberán tener un grado IP44.

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	**Superficie / Longitud**	**Nº Prescrito**
Punto de luz	1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1

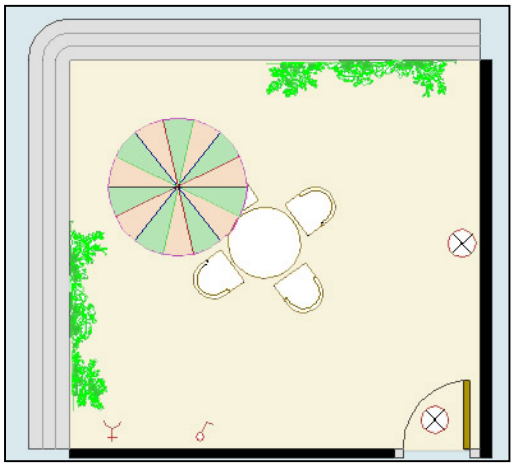


Figura J: Plano de planta de la terraza

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	***Superficie / Longitud***	***Nº aconsejado***
Punto de luz	*Entrada*	*1*
	Otra zona *1hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)*	1 ó 2
Interruptor	*Por punto de luz*	*1**
Base 16 A (2P+T)	-	*2*
** El o los puntos de luz instalados en el jardín pueden estar controlados por un interruptor horario programado para su encendido y apagado.*		

9. Electrificación del garaje unifamiliar

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	**Superficie / Longitud**	**Nº Prescrito**
Punto de luz	1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1
Base 16 A (2P+T)	1 hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)	1 ó 2

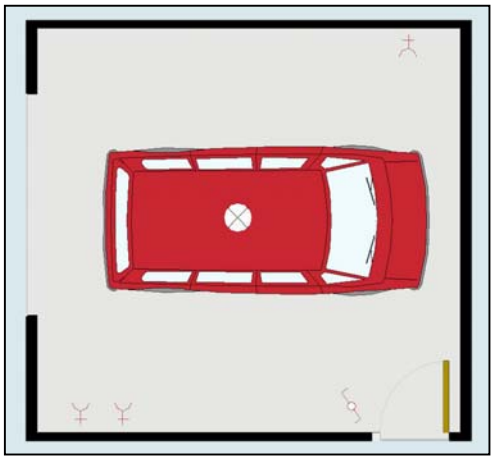


Figura K: Plano de planta del garaje unifamiliar

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	***Superficie / Longitud***	***Nº aconsejado***
*Punto de luz**	*1hasta 10 m^2 (2 si S>10 m^2)*	*1 ó 2*
Interruptor	*Por punto de luz*	*1*
Base 16 A (2P+T)	-	*2*
**Es recomendable llevar a cabo la instalación de un circuito de alumbrado de emergencia.* *La iluminancia mínima para este tipo de estancias es de 150 lux.*		

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973. 2

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN 3

2. TENSIONES DE UTILIZACIÓN Y ESQUEMA DE CONEXIÓN 3

3. TOMAS DE TIERRA 3

3.1 Instalación 3
3.2 Elementos a conectar a tierra 5
3.3 Puntos de puesta a tierra 6
3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones 6
3.5 Conductores de protección 8

4. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS 8

5. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 8

6. CONDUCTORES 9

6.1 Naturaleza y Secciones 9
6.1.1 Conductores activos 9
6.1.2 Conductores de protección 10
6.2 Identificación de los conductores 10
6.3 Conexiones 11

7. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES 11

7.1 Sistema de instalación 11
7.2 Condiciones generales 12

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973.

RBT 1973	RBT 2002
MI BT 23-pto.3.1 El cable a instalar para establecer la toma de tierra del edificio tendrá una sección mínima de 35 mm^2 si es de Cu y 95 mm^2 si es de acero galvanizado.	ITC-BT 26-pto.3.1 Para las secciones del cable de tierra, se remite a la ITC-BT-18, P.3.2 en donde se presenta una tabla con valores inferiores a los presentados en el reglamento del 73.
MI BT 23-pto.4 Protección contra contactos indirectos: Se describen los siguientes sistemas de protección contra contactos indirectos: - Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. - Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. - Puesta a tierra de las masas y empleo de interruptores diferenciales. - Se indica que se procurará que a resistencia de tierra no sea superior a los 37Ω para poder utilizar diferenciales de 650mA. - Dispositivos de corte por tensión de defecto.	ITC-BT 26-pto.4 Protección contra contactos indirectos: Únicamente se remite a la ITC-BT-25 P.2.1 que indica que los diferenciales serán de 30mA como máximo y ni en esta ITC ni en la ITC-BT-24 se indica un valor máximo para la resistencia de tierra sino que lo que nos limita la sensibilidad de los diferenciales es la tensión de contacto (24V locales húmedos o mojados y 50V locales secos).
MI BT 24-pto.1.1 Sistemas de instalación: - Conductores aislados bajo tubo, empotrado o en montaje superficial. - Conductores aislados bajo molduras o rodapiés. - Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción. - Conductores aislados instalados directamente bajo el enlucido.	ITC-BT 26-pto.7.1 Sistemas de instalación (ejecución): Instalaciones empotradas: - Cables aislados bajo tubo flexible. - Cables aislados bajo tubo curvable. Instalaciones superficiales: - Cables aislados bajo tubo curvable. - Cables aislados bajo tubo rígido. - Cables aislados bajo canal cerrada. - Canalizaciones prefabricadas
MI BT 24-pto.1.2 Condiciones generales (ejecución): Cuando las tomas de corriente de una misma habitación no puedan ser conectadas a la misma fase, es necesario que entre aquellas conectadas a fases diferentes exista una distancia mínima de 1,5m.	ITC-BT 26-pto.7.2 Condiciones generales (ejecución): Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a las misma fase.

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las prescripciones objeto de esta Instrucción son complementarias de las expuestas en la ITC-BT-19 y aplicables a las instalaciones interiores de las viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos.

2. TENSIONES DE UTILIZACIÓN Y ESQUEMA DE CONEXIÓN

Las instalaciones de las viviendas se consideran que están alimentadas por una red de distribución pública de baja tensión según el esquema de distribución “TT” (ITC-BT-08) y a una tensión de 230 V en alimentación monofásica y 230/400 V en alimentación trifásica.

3. TOMAS DE TIERRA

3.1 Instalación

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema:

Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos, se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible.

Los conductores de cobre desnudos utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21 022 (conductor formado por varios alambres rígidos cableados entre sí). Con una sección mínima de 35 mm^2 según NTE 1973 “Puesta a tierra”.

La profundidad mínima de enterramiento del conductor recomendada es de 0,8 m.

Cuando se deba mejorar la eficacia de la puesta a tierra de la conducción enterrada, se añadirán el número de picas necesarias que se repartirán proporcionalmente a lo largo del anillo enterrado, conectadas a ésta y separadas una distancia no inferior a 2 veces su longitud.

Producto	*Norma de aplicación*
Picas de puesta a tierra para edificios	*UNE 202 006*
Conductor de cobre desnudo (clase 2)	*UNE 21 022*

Mediante la tabla A puede determinarse el número orientativo de electrodos verticales en función de las características del terreno, la longitud del anillo y según la presencia o no de pararrayos en el edificio.

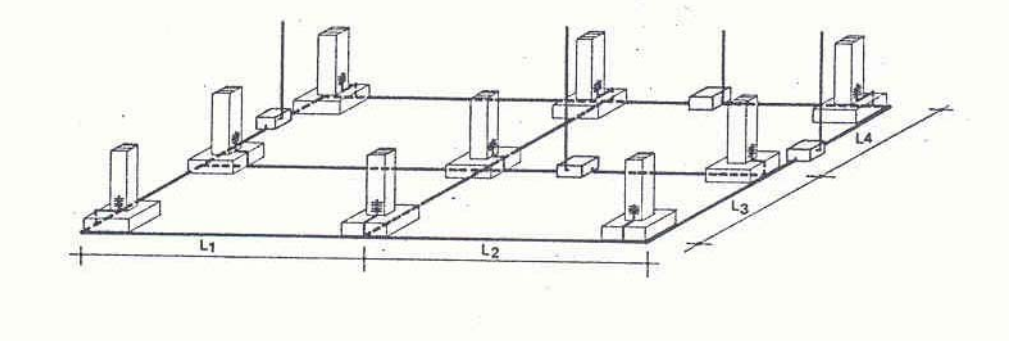
La resistencia a tierra obtenida con la aplicación de los valores de esta tabla debería ser, en la práctica, inferior a 15 Ω para edificios con pararrayos y de 37 Ω para edificios sin pararrayos .

Tabla A: Número de electrodos en función de las características del terreno y la longitud del anillo.

Terrenos orgánicos, arcillas y margas		*Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas*		*Calizas agrietadas y rocas eruptivas*		*Grava y arena silícea*		*Nº de picas de longitud (2 metros)*
sin pararrayos	*con pararrayos*	*sin pararrayos*	*con pararrayos*	*sin pararrayos*	*con pararrayos*	*sin pararrayos*	*con pararrayos*	
25	*34*	*28*	*67*	*54*	*134*	*162*	*400*	*0*
^	*30*	*25*	*63*	*50*	*130*	*158*	*396*	*1*
	26	^	*59*	*46*	*126*	*154*	*392*	*2*
	^		*55*	*42*	*122*	*150*	*388*	*3*
			51	*38*	*118*	*146*	*384*	*4*
			47	*34*	*114*	*142*	*380*	*5*
			43	*30*	*110*	*138*	*376*	*6*
			39	^	*106*	*134*	*372*	*7*
			35		*105*	*130*	*368*	*8*
			^		*98*	*126*	*364*	*9*
					94	*122*	*360*	*10*
					74	*102*	*340*	*15*
					^	*82*	*320*	*20*
						^	*280*	*30*
							240	*40*
							200	*50*
							^	

^ aumentar la longitud de los conductores enterrados del anillo.
∑ L = longitud en planta de la conducción enterrada, en m

Figura A: Ejemplo de anillo enterrado de puesta a tierra



La longitud en planta de este anillo es: $L = 3\,L_1 + 3\,L_2 + 3\,L_3 + 3\,L_4$

Ejemplo: Determinar el número de picas necesario para un edificio con pararrayos, en terreno de arena arcillosa y con una longitud en planta de conducción enterrada de ∑ L = 33 m

Según la tabla A, para un edificio de estas características:

- *la longitud mínima de la conducción enterrada debe ser de 35 m, por lo que debemos disponer como mínimo de 2 m más de conducción.*
- *además, para 35 m de conducción enterrada necesitamos colocar 8 picas*

En rehabilitación o reforma de edificios existentes, la toma de tierra se podrá realizar también situando en patios de luces o en jardines particulares del edificio, uno o varios electrodos de características adecuadas.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado para ellos en la Instrucción ITC-BT-18.

Según la ITC-BT-18 las secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra o líneas de enlace con el electrodo de puesta a tierra son:

TIPO	*Protegido mecánicamente*	*No protegido mecánicamente*
*Protegido contra la corrosión**	*Según apartado 3.4 (1)*	*16 mm^2 Cobre* *16 mm^2 Acero Galvanizado*
No protegido contra la corrosión	*25 mm^2 Cobre* *50 mm^2 Hierro*	
** La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente*		

(1) El apartado 3.4 de la ITC-BT-18 establece:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm^2)	*Sección mínima de los conductores de protección S$_p$(mm^2)*
S ≤ 16	*S$_p$ = S*
16< S ≤ 35	*S$_p$ = 16*
S > 35	*S$_p$ = S/2*

3.2 Elementos a conectar a tierra

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

Cuando dichas partes conductoras tengan su origen en el exterior del edificio, deberán conectarse a tierra tan cerca como sea posible de su entrada al edificio.

3.3 Puntos de puesta a tierra

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

a) En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc., en rehabilitación o reforma de edificios existentes.
b) En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
c) En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
d) En el punto de ubicación de la caja general de protección.
e) En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

En edificios de viviendas existen cinco posibles puntos o bornes de puesta a tierra, pudiendo coexistir varios a la vez, en cuyo caso se considera borne principal el situado en la centralización de contadores.

En nuevas instalaciones los puntos de conexión o bornes de puesta a tierra, deberán situarse en las ubicaciones b), c) y d) y si procede la e).

En la rehabilitación y reforma de edificios existentes la ubicación indicada en a) se considera orientativa ya que depende de las características particulares de cada edificio, y si es posible deben situarse en el resto de puntos indicados.

El punto de puesta a tierra ubicado en la Caja General de Protección, deberá estar situado junto a la misma, a efectos de ser utilizada como punto para mediciones, o durante la ejecución, mantenimiento o reparación de la red de distribución.

3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones

Las líneas principales y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las de las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales.

Tanto las líneas principales de tierra como las derivaciones de las líneas principales de tierra forman parte de lo que la ITC-BT-18 define como conductores de protección. Las líneas principales se encuentran conectadas directamente a un borne de puesta a tierra, mientras que las derivaciones se conectan a tierra a través de las líneas principales.

En edificios para viviendas con una única centralización de contadores la línea principal de tierra está formada por el conductor de protección que va desde el borne de puesta hasta el embarrado de protección y bornes de salida de la centralización de contadores. Cuando existen centralizaciones de contadores en varias ubicaciones esta línea principal de tierra discurre por la misma canalización que la LGA hasta el embarrado de protección de cada centralización.

La derivación de una línea principal de tierra está formada por el conductor de protección que discurre desde el embarrado de protección de la centralización de contadores hasta el origen de la instalación interior, por la misma canalización que las derivaciones individuales.

Las líneas de tierra de la instalación interior se denominan simplemente conductores de protección.

Únicamente es admitida la entrada directa de las derivaciones de la línea principal de tierra en cocinas y cuartos de aseo, cuando, por la fecha de construcción del edificio, no se hubiese previsto la instalación de conductores de protección. En este caso, las masas de los aparatos receptores, cuando sus condiciones de instalación lo exijan, podrán ser conectadas a la derivación de la línea principal de tierra directamente, o bien a través de tomas de corriente que dispongan de contacto de puesta a tierra. Al punto o puntos de puesta a tierra indicados como a) en el apartado 3.3, se conectarán las líneas principales de tierra. Estas líneas podrán instalarse por los patios de luces o por canalizaciones interiores, con el fin de establecer a la altura de cada planta del edificio su derivación hasta el borne de conexión de los conductores de protección de cada local o vivienda.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la Instrucción ITC-BT-19, con un mínimo de 16 milímetros cuadrados. Pueden estar formadas por barras planas o redondas, por conductores desnudos o aislados, debiendo disponerse una protección mecánica en la parte en que estos conductores sean accesibles, así como en los pasos de techos, paredes, etc.

La sección de los conductores que constituyen las derivaciones de la línea principal de tierra, será la señalada en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm^2)	*Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)*
$S \leq 16$ *$16 < S \leq 35$* *$S > 35$*	*S (*)* *16* *$S/2$*
(*) Con un mínimo de: *2,5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica* *4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica*	

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar, ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de apriete u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquéllos.

3.5 Conductores de protección

Se instalarán conductores de protección acompañando a los conductores activos en todos los circuitos de la vivienda hasta los puntos de utilización.

4. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se realizará mediante la puesta a tierra de las masas y empleo de los dispositivos descritos en el apartado 2.1 de la ITC-BT-25.

Se podrán utilizar uno o varios interruptores diferenciales, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general.

Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos quedan protegidos frente a intensidades diferenciales-residuales de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior.

La intensidad diferencial-nominal del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales instalados aguas arriba serán de tipo S.

5. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

El cuadro general de distribución estará de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-17. En este mismo cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático, que de acuerdo con lo señalado en las Instrucciones ITC-BT-10 e ITC-BT-25, corresponda a la vivienda.

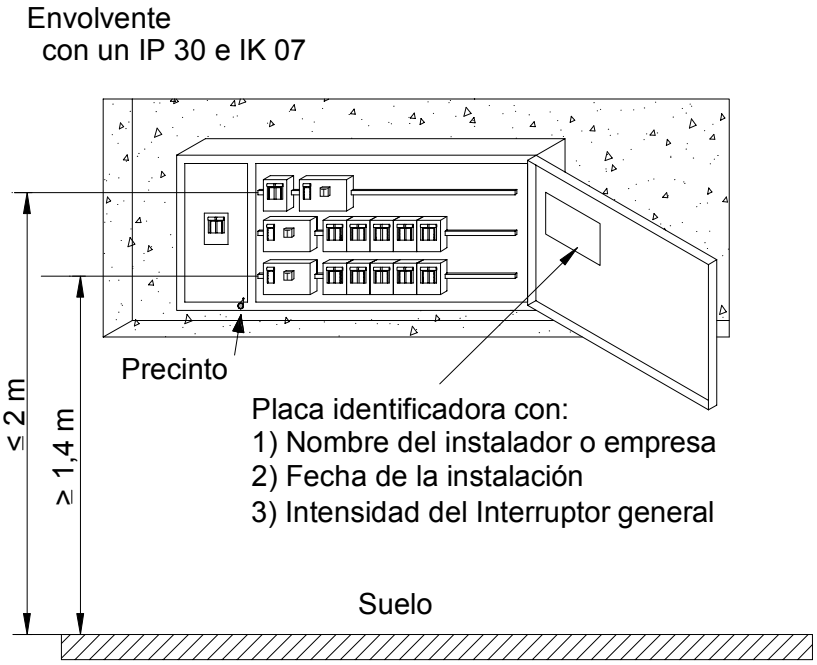


Figura A: Características y ejemplo de instalación del cuadro general de mando y protección en una vivienda.

Producto	*Norma de aplicación*
Envolvente cuadro general	*UNE 20451*
Conjunto de aparamenta	*UNE-EN 60439-3*
Interruptor de control de potencia	*UNE 20317*
Interruptores automáticos	*UNE-EN 60898*
Interruptores, seccionadores	*UNE-EN 60947-3*
Interruptores diferenciales	*UNE-EN 61008*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado	*UNE-EN 61009*
Fusibles	*UNE-EN 60269-3*
Bornes de conexión	*UNE-EN 60998*

6. CONDUCTORES

6.1 Naturaleza y Secciones

6.1.1 Conductores activos

Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750 V, como mínimo.

Los circuitos y las secciones utilizadas serán, los indicados en la ITC-BT-25

Los conductores aislados comúnmente utilizados corresponden a los tipos:

Producto		*Norma de aplicación*
tipo H07V-U	*Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 1 (-U) y, aislamiento de policloruro de vinilo (V).*	*UNE 21.031-3*
tipo H07V-R	*Conductor unipolar aislado unipolar de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 2 (-R) y, aislamiento de policloruro de vinilo (V)*	
tipo H07V-K	*Conductor unipolar aislado unipolar de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y, aislamiento de policloruro de vinilo (V)*	

La norma UNE 21 022 especifica las características constructivas y eléctricas de las diferentes clases de conductor.

Las clases definidas y el símbolo utilizado en la designación del cable son:

- *clase 1: conductor rígido de un solo alambre. (símbolo –U)*
- *clase 2: conductor rígido de varios alambres cableados. (símbolo –R)*
- *clase 5: conductor flexible de varios alambres finos, no apto para usos móviles (símbolo –K)*

6.1.2 Conductores de protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC-BT-19.

Según lo indicado en la ITC-BT 19 y para las secciones habituales de los conductores de fase de las instalaciones interiores de viviendas, la sección del conductor de protección será igual a la del conductor de fase ya que no suelen emplearse conductores de fase de sección superior a 16 mm^2.

6.2 Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo-verde. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris.

conductor	*coloración*
neutro *(o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)*	*azul*
protección	*verde-amarillo*

fase	*marrón*	*negro*	***gris***

6.3 Conexiones

Se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 2.11 de la ITC-BT-19.

Se admitirá no obstante, las conexiones en paralelo entre bases de toma de corriente cuando éstas estén juntas y dispongan de bornes de conexión previstos para la conexión de varios conductores.

Producto	*Norma de aplicación*
Bornes de conexión	*UNE-EN 60998*
Bases de toma de corriente para uso doméstico o análogo	*UNE 20315*
Cajas de empalme y/o derivación	*UNE 20451*

Las bases de toma de corriente de 16 A según la norma UNE 20315 están previstas para la conexión de dos conductores por terminal, en cambio en las bases de 25 A no se exige normativamente esta característica.

Para facilitar su verificación, ensayos, mantenimiento y substitución, las conexiones deberán ser accesibles.

Tal y como se indica en la ITC-BT21 apto. 3.1, en las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como "canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas" según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

7. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

7.1 Sistema de instalación

Las instalaciones se realizarán mediante algunos de los siguientes sistemas:

Instalaciones empotradas:
- Cables aislados bajo tubo flexible
- Cables aislados bajo tubo curvable

Sección nominal de los conductores unipolares (mm^2)	*Diámetro exterior de los tubos (mm)*				
	Número de conductores				
	1	*2*	*3*	*4*	*5*
1,5	*12*	*12*	*16*	*16*	*20*
2,5	*12*	*16*	*20*	*20*	*20*
4	*12*	*16*	*20*	*20*	*25*
6	*12*	*16*	*25*	*25*	*25*

Según la ITC-BT-21 para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

Instalaciones superficiales:
- Cables aislados bajo tubo curvable
- Cables aislados bajo tubo rígido

Sección nominal de los conductores unipolares (mm^2)	*Diámetro exterior de los tubos (mm)*				
	Número de conductores				
	1	*2*	*3*	*4*	*5*
1,5	*12*	*12*	*16*	*16*	*16*
2,5	*12*	*12*	*16*	*16*	*20*
4	*12*	*16*	*20*	*20*	*20*
6	*12*	*16*	*20*	*20*	*25*

Según la ITC-BT-21 para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

- Cables aislados bajo canal protectora cerrada
- Canalizaciones prefabricadas

Las instalaciones deberán cumplir lo indicado en las ITC-BT-20 e ITC-BT-21.

Las características mínimas para los sistemas de conducción de cables son:

Producto	*Designación s/norma*	*Norma de aplicación*
Tubo Rígido	*4321 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-1*
Tubo Curvable	*2221 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-2*
Tubo Flexible	*4321 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-3*
Canal protectora	*No propagador de la llama*	*UNE-EN 50085-1*
Canalización prefabricada		*UNE-EN 60439-2*

7.2 Condiciones generales

En la ejecución de las instalaciones interiores de las viviendas se deberá tener en cuenta:

- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en el que se realice una derivación del mismo, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada parte del circuito del resto de la instalación.
- Las tomas de corriente en una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase.
- Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- La instalación empotrada de estos aparatos se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas

interiormente o puestas a tierra.

- La instalación de estos aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico, conectándose éste al sistema de tierras.
- La utilización de estos aparatos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, cumplirá lo indicado en la ITC-BT 49.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. CAMPO DE APLICACIÓN 2

2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES 2

2.1 Clasificación de los volúmenes 2
2.1.1 Volumen 0 2
2.1.2 Volumen 1 2
2.1.3 Volumen 2 3
2.1.4 Volumen 3 3
2.2 Protección para garantizar la seguridad 4
2.3 Elección e instalación de los materiales eléctricos 5

3. REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACIÓN DE BAÑERAS DE HIDROMASAJE, CABINAS DE DUCHA CON CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y APARATOS ANÁLOGOS 6

4. FIGURAS DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS VOLÚMENES 8

1. CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripciones objeto de esta Instrucción son aplicables a las instalaciones interiores de viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos que contengan una bañera o una ducha o una ducha prefabricada o una bañera de hidromasaje o aparato para uso análogo.

Para lugares que contengan baños o duchas para tratamiento médico o para minusválidos, pueden ser necesarios requisitos adicionales.

Para duchas de emergencia en zonas industriales, son de aplicación las reglas generales.

2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.1 Clasificación de los volúmenes

Para las instalaciones de estos locales se tendrán en cuenta los cuatro volúmenes 0, 1, 2 y 3 que se definen a continuación. En el apartado 5 de la presente instrucción se presentan figuras aclaratorias para la clasificación de los volúmenes, teniendo en cuenta la influencia de las paredes y del tipo de baño o ducha. Los falsos techos y las mamparas no se consideran barreras a los efectos de la separación de volúmenes.

2.1.1 Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

a) Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o
b) Si el difusor de la ducha es fijo, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

2.1.2 Volumen 1

Está limitado por:

a) El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo, y
b) El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuanto este espacio es accesible sin el uso de una herramienta; o
- Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o
- Para una ducha sin plato y con un rociador fijo, el volumen 1 está delimitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del rociador.

2.1.3 Volumen 2

Está limitado por:

a) El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y
b) El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 2.

2.1.4 Volumen 3

Está limitado por:

a) El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 m; y
b) El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible sólo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4. Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas.

En el espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas, el grado de protección será mínimo IPX5 tal como se indica en el apartado 3 de esta instrucción

2.2 Protección para garantizar la seguridad

Cuando se utiliza MBTS, cualquiera que sea su tensión asignada, la protección contra contactos directos debe estar proporcionada por:

- barreras o envolventes con un grado de protección mínimo IP2X o IPXXB, según UNE 20.324 o
- aislamiento capaz de soportar una tensión de ensayo de 500 V en valor eficaz en alterna durante 1 minuto.

Una conexión equipotencial local suplementaria debe unir el conductor de protección asociado con las partes conductoras accesibles de los equipos de clase I en los volúmenes 1, 2 y 3, incluidas las tomas de corriente y las siguientes partes conductoras externas de los volúmenes 0, 1, 2 y 3:

- Canalizaciones metálicas de los servicios de suministro y desagües (por ejemplo agua, gas);
- Canalizaciones metálicas de calefacciones centralizadas y sistemas de aire acondicionado;
- Partes metálicas accesibles de la estructura del edificio. Los marcos metálicos de puertas, ventanas y similares no se consideran partes externas accesibles, a no ser que estén conectadas a la estructura metálica del edificio.
- Otras partes conductoras externas, por ejemplo partes que son susceptibles de transferir tensiones.

Estos requisitos no se aplican al volumen 3, en recintos en los que haya una cabina de ducha prefabricada con sus propios sistemas de drenaje, distintos de un cuarto de baño, por ejemplo un dormitorio.

Las bañeras y duchas metálicas deben considerarse partes conductoras externas susceptibles de transferir tensiones, a menos que se instalen de forma que queden aisladas de la estructura y de otras partes metálicas del edificio. Las bañeras y duchas metálicas pueden considerarse aisladas del edificio, si la resistencia de aislamiento entre el área de los baños y duchas y la estructura del edificio, medido de acuerdo con la norma UNE 20.460 -6-61, anexo A, es de cómo mínimo 100 kΩ.

El método de medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes respecto del conductor de protección se detalla en el Anexo sobre verificación de instalaciones eléctricas.

2.3 Elección e instalación de los materiales eléctricos

Tabla 1.

	Grado de Protección	Cableado	Mecanismos[2]	Otros aparatos fijos[3]
Volumen 0	IPX7	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen	No permitida	Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen
Volumen 1	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos[1].	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1	No permitida, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12V de valor eficaz en alterna o de 30V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.	Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma UNE 20.460 -4-41.
Volumen 2	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos[1]	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.	No permitida, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permiten también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5	Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma UNE 20.460 -4-41.
Volumen 3	IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.	Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460 -4-41.	Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460 -4-41.

(1): Los baños comunes comprenden los baños que se encuentran en escuelas, fábricas, centros deportivos, etc. e incluyen todos los utilizados por el público en general.
(2): Los cordones aislantes de interruptores de tirador están permitidos en los volúmenes 1 y 2, siempre que cumplan con los requisitos de la norma UNE-EN 60.669 -1.
(3): Los calefactores bajo suelo pueden instalarse bajo cualquier volumen siempre y cuando debajo de estos volúmenes estén cubiertos por una malla metálica puesta a tierra o por una cubierta metálica conectada a una conexión equipotencial local suplementaria según el apartado 2.2.

Producto	*Norma de aplicación*
Transformadores de separación de circuitos y transformadores de seguridad	*UNE-EN 60742*
Transformadores y unidades de alimentación para máquinas de afeitar	*UNE-EN 61558-2-5*
Bases de toma de corriente (fijas y móviles) para uso doméstico o análogo	*UNE 20315*
Cajas de empalme y/o derivación	*UNE 20451*
Interruptores para instalaciones eléctricas fijas doméstica y análogas	*UNE-EN 60669-1*

En el volumen 3, la norma UNE 20460-7-701 establece que el grado de protección mínimo para el equipo eléctrico será IPX1.

En el espacio existente bajo bañeras o duchas que sea accesible sólo mediante el uso de una herramienta el grado de protección del equipo eléctrico será IPX4.

Los bloques de alimentación de afeitadoras de acuerdo con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5 instalados en el volumen 2 deben presentar un grado de protección mínimo IPX1 y por lo tanto no les aplica el requisito general de IPX4.

Las cajas de conexión deberán instalarse fuera de los volúmenes 0, 1 y 2, de acuerdo con la norma UNE 20460-7-701.

3. REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACIÓN DE BAÑERAS DE HIDROMASAJE, CABINAS DE DUCHA CON CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y APARATOS ANÁLOGOS

El hecho de que en estos aparatos, en los espacios comprendidos entre la bañera y el suelo y las paredes y el techo de las cabinas y las paredes y techos del local donde se instalan, coexista equipo eléctrico tanto de baja tensión como de Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) con tuberías o depósitos de agua u otros líquidos, hace necesario que se requieran condiciones especiales de instalación.

En general todo equipo eléctrico, electrónico, telefónico o de telecomunicación incorporado en la cabina o bañera, incluyendo los alimentados a MBTS, deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 60.335 -2-60.

La conexión de las bañeras y cabinas se efectuará con cable con cubierta de características no menores que el de designación H05VV-F o mediante cable bajo tubo aislante con conductores aislados de tensión asignada 450/750V. Debe garantizarse que, una vez instalado el cable o tubo en la caja de conexiones de la bañera o cabina, el grado de protección mínimo que se obtiene sea IPX5.

Los cables y conductores unipolares aislados comúnmente utilizados corresponden a los tipos:

Producto		*Norma de aplicación*
Cable tipo H05VV-F	*Cable de tensión asignada 300/500, con conductor de cobre clase 5 (-F) y con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo (VV)*	*UNE 21.031-5*
Cable tipo H07V-U	*Conductor aislado unipolar de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 1 (-U) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)*	*UNE 21.031-3*

Cable tipo H07V-R	*Conductor aislado unipolar de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 2 (-R) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)*	
Cable tipo H07V-K	*Conductor aislado unipolar de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)*	

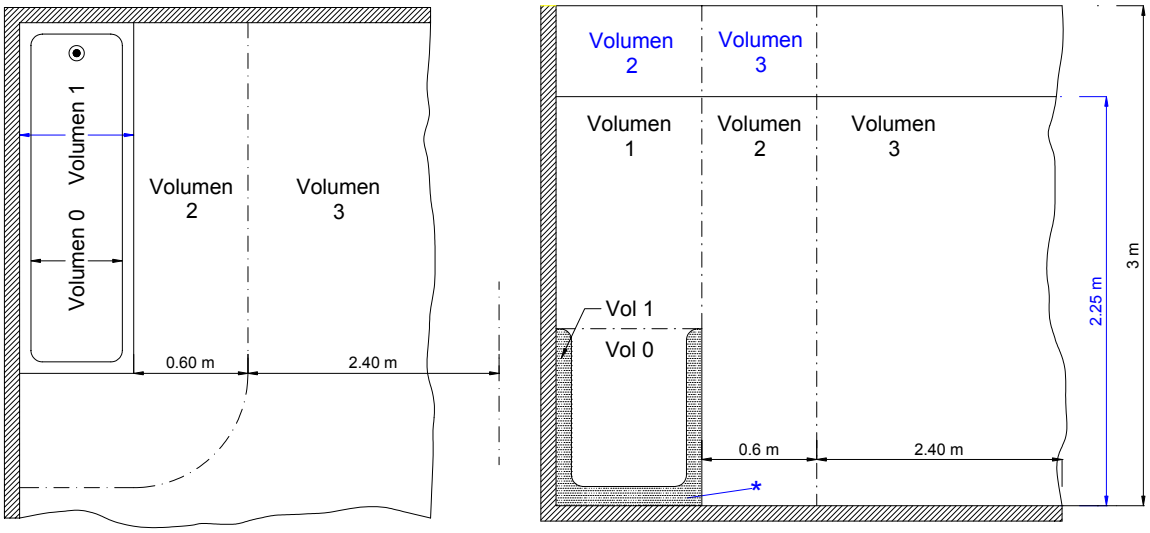
Según la norma UNE 21 022 que especifica las características constructivas y eléctricas de las diferentes clases de conductor::

- *clase 1: conductor rígido de un solo alambre.* *(símbolo –U)*
- *clase 2: conductor rígido de varios alambres cableados.* *(símbolo –R)*
- *clase 5: conductor flexible de varios alambres finos,*
  - *no apto para usos móviles* *(símbolo –K)*
  - *apto para usos móviles* *(símbolo –F)*

Todas las cajas de conexión localizadas en paredes y suelo del local bajo la bañera o plato de ducha, o en las paredes o techos del local, situadas detrás de paredes o techos de una cabina por donde discurren tubos o depósitos de agua, vapor u otros líquidos, deben garantizar, junto con su unión a los cables o tubos de la instalación eléctrica, un grado de protección mínimo IPX5. Para su apertura será necesario el uso de una herramienta.

No se admiten empalmes en los cables y canalizaciones que discurran por los volúmenes determinados por dichas superficies salvo si estos se realizan con cajas que cumplan el requisito anterior.

4. FIGURAS DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS VOLÚMENES



** Volumen 1 si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4.*

Volumen 3 si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4.

Figura 1 – BAÑERA

Figura 2 – BAÑERA CON PARED FIJA

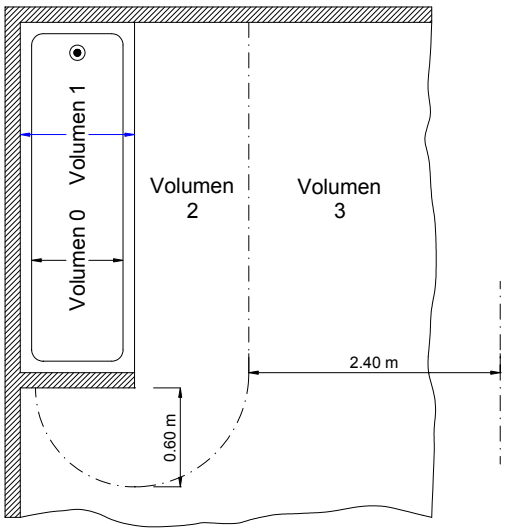
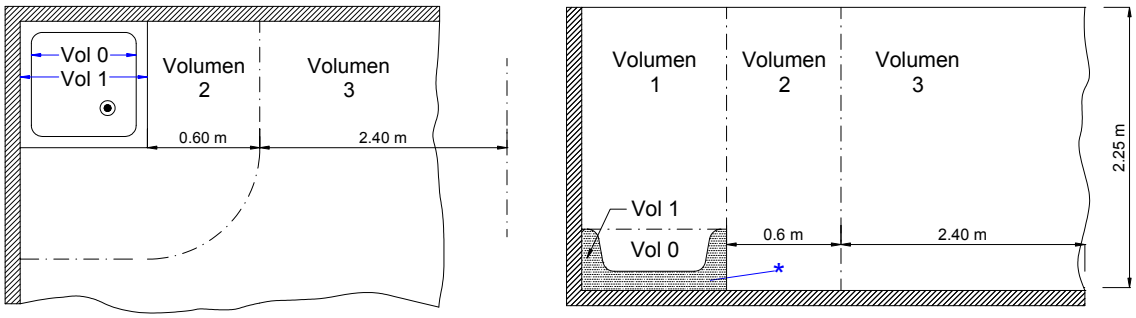


Figura 3 – DUCHA



** Volumen 1 si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4.*

Volumen 3 si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4.

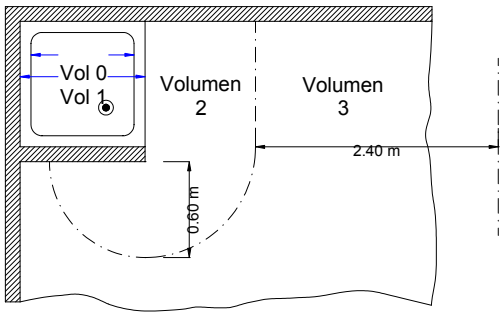


Figura 4 – DUCHA CON PARED FIJA

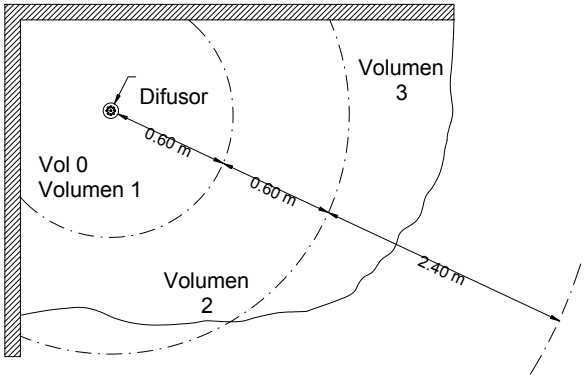


Figura 5 – DUCHA SIN PLATO

Figura 6 – DUCHA SIN PLATO PERO CON PARED FIJA. DIFUSOR FIJO

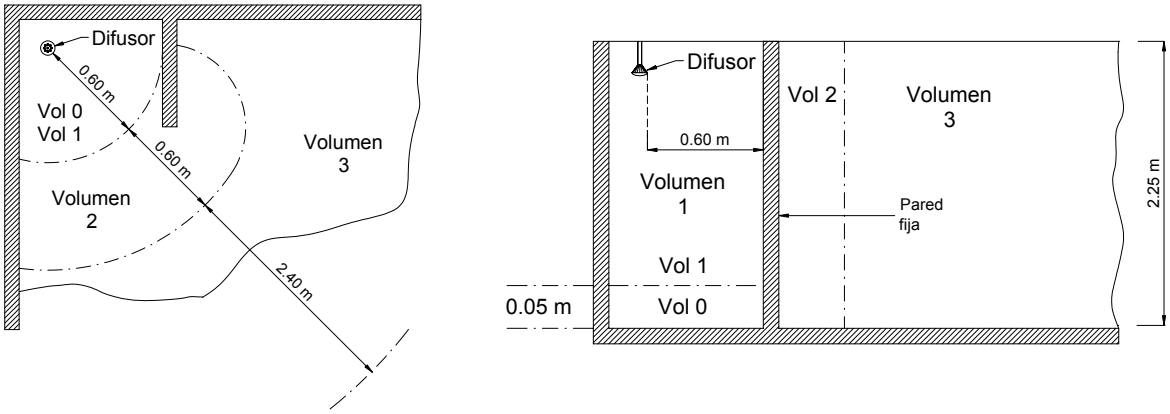
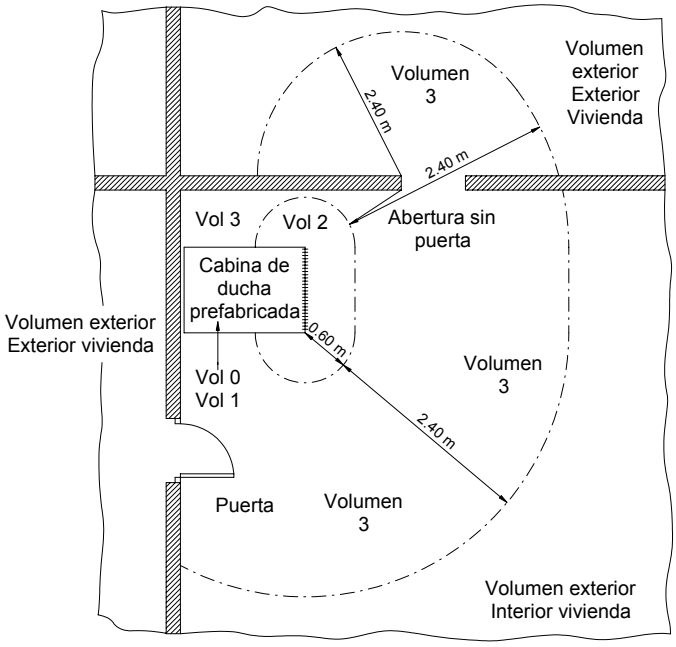


Figura 7 – CABINA DE DUCHA PREFABRICADA



0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 2

2. MUEBLES NO DESTINADOS A INSTALARSE EN CUARTOS DE BAÑO 2

2.1 Aspectos generales 2
2.2 Canalizaciones 3
2.3 Sección de los conductores 4
2.4 Protección mecánica de los cables 4
2.5 Conexiones 4

3. MUEBLES EN CUARTO DE BAÑO 5

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de la presente Instrucción es determinar los requisitos de las instalaciones eléctricas en los muebles y elementos de mobiliario.

Las prescripciones de esta Instrucción son aplicables a:

- Muebles de toda clase, incluidos los muebles de despacho, mostradores, expositores, paneles fijos o móviles y análogos.
- Muebles, espejos y elementos de cuarto de baño en locales que contengan una bañera o ducha.

Los receptores que se utilicen en dichas instalaciones cumplirán los requisitos de las Directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. A estos efectos cualquier mueble comercializado con un equipo eléctrico montado en él (por ejemplo, luminaria, interruptor, base de toma de corriente, etc.) se considerará como un receptor.

2. MUEBLES NO DESTINADOS A INSTALARSE EN CUARTOS DE BAÑO

Se incluyen en este apartado las mesas, camas, armarios, aparadores, muebles de televisión, muebles de cocina, paneles de despacho (incluidos los tabiques movibles y amovibles), y en general muebles no situados en cuartos de baño o locales que contengan una bañera o ducha en los cuales se colocan equipos eléctricos, tales como luminarias, bases de toma de corriente, dispositivos de mando, interruptores, etc.

2.1 Aspectos generales

Los equipos y accesorios eléctricos que se coloquen en los elementos de mobiliario, estarán situados teniendo en cuenta las solicitaciones mecánicas y térmicas a las que puedan estar sometidos así como a los riesgos de incendio que puedan provocar. En particular las luminarias para instalaciones en superficies inflamables (madera, tela, etc.) deben estar marcadas con el símbolo F, según la norma UNE EN 60598-1.

El símbolo *incorporado en una luminaria indica que es adecuada para el montaje directo sobre superficies normalmente inflamables. Las superficies normalmente inflamables son la madera o materiales con base de madera, de más de 2 mm de espesor o también otros materiales como la tela o similares.*
Que una luminaria sea adecuada para el montaje sobre este tipo de superficies inflamables asegura que en ninguna circunstancia, el funcionamiento de la luminaria pueda suponer un riesgo de inflamación o de incendio en el mueble en que se monta. Las circunstancias de funcionamiento que se consideran son:

- *Fallo del balasto, transformador o equipo auxiliar de la lámpara*
- *Funcionamiento anormal en cortocircuito por final de vida de la lámpara fluorescente o de descarga*
- *Acercamiento excesivo de la fuente de luz a la superficie de apoyo.*

Cuando la potencia disipada por los equipos eléctricos pueda producir temperaturas excesivas en un espacio cerrado, deberá instalarse un interruptor accionado por el cierre de la puerta de tal manera que los equipos queden fuera de servicio cuando la puerta esté cerrada (por ejemplo, las luminarias instaladas en las camas plegables).

2.2 Canalizaciones

Los cables se podrán colocar en tubos, canales protectoras o bien conducidos dentro de un canal realizado durante la construcción del elemento de mobiliario. La instalación de tubos y canales tiene que ser conforme a lo indicado en la ITC-BT 21.

Los cables a instalar dentro de un mueble y hasta su conexión con la instalación interior del local o vivienda serán:

- cables flexibles aislados con goma (equivalente, como mínimo, al tipo H05RR-F)
- cables flexibles aislados con policlururo de vinilo (PVC) (equivalentes como mínimo, al tipo H05VV-F)

Producto	*Designación s/norma*	*Norma de aplicación*
Tubo Curvable	*2221 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-2*
Tubo Flexible	*4321 y no propagador de la llama*	*UNE-EN 50086-2-3*
Canal protectora		*UNE-EN 50085-1*

Los cables indicados corresponden a tipos con aislamiento y una cubierta que les proporciona las características mecánicas, y por lo tanto son los adecuados a instalar en un canal interior del mueble realizado durante su construcción.

Producto		*Norma de aplicación*
Cable tipo H05RR-F	*Cable de tensión asignada 300/500 V, con conductor de cobre clase 5 (-F) y con aislamiento (R) y cubierta de etileno prolileno (R).* *temperatura máxima de servicio del conductor 60 ºC*	*UNE 21.027-4*
Cable tipo H05VV-F	*Cable de tensión asignada 300/500 V, con conductor de cobre clase 5 (-F) y con aislamiento (V) y cubierta de policloruro de vinilo (V).* *temperatura máxima de servicio del conductor 70 ºC*	*UNE 21.031-5*
Nota1: Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 designados como –F, son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible y son aptos para usos móviles..		

Para las canalizaciones en tubos o en canales protectoras pueden utilizarse conductores unipolares aislados (tipo H07V con conductor rígido o flexible)

2.3 Sección de los conductores

La mínima sección de los conductores será de:

- 0,75 mm^2 de cobre para instalación de alumbrado exclusivamente y con conductores flexibles si la longitud entre la conexión en la instalación fija del local o vivienda y el aparato más alejado contenido en el mueble no es superior a 10 m y si éste no lleva ninguna base de toma de corriente.
- 1,5 mm^2 de cobre, flexible o rígido, en los demás casos si no hay bases de toma de corriente.
- 2,5 mm^2 de cobre, flexible o rígido, en cualquier caso, si hay bases de toma de corriente

Sólo se podrán instalar conductores rígidos (de clase 1 o de clase 2) cuando estén alojados en el interior de tubos o canales protectores.

2.4 Protección mecánica de los cables

Los cables deben estar convenientemente protegidos contra todo daño y en especial contra la tracción y torsión, para lo cual se colocarán dispositivos antitracción en los puntos de penetración de los aparatos y próximos a las conexiones.

Los cables estarán fijados a las paredes de los muebles y en los extremos de los vanos existentes.

2.5 Conexiones

Las conexiones deben efectuarse mediante tomas de corriente o bornes situados en cajas con grado de protección mínimo IP 3X y cuya tapa sólo pueda ser abierta con la ayuda de una llave o de un útil.

Las cajas deben estar colocadas de tal manera que estén protegidas contra todo daño mecánico.

Producto	*Norma de aplicación*
Tomas de corriente	*UNE 20315*
Bornes de conexión	*UNE-EN 60998*
Cajas de empalme y/o derivación	*UNE 20451*

3. MUEBLES EN CUARTO DE BAÑO

Para las instalaciones de muebles con equipo eléctrico en cuartos de baño o aseo o locales que contengan una bañera o ducha, se tendrán en cuenta los volúmenes y prescripciones definidas en la ITC-BT-27.

Para la conexión a la instalación fija, los muebles deben llevar una caja de conexión con bornes fija, independientemente de cual sea su equipo eléctrico. Los dispositivos de conexión de los conductores exteriores de la instalación de la edificación no deberán usarse para la conexión de conductores internos. Dicha caja de conexión con bornes debe ser accesible únicamente después de retirar una tapa o cubierta con la ayuda de una herramienta. El borne de tierra, si existe, estará identificado con su símbolo normalizado correspondiente y se conectará a la instalación de tierra del edificio.

Los muebles con equipo eléctrico para instalarse en cuartos de baño o aseo deberán ser fijos.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. CAMPO DE APLICACIÓN 3

2. ALIMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD 5

2.1 Generalidades y fuentes de alimentación 6
2.2 Fuentes propias de energía 7
2.3 Suministros complementarios o de seguridad 7

3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA 9

3.1 Alumbrado de seguridad 11
3.1.1 Alumbrado de evacuación. 11
3.1.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico 12
3.1.3 Alumbrado de zonas de alto riesgo 13
3.2 Alumbrado de reemplazamiento 13
3.3 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia 14
3.3.1 Con alumbrado de seguridad 14
3.3.2 Con alumbrado de reemplazamiento 15
3.4 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia 15
3.4.1 Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia 15
3.4.2 Luminaria alimentada por fuente central 18

4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL 18

5. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS 22

6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN Y TRABAJO 24

DIFERENCIAS MÁS SIGNIFICATIVAS CON EL REBT ANTERIOR :

- *Se separa la instalación de quirófanos en una Instrucción específica e independiente (ITC-BT-38)*
- *Se introduce la prescripción de alumbrado de balizamiento en rampas y escaleras.*
- *Se hace una nueva división del alumbrado de emergencia y se establecen numerosos requisitos adicionales, algunos de ellos de sus características fotométricas.*
- *El alumbrado de emergencia realizado con bloques autónomos no necesita un circuito independiente.*
- *Se establecen requisitos específicos de comportamiento al fuego para los cables y sistemas de conducción de cables.*

1. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente instrucción se aplica a locales de pública concurrencia como:

Locales de espectáculos y actividades recreativas:
Cualquiera que sea su capacidad de ocupación, como por ejemplo, cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, plazas de toros, hipódromos, parques de atracciones y ferias fijas, salas de fiesta, discotecas, salas de juegos de azar.

Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios:
- Cualquiera que sea su ocupación, los siguientes: Templos, Museos, Salas de conferencias y congresos, casinos, hoteles, hostales, bares, cafeterías, restaurantes o similares, zonas comunes en agrupaciones de establecimientos comerciales, aeropuertos, estaciones de viajeros, estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, hospitales, ambulatorios y sanatorios, asilos y guarderías
- Si la ocupación prevista es de más de 50 personas: bibliotecas, centros de enseñanza, consultorios médicos, establecimientos comerciales, oficinas con presencia de público, residencias de estudiantes, gimnasios, salas de exposiciones, centros culturales, clubes sociales y deportivos.

La ocupación prevista de los locales se calculará como 1 persona por cada 0,8 m^2 de superficie útil, a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios.

Para las instalaciones en quirófanos y salas de intervención se establecen requisitos particulares en la ITC-BT-38.

Igualmente se aplican a aquellos locales clasificados en condiciones BD2, BD3 y BD4, según la norma UNE 20.460 -3 y a todos aquellos locales no contemplados en los apartados anteriores, cuando tengan una capacidad de ocupación de más de 100 personas.

Para determinar si un local es de pública concurrencia se debe considerar la previsión de presencia de personas ajenas al mismo en lo relativo a la aplicación de los límites reglamentarios de 50 ó 100 personas, la capacidad de ocupación del local, y la facilidad de evacuación en caso de emergencia.

La calificación de local de pública concurrencia se puede aplicar tanto a un único local u oficina, una agrupación de locales u oficinas, un edificio completo o a parte o partes de un edificio. Cuando un edificio o local completo es considerado como de pública concurrencia, todas sus dependencias, están consideradas también como de pública concurrencia. Por ejemplo, en el caso de un teatro, los camerinos o los despachos del personal, aunque no estén abiertos al público, también se consideran locales de pública concurrencia.

Dada la dificultad para establecer una definición precisa de "local de pública concurrencia", serán locales de pública concurrencia cualquier local de características y uso similar a los listados en la ITC-BT.

Por ejemplo: canódromos y parques temáticos son asimilables a hipódromos y parques de atracciones respectivamente. Pensiones se asimilan a hostales. El uso veterinario se asimila a centro sanitario. Las zonas comunes de edificios destinados a oficinas se asimilan a las zonas comunes en agrupaciones de establecimientos comerciales.

Para el caso de centros de trabajo (fábricas, talleres, etc.) se deberá tener en cuenta la reglamentación de protección contra incendios en establecimientos industriales.

En lo relativo a los estacionamientos mencionados en la ITC-BT-28, se considerarán de pública concurrencia, si éstos son de uso público. No obstante, para los estacionamientos de uso no público, se considerará lo que en este sentido establezca el Código Técnico de la Edificación

Tabla A. Resumen de tipos de locales de pública concurrencia:

TIPOS DE LOCAL		*EJEMPLOS*	*SERÁ LOCAL DE PÚBLICA CONCURRENCIA*
1. Espectáculos y actividades recreativas		*Cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones de deportes, plazas de toros, hipódromos, parques de atracciones, ferias, salas de fiesta, discotecas, salas de juegos de azar.*	*siempre*
2. Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios	*2.1. Locales de reunión*	*Templos, salas de conferencias y congresos, bares, cafeterías, restaurantes, museos, casinos, hoteles, hostales, zonas comunes de centros comerciales, aeropuertos, estaciones de viajeros, parking de uso público cerrado de más de 5 vehículos, asilos, guarderías,*	*siempre*
		centros de enseñanza, bibliotecas, establecimientos comerciales, residencias de estudiantes, gimnasios, salas de exposiciones, centros culturales, clubes sociales y deportivos	*Ocupación > 50 personas ajenas al local*
	2.2. Locales de trabajo	*Oficinas con presencia de público,*	*Ocupación > 50 personas ajenas al local*
	2.3. Locales de uso sanitario	*Hospitales, ambulatorios, sanatorios,*	*siempre*
		consultorios médicos, clínicas	*Ocupación > 50 personas ajenas al local*
3. Según dificultad de evacuación de cualquier local	*3.1. BD2 (baja densidad de ocupación, difícil evacuación)*	*Edificios de gran altura, sótanos.*	*siempre*
	3.2. BD3 (alta densidad de ocupación, fácil evacuación)	*Locales abiertos al público: grandes almacenes*	
	3.3. BD4 (alta densidad de ocupación, difícil evacuación)	*Edificios de gran altura abiertos al público.* *Locales en sótanos, abiertos al público.*	
4. Otros locales		*Cualquier local no incluido en los otros epígrafes con capacidad superior a 100 personas ajenas al local*	*siempre*
Nota 1: Cuando un local pueda estar considerado bajo dos epígrafes, uno de ellos "siempre obligatorio" y el otro "dependa de la ocupación", se tomará la condición de "siempre obligatorio". *Nota 2: Cuando en un local sea difícil evaluar el número de personas ajenas al mismo o la dificultad de evacuación en caso de emergencia, se considerará el local como de pública concurrencia.*			

Para el cálculo de ocupación, la superficie a considerar será la útil excluyendo pasillos, repartidores y servicios. Se entiende por servicios todos aquellos que conlleva la actividad que se desarrolla en el local, como por ejemplo: Almacenes, oficinas privadas, zonas exclusivas del personal, aseos, archivos, escaparates, cuartos de calderas o cuartos de máquinas y en general todos aquellos espacios que no estén ocupados por el publico ajeno al mismo.

Dado que la determinación de la superficie útil de cada local de pública concurrencia depende de su actividad y tendiendo en cuenta que existen valores de densidad de ocupación

particularizados para cada tipo de actividad tanto en la NBE- CPI 96, como en el futuro Código Técnico de la Edificación (CTE), se recomienda que el cálculo de la ocupación del local se realice utilizando los valores indicados en éstos últimos y en el caso de que la actividad del local no este contemplada en ellos se utilice el valor genérico indicado en esta ITC-BT-28.

Dentro del campo de aplicación de esta instrucción se encuentran algunos locales que, sin ser considerados de pública concurrencia, tienen prescripciones de iluminación especiales, como por ejemplo, las escaleras de evacuación de los edificios de viviendas, la zonas clasificadas como de riesgo especial en el artículo 19 de la NBE-CPI/96. (ver apartado 3.3.1)

Esta instrucción tiene por objeto garantizar la correcta instalación y funcionamiento de los servicios de seguridad, en especial aquellos dedicados a alumbrado que faciliten la evacuación segura de las personas o la iluminación de puntos vitales de los edificios.

Se consideran servicios de seguridad aquellos esenciales para mantener la seguridad de las personas que se indican en el apartado 2 de esta ITC-BT.

2. ALIMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD

En el presente apartado se definen las características de la alimentación de los servicios de seguridad tales como alumbrados de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores u otros servicios urgentes indispensables que están fijados por las reglamentaciones específicas de las diferentes Autoridades competentes en materia de seguridad.

La alimentación de los servicios de seguridad no implica necesariamente el disponer de un suministro complementario o de seguridad de los definidos en el artículo 10 del RBT, ya que se pueden utilizar otros sistemas como baterías de acumuladores con la autonomía de funcionamiento requerida. En el apartado 2.3 se indican concretamente los locales de pública concurrencia que deben disponer de suministro complementario o de seguridad.

La alimentación para los servicios de seguridad, en función de lo que establezcan las reglamentaciones específicas, puede ser automática o no automática.

En una alimentación automática la puesta en servicio de la alimentación no depende de la intervención de un operador.

Una alimentación automática se clasifica, según la duración de conmutación, en las siguientes categorías:

- Sin corte: alimentación automática que puede estar asegurada de forma continua en las condiciones especificadas durante el periodo de transición, por ejemplo, en lo que se refiere a las variaciones de tensión y frecuencia.
- Con corte muy breve: alimentación automática disponible en 0,15 segundos como máximo.
- Con corte breve: alimentación automática disponible en 0,5 segundos como máximo.
- Con corte mediano: alimentación automática disponible en 15 segundos como máximo.
- Con corte largo: alimentación automática disponible en mas de 15 segundos.

La conmutación no automática se considera conmutación con corte largo.

Es posible conseguir una alimentación automática sin corte cuando se disponga de una UPS o aparato autónomo que nos proporciona el consumo eléctrico requerido durante la conmutación.

2.1 Generalidades y fuentes de alimentación

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Los equipos y materiales utilizados, que cumplan con las normas indicadas en esta Guía-BT, se considera que reúnen las características de resistencia al fuego y duración exigidas.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto. En el esquema IT debe preverse un controlador permanente de aislamiento que al primer defecto emita una señal acústica o visual.

En caso de fallo de la alimentación normal se recomienda utilizar un esquema IT para la alimentación de los servicios de seguridad que no sean autónomos. Solamente cuando se emplee el esquema IT la protección contra contactos indirectos deberá ser sin corte al primer defecto.

Producto	*Norma de aplicación*
Dispositivos de control de aislamiento para sistemas IT	*UNE-EN 61557-8*

Los equipos y materiales deberán disponerse de forma que se facilite su verificación periódica, ensayos y mantenimiento.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores. Generalmente las baterías de arranque de los vehículos no satisfacen las prescripciones de alimentación para los servicios de seguridad
- Generadores independientes
- Derivaciones separadas de la red de distribución, efectivamente independientes de la alimentación normal

Las fuentes para servicios para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- el emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.
- no se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.
- cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

2.2 Fuentes propias de energía

Fuente propia de energía es la que esta constituida por baterías de acumuladores, aparatos autónomos o grupos electrógenos.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.
La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad en las condiciones señaladas en el apartado 3.1. de esta instrucción.

2.3 Suministros complementarios o de seguridad

El suministro normal es el que se efectúa habitualmente por una empresa suministradora; el suministro complementario se efectúa por la misma empresa suministradora, cuando disponga de medios de distribución de energía independientes, por otra empresa suministradora distinta o por el usuario mediante medios de producción propios.

Los suministros complementarios se clasifican según el artículo 10 del RBT en tres tipos:

- Suministro de socorro: limitado a una potencia receptora mínima del 15% del total contratado para el suministro normal.
- Suministro de reserva: limitado a una potencia receptora mínima del 25% del total contratado para el suministro normal.
- Suministro duplicado: capaz de mantener un servicio mayor del 50% de la potencia total contratada para el suministro normal.

La conmutación del suministro normal al de seguridad en caso de fallo del primero se debe realizar de forma que se impida el acoplamiento entre ambos suministros. Esta conmutación se puede realizar mediante interruptores automáticos motorizados con enclavamiento mecánico y eléctrico o conmutadores motorizados.

El artículo 10 del RBT indica que se considera suministro complementario aquel que, aún partiendo del mismo transformador, dispone de línea de distribución independiente del suministro normal desde su mismo origen en baja tensión. Por tanto, pueden considerarse independientes los suministros de energía en baja tensión a un mismo usuario siempre que las canalizaciones o circuitos de alimentación estén protegidos separadamente en origen, aunque partan de un mismo transformador AT/BT.

No obstante, para mejorar la fiabilidad del suministro complementario, es conveniente que cuando tanto el suministro normal como el suministro de seguridad procedan de la red de distribución pública, las líneas de alimentación de ambos suministros procedan de transformadores de distribución distintos.

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia.

Esta prescripción no implica que todos los locales de pública concurrencia deban disponer también de un suministro complementario, sino únicamente los que se indican a continuación:

Deberán disponer de suministro de socorro los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

Deberán disponer de suministro de reserva:

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud
- Estaciones de viajeros y aeropuertos
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m^2 de superficie
- Estadios y pabellones deportivos

Cuando un local se pueda considerar tanto en el grupo de locales que requieren suministro de socorro como en el grupo que requieren suministro de reserva, se instalará suministro de reserva

En aquellos locales singulares, tales como los establecimientos sanitarios, grandes hoteles de más de 300 habitaciones, locales de espectáculos con capacidad para mas de 1.000 espectadores, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos con más de 100 plazas, aeropuertos y establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m^2 de superficie, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente.

La referencia en el texto anterior a alumbrados especiales debe entenderse como alumbrado de emergencia.

La entrada en funcionamiento de los dispositivos de seguridad debe producirse cuando la tensión de alimentación desciende por debajo del 70% de la tensión nominal, aunque teniendo en cuenta que este límite es el valor mínimo inferior, se considerará adecuado que entren en funcionamiento cuando la tensión nominal esté comprendida entre el 80% y el 70% de sus valor nominal.

Tabla B. Resumen de suministros de seguridad

<table>
<tr><th>Alumbrado de emergencia</th><th>Grupos de Locales</th><th>Suministro de socorro</th><th>Locales específicos</th><th>Suministro de reserva</th></tr>
<tr><td rowspan="6">siempre</td><td>Espectáculos</td><td rowspan="2">siempre</td><td>Estadios y pabellones deportivos</td><td>siempre</td></tr>
<tr><td>Acitividades recreativas</td><td>---</td><td>---</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Reunión</td><td rowspan="4">ocupación mayor de 300 personas ajenas al centro</td><td>Estaciones - aeropuertos</td><td>siempre</td></tr>
<tr><td>Estacionamientos subterráneos de uso público</td><td>más de 100 vehículos</td></tr>
<tr><td>Comercios y centros comerciales</td><td>más de 2000 m^2 de superficie</td></tr>
<tr><td>Trabajo</td><td>---</td><td>---</td></tr>
<tr><td>Uso sanitario</td><td>Hospitales, clínicas, santorios y centros de salud</td><td>siempre</td></tr>
<tr><td colspan="5">Nota: cuando se requiere suministro de socorro y de reserva se instalará el de reserva únicamente.</td></tr>
</table>

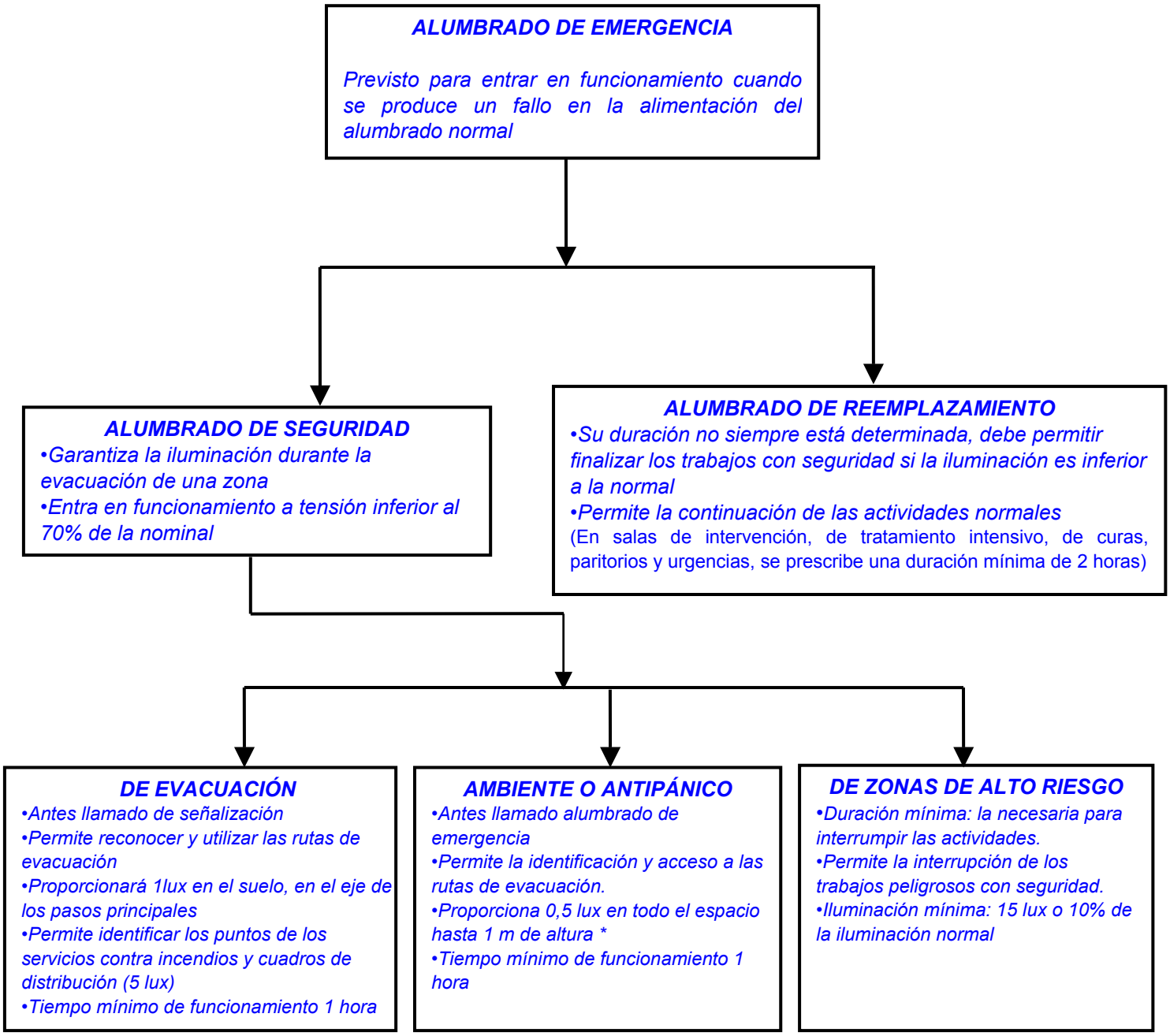
3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

Esquema explicativo del alumbrado de emergencia



3.1 Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

3.1.1 Alumbrado de evacuación.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Se debe garantizar que las vías de evacuación de los locales de pública concurrencia estén siempre señalizadas e iluminadas cuando el local esté o pueda estar ocupado. Bien sea con alumbrado normal o con alumbrado de evacuación.

La función de señalización se debe realizar mediante señales con símbolos normalizados.

Cuando no se produzca fallo de la alimentación, el alumbrado normal puede realizar la función de iluminación de las vías de evacuación, ya que el local no podrá estar ocupado cuando el alumbrado normal no esté encendido. En este caso se debe garantizar que su interrupción no pueda ser realizada por el público en general, sino solo por personal autorizado.

No obstante hay determinados locales en los que el alumbrado normal no garantiza la identificación de las rutas de evacuación porque, o es insuficiente o no está permanentemente encendido, en cuyo caso deberá complementarse con otro tipo de alumbrado que permita la identificación de las mencionadas rutas de evacuación (puertas, pasillos, escaleras, etc.)

Ejemplos de estos tipos de situación: garajes en los que el alumbrado sea temporizado y pueda apagarse; hoteles u hospitales en los que en horario nocturno el alumbrado normal se reduce a

valores insuficientes; rutas de evacuación que discurren por zonas habitualmente no iluminadas; etc.

El proyecto de instalación del local de pública concurrencia deberá detallar los recorridos de evacuación, así como los valores de iluminancia previstos. Por ejemplo:

- *En un salón de espectáculos, los pasillos de acceso a las butacas formarían parte de este recorrido siendo el origen del mismo los extremos de cada línea de butacas.*
- *En viviendas y recintos pequeños de baja densidad de ocupación y de menos de 50 m^2 (como habitaciones de hotel, o de Hospitales, oficinas), el origen del recorrido de evacuación es la puerta de la vivienda o del recinto.*
- *Cuando hay varios recintos comunicados entre sí, cuya superficie total es inferior a 50 m^2 también puede considerarse la puerta de salida a los espacios generales de circulación como el origen de la ruta de evacuación.*
- *En garajes las rutas de evacuación incluyen todas las calles donde haya plazas de aparcamiento.*
- *En los centros comerciales con comercios de superficie inferior a 50m^2, las puertas de los mismos son el origen de las rutas de evacuación.*

3.1.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Para cumplir los requisitos de iluminación de alumbrado de evacuación y ambiente con un único equipo de alumbrado de emergencia, se recomienda su instalación al menos 2 m por encima del suelo salvo en casos especiales como salas de proyección, cines y teatros.

3.1.3 Alumbrado de zonas de alto riesgo

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

3.2 Alumbrado de reemplazamiento

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

Se puede utilizar el mismo aparato de alumbrado de emergencia para cubrir los requisitos de varios tipos de alumbrado simultáneamente, como por ejemplo alumbrado de evacuación y antipánico.

3.3 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia

3.3.1 Con alumbrado de seguridad

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

a) en todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas
b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
c) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
d) en los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
e) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
f) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
g) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
h) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
i) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida
j) cerca[(1)] de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
k) cerca[(1)] de cada cambio de nivel.
l) cerca[(1)] de cada puesto de primeros auxilios.
m) cerca[(1)] de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
n) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente

[(1)] Cerca significa a una distancia inferior a 2 metros, medida horizontalmente

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran, según lo establecido en 3.1.3.

También será necesario instalar alumbrado de evacuación, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular toda escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas excepto las unifamiliares; así como toda zona clasificada como de riesgo especial en el Articulo 19 de la Norma Básica de Edificación NBE-CPI-96.

El artículo 19 de la NBE-CPI-96 incluye los siguientes locales y zonas como de riesgo especial:

- *Cuarto de baterías de acumuladores de tipo no estanco centralizadas,*
- *Talleres de mantenimiento, almacenes de lencería, de mobiliario, de limpieza o de otros elementos combustible cuando el volumen total de la zona sea mayor que 100 m^3.*
- *Depósitos de basura y residuos cuando la superficie construida sea mayor de 5 m^2.*
- *Archivos de documentos, depósitos de libros, o cualquier otro uso para el que se prevea la acumulación de papel, cuando la superficie construida sea mayor de 25 m^2.*

- *Cocinas cuya superficie construida sea mayor de 50 m^2 y no estén protegidas con sistema automático de extinción*
- *Garajes y aparcamientos de uso público como máximo de 5 vehículos y todos los de uso privado*
- *Los trasteros de viviendas cuando su superficie total construida sea mayor de 50 m^2,*
- *Imprentas y locales anejos, cuando el volumen sea mayor de 100 m^3.*
- *Reprografías y locales anejos cuando el volumen sea mayor de 200 m^3.*
- *Zonas destinadas a la destrucción de documentación, cuando su superficie construida sea mayor de 15 m^2.*
- *A criterio del autor del proyecto, los laboratorios y talleres de centros universitarios y de formación profesional dependiendo de la cantidad y grado de peligrosidad de los productos utilizados y el riesgo de los procesos en que se utilicen dichos productos*
- *Locales comerciales con almacenes que contengan productos combustibles en los que la carga de fuego total aportada por estos sea superior a 50.000 MJ. Ejemplos orientativos de éstos son: almacenes de pinturas, barnices y librería de más de 50 m^3, de farmacia y deportes de más de 62,5 m^3, de alimentación y papelería de más de 71,4 m^3, de ropa de más de 83 m^3.*

3.3.2 Con alumbrado de reemplazamiento

En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante 2 horas como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo.

En las zonas de hospitalización la iluminancia mínima prescrita se entiende horizontal y se medirá a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales.

3.4 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia

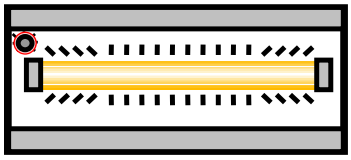
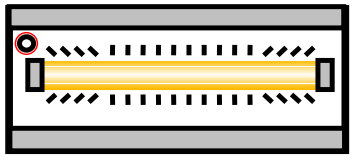
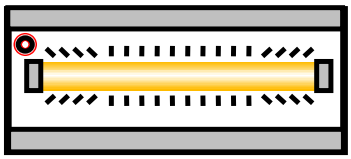
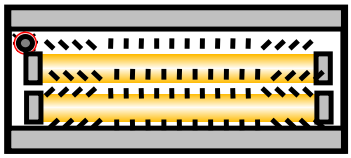
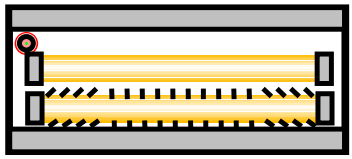
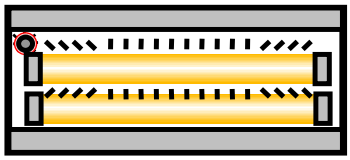
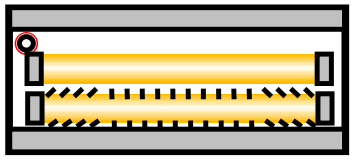
3.4.1 Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60.598 -2-22 y la norma UNE 20.392 o UNE 20.062, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

Producto	*Norma de aplicación*
Luminaria para alumbrado de emergencia	*UNE-EN 60598-2-22*
Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia	*UNE 20392*
Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia	*UNE 20062*
Nota: Las luminarias de emergencia deben tener un dispositivo de puesta en reposo integrado o a distancia con objeto de evitar la descarga de las baterías cuando no sea necesaria la iluminación de emergencia.	

Las luminarias para alumbrado de emergencia pueden ser de los siguientes tipos:

		CON TENSIÓN DE RED	*CON FALLO DE RED*
PERMANENTE *Las lámparas para alumbrado de emergencia están alimentadas permanentemente, ya se requiera el alumbrado normal o el de emergencia.*			
NO PERMANENTE *Las lámparas para alumbrado de emergencia están en funcionamiento únicamente cuando falla la alimentación del alumbrado normal.*			
COMBINADO *contiene 2 o más lámparas, de las que al menos una está alimentada a partir de la alimentación de alumbrado de emergencia y las otras a partir de la alimentación de alumbrado normal.*	***PERMANENTE***		
	NO PERMA-NENTE		

MARCADO DE LOS APARATOS DE EMERGENCIA.

En función de la construcción de la luminaria el marcado que debe aparecer sobre el aparato, se indica de la siguiente forma:

*	*	****	***

***1ª** celda indica el **TIPO de la luminaria**:*
X aparato autónomo

Z aparato alimentado por fuente central

2ª** celda indica el **modo de funcionamiento
0 No permanente
1 Permanente
2 Combinado no permanente
3 Combinado permanente
4 Compuesto no permanente
5 Compuesto permanente
6 Satélite

3ª dispositivos
A dispositivo de verificación incorporado
B con puesta en estado de reposo a distancia
C con puesta en estado de neutralización
D luminaria para zonas de alto riesgo

***4ª** celda, sólo en aparatos autónomos, indica la **duración** en minutos*
**60 1 hora (valor mínimo según el RBT)*
120 2 horas
180 3 horas

Ejemplo

X	*2*	**B***	**60*

Significaría: Aparato autónomo, Combinado no permanente, con puesta en estado de reposo a distancia y 60 minutos de duración

Transitoriamente y hasta octubre de 2005 el marcado sobre el aparato puede incluir únicamente en letra:

- *El tipo de luminaria y dispositivo de verificación*
- *Modo de funcionamiento Permanente, No Permanente o Combinado*
- *Duración en horas.*

3.4.2 Luminaria alimentada por fuente central

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la norma UNE-EN 60.598 -2-22.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado de emergencia por fuente central entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos, se dispondrán en un cuadro único, situado fuera de la posible intervención del público

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

a) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección.

En general, el dispositivo a instalar será un interruptor automático magnetotérmico.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

Se recomienda instalar en el origen de todo cuadro de mando o distribución un interruptor con bloqueo en posición de abierto, de corte omnipolar con capacidad de seccionamiento y apertura en carga para realizar, de forma segura, operaciones de mantenimiento o reparación. En cualquier caso la protección contra cortocircuitos debe estar garantizada.

Los interruptores automáticos conforme a la norma UNE-EN 60947-2 clasificados como aptos para el seccionamiento cumplen con las prescripciones anteriores.

b) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

c) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

Producto	*Norma de aplicación*
Envolvente cuadro general (uso doméstico o análogo)	*UNE 20451*
Cajas de empalme y/o derivación	*UNE 20451*
Envolvente cuadro general y conjuntos de aparamenta (uso industrial) [1]	*UNE-EN 50298*
Interruptores automáticos (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 60898*
Interruptores automáticos (uso industrial)	*UNE-EN 60947-2*
Interruptores temporizados (minuteros) (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 60669-2-3*
Interruptores-seccionadores (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 60669-2-4*
Interruptores-seccionadores (uso industrial)	*UNE-EN 60947-3*
Interruptores diferenciales (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61008*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009*
Interruptores diferenciales (uso industrial)	*UNE-EN 60947-2*
Fusibles	*UNE-EN 60269-3*
Bornes de conexión	*UNE-EN 60998*
Nota 1: Los diferentes componentes que conforman el cuadro deberán cumplir con su correspondiente norma de producto. Cuando se comercializan montados, todos estos elementos, constituyen el conjunto de aparamenta y deberán cumplir con las prescripciones de la norma (UNE-EN 60439-3).	

d) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.

Cuando el alumbrado de emergencia este conectado en el mismo circuito que el alumbrado normal, deberá existir un interruptor manual que permita la desconexión del alumbrado normal sin desconectar el alumbrado de emergencia.

e) Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente construidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.
- Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, armados, colocados directamente sobre las paredes.

En el caso de canales protectoras empotradas, éstas tendrán siempre su tapa accesible.

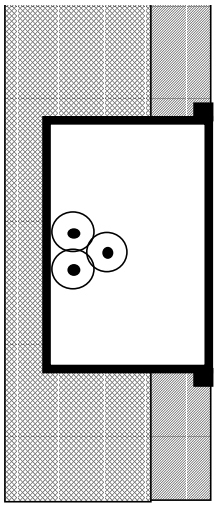


Figura A: Ejemplo de instalación de conductores unipolares aislados en canal protectora empotrada en suelo o pared

Teniendo en cuenta que el apartado 2.2.9 de la ITC-BT-20 permite la utilización de cables de tensión asignada mínima de 0,6/1kV colocados en bandejas, bandejas de escalera o soporte de bandejas, se considera que el objetivo principal de protección mecánica de los conductores, se cumple también cuando las bandejas se instalen en el interior de falsos techos, falsos suelos, o bien a una altura no inferior a 2,5 m desde el nivel del suelo si las bandejas están adosadas a la pared o a una altura no inferior a 4 m desde el nivel del suelo en el resto de los casos (por ejemplo si sobrevuelan pasillos o corredores).

Se considera que las canalizaciones eléctricas prefabricadas conforme a lo indicado en el apartado 2.2.10 de la ITC-BT-20 y las bandejas de paredes llenas adosadas al techo que se instalen a una altura mayor de 2,5 m, garantizan el mismo nivel de protección que las canales protectoras.

Las características mínimas para los cables y los sistemas de conducción de cables son:

Sistema de instalación	*Sistema de canalización (calidad mínima)*		*Cable*	
Empotrado	*Tubo 2221: No propagador de la llama*	*Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2*	*ES07Z1-K (AS)*	*Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 211 002*
	Canal no propagadora de la llama	*Impacto Media, No propagador de la llama. UNE-EN 50085*		
Superficial	*Tubo 4321 No propagador de la llama*	*Compresión Fuerte (4), Impacto Media (3), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1*	*RZ1-K (AS)*	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-4*
	Canal no propagadora de la llama	*Impacto Media, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50085*	*DZ1-K (AS)*	*Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-5*
	Bandejas y bandejas de escalera no propagadoras de la llama	*UNE-EN 61537*	*RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)*	*Tipos ya descritos*
	Cables armados colocados directamente sobre las paredes		*RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)*	*Tipos ya descritos clasificados como armados*
Canal de obra	*Tubo 2221: No propagador de la llama*	*Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2*	*ES07Z1-K (AS) RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)*	*Tipos ya descritos*
	Canal no propagadora de la llama	*Impacto Media, No propagador de la llama. UNE-EN 50085*		
	Bandejas y bandejas de escalera	*UNE-EN 61537*	*RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)*	*Tipos ya descritos*
	cables instalados directamente en su interior			
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2				
Conexionado interior de los cuadro eléctricos			*ES07Z1-K (AS)*	*Tipo ya descrito*
			ES05Z1-K (AS)	*Conductor unipolar aislado de tensión asignada 300/500 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) (para conexionado interior de los cuadros eléctricos) UNE 211 002*

f) Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 21.1002

(según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-EN 50.086-1, cumplen con esta prescripción.

Los tubos, canales y bandejas para conducción de cables pueden estar fabricados en PVC u otros materiales siempre y cuando cumplan con la característica de no propagador de la llama según la norma que le corresponda.

Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50.200 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123 partes 4 ó 5, apartado 3.4.6, cumplen con la prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.

La norma UNE-EN 50200 no es una norma constructiva de un tipo de cable, sino que es una norma que especifica el método de ensayo comúnmente llamado de "resistencia al fuego", y permite clasificar el cable según su capacidad de mantener de forma fiable el suministro de energía eléctrica cuando esté expuesto al fuego. Se recomienda que la clasificación de los cables a instalar sea PH 90.

Por lo tanto los cables resistentes al fuego pueden corresponder a varios diseños (material de aislamiento, material de cubierta, etc.) completamente diferentes, siendo la condición final cumplir con el ensayo indicado en la mencionada norma UNE-EN.

Además de ser resistentes al fuego, los cables utilizados para los circuitos de servicios de seguridad no autónomos o circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben cumplir con el apartado 3.4.6 "Ensayos de reacción al fuego" de la norma UNE 21123-4 o UNE 21123-5.

Los cables con todas las propiedades descritas anteriormente se distinguen en el mercado por las siglas (AS+).

g) Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

5. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS

Además de las prescripciones generales señaladas en el capítulo anterior, se cumplirán en los locales de espectáculos las siguientes prescripciones complementarias:

a) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares con la debida protección al menos, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

- Sala de público

- Vestíbulo, escaleras y pasillos de acceso a la sala desde la calle, y dependencias anexas a ellos.
- Escenario y dependencias anexas a él, tales como camerinos, pasillos de acceso a éstos, almacenes, etc.
- Cabinas cinematográficas o de proyectores para alumbrado.

Cada uno de los grupos señalados dispondrá de su correspondiente cuadro secundario de distribución, que deberá contener todos los dispositivos de protección. En otros cuadros se ubicarán los interruptores, conmutadores, combinadores, etc. que sean precisos para las distintas líneas, baterías, combinaciones de luz y demás efectos obtenidos en escena.

b) En las cabinas cinematográficas y en los escenarios así como en los almacenes y talleres anexos a éstos, se utilizarán únicamente canalizaciones constituidas por conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados. Los dispositivos de protección contra sobreintensidades estarán constituidos siempre por interruptores automáticos magnetotérmicos; las canalizaciones móviles estarán constituidas por conductores con aislamiento del tipo doble o reforzado y los receptores portátiles tendrán un aislamiento de la clase II.

c) Los cuadros secundarios de distribución deberán estar colocados en locales independientes o en el interior de un recinto construido con material no combustible.

d) Será posible cortar, mediante interruptores omnipolares, cada una de las instalaciones eléctricas correspondientes a:

Camerinos
Almacenes
Talleres
Otros locales con peligro de incendio
Los reostatos, resistencias y receptores móviles del equipo escénico.

e) Las resistencias empleadas para efectos o juegos de luz o para otros usos, estarán montadas a suficiente distancia de los telones, bambalinas y demás material del decorado y protegidas suficientemente para que una anomalía en su funcionamiento no pueda producir daños. Estas precauciones se hacen extensivas a cuantos dispositivos eléctricos se utilicen y especialmente a las linternas de proyección y a las lámparas de arco de las mismas.

f) El alumbrado general deberá ser completado por un alumbrado de evacuación, conforme a las disposiciones del apartado 3.1.1, el cual funcionará permanentemente durante el espectáculo y hasta que el local sea evacuado por el público.

g) Se instalará iluminación de balizamiento en cada uno de los peldaños o rampas con una inclinación superior al 8% del local con la suficiente intensidad para que puedan iluminar la huella. En el caso de pilotos de balizado, se instalará a razón de 1 por cada metro lineal de la anchura o fracción.

La instalación de balizamiento debe estar construida de forma que el paso de alerta al de funcionamiento de emergencia se produzca cuando el valor de la tensión de alimentación descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La iluminación de balizamiento se puede garantizar con el uso de pilotos de balizado, pudiendo ser éstos autónomos o centralizados. Cuando sean centralizados no son aplicables los requisitos descritos en el apartado 3.4.2

Ejemplo de aplicación del alumbrado de seguridad a un teatro.

	Alumbrado ambiente	***Alumbrado de evacuación***	
		Origen	***Final***
Salón de actos	*Toda la sala*	*extremos de las filas de butacas*	*Salida exterior*
Aseos de público	*Todo el espacio*	*En el interior, sobre la puerta de salida*	*Salida exterior*
Todos los recorridos, pasillos, escaleras, cambios de nivel y dirección..	*Todo el espacio*	*Inicio del recorrido*	*Salida exterior*
Camerinos y recintos de uso de los empleados, Almacenes...	*Todo el espacio*	*En el interior, sobre la puerta de salida*	*Salida exterior*
vestíbulos	*Todo el espacio*	*En el interior, sobre la puerta de salida*	*Salida exterior*
cuadros de distribución de alumbrado, equipos manuales de prevención y extinción de incendios		*Sobre el punto indicado (5 lux)*	
Local con equipo general de la instalación de protección	*Todo el espacio*		
Bar	*Toda la sala*	*En el interior, sobre la puerta de salida*	*Salida exterior*
aparcamiento	*Todo el espacio*	*Cada plaza de aparcamiento*	*Salida exterior*

6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN Y TRABAJO

Además de las prescripciones generales señaladas en el capítulo 4, se cumplirán en los locales de reunión las siguientes prescripciones complementarias:

- A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

  Salas de venta o reunión, por planta del edificio
  Escaparates
  Almacenes
  Talleres
  Pasillos, escaleras y vestíbulos

Anexo
Otros ejemplos de distribución de alumbrado de seguridad

Hotel -Hospital

	Alumbrado ambiente	*Alumbrado de evacuación*	
		Origen	*Final*
habitaciones	*Todo el espacio*	*Exterior de la puerta de la habitación*	*Salida exterior*
Todos los recorridos, pasillos, escaleras, cambios de nivel y dirección..	*Todo el espacio*	*Inicio del recorrido*	*Salida exterior*
Recintos uso empleados	*Todo el espacio*	*En el interior, sobre la puerta de salida*	*Salida exterior*

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. CAMPO DE APLICACIÓN 5

2. ACOMETIDAS DESDE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA 6

3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES 7

4. CUADROS DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL 9

5. REDES DE ALIMENTACIÓN 11

5.1 Cables 11
5.2 Tipos 12
5.2.1 Redes subterráneas 12
5.2.2 Redes aéreas 14
5.2.3 Redes de control y auxiliares 14

6. SOPORTES DE LUMINARIAS 18

6.1 Características 18
6.2 Instalación eléctrica 21

7. LUMINARIAS 21

7.1 Características 21
7.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas. 22

8. EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LOS PUNTOS DE LUZ 23

9. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS 25

10. PUESTAS A TIERRA 30

00. DIFERENCIAS MÁS IMPORTANTES ENTRE EL RBT 2002 Y EL RBT 1973

RBT 1973	RBT 2002
RBT – art. 11 Instalaciones de alumbrado público MI BT 09 No define el campo de aplicación	RBT – art. 9 Instalaciones de alumbrado exterior ITC-BT 09 – aptdo. 1 Alumbrado de autopistas, carreteras, calles, plazas, jardines, pasos elevados o subterráneos para vehículos o personas, caminos, etc. Instalaciones de alumbrado para cabinas telefónicas, anuncios publicitarios, mobiliario urbano en general, monumentos o similares. Todos los receptores que se conecten a la red de alumbrado exterior.
MI BT 09 No se concretan las acometidas	ITC-BT 09 – aptdo. 2 No se permiten acometidas con conductores desnudos.
MI BT 09 – aptdo. 3.3 No se fija valor de factor de potencia. MI BT 09 No se especifica limite en la caída de tensión aunque remite a la Instrucción MI BT 17 que limitaba la caída de tensión en un 3%.	ITC-BT 09 – aptdo. 3 El factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor $\geq$ 0,90. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de la misma, será menor o igual al 3%.
MI BT 09 No se determina nada respecto al ahorro energético.	ITC-BT 09 – aptdo. 3 Siempre que sea posible, se deben proyectar las instalaciones con distintos niveles de iluminación, al objeto de lograr ahorros energéticos.
MI BT 09 – aptdo. 1.3 Se dispone que en los puntos de conexión de las redes de alumbrado con las de distribución pública, se instalen los dispositivos de protección señalados en la Instrucción MI BT 20. No se pronuncia respecto a las características del cuadro en relación al grado de protección mínima IP e IK. HOJA DE INTERPRETACIÓN Nº 11 Puntualiza que no es preceptivo el empleo de interruptores diferenciales en las instalaciones de alumbrado público.	ITC-BT 09 – aptdo. 4 Prevé la protección individual de las líneas de alimentación de los puntos de luz y de control, cuando existan. Las líneas estarán protegidas con corte omnipolar contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) y sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen. Obliga a la instalación de interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático. La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP 55 e IK 10.
MI BT 09- aptdo. 1.1 No se contempla que los conductores estén entubados ni se regula el tipo de canalización en los cruzamientos , ni otras características de las zanjas. Se permiten las redes aéreas con conductores desnudos. La sección mínima de los conductores en las redes sobre fachadas será de 2,5 mm^2. No se tienen en cuenta redes de control y auxiliares.	ITC-BT 09 – aptdo. 5 En las redes subterráneas los conductores irán entubados. En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva. Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas situadas dentro de los soportes o en una arqueta registrable. Los conductores deberán ser aislados, por lo que no se permiten las redes aéreas con conductores desnudos. La sección mínima de los conductores en las redes aéreas será de 4 mm^2.

RBT 1973	RBT 2002
	Se regulan las redes de control y auxiliares, con una sección mínima de los conductores de 2,5 mm^2.
MI BT 09 – aptdo. 2.1 No se significa normativa de aplicación. Los soportes se dimensionarán con un coeficiente de seguridad no inferior a 3,5. No se señalan exigencias en el grado de protección de la puerta o trampilla.	ITC-BT 09 – aptdo. 6.1 Cumplirán la normativa vigente (RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89). Los soportes se dimensionarán con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5. Los soportes que lo requieran estarán dotados de puerta o trampilla con grado de protección IP44 e IK10.
MI BT 09 – aptdo. 2.4 La sección mínima de los conductores será de 1,5 mm^2. MI BT 09 – aptdo. 3.4 La conexión de las luminarias, columnas o brazos a la red se emplearán conductores aislados de cobre para modalidad aérea de 1,5 mm^2, o sección equivalente si es de otro material, Para modalidad subterránea la sección de los conductores será de 2,5 mm^2. La conexión se hará en una caja que contendrá los dispositivos de conexión, protección y compensación.	ITC-BT 09 – aptdo. 6.2 En la instalación eléctrica en el interior del soporte, los conductores aislados serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm^2, y de tensión 0,6/1kV. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz.
MI BT 09 – aptdo. 3.2 No se indica coeficiente de seguridad de los cables de acero, ni altura mínima sobre el nivel de suelo.	ITC-BT 09 – aptdo. 7.2 La suspensión de las luminarias se hará mediante cables de acero protegido contra la corrosión, con coeficiente de seguridad no inferior a 3,5. La altura mínima sobre el nivel del suelo será de 6 m.
MI BT 09 – aptdo. 3.3 No se consideran los equipos eléctricos de los puntos de luz ni, por tanto, su grado de protección. Cuando el sistema de alumbrado que se utilice lo requiera, se tomarán las medidas necesarias para la compensación del factor de potencia. Cada luminaria estará dotada de dispositivos de protección contra cortocircuitos. La protección podrá hacerse por grupos de lámparas cuando la intensidad total sea menor de 6 amperios, o individualmente cuando la misma resulte superior a 6 amperios.	ITC-BT 09 – aptdo. 8 Los equipos eléctricos de los puntos de luz podrán ser de tipo interior o exterior. Los de tipo exterior tendrán un grado de protección mínimo IP54 e IK08, e irán montados a una altura no inferior a 2,5 m sobre el nivel del suelo. Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90. Asimismo, cada punto de luz estará protegido contra sobreintensidades.
MI BT 09 – aptdo. 3 No se determina la clase de las luminarias ni demás prescripciones. MI BT 09 – aptdo. 2.5 Las columnas y los apoyos accesibles que soportan las luminarias, estarán unidos a tierra si son metálicos.	ITC-BT 09 – aptdo. 9 Las luminarias serán de clase I ó de clase II. Las partes metálicas accesibles de los soportes de las luminarias estarán conectadas a tierra. Para el acceso al interior de las luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público, se precisará el empleo de útiles especiales. Las partes metálicas de los kioskos, marquesinas, cabinas, telefónicas, etc., que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra.
MI BT 09 – aptdo. 2.5	ITC-BT 09 – aptdo. 10

RBT 1973	RBT 2002
Las columnas y los apoyos accesibles que soportan las luminarias, estarán unidos a tierra si son metálicos.	Resistencia adecuada a $U_{contacto} \leq 24$ V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.). Conexión a una red de tierra común para todas las líneas que parten del mismo cuadro de protección medida y control. Un electrodo por cada 5 soportes de luminarias y siempre en el primero y en el último de cada línea. Conexiones protegidas contra la corrosión ejecutadas mediante terminales, grapas, soldaduras o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente.

1. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta instrucción complementaria, se aplicará a las instalaciones de alumbrado exterior, destinadas a iluminar zonas de dominio público o privado, tales como autopistas, carreteras, calles, plazas, parques, jardines, pasos elevados o subterráneos para vehículos o personas, caminos, etc. Igualmente se incluyen las instalaciones de alumbrado para cabinas telefónicas, anuncios publicitarios, mobiliario urbano en general, monumentos o similares así como todos receptores que se conecten a la red de alumbrado exterior. Se excluyen del ámbito de aplicación de esta instrucción la instalación para la iluminación de fuentes y piscinas y las de los semáforos y las balizas, cuando sean completamente autónomos.

Dentro del ámbito de aplicación de esta ITC-BT-09, además de las instalaciones de alumbrado exterior propiamente dichas, se consideran las siguientes: las de alumbrado u otros servicios eléctricos para mobiliario urbano, edículos en vía pública, iluminación ornamental, balizas luminosas, señalización luminosa no autónoma para la regulación de tráfico, así como otros receptores.

Mobiliario urbano

Comprende el mobiliario dotado de equipamiento eléctrico para su propia iluminación u otras necesidades funcionales.

Entre otros se pueden encontrar los siguientes: anuncios publicitarios (mupis, columnas, etc.), marquesinas (paradas de bus, de taxis, de tranvías), cabinas telefónicas, carteles de señalización (tráfico, escuelas, policía, hospitales, etc.), equipamientos diversos (parquímetros, aparatos de acceso a aparcamientos, mojones escamoteables, sistemas de elevación de contenedores soterrados, etc.).

A efectos de protección contra contactos directos e indirectos por su proximidad a instalaciones de alumbrado exterior, tal y como se desarrolla en el apartado 9 de esta Guía Técnica de Aplicación, también debe tenerse en cuenta el mobiliario urbano que carece de equipamiento eléctrico y que engloba los siguientes: paneles publicitarios, carteles de señalización, bancos públicos, señales de tráfico, barandillas y vallas, guardarraíles, mástiles y tiestos, soportes para toldos, pivotes anti-aparcamiento, salidas de ventilación, tapas de arquetas, buzones, papeleras y armarios metálicos, etc.

Aún cuando figuren en las estadísticas e inventarios municipales, los soportes de alumbrado público (columnas, báculos y brazos) no se consideran mobiliario urbano, sino parte integrante de la instalación de alumbrado exterior.

Edículos de la vía pública

Son pequeños edificios implantados en la vía pública dotados de la correspondiente iluminación y, en su caso, equipamiento eléctrico: kioscos (venta de periódicos, venta de loterías, etc.), aseos públicos.

Iluminación ornamental

Corresponde a la iluminación de monumentos, fachadas de edificios, construcciones singulares, etc. que puede ser integrada en el monumento o accesible desde la vía pública

Balizas luminosas

Soportes luminosos cuya función es el guiado visual tanto para la circulación de vehículos (glorietas, rotondas, cambios de dirección, carriles bus, emergencias sobre la vía pública, etc.) como de peatones.

Señalización luminosa no autónoma para la regulación de tráfico

- *semáforos*
- *señales luminosas de tráfico*

Otras instalaciones

Todos los receptores que se conecten a la red de alumbrado exterior.

Exclusiones del ámbito de aplicación

Se consideran excluidas de la aplicación de esta ITC-BT-09:

- *las de los semáforos y las balizas, cuando sean completamente autónomos.*

  Las instalaciones completamente autónomas son aquellas dotadas una acometida independiente, es decir, cuya alimentación no tenga su origen en el cuadro de protección medida y control de la red de alumbrado exterior.
- *las instalaciones eléctricas de las piscinas, pediluvios y fuentes están recogidas en la Instrucción Técnica Complementarias ITC-BT-31 que desarrolla el artículo 11 del Reglamento.*
- *las instalaciones eléctricas temporales de ferias, exposiciones, muestras, stands, alumbrados festivos de calles, verbenas y manifestaciones análogas están reguladas en la ITC-BT-34.*
- *las instalaciones de alumbrado exterior de viviendas unifamiliares, cuando tengan menos de 5 puntos de luz exteriores, sin contabilizar los puntos de luz instalados en fachadas; en este caso, la instalación del alumbrado en el exterior de dicha vivienda se realizará según lo prescrito en la ITC-BT-25.*

2. ACOMETIDAS DESDE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

La acometida podrá ser subterránea o aérea con cables aislados, y se realizará de acuerdo con las prescripciones particulares de la compañía suministradora, aprobadas según lo previsto en este Reglamento para este tipo de instalaciones.

La acometida finalizará en la caja general de protección y a continuación de la misma se dispondrá el equipo de medida.

Las acometidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vienen reguladas en el artículo 15, así como en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-11.

El apartado 2 de la ITC-BT-09 determina que la acometida podrá ser subterránea, ~~o~~ aérea o mixta con cables o conductores aislados. Es decir, no se permiten acometidas con conductores desnudos.

En el caso de acometidas aéreas se cumplirá lo dispuesto en la ITC-BT-06 y cuando sean subterráneas lo establecido en la ITC-BT-07.

Continuidad del conductor neutro

Tanto en el esquema de conexión TT como en el esquema de conexión TN, el neutro de la instalación de alumbrado exterior debe estar conectado al neutro de la red de distribución, de forma que se garantice la continuidad del neutro desde la salida del transformador de distribución AT/BT hasta los receptores de alumbrado.

3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga, estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

Cuando se conozca la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas o tubos de descarga, las corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases, que tanto éstas como aquellos puedan producir, se aplicará el coeficiente corrector calculado con estos valores.

Además de lo indicado en párrafos anteriores, el factor de potencia de cada punto de luz, deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%.

Para el cálculo de la potencia aparente señalado en el primer párrafo, la potencia en vatios a multiplicar será la potencia nominal de las lámparas o tubos de descarga.

A los efectos de lo indicado en esta ITC-BT-09, se define como origen de la instalación de alumbrado exterior el cuadro de protección, medida y control. En el caso de instalaciones de alumbrado con un gran número de puntos de luz, se recomienda que para el cálculo de la caída de tensión se considere también la originada en la acometida.

Cálculo de la sección de los conductores

La determinación de la sección de un cable o conductor estriba en calcular la sección mínima normalizada que cumple simultáneamente los criterios de intensidad máxima admisible (o de calentamiento), de caída de tensión y de intensidad de cortocircuito.

En el caso de las instalaciones de alumbrado exterior, suele ser determinante el criterio de la caída de tensión. La limitación del 3% como máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y el punto más alejado, se debe a que las caídas de tensión deben permitir siempre el encendido y funcionamiento correcto de las lámparas de descarga.

No obstante, efectuados dichos cálculos es conveniente comprobar las intensidades en los tramos con mayor carga, de forma que se cumplan las intensidades máximas admisibles reguladas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-06 para redes aéreas y la ITC-BT-07 para redes subterráneas. En el apartado 5 de esta guía se incluyen las tablas de carga más usuales.

Respecto a la ejecución de los cálculos de caídas de tensión en la red de alimentación de los puntos de luz, debe tenerse en cuenta la Guía Técnica de Aplicación - Anexo 2: "Cálculo de caídas de tensión".

En los circuitos trifásicos, se deben repartir los puntos de luz entre las tres fases de la forma más equilibrada posible, conectándolos, por ejemplo, alternativamente a cada fase.

Con el fin de conseguir ahorros energéticos y siempre que sea posible, las instalaciones de alumbrado público se proyectarán con distintos niveles de iluminación, de forma que ésta decrezca durante las horas de menor necesidad de iluminación.

Eficiencia energética

En las instalaciones de alumbrado público, en general y siempre que sea posible, se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso mediante, por ejemplo, balastos serie de tipo inductivo para doble nivel de potencia, reguladores - estabilizadores en cabecera de línea o balastos electrónicos para doble nivel de potencia.

Para el establecimiento del porcentaje de ahorro energético y la elección, en cada caso, del sistema idóneo deberán considerarse las variaciones de tensión de la red, sus características, tipos de lámparas a implantar, etc. y, en el caso de instalaciones existentes, el estado de las líneas eléctricas de alimentación de los puntos de luz secciones, caídas de tensión, equilibrio de fases, armónicos, etc.

En las vías de tráfico, zonas peatonales, plazas, etc. podrán reducirse los niveles luminosos a ciertas horas de la noche, siempre que quede garantizada la seguridad de los usuarios. En ningún caso la reducción descenderá por debajo del nivel de iluminación aconsejable para la seguridad de tráfico y para el movimiento peatonal.

En puntos concretos con elevados porcentajes de accidentalidad nocturna, zonas peatonales con riesgo considerable de criminalidad, etc. se recomienda por razones de seguridad no llevar a cabo variaciones temporales de los niveles de iluminación.

Otro método para obtener ahorro energético en instalaciones de alumbrado ornamental de fachadas de edificios y monumentos, anuncios luminosos, espacios deportivos o culturales, áreas de trabajo exteriores, etc., consiste en establecer los correspondientes ciclos de funcionamiento (encendido y apagado) de dichas instalaciones, disponiendo de relojes capaces de ser programados por ciclos diarios, semanales, mensuales o anuales.

Producto	***Norma de aplicación***
Interruptor astronómico	*UNE-EN 60730-2-7*
Interruptor crepuscular (células fotoeléctricas)	*UNE-EN 60669-2-1*

4. CUADROS DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ω. No obstante se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ω y a 1 Ω, respectivamente.

Si el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios o fotoeléctricos, se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.

Lo descrito en los apartados 4 y 9 de la ITC-BT-09 se circunscribe a las redes de alimentación que tengan un esquema tipo TT. No obstante, en el caso de instalaciones de alumbrado exterior particulares o privadas en las que las redes de alimentación no estén realizadas según el esquema TT, serán de aplicación en lo relativo a la protección contra los contactos directos y contactos indirectos, las prescripciones de la ITC-BT-24. Además, en lo referente a la protección contra sobreintensidades y sobretensiones se seguirá lo indicado en la ITC-BT-22 e ITC-BT-23, respectivamente.

En lo que concierne a los dispositivos generales e individuales de mando y protección se tendrá en cuenta lo señalado en la ITC-BT-17.

La envolvente del cuadro, proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2m y 0,3 m. Los elementos de medidas estarán situados en un módulo independiente.

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

El significado de los códigos IP e IK se indica en la Guía-BT-Anexo1.

Los grados IP55 e IK10 podrán obtenerse mediante la utilización de envolventes múltiples proporcionando el grado de protección requerido el conjunto de las envolventes completamente montadas. En este caso, en la documentación del fabricante del cuadro deberá estar perfectamente definido el método para la obtención de los diferentes grados de protección IP e IK.

Producto	***Norma de aplicación***
Envolvente cuadro general (uso doméstico o análogo) (1)	*UNE 20451*
Envolvente cuadro y conjuntos de aparamenta (1) (2)	*UNE-EN 50298*
Conjunto de aparamenta (2)	*UNE-EN 60439-5*
Interruptor de control de potencia	*UNE 20317*
Interruptores automáticos (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 60898*
Interruptores automáticos con capacidad de seccionamiento	*UNE-EN 60947-2*
Interruptores diferenciales (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61008*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009*
Interruptores diferenciales	*UNE-EN 60947-2*
Fusibles	*UNE-EN 60269-3*
Interruptor horario	*UNE-EN 61038*
Bornes de conexión	*UNE-EN 60998*

Nota 1: El grado de protección IP55 se verificará de acuerdo a lo establecido en la norma UNE 20324, el grado de protección contra los impactos mecánicos externos IK10 de acuerdo con la norma UNE EN 50102.
Según la norma UNE EN 60695-2-11, y para equipos instalados cerca del punto de alimentación, la temperatura de ensayo de inflamabilidad (hilo incandescente) será de:

- *(960 ± 10) ºC para las partes que soportan partes activas*
- *(650 ± 10) ºC para todas las demás partes*

Nota 2: Los diferentes componentes que conforman el cuadro deberán cumplir con su correspondiente norma de producto. Cuando se comercializan montados, todos estos elementos, constituyen el conjunto de aparamenta y deberán cumplir con las prescripciones de la norma UNE-EN 60439-5.

5. REDES DE ALIMENTACIÓN

5.1 Cables

Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV.

El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

Tipos de conductores

Según el apartado 5.1 de la ITC-BT-09 los conductores serán de cobre; no obstante, el apartado 5.2.1 establece la utilización de sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07 que dispone que los conductores serán de cobre o de aluminio.

Asimismo, en el apartado 5.2.2 correspondiente a las redes aéreas, que remite a la ITC-BT-06 determina que los cables serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones.

Como consecuencia de lo anterior, puesto que no existen condicionantes técnicos para prohibir los conductores de aluminio, y teniendo en cuenta el principio de seguridad equivalente que con carácter general establece el propio Reglamento para Baja Tensión, podrán utilizarse conductores de aluminio siempre que se tomen las precauciones adecuadas en su instalación. Concretamente, para garantizar en este caso la adecuada conexión al dispositivo de protección, dicho dispositivo será del tipo definido en la norma UNE-EN 60947-2.

En todos los casos los cables o conductores deberán ser aislados, por lo que no se permiten las redes aéreas con conductores desnudos, autorizados en el RBT 1973.

De acuerdo con las reglas de la buena práctica en la ejecución de las redes de alimentación de los puntos de luz, se recomienda limitar la sección máxima de los conductores a 25 mm^2 de cobre, al objeto de poder manipular adecuadamente los conductores. En consecuencia, se recomienda la subdivisión de las redes, cuando los resultados de los cálculos obliguen a la instalación de conductores de mayor sección.

5.2 Tipos

5.2.1 Redes subterráneas

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables serán de las características especificadas en la UNE 21123, e irán entubados; los tubos para las canalizaciones subterráneas deben ser los indicados en la ITC-BT-21 y el grado de protección mecánica el indicado en dicha instrucción, y podrán ir hormigonados en zanja o no. Cuando vayan hormigonados el grado de resistencia al impacto será ligero según UNE-EN 50.086 –2-4.

Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60 mm.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.

La sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de 6 mm^2. En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm^2, la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-07.

Para garantizar las distancias mínimas entre el suelo, la cinta de señalización y el tubo enterrado, la profundidad de enterramiento deberá ser superior a 0,4 m. Se recomienda que la distancia mínima entre la parte superior del tubo y el nivel del suelo sea de 0,4 m y para los cruzamientos de calzadas de 0,5 m.

Dada la problemática ocasionada por las lámparas de descarga y el equipo auxiliar asociado en lo referente a los armónicos e intensidades en el neutro, se recomienda en este tipo de instalaciones que el conductor neutro tenga la misma sección que la fase.

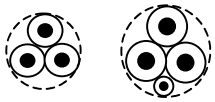
Los cables y tubos de instalación habitual con estas características son:

Sistema de canalización (calidad mínima)		*Cable*	
Tubo	*Compresión 450N, Impacto Normal. UNE-EN 50086-2-4*	*VV-K*	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo (VV) UNE 21123-1[1]*
		RV-K	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta policloruro de vinilo (V) UNE 21123-2[1]*
Nota 1: Las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares			

En la tabla A se especifica para cada uno de los tipos de cables la intensidad máxima admisible en función de la sección del cable y del tipo de instalación. Si procede, deben aplicarse los factores de corrección por temperatura del terreno distinta de 25ºC, por resistividad térmica del terreno diferente de 1K.m/W, por agrupamiento de circuitos o por profundidad de enterramiento distinta de 70 cm.

La tabla de referencia corresponde a la ITC-BT 07, apartado 3.1.2 para condiciones tipo de instalación enterrada entubada. Por tanto, se ha aplicado un factor de corrección 0,8, según el apartado 3.1.3 de la ITC- BT-07, para una instalación en la que cada conductor tripolar o terna de conductores unipolares va alojado en el interior de un tubo. No se agruparán varios circuitos en el interior del mismo tubo.

Tabla A. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada entubada (servicio permanente).

SECCIÓN NOMINAL mm^2	Terna de cables unipolares (1) (2)		1 cable tripolar o tetrapolar (3)	
				
	TIPO DE AISLAMIENTO			
	XLPE	*PVC*	*XLPE*	*PVC*
6	*58*	*50*	*53*	*45*
10	*77*	*68*	*70*	*60*
16	*100*	*88*	*92*	*78*
25	*128*	*112*	*120*	*100*
35	*152*	*136*	*144*	*120*

temperatura ambiente del terreno: 25 ºC,
conductividad térmica del terreno 1K·m/W.
un sólo circuito de cables unipolares en contacto, bajo tubo

(1) incluye el conductor neutro.
(2) para el caso de dos cables unipolares, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna de la terna de cables unipolares de la misma sección y aislamiento, multiplicada por 1,225
(3) para el caso de un cable bipolar, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna del cable tripolar o tetrapolar de la misma sección y aislamiento, multiplicada por 1,225

Si las exigencias reales de instalación no coinciden con las condiciones tipo se aplicarán los factores de corrección indicados en las tablas 6, 7, 8 y 9 de la ITC-BT-07

Los tubos, cuando vayan hormigonados presentarán una resistencia a la compresión mínima de 250 N.

Producto	*Norma de aplicación*
Tubo enterrado	*UNE-EN 50086-2-4*
Bornes de conexión	*UNE-EN 60998*

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

Cuando se utilice una arqueta registrable para albergar los empalmes o derivaciones, se recomienda que su construcción se realice de forma que el agua que pudiera entrar en ella se drene fácilmente, por ejemplo mediante la utilización de un lecho de grava gruesa o método similar y que los empalmes o derivaciones, así como los dispositivos de protección se alojen en una caja estanca con un grado de protección IP X7, sellando la entrada y salida de los

conductores a la misma y situada a una profundidad que minimice el riesgo de inundación en la misma.

5.2.2 Redes aéreas

Se emplearán los sistemas y materiales adecuados para las redes aéreas aisladas descritas en la ITC-BT-06.

Podrán estar constituidas por cables posados sobre fachadas o tensados sobre apoyos. En este último caso, los cables serán autoportantes con neutro fiador o con fiador de acero.

La sección mínima a emplear, para todos los conductores incluido el neutro, será de 4 mm^2. En distribuciones trifásicas tetrapolares con conductores de fase de sección superior a 10 mm^2, la sección del neutro será como mínimo la mitad de la sección de fase. En caso de ir sobre apoyos comunes con los de una red de distribución, el tendido de los cables de alumbrado será independiente de aquel.

5.2.3 Redes de control y auxiliares

Se emplearán sistemas y materiales similares a los indicados para los circuitos de alimentación, la sección mínima de los conductores será 2,5 mm^2.

Respecto a las redes aéreas aisladas serán de las características señaladas en la ITC-BT-06, bien posadas sobre fachadas o tensadas sobre apoyos con cable fiador de acero, con una sección mínima de 4 mm^2, a diferencia de los 2,5 mm^2 que se fijaban anteriormente.

El régimen de distancias al suelo, ventanas, terrazas, balcones, etc., así como las condiciones para cruzamientos y paralelismos, será el establecido en la Instrucción Complementaria ITC-BT-06.

El cable de instalación habitual es del tipo RZ, aunque cuando la red aérea posada se instale en el interior de un tubo o canal protector, se podrán utilizar cables del tipo VV-K o RV-K. El tubo o canal será de las características indicadas en la ITC-BT-21 para canalizaciones fijas en superficie, siempre que su altura de instalación sea superior a 2,5 m y de las características indicadas en la ITC-BT-11 para alturas de instalación inferiores.

En instalaciones de alumbrado exterior especiales (por ejemplo en fábricas) en las que sus canalizaciones discurran por el interior de los edificios podrá utilizarse cable del tipo RZ sobre bandejas.

En la tabla siguiente se indican los sistemas de instalación más habituales:

Sistema de instalación	*Sistema de canalización (calidad mínima)*			*Cable*	
Aéreo - Posados sobre fachada	*Altura <2,5m*	*Tubo 4421 No propagador de la llama*	*Compresión Fuerte (4), Impacto Fuerte (4), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1*	*VV-K*	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo (VV) UNE 21123-1[1]*
		Canal no propagadora de la llama	*Impacto 6J, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50085*	*RV-K*	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta policloruro de vinilo (V) UNE 21123-2[1]*
				RZ	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con cubierta aislante de polietileno reticulado (R) y conductores de cobre cableados a derechas (Z) UNE 21030-2*
	Altura ≥ 2,5m	*Tubo 4321 No propagador de la llama*	*Compresión Fuerte (4), Impacto Media (3), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1*	*VV-K RV-K*	*Tipos ya descritos*
		Canal no propagadora de la llama	*No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50085*		
		Sin canalización		*RZ*	*Tipo ya descrito*
Aéreo – Tensados sobre apoyo	*Sin canalización*			*RZ[2]*	*Tipo ya descrito*

Nota 1: Las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares.
Nota 2: El conductor neutro nunca tiene las funciones de fiador.

En la tabla B se detalla para cada uno de los tipos de cables la intensidad máxima admisible en función de la sección del cable y del tipo de instalación. Si procede, deben aplicarse los factores de corrección por temperatura ambiente distinta de 40 ºC, o por agrupamiento de circuitos.

Tabla B. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40°C

Número de conductores por sección mm²	*Intensidad máxima en A*	
	Posada sobre fachada	*Tendida con fiador de acero*
2 x 4 Cu	*45*	*50*
4 x 4 Cu	*37*	*41*
2 x 6 Cu	*57*	*63*
4 x 6 Cu	*47*	*52*
2 x 10 Cu	*77*	*85*
4 x 10 Cu	*65*	*72*
4 x 16 Cu	*86*	*95*

Si las condiciones reales de instalación no coinciden con las condiciones tipo se aplicarán los factores de corrección indicados en las tablas 6, 7, y 8 de la ITC-BT-06.

Para cables expuestos directamente al sol se utilizará el coeficiente 0,9 o inferior (a criterio del proyectista).

Redes aéreas de alumbrado en apoyos comunes con redes de distribución en baja tensión

Cuando las redes de distribución pública en baja tensión (DP) y de alumbrado público (AP) se instalen en los mismos apoyos, los conductores de alumbrado público se situarán siempre por debajo de los conductores de la red de distribución pública en baja tensión y, por tanto, en todos los casos el tendido de los conductores de alumbrado público será independiente de la red de distribución pública en baja tensión.

La disposición de los conductores y luminarias de la instalación de alumbrado público (AP), así como de la red de distribución pública en baja tensión (DP), se determina en las figuras 1, 2, 3 y 4. Se recomienda el siguiente régimen de distancias mínimas:

- *Conductores aislados en redes AP y DP (figs 1 y 2)*
  - *0,10 m entre conductores AP y DP*
  - *0,35 m para la caja de conexión C y brazo*
- *Conductores aislados en red AP y desnudos en red DP (figs 3 y 4)*
  - *1 m para la luminaria y equipo auxiliar*
  - *0,50 m entre conductor AP y DP*
  - *(d) en m entre conductores DP en función de la longitud del vano (punto 3.2.2 de la ITC-BT-06)*
- *Cuando la luminaria esté implantada por encima de las redes públicas de distribución y alumbrado (figs 1 y 3), la distancia mínima de la luminaria al apoyo será de 1 m.*

Redes de control y servicios auxiliares

De forma general se considerarán los requisitos de redes aéreas y subterráneas de alimentación.

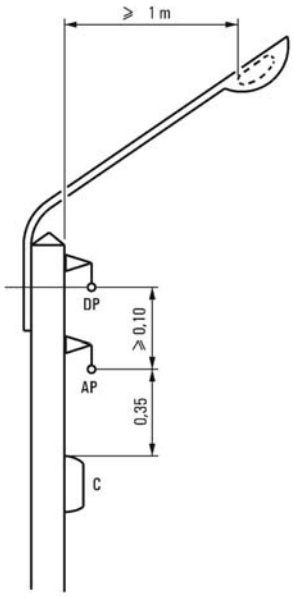


Figura 1

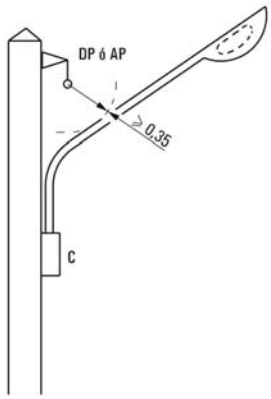


Figura 2

Red de distribución pública con conductores aislados.

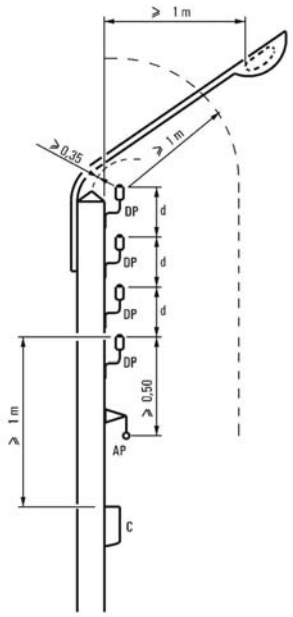


Figura 3

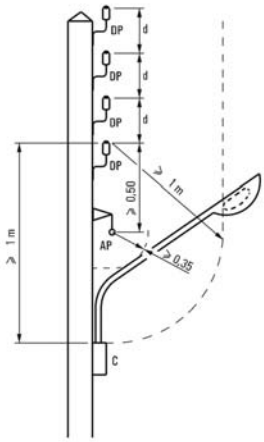


Figura 4

Red de distribución pública con conductores desnudos.

6. SOPORTES DE LUMINARIAS

6.1 Características

Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente (en el caso de que sean de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89). 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 acumulación del agua de condensación. 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.

Normativa y su ámbito de aplicación.

Desde la publicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en Septiembre del 2002, se han producido cambios muy sustanciales en la legislación que regula los soportes de alumbrado, motivados por el desarrollo de la Directiva 89/106/CEE, de 21 de Diciembre de 1989, que dicta las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, transpuesta a la legislación española por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de Diciembre.

Mediante la Comunicación 2002/C 212/06 de la Comisión en el marco de la aplicación de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, se declara, entre otras, como norma armonizada la EN 40-5: 2002 "Columnas y báculos de alumbrado. Parte 5: Requisitos para las columnas y báculos de alumbrado fabricados en acero".

La Resolución de 16 de enero de 2003, de la Dirección General de Política Tecnológica amplía los anexos I, II y III de la Orden de 29 de noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las normas UNE que son transposición de las normas armonizadas, entre otras, la UNE-EN 40-5: 2003.

La norma UNE-EN 40-5:2003, es aplicable a columnas de alumbrado de acero que no sobrepasen 20 m de altura para luminarias montadas en la parte superior, y a báculos de alumbrado de acero que no superen los 18 m de altura para luminarias con entrada lateral.

Se considera que los soportes de acero (columnas y báculos) de alturas superiores a las señaladas anteriormente, continúan sometidos a los requisitos establecidos en el Real Decreto 2642/85, Real Decreto 401/89 y Orden Ministerial de 16/5/89.

Respecto a los soportes realizados en otros materiales (aluminio, hormigón, etc.) serán de aplicación las normas de la serie EN 40 "Columnas y báculos de alumbrado" relativas a cada tipo de material.

Fechas de aplicabilidad y coexistencia.

En virtud de lo dispuesto en la referenciada normativa, la entrada en vigor del marcado CE con carácter obligatorio para los soportes metálicos de luminarias y que marca el final del periodo de coexistencia con el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89, es el:

1-02-2004

Debe aclararse que la fecha en que finaliza el periodo de coexistencia coincide con la fecha en la que se retiran las especificaciones técnicas contradictorias (RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89 para columnas de alumbrado de acero que no excedan de 20 m de altura y a báculos también de acero que no rebasen 18 m de altura para luminarias con entrada lateral), después de lo cual la presunción de conformidad debe basarse siempre en la norma armonizada UNE-

EN 40-5:2003 "Columnas y báculos de alumbrado. Parte 5: Requisitos para las columnas y báculos de alumbrado fabricados en acero"

Para las columnas y báculos de acero de alturas superiores a las referidas con anterioridad, la presunción de conformidad debe fundamentarse en el Real Decreto 2642/85, Real Decreto 401/89 y Orden Ministerial de 16/5/89.

NOTA: Actualmente el CEN, Organismo de Normalización encargado de la serie de normas EN 40, ha propuesto el retraso de la fecha de aplicación obligatoria de las normas EN 40-5 y EN 40-6 hasta el 01-02-2005, estando en el momento de la edición de esta guía a la espera de que la nueva fecha de aplicación sea publicada por parte de la Comisión Europea, dentro del ámbito de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/CEE.

Marcado CE de los soportes.

El fabricante, o su representante autorizado establecido dentro de la UE es el responsable de la realización del Marcado CE.

El símbolo CE debe ser conforme a la Directiva 93/68/CEE, y los soportes contendrán marcas o indicaciones de acuerdo con la norma UNE-EN 40-5:2003. El Marcado CE y la información que lo acompaña deben colocarse, al menos, en uno de los siguientes lugares:

- *En el propio producto.*
- *En una etiqueta adherida al mismo*
- *En su embalaje*
- *En la documentación comercial adjunta*

Los soportes que lo requieran, deberán poseer una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra; la parte inferior de dicha abertura estará situada, como mínimo, a 0,30 m de la rasante, y estará dotada de puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50.102. La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra cuando sea metálica.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas fijadas o incorporadas a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección y maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado o en el interior de la obra de fábrica.

Códigos IP e IK

Cuando en el texto de la ITC-BT-09 se alude a un grado de protección IP44 e IK10 en la puerta o trampilla, quiere referirse al grado de protección mínimo que se debe proporcionar al equipo eléctrico que normalmente vaya alojado en el interior del soporte (caja de fusibles u otro tipo de protección).

Como según las normas armonizadas de la serie EN 40, el grado de protección de las puertas de los soportes deben ser como mínimo IP3X o IP2X (en función de la altura sobre la rasante a la que estén situadas las puertas) e IK08, el grado de protección requerido, podrá obtenerse, o bien por la propia construcción de la trampilla del soporte, o bien mediante la utilización suplementaria de una caja u otra envolvente que esté alojada en el interior del soporte de forma que, el conjunto del soporte y la envolvente completamente montada, proporcione el grado de protección exigido.

En este último caso, en la documentación del fabricante del soporte deberán estar definidas las características de la caja para la obtención de los grados de protección pedidos. Será responsabilidad del instalador la adecuada instalación de la caja correspondiente para garantizar el cumplimiento de la normativa de soportes del conjunto completo.

Borne de tierra en la portezuela o trampilla metálica

Cuando el equipo eléctrico se aloje en una caja cerrada aislante o metálica puesta a tierra en el interior del soporte, podrá evitarse la colocación del borne de tierra en la portezuela. En cualquier caso, se instalará en el fuste del soporte un borne de toma de tierra.

Dimensionamiento del fuste

La sección del fuste del soporte tendrá las dimensiones suficientes para alojar con holgura la caja de protección e instalar el borne de toma de tierra.

Factores de carga parciales.

La Directiva 89/901/CEE, al hacer obligatoria la UNE-EN 40-5, fija como factores de carga parciales para el peso propio 1,2 y para el viento 1,4, los cuales permiten garantizar la seguridad por combinación de ambos efectos, con mayor rigor técnico que el coeficiente de seguridad de 2,5 reflejado en el texto actual de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-09 del Reglamento del 2002, que quedaría sustituido por los dos mencionados factores de carga parciales, siempre y cuando las cargas características debidas al peso propio y a la acción del viento se ajusten estrictamente a lo dispuesto en la norma UNE-EN 40-5, que remite a lo especificado en la norma UNE-EN 40-3-1 (Parte 3-1: Diseño y verificación. Especificación para cargas características).

Lo cual exige que la presión característica del viento se obtenga teniendo en cuenta la presión del viento de referencia ($q_{(10)}$), el coeficiente (δ) dependiente del tamaño del soporte, el coeficiente (β) que es función del comportamiento dinámico del soporte, el coeficiente topográfico (f) y, por último, el coeficiente de exposición ($Ce_{(z)}$) que depende del terreno y de la altura por encima del suelo (z).

Asimismo, se deberá considerar el coeficiente de forma de las columnas y báculos (sección circular, octogonal regular y otras diferentes), así como el coeficiente de forma de las luminarias.

Calculadas las cargas características, se evaluarán las fuerzas debidas a la presión del viento y a las cargas propias, tanto sobre el fuste del soporte como sobre la luminaria, calculando los momentos de flexión que actúan sobre el fuste de la columna o báculo y sobre el brazo, así como los momentos de torsión que actúan sobre el fuste del soporte debidos a las cargas del viento. Para lo cual, en cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE-EN 40-5, se considerarán las secciones transversales críticas definidas por la norma UNE-EN 40-3-3 (Parte 3-3: Diseño y verificación: Verificación mediante cálculo).

Deformaciones horizontal y vertical.

Como criterios de aceptación, la flecha horizontal y la deformación vertical de la conexión de las luminarias, bajo el efecto de las cargas características, en cumplimiento de lo establecido en la norma UNE-EN 40-5 no sobrepasarán los valores determinados en la norma UNE-EN 40-3-3, en las condiciones señaladas por la misma.

Verificación del diseño estructural

En cumplimiento de lo dispuesto de la norma UNE-EN 40-5, el diseño estructural de una columna o báculo de alumbrado debe verificarse, bien por ensayo de acuerdo con la norma UNE-EN 40-3-2 (Parte 3-2: Diseño y verificación: Verificación mediante ensayo), o por cálculo en consonancia con la norma UNE-EN 40-3-3 (Parte 3-3: Diseño y verificación: Verificación mediante cálculo).

6.2 Instalación eléctrica

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes, se deberán respetar los siguientes aspectos:

- Los conductores serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm^2, y de tensión asignada 0,6/1kV, como mínimo; no existirán empalmes en el interior de los soportes.
- En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice.
- La conexión a los terminales, estará hecha deforma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número y tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz.

Los tipos de cable a utilizar corresponden a los indicados en el apartado (5.2.1) o (5.2.2).

7. LUMINARIAS

7.1 Características

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la norma UNE-EN 60.598 -2-3 y la UNE-EN 60.598 -2-5 en el caso de proyectores de exterior.

La Instrucción ITC-BT-09 determina que las luminarias se ajustarán a la norma UNE-EN-60598-2-3 y los proyectores cumplirán la UNE-EN 60598-2-5.

Una luminaria es un conjunto óptico, mecánico y eléctrico equipado para recibir una o varias lámparas, que se compone de cuerpo o carcasa, elementos auxiliares (balasto, arrancador y condensador) instalados generalmente en un compartimento de la luminaria, portalámparas, etc. y bloque óptico.

En el caso en el que el fabricante suministre tanto la luminaria y el proyector con los equipos auxiliares (balasto, arrancador y condensador) incorporados, el responsable del cumplimiento de la norma de luminarias será el fabricante.

Cuando la luminaria, dotada de alojamiento para el equipo auxiliar, y el proyector se suministre sin equipamiento eléctrico (balasto, arrancador y condensador), será responsabilidad del instalador la utilización y conexión adecuada de dichos equipos para asegurar el cumplimiento de los requisitos incluidos en la norma de luminarias del conjunto completo. Para ello se deberán seguir escrupulosamente las instrucciones proporcionadas por el fabricante de la envolvente de la luminaria especialmente en lo relativo a los calentamientos y protección contra los choques eléctricos, así como en el tipo y potencia de lámpara máxima a instalar en la luminaria.

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior deben tener como mínimo el grado de protección IP 23.

Como caso particular en ambientes con contaminación o existencia de componentes corrosivos (zonas industriales, urbanas, costeras, etc.) y con el fin de mantener el rendimiento de la luminaria, es recomendable que tenga los siguientes grados de protección:

- *IP66 para el compartimiento óptico.*
- *IP44 para el alojamiento del equipo auxiliar.*

En lo que atañe a la resistencia mecánica, en el caso de luminarias de alumbrado exterior, la norma UNE-EN 60.598-2-3 establece como mínimo los siguientes valores:

- *IK04 (0,5 julios) para las partes frágiles (cierres de vidrio, metacrilato, etc.).*
- *IK05 (0,7 julios) para el resto de las partes (cuerpo o carcasa).*

La protección contra los choques mecánicos debe ser apropiada al emplazamiento donde las luminarias están instaladas, cuyo grado mínimo será IK 08 (5 julios), si están situadas a menos de 1,5 m del suelo.

7.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas.

La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de luminaria IP X3 según UNE 20.324.

La suspensión de las luminarias se hará mediante cables de acero protegido contra la corrosión, de sección suficiente para que posea una resistencia mecánica con coeficiente de seguridad de no inferior a 3,5. La altura mínima sobre el nivel del suelo será de 6 m.

Los tipos de cable a utilizar corresponden a los indicados en el apartado 5.2.1, siempre con conductor flexible de clase 5.

Tipos de cable habituales:

cable tipo VV-K *(norma UNE 21123-1)*	*cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo (VV)*
cable tipo RV-K *(norma UNE 21123-2)*	*cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta policloruro de vinilo (V)*
Nota 1: Las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares.	

8. EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LOS PUNTOS DE LUZ

Podrán ser de tipo interior o exterior, y su instalación será la adecuada al tipo utilizado.

Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54, según UNE 20.324 e IK 8 según UNE-EN 50.102, e irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo, las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente.

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90; asimismo deberá estar protegido contra sobreintensidades.

Las lámparas de descarga tienen en común una impedancia negativa, lo que supone que la intensidad de corriente suministrada para una tensión constante se incremente hasta la destrucción de la lámpara.

Por esta causa, debe instalarse un balasto para limitar la intensidad de la corriente que fluye por la lámpara y suministrar a la misma los parámetros necesarios.

Cuando el balasto es electromagnético, asociado al mismo deberán instalarse los condensadores precisos para la corrección del factor de potencia. Además algunas lámparas de descarga, necesitan incorporar un arrancador que proporcione en el instante del encendido, la alta tensión necesaria para el cebado de la corriente de arco de la lámpara.

Los balastos electrónicos cumplen la misión de limitar la intensidad de corriente, al tiempo que realizan las funciones de los arrancadores y condensadores de compensación del factor de potencia.

Se recomienda que las pérdidas en los conjuntos equipo auxiliar y lámpara de descarga no superen los valores determinados en la siguiente tabla:

LÁMPARAS DE DESCARGA

POTENCIA NOMINAL DE LÁMPARA (W)	POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO (W)		
	VAPOR DE MERCURIO (W)	VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN (W)	HALOGENUROS METÁLICOS (W)
50	60	62	--
70	--	84	84
80	92	--	--
100	--	116	116
125	139	--	--
150	--	171	171
250	270	277	270 (2,15A) 277 (3A)
400	425	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)

Nota: Ensayo según norma EN 60923: 1997 y a tensión nominal de red de 230 V.

Estos valores se aplicarán a los balastos estándares de mercado (los balastos de ejecución especial no están contemplados, p. ej. "secciones reducidas, balastos de doble nivel").

Las pérdidas del conjunto equipo auxiliar y lámpara fluorescente se ajustarán a los valores admitidos por la Directiva 2000/55/CE "Eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes" y por el R.D. 838/2002 de 2 de Agosto, que constituye su trasposición.

Para la instalación del equipo auxiliar se consideran las dos tipologías existentes, es decir, los equipos eléctricos de tipo exterior utilizados generalmente en instalaciones de alumbrado con

puntos de luz implantados en fachadas o apoyos, alimentados mediante redes aéreas posadas sobre muros o tensadas sobre apoyos. En este supuesto, se fijan los grados de protección IP54 e IK08 y se establece que dichos equipos eléctricos de tipo exterior irán instalados a una altura mínima sobre el nivel del suelo de 2,5 m.

En el caso de los equipos eléctricos de tipo interior, al estar instalados en el alojamiento de auxiliares de las propias luminarias, o en el interior del soporte, no precisan se exija grado de protección IP e IK, ya que las envolventes donde están ubicados ya lo poseen.

Cada punto de luz deberá estar protegido contra sobreintensidades (interruptor automático o fusible) de acuerdo a lo establecido en la ITC-BT-22.

Producto	*Norma de aplicación*
Balastos para lámparas de descarga (Vapor de sodio, Vapor de mercurio, Halogenuros, etc.)	*UNE-EN 61347-2-9*
Balastos para lámparas fluorescentes	*UNE-EN 61347-2-8*
Aparatos arrancadores para lámparas de descarga y fluorescentes	*UNE-EN 61347-2-1*
Condensadores para alumbrado	*UNE-EN 61048*
Bornes de conexión	*UNE-EN 60998*
Portalámparas de rosca Edison	*UNE-EN 60238*
Portalámparas de tipo Bayoneta	*UNE-EN 61184*
Portalámparas para lámparas de fluorescencia	*UNE-EN 60400*
Otros portalámparas	*UNE-EN 60838*

9. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Las luminarias serán de Clase I o de Clase II.

Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra. Se excluyen de esta prescripción aquellas partes metálicas que, teniendo un doble aislamiento, no sean accesibles al público en general. Para el acceso al interior de las luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público, se requerirá el empleo de útiles especiales. Las partes metálicas de los kioskos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra.

Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm^2 en cobre.

Mobiliario urbano y edículos en vía pública

El mobiliario urbano y edículos en vía pública, dotados de equipamiento eléctrico (como mínimo iluminación), definidos en el apartado 1 de la presente Guía Técnica de Aplicación, se recomienda que estén protegidos por un dispositivo diferencial-residual de 30 mA, cualquiera que sea la clase del material eléctrico.

El interruptor diferencial de protección, generalmente, está instalado en el propio mobiliario urbano o edículo, en el punto de conexión con la canalización de alimentación.

El mobiliario urbano y los edículos en vía pública, habitualmente, son alimentados mediante una derivación de la red de alumbrado público, cuyos conductores son, en principio, de sección inferior a los de dicha red. Debe llevarse a efecto la protección contra los cortocircuitos en el referido cambio de sección de los conductores.

Instalaciones de alumbrado exteriores particulares:

Este tipo de instalaciones pueden tener su origen:

- *en un ramal de la red de distribución pública de baja tensión*
- *en una derivación sobre la distribución de los servicios generales del inmueble*

En este último caso debe establecerse un circuito independiente de los otros circuitos del inmueble (caja de escaleras, garaje, etc.). La protección mediante interruptor diferencial debe estar coordinada con las condiciones de puesta a tierra de la instalación en consonancia con el esquema TT ó TN que corresponda.

Se recomienda efectuar la puesta a tierra de la instalación de alumbrado exterior mediante conductor de protección (CP) con aislamiento de color verde–amarillo, incorporado en la misma canalización que la alimentación de los puntos de luz. El tipo de canalización a utilizar se escogerá de acuerdo a lo establecido en la ITC-BT-21.

Las uniones o empalmes de interconexión deben ser ejecutadas correctamente en cajas de conexión al objeto de asegurar su continuidad y la buena derivabilidad de las puestas a tierra.

Protección de las partes metálicas accesibles

La ejecución de una unión equipotencial entre las masas y elementos conductores simultáneamente accesibles resulta, en general, recomendable en las instalaciones eléctricas, ya que dicha conexión equipotencial evita la aparición de la tensión de contacto. Sin embargo, en las instalaciones de alumbrado exterior, la situación y gran extensión de los elementos conductores puede hacer, en algunos casos, más peligrosa la ejecución de tales enlaces equipotenciales que su ausencia.

A continuación se estudian los casos característicos siguientes:

- *Soporte de alumbrado y elementos conductores sin equipamiento eléctrico (fig. 5).*
- *Soporte de alumbrado y mobiliario urbano o edículos con equipamiento eléctrico (fig. 6).*

En el primer caso se considera la situación de algún elemento conductor sin equipamiento eléctrico del mobiliario urbano, como ocurre en las señales de tráfico, paneles publicitarios, bancos públicos, barandillas y vallas, pivotes anti-aparcamiento, etc. en las proximidades (a distancia igual o inferior a 2 m) de un soporte de alumbrado exterior. Como el elemento conductor perteneciente al mobiliario urbano no tiene equipamiento eléctrico, no es necesario establecer una conexión equipotencial (véase fig. 5), dado que dichos elementos conductores del mobiliario urbano, de hecho se encuentran al potencial de la tierra, por lo que una conexión de dicha naturaleza no aportaría seguridad suplementaria.

El segundo caso corresponde a la ubicación en la cercanía de un soporte de alumbrado público (a distancia igual o inferior a 2 m), de mobiliario urbano o edículos con equipamiento eléctrico, como sucede con las cabinas telefónicas, marquesinas, kioscos, aseos públicos o cualesquiera otros elementos reseñados en el epígrafe 1 de esta Guía Técnica de Aplicación.

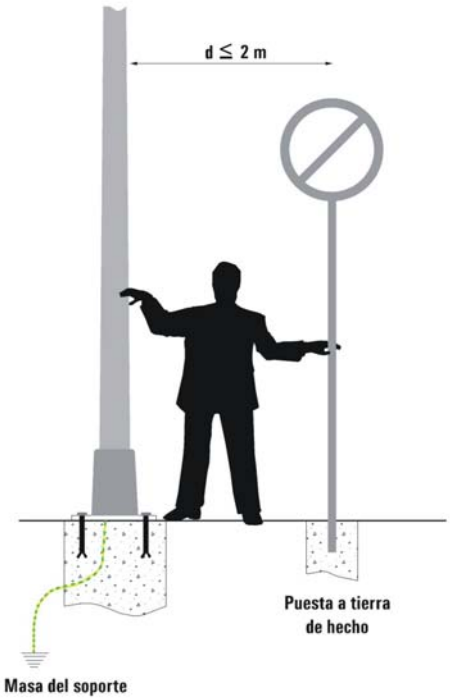
El mobiliario urbano o el edículo de la vía pública es una masa como el soporte (columna o báculo) de alumbrado exterior. Estas masas deben unirse de manera que se asegure su equipotencialidad (véase fig. 6).

Asimismo, cuando se trate de 2 soportes de alumbrado público, simultáneamente accesibles, es decir, situados a una distancia igual o inferior a 2 m, sus masas deben unirse, de modo que quede asegurada su equipotencialidad.

En todos los supuestos, el valor de la resistencia de puesta a tierra y del dispositivo diferencial–residual, asociado a la misma, correspondientes a la instalación de alumbrado exterior, deberán ajustarse a lo señalado en este apartado 9 de la Guía Técnica de Aplicación para los esquemas TT y TN-S.

Soporte y elementos conductores sin equipamiento eléctrico

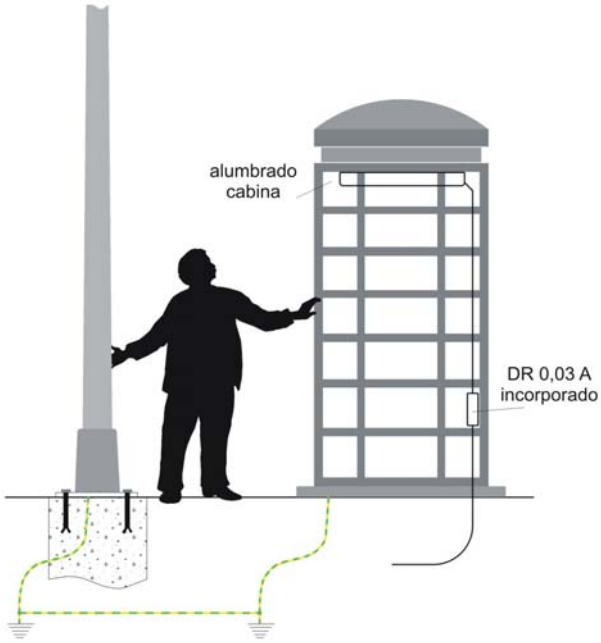
(soportes de señalización, barandillas y vallas, bancos públicos, pivotes antiaparcamiento, etc.)



Si el elemento conductor no comporta equipamiento eléctrico, no tiene que ejecutarse la conexión equipotencial, dado que no aporta seguridad suplementaria

Figura 5

Soporte y elementos conductores con equipamiento eléctrico



El mobiliario urbano puede estar alimentado por la misma fuente o no

El mobiliario urbano y edículo en vía pública es una masa como el soporte. Tienen que conectarse estas masas a tierra al objeto de asegurar la equipotencialidad.
La alimentación del mobiliario debe estar protegida por un interruptor diferencial (DR) de 30 mA.

Figura 6

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

En consonancia con la Instrucción Complementaría, ITC-BT-24, debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación de alumbrado exterior y las características de los dispositivos de protección.

La protección contra los contactos indirectos puede asegurarse mediante:

- *Corte automático de la alimentación en un tiempo compatible con la seguridad de las personas y una tensión de contacto no mayor de 24 V. Esta primera medida está ligada a la puesta a tierra de la instalación.*
- *Ejecutando la instalación de manera que todo defecto entre las partes bajo tensión y las accesibles sea improbable y, por tanto, los riesgos correspondientes puedan ser despreciados. Esta segunda medida requiere la utilización de materiales clase II.*

Las dos medidas pueden combinarse, que es lo que en la práctica normalmente se lleva a cabo.

La ITC-BT-08 que establece los sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica, contempla la aplicación de los esquemas TT, TN e IT.

Las redes de distribución pública de baja tensión, como es el caso de las instalaciones de alumbrado exterior, según la ITC-BT-08, deben tener un esquema de conexión TT, en el que las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden alcanzar valores inferiores a los de cortocircuito pero que, no obstante, pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

Esquema TT

Para los esquemas TT se seguirá todo lo indicado en el apartado 4.1.2 de la ITC-BT-24, considerando la tensión de contacto límite convencional de 24 V.

Esquema TN

La autorización de un esquema TN está subordinada a ciertas condiciones de orden técnico en lo que concierne a la adecuación con la distribución pública en baja tensión, relativas, por ejemplo, al neutro a la salida del transformador, a estudiar con la Empresa distribuidora de energía eléctrica.

En el esquema TN, una corriente de defecto en un aparato, entre una fase y la masa, llega a ser una corriente de cortocircuito fase / neutro, que, normalmente, es eliminada por los dispositivos de protección contra las sobreintensidades previstos en la instalación. En este caso se seguirá todo lo señalado en el apartado 4.1.1 de la ITC-BT-24,

Esquema TN-C

En el esquema TN-C en el que el conductor neutro (N) y el conductor de protección (CP) son comunes (CPN), no pueden utilizarse dispositivos de protección de corriente diferencial-residual (interruptores diferenciales).

Este esquema TN-C no permite el seccionamiento del neutro, ya que el conductor de protección (CP) jamás debe ser cortado. Por todo ello, en instalaciones de alumbrado exterior, no es recomendable el esquema TN-C.

Esquema TN-S

En el esquema TN-S el conductor de protección (CP) es distinto del neutro (N), por lo que se permite el seccionamiento del neutro, disposición que presenta la ventaja de poder dejar fuera de tensión por seccionamiento todos los conductores activos de un mismo circuito.

Si las condiciones locales de distribución eléctrica no lo impiden, el esquema TN-S debe elegirse en relación al esquema TN-C, que resulta desaconsejable. En el supuesto de adoptar, en su caso, el esquema TN-S, debe prestarse atención a no sobrecalibrar las protecciones.

Elección y coordinación de los interruptores diferenciales

En las instalaciones de alumbrado exterior es trascendental la elección y correcta coordinación de los dispositivos de protección contra contactos indirectos, con la finalidad de asegurar un correcto equilibrio entre la continuidad en el servicio y la seguridad eléctrica.

En todos los casos la concepción de una instalación de alumbrado exterior debe ser tal que, en lo posible, un defecto localizado no provoque la interrupción de todo el alumbrado.

A nivel de alimentación general respecto a la distribución de las distintas salidas o circuitos, el interruptor diferencial puede ser del tipo "S", o del tipo retardado de tiempo regulable al objeto de asegurar la selectividad de los interruptores diferenciales eventualmente instalados aguas abajo.

Protección por utilización de equipos clase II o por aislamiento equivalente

Esta medida de protección definida en la Instrucción Complementaría ITC-BT-24, consiste en ejecutar la instalación de alumbrado exterior de tal manera que sea excluido todo riesgo de defecto de aislamiento.

Es decir, las luminarias y los materiales del circuito de alimentación deben fabricarse en Clase II ó dotarlos, cuando se realiza la obra, de un aislamiento suplementario.

En algunas ocasiones, esto no puede llevarse a cabo en toda la extensión de la instalación de alumbrado público, pero puede efectuarse en partes concretas de la misma como son:

- *Conjunto soporte con luminaria y equipo auxiliar: El conjunto se admite que es de Clase II, cuando se satisfacen las condiciones siguientes:*
  - *Luminarias Clase II*
  - *Canalización interior constituida por conductores aislados en el interior de tubos para soportes con partes metálicas accesibles al público, exceptuando soportes con envolventes duraderas y prácticamente continuas de material aislante, encerrando todas las partes metálicas accesibles al público.*
  - *Los cables deben estar fijados a la extremidad superior del soporte, mediante un dispositivo de amarre previsto por la Norma UNE-EN 60.598-2-3.*
  - *Protección suplementaria de material aislante para los cables, mediante prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice, en los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes.*
  - *Aparamenta instalada en una caja Clase II.*
- *Brazo con luminaria implantado sobre fachada o apoyo: El conjunto de luminaria Clase II instalado en un brazo montado sobre fachada, con protección situada en una caja Clase II, de forma que el equipamiento interno de la caja presente un grado de protección IP 2X, cuando la tapa esté abierta, constituye un conjunto Clase II. El brazo no se une a tierra, teniendo en cuenta la excepción del apartado 9 de la ITC-BT-09.*
- *Alimentación en derivación a un soporte*
- *Mobiliario urbano y edículos de la vía pública con equipamiento eléctrico*

Debe llamarse la atención sobre los puntos siguientes:

- *La envolvente aislante no debe ser atravesada por partes conductoras susceptibles de propagar un potencial.*

Las partes accesibles, cuando la portezuela de los soportes o las tapas de las cajas estén abiertas, deben tener, al menos, un grado de protección IP 2X, y si esto no es posible debe instalarse una barrera aislante para obtener una protección equivalente.

10. PUESTAS A TIERRA

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm^2 de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.

- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm^2 para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm^2 de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Características de los conductores:

- Desnudos: serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21022 (conductor formado por varios alambres rígidos cableados entre sí)

- Aislados: los conductores aislados de tensión asignada 450/750 V y de instalación habitual con estas características son:

cable H07V-U (norma UNE 21031-3)	*conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 1 (-U) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)* *Nota: mayor sección normalizada 10 mm^2, por lo tanto solamente pueden utilizarse como conductor de protección para las redes posadas*
cable H07V-R (norma UNE 21031-3)	*conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 2 (-R) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)*
cable H07V-K (norma UNE 21031-3)	*conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)*

Cuando en las redes aéreas el conductor de protección forme parte del cable RZ (cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con cubierta aislante de polietileno reticulado y conductores de cobre cableados a derechas) no es necesaria la coloración verde-amarillo; en este caso el conductor de protección debe estar identificado con un marcado apropiado, por ejemplo mediante el símbolo de tierra o CP, cada 0,5 m.

Ejemplos de puesta a tierra

En las figuras 7 y 8 se representan dos ejemplos de puestas a tierra en instalaciones de alumbrado público en esquemas TT y TN-S

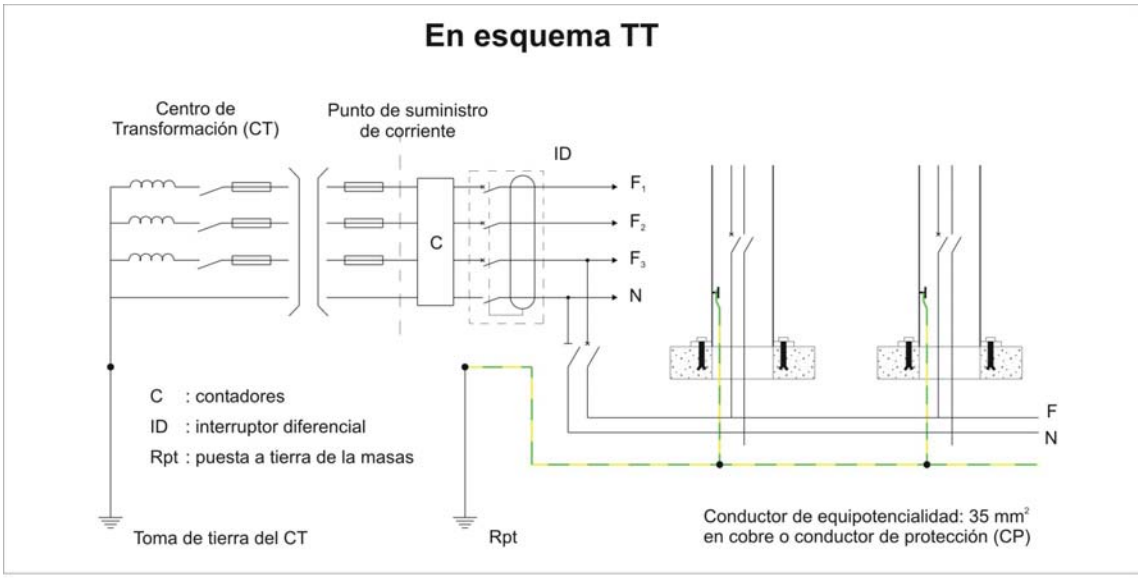


Figura 7

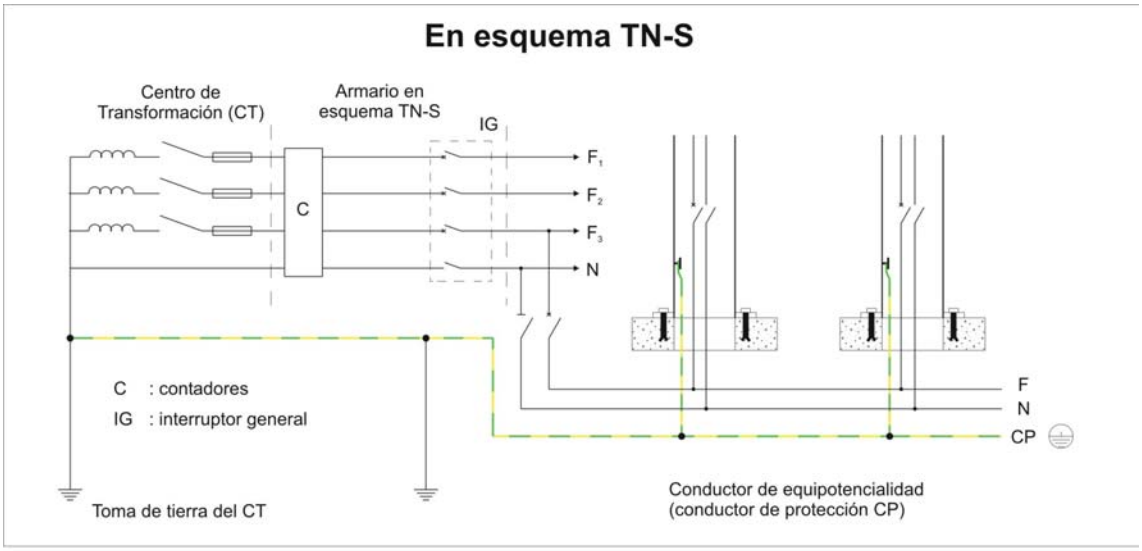


Figura 8

La instalación de la puesta a tierra asegura las funciones siguientes:

- *La protección de las personas contra los choques eléctricos*
- *La protección de los equipamientos contra las sobretensiones*

La red de los conductores de equipotencialidad y la puesta a tierra deben presentar una débil impedancia para derivar las corrientes de defecto.

Puesta a tierra: conductor desnudo y conductor de protección

En los esquemas de las figuras siguientes, en las que no se han incluido los conductores activos, se representa la puesta a tierra mediante cable de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección mínima (fig. 9) y mediante conductor de protección (CP) aislado con recubrimiento de color verde-amarillo (fig. 10). En ambas figuras las luminarias Clase I se han unido a tierra, mientras que en las de Clase II no se ha realizado dicha conexión.

En la figura 9 el cable de cobre desnudo de 35 mm^2 está enterrado directamente en la tierra de la zanja para obtener la mejor conductividad posible, aun cuando el subsuelo sea heterogéneo. La conexión AB es facultativa en el esquema TT, mientras resulta obligatoria en el esquema TN-S.

En este caso (fig. 9), la resistencia de puesta a tierra resulta generalmente inferior a 5Ω, aunque el terreno esté constituido por materiales dispersos, como por ejemplo rellenos compactados. Esta solución permite obtener la más débil resistencia de puesta a tierra, con la ventaja de conseguir la mejor salida de la corriente de fuga.

En la figura 10 se representa la puesta a tierra por conductor de protección (CP) con recubrimiento de color verde-amarillo, que se ha incorporado en el mismo tubo, enterrado en la zanja por el que se han tendido los cables de alimentación de la red de alumbrado exterior.

Puesta a tierra mediante un conductor de equipotencialidad de cobre desnudo de sección al menos igual a 35 mm² asegurando una conexión entre todas las masas de los aparatos de alumbrado público

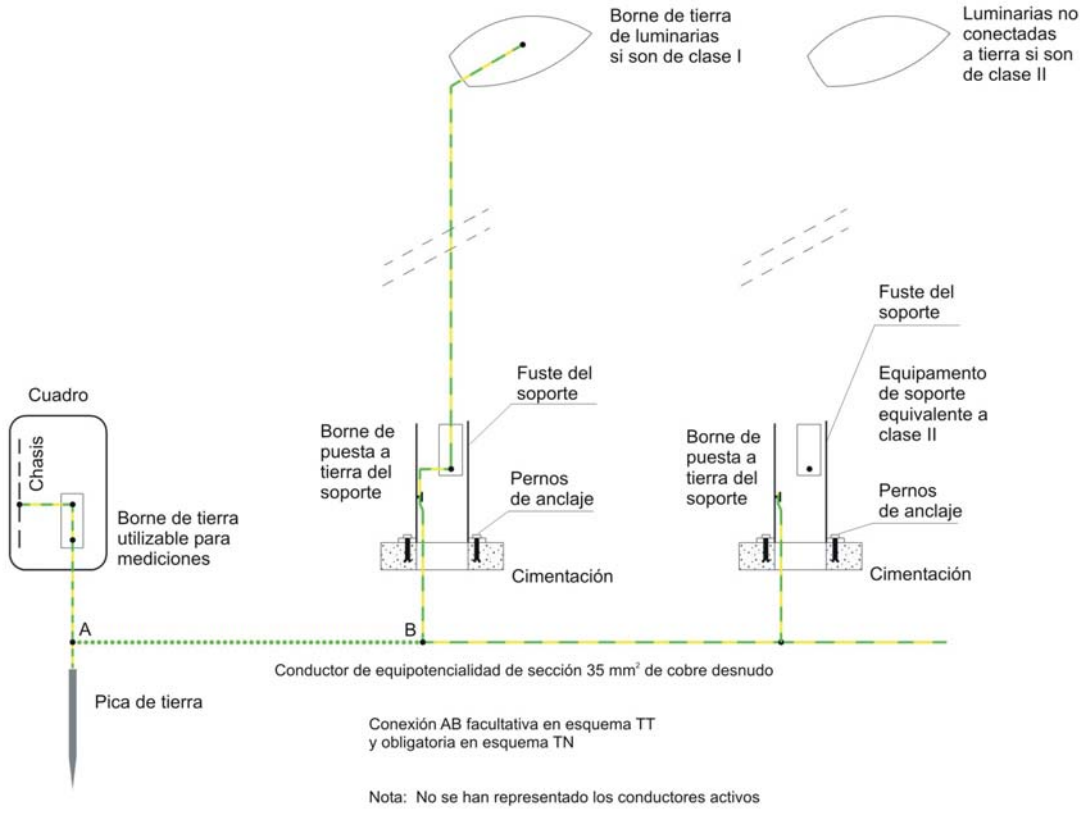


Figura 9

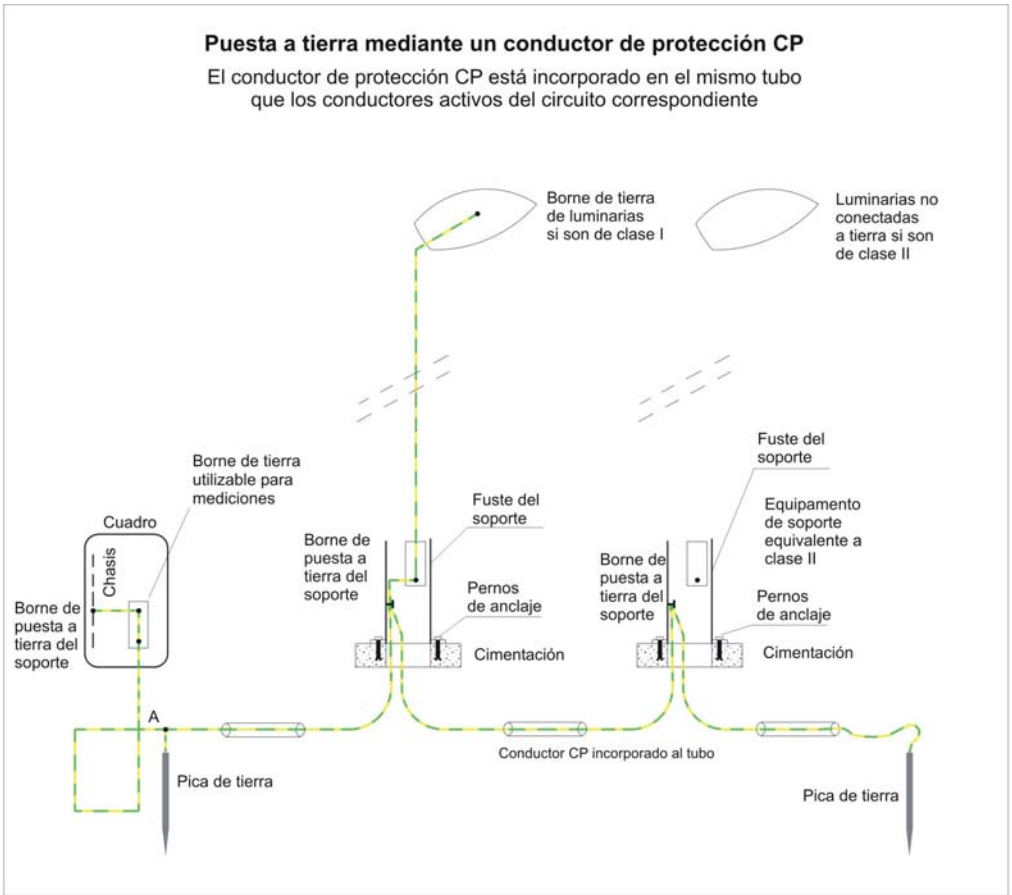


Figura 10

NOTA de las figuras 9 y 10: la instalación de las picas de tierra deberá realizarse, tal como se indica en el texto reglamentario, en el primer y último soporte de cada línea y cada 5 soportes de luminarias.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE....1

1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCION....3

1.1 Esquema TN....3
1.2 Esquema TT....5
1.3 Esquema IT....5
1.4 Aplicación de los tres tipos de esquemas....6

2. PRESCRIPCIONES ESPECIALES EN LAS REDES DE DISTRIBUCION PARA LA APLICACION DEL ESQUEMA TN....7

En la ITC-BT-08 se presentan los tres posibles esquemas de distribución en función de la puesta a tierra del neutro y de las masas. Las características de los sistemas de protección contra contactos directos e indirectos dependerán del tipo de esquema de distribución. Dichas características se definen en la ITC-BT-24.

Según se indica en el apartado 1.4 el esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente desde una red de distribución pública en baja tensión es el esquema TT, mientras que para instalaciones de baja tensión alimentadas desde un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas.

1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.

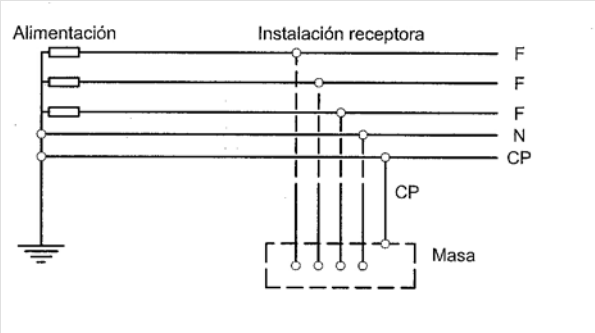
C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

1.1 Esquema TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

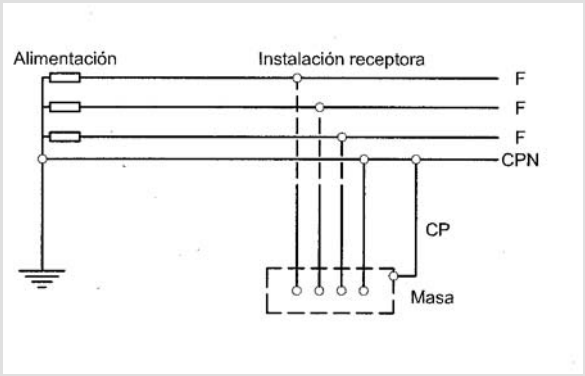
Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema (figura 1)

Figura 1. Esquema de distribución tipo TN-S



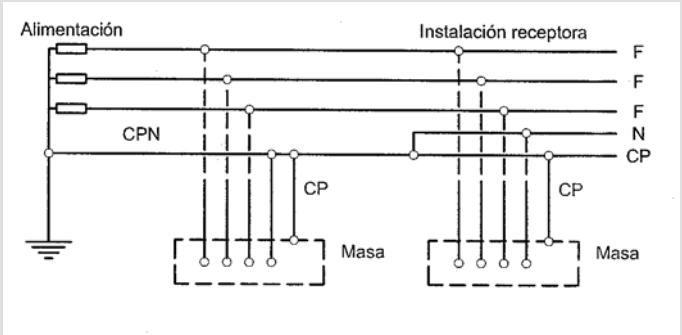
Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema (figura 2).

Figura 2. Esquema de distribución tipo TN-C



Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (figura 3).

Figura 3. Esquema de distribución tipo TN-C-S

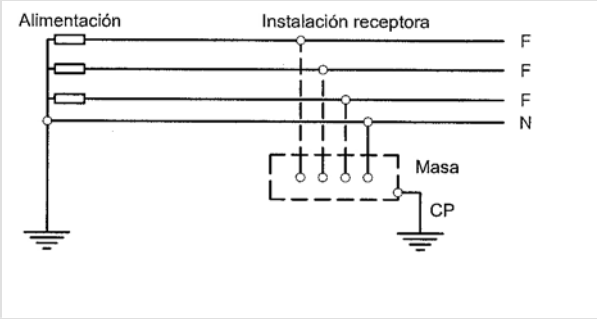


En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

1.2 Esquema TT

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación (figura 4).

Figura 4. Esquema de distribución tipo TT



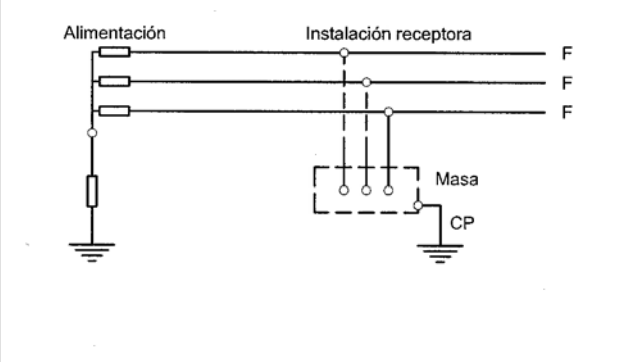
En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación. Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN. Dicho de otra forma, no se tienen en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de toma de tierra para la determinación de las condiciones de protección.

1.3 Esquema IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra (figura 5).

Figura 5. Esquema de distribución tipo IT



En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y tierra. A este efecto puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra.

En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro.

1.4 Aplicación de los tres tipos de esquemas

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios.

a) Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT.

b) En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.

c) No obstante lo dicho en a), puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para tal esquema se citan en el apartado 1.3.

2. PRESCRIPCIONES ESPECIALES EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA LA APLICACIÓN DEL ESQUEMA TN

Para que las masas de la instalación receptora puedan estar conectadas a neutro como medida de protección contra contactos indirectos, la red de alimentación debe cumplir las siguientes prescripciones especiales:

a) La sección del conductor neutro debe, en todo su recorrido, ser como mínimo igual a la indicada en la tabla siguiente, en función de la sección de los conductores de fase.

Sección de los conductores de fase (mm^2)	**Sección nominal del conductor neutro(mm^2)**	
	Redes aéreas	**Redes subterráneas**
16	16	16
25	25	16
35	35	16
50	50	25
70	50	35
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

Tabla 1. Sección del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase.

b) En las líneas aéreas, el conductor neutro se tenderá con las mismas precauciones que los conductores de fase.

c) Además de las puestas a tierra de los neutros señaladas en las instrucciones ITC-BT-06 e ITC-BT-07, para las líneas principales y derivaciones serán puestos a tierra igualmente en los extremos de éstas cuando la longitud de las mismas sea superior a 200 metros.

d) La resistencia de tierra del neutro no será superior a 5 ohmios en las proximidades de la central generadora o del centro de transformación, así como en los 200 últimos metros de cualquier derivación de la red.

e) La resistencia global de tierra, de todas las tomas de tierra del neutro, no será superior a 2 ohmios.

f) En el esquema TN-C, las masas de las instalaciones receptoras deberán conectarse al conductor neutro mediante conductores de protección.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. OBJETO 2

2. PUESTA O CONEXIÓN A TIERRA. DEFINICIÓN 2

3. UNIONES A TIERRA 2

3.1 Tomas de tierra 3
3.2 Conductores de tierra 5
3.3 Bornes de puesta a tierra 6
3.4 Conductores de protección 6

4. PUESTA A TIERRA POR RAZONES DE PROTECCION 9

4.1 Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos de control de tensión de defecto. 9

5. PUESTA A TIERRA POR RAZONES FUNCIONALES 9

6. PUESTA A TIERRA POR RAZONES COMBINADAS DE PROTECCION Y FUNCIONALES 9

7. CONDUCTORES CPN (TAMBIÉN DENOMINADOS PEN) 9

8. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD 10

9. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA 10

10. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES 13

11. SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 15

12. REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA 17

1. OBJETO

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Cuando otras instrucciones técnicas prescriban como obligatoria la puesta a tierra de algún elemento o parte de la instalación, dichas puestas a tierra se regirán por el contenido de la presente instrucción.

2. PUESTA O CONEXIÓN A TIERRA. DEFINICIÓN

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

3. UNIONES A TIERRA

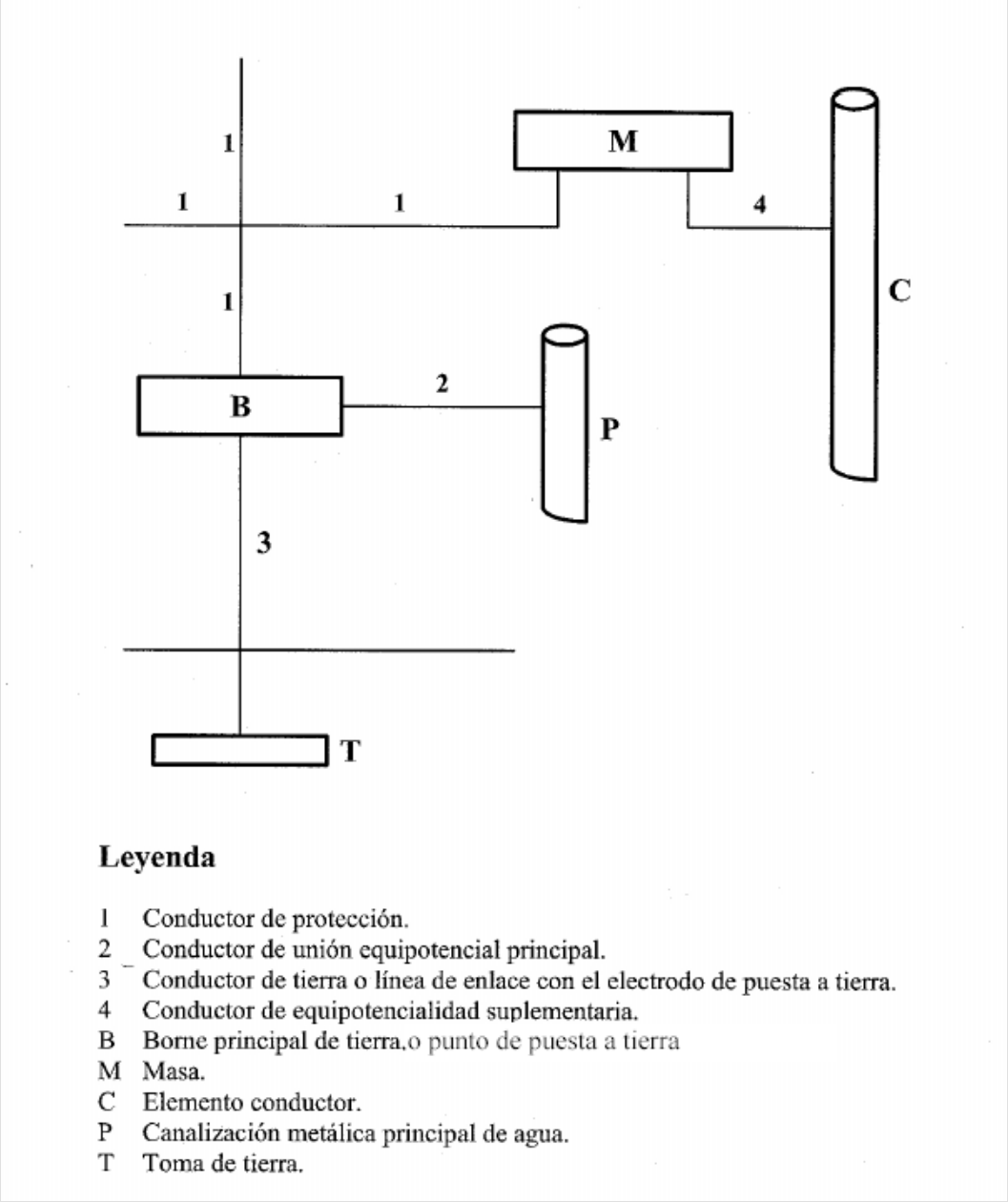
Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

En la figura 1 se indican las partes típicas de una instalación de puesta a tierra:

Figura 1. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra



3.1 Tomas de tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

La profundidad de enterramiento del electrodo deberá medirse desde la parte superior del mismo. Además, en lugares en los que existan riesgo continuado de heladas, se recomienda una profundidad mínima de enterramiento de la parte superior del electrodo de 0,8 m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser utilizadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.

La ITC-BT-26 aplicable a viviendas, locales comerciales, oficinas y otros locales con usos análogos, exige que la toma de tierra se realice en forma de anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio al que se conectan, en su caso, los electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. En otros casos no contemplados en la ITC-BT-26, se recomienda también utilizar esta disposición constructiva.

Producto	*Norma de aplicación*
Picas cilíndricas de acero-cobre	*UNE 21056* *UNE 202006*
Conductor de cobre desnudo (clase 2)	*UNE 21022* *UNE-EN 60228*

Las dimensiones mínimas recomendadas para los electrodos de puesta a tierra, son las siguientes:

Tipo de electrodo		***Dimensión mínima***
Picas	*barras*	*Ø ≥ 14,2 mm (acero-cobre 250μ)* *Ø ≥ 20 mm (acero galvanizado 78μ)*
	perfiles	*Espesor ≥ 5 mm y Sección ≥ 350 mm²*
	tubos	*$Ø_{ext}$ ≥ 30 mm y Espesor ≥ 3 mm*
Placas	*rectangular*	*1 m x 0,5 m* *Espesor ≥ 2 mm (cobre); Espesor ≥ 3 mm (acero galvanizado 78μ)*
	cuadrada	*1 m x 1 m* *Espesor ≥ 2 mm (cobre); Espesor ≥ 3 mm (acero galvanizado 78μ)*
Conductor desnudo		*35 mm² (cobre)*

La longitud mínima de las picas cilíndricas se indica en la norma de producto aplicable.

3.2 Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra tienen que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de esta Instrucción y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la tabla 1. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

TIPO	**Protegido mecánicamente**	**No protegido mecánicamente**
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm² Cobre 16 mm² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm² Cobre 50 mm² Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

No obstante a lo indicado en la tabla, es recomendable que la sección mínima del conductor de tierra de cobre enterrado y desnudo sea de 35 mm².

Se considera que las conexiones son eléctricamente correctas, si se realizan, por ejemplo, mediante grapas de conexión, soldadura aluminotérmica o autógena.

La determinación de la sección de los conductores de tierra se debe realizar utilizando el método de calculo indicado en la Norma UNE 20460-5-54 (descrito en el apartado 3.4), respetando los valores mínimos indicados en la Tabla 1.

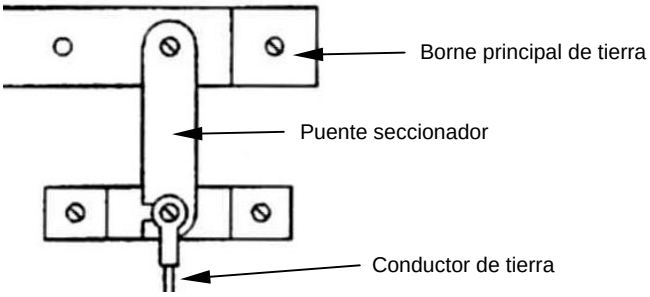
3.3 Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra,
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica

Figura A. Ejemplo de puente seccionador de tierra



La sección del puente seccionador de tierra debe ser la misma que la del conductor de tierra o sección equivalente si se utilizan otros materiales.

Se recomienda desconectar la instalación eléctrica en su origen antes de abrir el puente seccionador de tierra, para evitar que quede sin protección contra los contactos indirectos. Una vez realizada la medida de resistencia de puesta a tierra, se debe volver a conectar el puente antes de ponerla de nuevo en servicio.

3.4 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red,
- a un relé de protección.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2, o se obtendrá por

cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm^2)	**Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm^2)**
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Los valores de la tabla 2 solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la tabla 2.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:
- 2,5 mm^2, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm^2, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Para instalaciones interiores, tal y como se indica en la ITC-BT-19, la sección mínima de los conductores de protección serán las indicadas en la Tabla 2.

Cuando por aplicación de la Tabla 2 la sección del conductor de protección pueda ser inferior a la sección de los conductores de fase, se recomienda verificar que por aplicación del método de cálculo indicado en la Norma UNE 20460-5-54, no resulta una sección mayor (por ejemplo en un sistema de distribución TN).

Este método de cálculo establece que la sección debe ser, como mínimo igual a la determinada por la fórmula siguiente, que resulta aplicable solamente para tiempos de corte no superiores a 5 s:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Siendo:
t duración del cortocircuito en segundos
S sección del conductor de protección en mm2
I corriente de defecto en A, que puede atravesar el dispositivo de protección para un defecto de impedancia despreciable, expresada en valor eficaz
k constante que toma los valores siguientes:

conductores de protección no incorporados a los cables y conductores de protección desnudos en contacto con el revestimiento de cables

	Naturaleza del aislante de los conductores de protección o de los revestimientos de cables		
	PVC	*PR/EPR*	*Caucho butilo*
Temperatura inicial	*30ºC*	*30ºC°*	*30ºC*
Temperatura final	*160ºC*	*250ºC*	*220ºC*
Material del conductor	*k*		
Cobre	*143*	*176*	*166*

Aluminio	*95*	*116*	*110*
Acero	*52*	*64*	*60*

conductores de protección que constituyen un cable multiconductor

	Naturaleza del aislamiento		
	PVC	*PR/EPR*	*Caucho butilo*
Temperatura inicial	*70ºC*	*90ºC°*	*85ºC*
Temperatura final	*160ºC*	*250ºC*	*220ºC*
Material del conductor	*k*		
Cobre	*115*	*143*	*134*
Aluminio	*76*	*94*	*89*

conductores desnudos que no corren el riesgo de dañar materiales próximos para las temperaturas indicadas

Materiales del conductor	*Condiciones*		
	Visible y en los emplazamientos reservados	*Condiciones normales*	*Riesgo de incendio*
Temperatura máxima	*500ºC*	*200ºC*	*150ºC*
Cobre (valor de k)	*228*	*159*	*138*
Temperatura máxima	*300ºC*	*200ºC*	*150ºC*
Aluminio(valor de k)	*125*	*105*	*91*
Temperatura máxima	*500ºC*	*200ºC*	*150ºC*
Acero (valor de k)	*82*	*58*	*50*
Nota: La temperatura inicial del conductor se considera que es de 30ºC			

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

a) Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
b) Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
c) Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

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

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos

podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

4. PUESTA A TIERRA POR RAZONES DE PROTECCIÓN

Para las medidas de protección en los esquemas TN, TT e IT, ver la ITC-BT 24.

Cuando se utilicen dispositivos de protección contra sobreintensidades para la protección contra el choque eléctrico, será preceptiva la incorporación del conductor de protección en la misma canalización que los conductores activos o en su proximidad inmediata.

4.1 Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos de control de tensión de defecto.

La toma de tierra auxiliar del dispositivo debe ser eléctricamente independiente de todos los elementos metálicos puestos a tierra, tales como elementos de construcciones metálicas, conducciones metálicas, cubiertas metálicas de cables. Esta condición se considera como cumplida si la toma de tierra auxiliar se instala a una distancia suficiente de todo elemento metálico puesto a tierra, tal que quede fuera de la zona de influencia de la puesta a tierra principal.

La unión a esta toma de tierra debe estar aislada, con el fin de evitar todo contacto con el conductor de protección o cualquier elemento que pueda estar conectado a él.

El conductor de protección no debe estar unido más que a las masas de aquellos equipos eléctricos cuya alimentación pueda ser interrumpida cuando el dispositivo de protección funcione en las condiciones de defecto.

5. PUESTA A TIERRA POR RAZONES FUNCIONALES

Las puestas a tierra por razones funcionales deben ser realizadas de forma que aseguren el funcionamiento correcto del equipo y permitan un funcionamiento correcto y fiable de la instalación.

6. PUESTA A TIERRA POR RAZONES COMBINADAS DE PROTECCIÓN Y FUNCIONALES

Cuando la puesta a tierra sea necesaria a la vez por razones de protección y funcionales, prevalecerán las prescripciones de las medidas de protección.

7. CONDUCTORES CPN (TAMBIÉN DENOMINADOS PEN)

En el esquema TN, cuando en las instalaciones fijas el conductor de protección tenga una sección al menos igual a 10 mm^2, en cobre o aluminio, las funciones de conductor de protección y de conductor neutro pueden ser combinadas, a condición de que la parte de la instalación común no se encuentre protegida por un dispositivo de protección de corriente diferencial residual.

Sin embargo, la sección de mínima de un conductor CPN puede ser de 4 mm^2, a condición de

que el cable sea de cobre y del tipo concéntrico y que las conexiones que aseguran la continuidad estén duplicadas en todos los puntos de conexión sobre el conductor externo. El conductor CPN concéntrico debe utilizarse a partir del transformador y debe limitarse a aquellas instalaciones en las que se utilicen accesorios concebidos para este fin.

El conductor CPN debe estar aislado para la tensión más elevada a la que puede estar sometido, con el fin de evitar las corrientes de fuga.

El conductor CPN no tiene necesidad de estar aislado en el interior de los aparatos.

Si a partir de un punto cualquiera de la instalación, el conductor neutro y el conductor de protección están separados, no estará permitido conectarlos entre sí en la continuación del circuito por detrás de este punto. En el punto de separación, deben preverse bornes o barras separadas para el conductor de protección y para el conductor neutro. El conductor CPN debe estar unido al borne o a la barra prevista para el conductor de protección.

8. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm^2. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm^2, si es de cobre.

Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

9. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La resistividad del terreno depende de su humedad y temperatura, las cuales varían durante las estaciones. La humedad está influenciada por la granulación y porosidad del terreno.

La resistividad del terreno aumenta considerablemente debido a:

- *Bajas temperaturas: La resistividad puede alcanzar varios miles de Ω·m en el estrato helado, cuyo grosor puede alcanzar 1 m en algunas zonas.*

- *Sequedad: Este problema puede encontrarse en algunas áreas hasta una profundidad de 2 m. Los valores alcanzados por la resistividad pueden ser del mismo orden de aquellos debidos a heladas.*

Los estratos del terreno a través de los cuales puede fluir una corriente de agua, por ejemplo cerca de un río, raramente son apropiados para la instalación de electrodos de puesta a tierra. Estos estratos se componen usualmente de suelos pedregosos, muy permeables, saturados del agua proveniente de filtración natural que presentan resistividades elevadas. En estos casos se recomienda instalar picas de gran longitud que permitan alcanzar terrenos más profundos y con mejor conductividad. Por ello, los electrodos no se instalarán de forma que se encuentren parcial o totalmente inmersos en agua (ríos, estanques, etc.).

La tabla 3 muestra, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos. Con objeto de obtener una primera aproximación de la resistencia a tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la tabla 4.

Aunque los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia a tierra del electrodo, la medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la tabla 5, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno. El conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en condiciones análogas.

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8\ \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2\ \rho/L$
ρ, resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

Placa enterrada

El valor de resistencia de tierra de la tabla anterior se refiere a la instalación de la placa en posición vertical; de este modo se consigue el máximo contacto de las dos caras con el terreno, por ello se recomienda instalar las placas en posición vertical.

Cuando por condicionantes del terreno no sea posible la instalación vertical, el valor de la resistencia de tierra se calculará según la fórmula siguiente:

$$R = 1{,}6\frac{\rho}{P}$$

Pica vertical

Es posible reducir el valor de la resistencia del electrodo si se disponen varias picas conectadas en paralelo, manteniendo una distancia mínima entre ellas igual al doble de su longitud.

Se debe prestar atención al hecho de que, en el caso de picas de gran longitud, éstas pueden alcanzar estratos con resistividades menores.

Conductor enterrado horizontalmente

La colocación de conductores en trazado sinuoso dentro de la zanja no mejora la resistencia del electrodo de puesta a tierra.

En la práctica, estos conductores se colocan de dos maneras diferentes:

- Electrodo de puesta a tierra en los cimientos del edificio: estos electrodos se instalan embebidos en los cimientos y están constituidos por un bucle alrededor del perímetro del edificio.
- Zanjas horizontales: los conductores están enterrados a una profundidad aproximada de 0,8 m en zanjas excavadas al efecto.

Las zanjas no se llenarán con piedras o materiales similares, sino con tierra que mantenga la humedad.

10. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

Este apartado aplica a la distancia entre la tierra de protección alta tensión (R) y la tierra de las masas de utilización de baja tensión (R_A). La separación entre R y la tierra del neutro del transformador de distribución (R_B) se trata en la MIE-RAT-13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

En el ejemplo siguiente se calculan las tensiones que se originan en caso de defecto fase-tierra en el lado de AT, tanto entre masas de AT y conductores de fase de BT (U_1) como entre los conductores de fase de BT y las masas de utilización de BT (U_2).

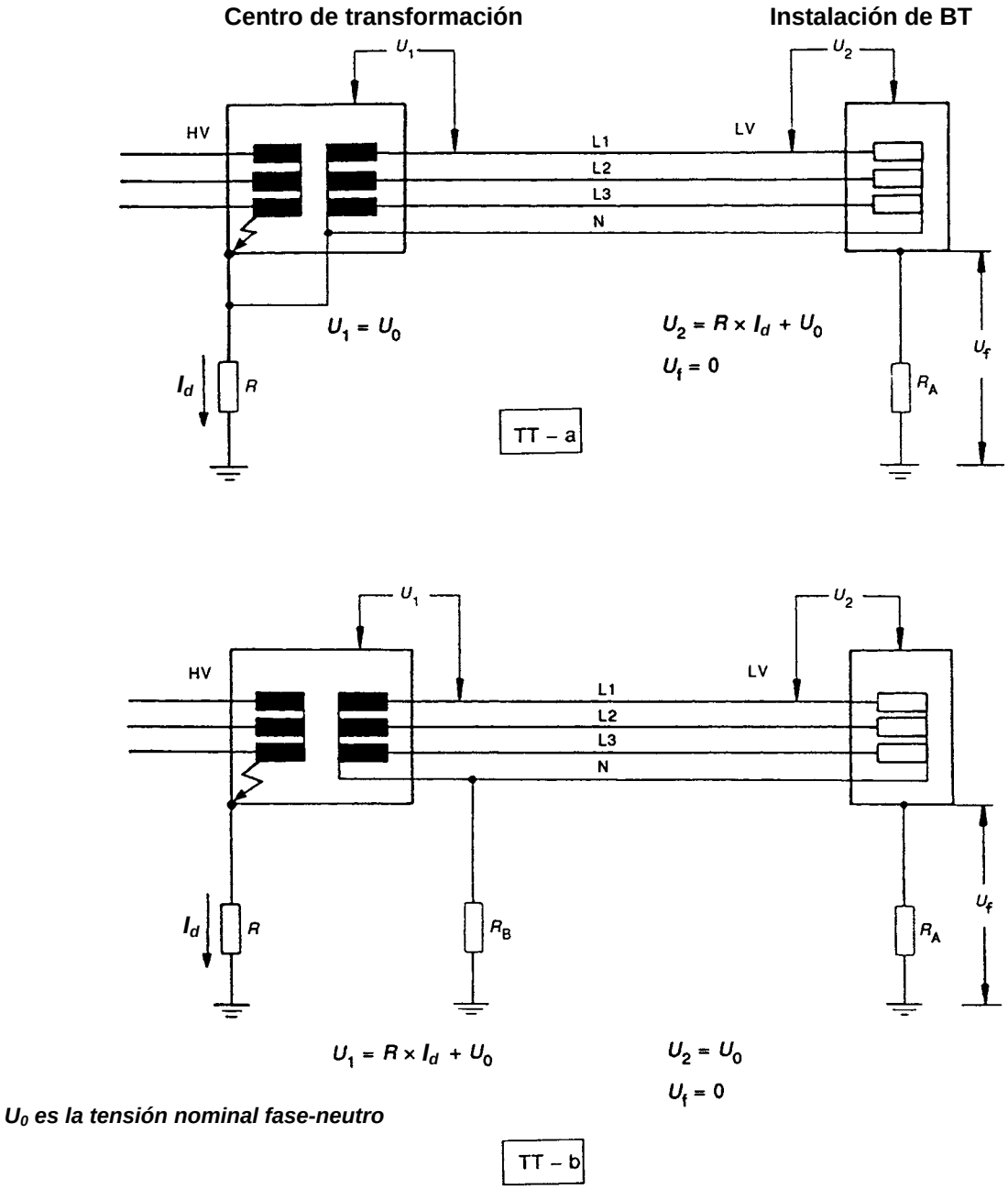


Figura B – Ejemplo de puestas a tierra en un esquema TT

Se podrían considerar las tensiones inducidas por defectos en ambos sentidos: de AT a BT (U_1 y U_2 en el esquema anterior) y de BT a AT. En el segundo caso se tienen valores bastante bajos por lo que en general, no es necesario su toma en consideración.

Para los defectos en AT (Fase-Tierra), la máxima corriente de defecto (I_d) es un valor que generalmente proporcionan las compañías eléctricas (por ejemplo 500A a 25kV; 650A a 11kV; 25 A por kV; etc.).

Para comprobar si R y R_A son independientes, se seguirán los siguientes pasos:

a) Desconectar la instalación eléctrica de BT lo más cerca posible de la salida del transformador AT/BT, por ejemplo mediante los fusibles de la CGP.

b) Desconectar la línea de enlace del borne de puesta a tierra tanto en AT (R), como en las masas de utilización de BT (R_A), mediante los puentes seccionadores correspondientes.

c) Clavar un electrodo auxiliar a una distancia suficientemente grande para garantizar que la tensión del terreno en una zona intermedia sea nula. (generalmente superior a 50 m) (R_{aux1})

d) Hacer circular una corriente (I_d) entre los anteriores puntos, R y R_{aux1}.

e) Clavar un nuevo electrodo auxiliar R_{aux2} en un punto intermedio de los dos anteriores.

f) A fin de verificar que el electrodo auxiliar R_{aux2} está en una zona en que el terreno está a potencial nulo, se debe medir la tensión entre R_{aux2} y la tierra de utilización de BT (R_A); el electrodo auxiliar debe acercarse y alejarse un mínimo de 2 m con respecto a R_A, para verificar que la tensión medida no varía. Si no se cumpliera esta condición habrá que aumentar la distancia entre R y R_{aux1} repitiendo el proceso anterior desde el punto d).

g) Registrar el valor final de la tensión entre R_A y R_{aux2}

Se considerará que las tierras son independientes si la tensión registrada en el punto g) es inferior o igual a 50 V. En caso contrario se seguirá lo indicado en el capítulo 11.

Cuando durante el procedimiento anterior no sea posible inyectar la corriente I_d , se podrá utilizar una fracción de ésta considerando que la tensión registrada en el punto g) debe corregirse multiplicando por el cociente entre I_d y la corriente realmente inyectada, que como mínimo debería ser de 5 A.

11. SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia del punto 10, entre las puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia se calculará, aplicando la fórmula :

$$D = \frac{\rho I_d}{2\pi U}$$

siendo:

- D : distancia entre electrodos, en metros
- ρ : resistividad media del terreno en ohmios.metro
- I_d : intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica
- U : 1200 V para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250 V, en caso contrario. Para redes TN, U será inferior a dos veces la tensión de contacto máxima admisible de la instalación definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d * R_t$) sea menor que la tensión de contacto máximo aplicada, definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El valor de la tensión de defecto que se indica en la ITC no siempre es proporcional al valor de la corriente de defecto a tierra I_d sino a una fracción de este valor denominada intensidad de puesta a tierra I_E en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El valor de I_E depende del sistema de instalación de la red de AT y de los tipos de conductores utilizados. Por ejemplo, en líneas subterráneas con cables XLPE unipolares apantallados con pantalla de cobre de 16 mm^2, el valor del coeficiente reductor está comprendido entre 0,5 y 0,6 conforme a lo especificado en la Norma UNE 207003. Por tanto, se podrá aplicar el valor de I_E en lugar de I_d, cuando se conozca el coeficiente reductor a aplicar en la instalación considerada.

Cuando las tierras no sean eléctricamente independientes según lo establecido en el capítulo 10 u 11, se admite la unión de la puesta a tierra de protección de AT (R) y la puesta a tierra de las masas de utilización (R_A), si se cumple lo establecido en el siguiente procedimiento.

Si embargo, esta unión no es posible en el caso de redes TT en las que la tierra del neutro y la tierra del centro de transformación estén unidas, dado que por la definición de un sistema TT, debe existir separación entre la puesta a tierra del neutro y la puesta a tierra de las masas de utilización de BT (ver figura B, esquema TT-a).

El objetivo del procedimiento es garantizar que se cumpla la condición siguiente:

$$V_d < V_c$$

Siendo:

$V_d = I_d * R_t$ (Tensión de defecto, según RAT, tensión de puesta a tierra)

$$V_C = \frac{k}{t^n}\left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1000}\right)$$ *(tensión de contacto máxima admisible según MIE-RAT-13)*

donde:

I_d : Intensidad de defecto a tierra en el lado de AT. Este valor debe ser proporcionado por la empresa suministradora eléctrica,
R_t: Resistencia de puesta a tierra resultante de la unión de R y R_A
ρ_S : Resistividad superficial. Resistividad correspondiente al tipo de terreno que conforma la superficie de contacto.
t: la duración del defecto en AT;
k=72 y n=1 para $t \leq 0,9s$
k=78,5 y n=0,18 para $0,9 < t \leq 3s$

Esta condición reglamentaria resulta muy restrictiva, ya que la tensión de contacto que puede aparecer en una instalación de alta tensión (V'_c) y que puede ser puenteada por una persona entre la mano y el pie (considerando una separación de 1m) o entre las dos manos, es generalmente sólo una fracción de la tensión de puesta a tierra (V_d)

Para garantizar el cumplimiento de la condición anterior se puede seguir el siguiente procedimiento:

a) Se calcula el sistema de puesta a tierra que nos proporcionará R_t.

b) De acuerdo con lo establecido en la MIE-RAT-13, se calcula la tensión de contacto máxima admisible en la instalación, V_c, teniendo en cuenta la resistividad superficial del terreno y los tiempos de actuación de las protecciones en alta tensión.

c) Se comprueba si se cumple la condición: $V_d < V_c$

En caso de que no se cumpliera la condición se empezaría de nuevo por el apartado a), modificando el diseño inicial del sistema de puesta a tierra.

d) Finalmente, una vez realizada la red de tierras, se medirá la V_{ca} (tensión de contacto aplicada), para comprobar que está dentro de los límites admitidos, tal como se indica en el apartado 8.1 de la MIE RAT 13

12. REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

En el caso que las tomas de tierra de alta y baja tensión coincidan, también será de aplicación la MIE-RAT 13, apartado 8.

ANEXO 1
Puesta a tierra y conexión equipotencial en instalaciones con equipos de tecnología de la información.

A. Introducción

La puesta a tierra de instalaciones con equipos de tecnología de la información requiere una topología especial para mitigar los efectos de las interferencias electromagnéticas.

B. Topología de las redes de puesta a tierra y de la unión equipotencial

Existen cuatro posibilidades distintas:

B1 - Red de puesta a tierra tipo estrella, sin conexiones equipotenciales.

Este tipo de red se aplica a instalaciones pequeñas tales como viviendas, pequeños edificios comerciales, etc., y en general, a equipos que no están interconectados por cables de señal.

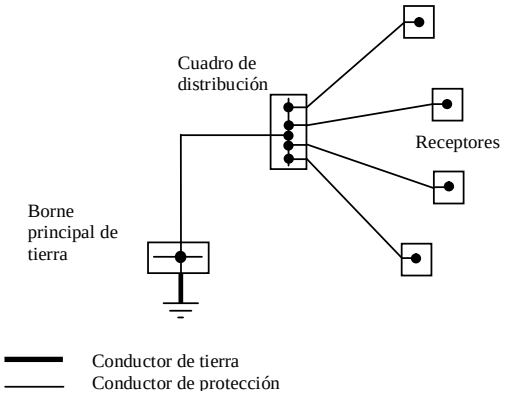


Figura B1 – Ejemplos de red de tierras en estrella

B2 - Red de puesta a tierra tipo estrella, con conexiones equipotenciales.

Este tipo de red se aplica a instalaciones pequeñas tales como viviendas, pequeños edificios comerciales, etc., con equipos que están interconectados por cables de señal y donde se requiere una conexión equipotencial funcional, bien integrada en el propio cable de señal, o bien dispuesta de forma externa.

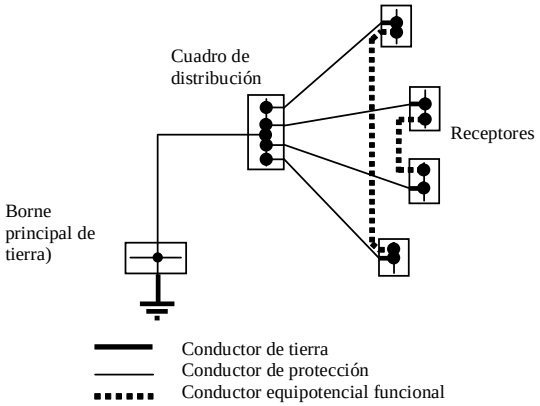


Figura B2 – Ejemplos de red de tierras en estrella con equipos interconectados mediante cables de señal

B3 – Red de tierras en estrella y red equipotencial de tipo malla múltiple

Este tipo de red se aplica a instalaciones pequeñas con diferentes grupos de equipos interconectados. Esto permite la dispersión local de corrientes causadas por interferencias electromagnéticas.

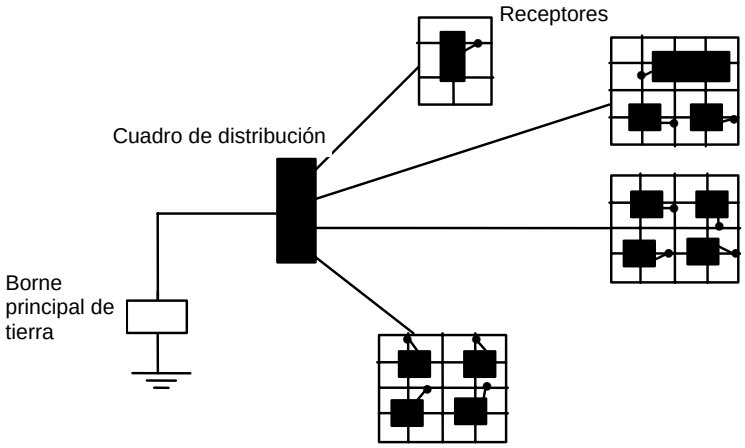


Figura B3 – Ejemplo de red tipo malla múltiple en estrella

B4 – Red de tierras en estrella y red equipotencial de tipo malla única

Este tipo de red se aplica a instalaciones de equipos que normalmente tienen funciones críticas o que estén ubicados muy próximos unos a otros o que pueden tener ubicaciones variables a lo largo del tiempo.

El tamaño de la malla depende del nivel elegido de protección contra el rayo, del nivel de inmunidad del equipo que forma parte de la instalación y de las frecuencias utilizadas para la transmisión de datos.

Las dimensiones del entramado deben adaptarse a las dimensiones de la instalación a proteger aunque la cuadrícula no debe superar los 2 m x 2 m.

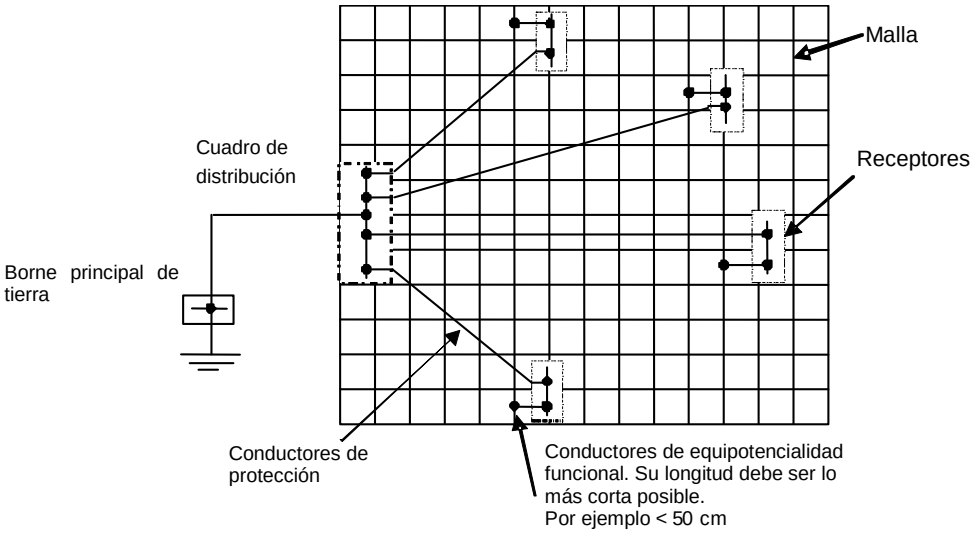


Figura B4 – Ejemplo de red de tierras en estrella y red equipotencial tipo malla única

C. Conexiones a la red equipotencial

Las conexiones a la malla de la red equipotencial deben tener una impedancia tan baja como sea posible. Esto se consigue mediante:

- *longitudes lo más cortas posibles, o*
- *cables con una forma específica, por ejemplo de sección plana tal como una trenza flexible con una relación anchura-altura no inferior a 5.*

Las siguientes partes metálicas también deben conectarse a la malla de la red equipotencial:

- *pantallas conductoras, cubiertas o armaduras conductoras de cables de transmisión de datos o de equipos de tecnología de la información;*
- *el polo conectado a tierra de la alimentación en corriente continua de los equipos de tecnología de la información;*
- *conductores de tierra funcional*

La efectividad de esta red equipotencial depende de la ruta y de la impedancia del conductor utilizado. Por esta razón, para instalaciones grandes, se recomienda que el conductor de protección que une el borne principal de tierra con las redes equipotenciales tipo malla o desde el que se derivan las conexiones equipotenciales a equipos, tenga una sección no inferior a 50 mm^2.

Cuando se utilicen cables apantallados de datos o señal, se deberá tener cuidado de limitar la corriente de defecto desde sistemas de potencia a través de la pantalla puesta a tierra de dichos cables. Pueden utilizarse conductores adicionales tales como los conductores de conexión equipotencial de by-pass.

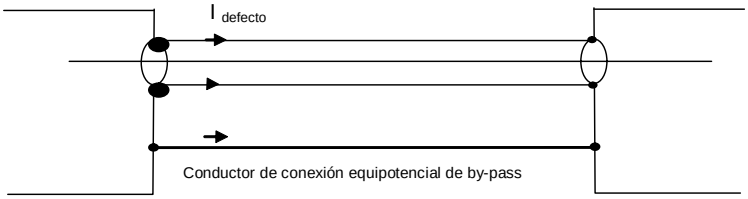


Figura C – Ejemplo de instalación de conductor de conexión equipotencial de by-pass

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES 2

1.1 Protección contra sobreintensidades 2

1.2 Aplicación de las medidas de protección 9

1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.1 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.
El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

También se recomienda proteger todos los circuitos secundarios frente a los cortocircuitos, con el fin de garantizar la continuidad de servicio de aquellos circuitos no afectados por la falta. Esto exigirá también la coordinación y selectividad de las protecciones (interruptores automáticos (IA) o fusibles).

Para la protección contra sobreintensidades en instalaciones domésticas, únicamente se utilizan interruptores automáticos (magnetotérmicos) ya que protegen simultáneamente tanto contra cortocircuitos como contra sobrecargas

Para la protección contra sobrecargas en instalaciones industriales se puede utilizar tanto relés térmicos o equivalentes asociados con IA, como fusibles, aunque la protección proporcionada por el IA con relé térmico es mas eficiente que la proporcionada por el fusible.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Así se tiene que, de forma general, el poder de corte del dispositivo de protección deberá ser mayor o igual a la intensidad de cortocircuito máxima que pueda

producirse en el punto de su instalación y que corresponde a un cortocircuito trifásico, en el lugar de colocación de los dispositivos de protección.

De acuerdo con la ITC-BT 17, apartado 1.3, el poder de corte del interruptor general automático será de 4500 A como mínimo.

En particular, para los Interruptores automáticos, se cumplirá lo siguiente:

Para IA modulares fabricados según UNE EN 60898 (magnetotérmicos):

I_{cn}>I_{cc} máxima prevista en el punto de instalación del IA,
Poder de corte mínimo del Interruptor General Automático (IGA): $I_{cn} \geq 4500$ A

Siendo: I_{cn} el poder de corte asignado

Para IA de caja moldeada y de bastidor metálico fabricados según UNE EN 60947-2:
Se aplicará una de las condiciones siguientes:

a) I_{cu}>I_{cc} máxima prevista en el punto de instalación del IA,
Poder de corte mínimo del IGA: $I_{cu} \geq 4500$ A

o bien,

b) I_{cs}>I_{cc} máxima prevista en el punto de instalación del IA
Poder de corte mínimo del IGA: $I_{cs} \geq 4500$ A

Siendo: I_{cu} el poder de corte último asignado
I_{cs} el poder de corte de servicio

En la práctica es habitual usar la condición a), ya que los cortocircuitos de valor elevado ocurren raramente. La condición b) se aplicaría en aquellos casos especiales con mayor probabilidad de que se produzcan defectos en la instalación o cuando se trate de instalaciones o circuitos particularmente críticos a juicio del proyectista, como por ejemplo los circuitos con exigencia de continuidad de servicio.

En todo caso, se recomienda que para aplicar el criterio de selección del dispositivo se tengan en cuenta:
- *Las condiciones de selectividad o protección en serie de la instalación,*
- *La importancia económica y/o estratégica de los equipos alimentados,*
- *La probabilidad de faltas y*
- *Las consideraciones de tipo económico.*

Para instalaciones análogas a las domésticas, incluyendo las de los locales de pública concurrencia, y para aquellas instalaciones en las que, por razones de seguridad, no sea aconsejable el corte prolongado del suministro eléctrico, se recomienda el uso de IA en lugar de fusibles, garantizándose de esta forma la restauración del suministro eléctrico en el tiempo más breve posible.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección en sus apartados:
432 - Naturaleza de los dispositivos de protección.
433 - Protección contra las corrientes de sobrecarga.

Producto	***Norma de aplicación***
Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades (IA modulares o magnetotérmicos)	*UNE-EN 60898 (serie)*
Interruptores automáticos (asociado a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)	*UNE-EN 60947-2*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009 (serie)*
Fusible con curva de fusión tipo "g"	*UNE-60269 (serie)*

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable (o conductor) contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$
2) $I_2 \leq 1{,}45\ I_z$

Siendo:
I_B corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.
I_z corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado (ver GUÍA-BT-19 pto. 2.2.3 y la norma UNE 20460-5-523).
I_n corriente asignada del dispositivo de protección.
Nota: Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación seleccionada.
I_2 corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma).

El valor de I_2 se indica en la norma de producto o se puede leer en las instrucciones o especificaciones proporcionadas por el fabricante:

$I_2 = 1{,}45\ I_n$ (para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009)
$I_2 = 1{,}30\ I_n$ (para interruptores según UNE EN 60947-2)

En el caso de fusibles, la característica equivalente a la I_2 de los interruptores automáticos es la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) que para los fusibles del tipo gG toma los valores siguientes:

$I_f = 1{,}60\ I_n$ si $I_n \geq 16A$
$I_f = 1{,}90\ I_n$ si $4A < I_n < 16A$
$I_f = 2{,}10\ I_n$ si $I_n \leq 4A$

434 - Protección contra las corrientes de cortocircuito.

Producto	***Norma de aplicación***
Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades (IA modulares o magnetotérmicos)	*UNE-EN 60898 (serie)*
Interruptores automáticos (asociado a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)	*UNE-EN 60947-2*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009 (serie)*
Fusibles	*UNE-EN 60269 (serie)*

El funcionamiento de los IA se define mediante una curva en la que se observan dos tramos:

- Disparo por sobrecarga: característica térmica de tiempo inverso o de tiempo dependiente
- Disparo por cortocircuito: Sin retardo intencionado, caracterizados por la corriente de disparo instantáneo (I_m), también denominados de característica magnética o de tiempo independiente.

En Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas (IA modulares o magnetotérmicos) se definen tres clases de disparo magnético (I_m) según el múltiplo de la corriente asignada (I_n), cuyos valores normalizados son:

- *Curva B: $I_m = (3 \div 5)\ I_n$*
- *Curva C: $I_m = (5 \div 10)\ I_n$*
- *Curva D: $I_m = (10 \div 20)\ I_n$*

La curva B tiene su aplicación para la protección de circuitos en los que no se producen transitorios, mientras que la curva D se utiliza cuando se prevén transitorios importantes (por ejemplo arranque de motores). La curva C se utiliza para protección de circuitos con carga mixta y habitualmente en las instalaciones de usos domésticos o análogos.

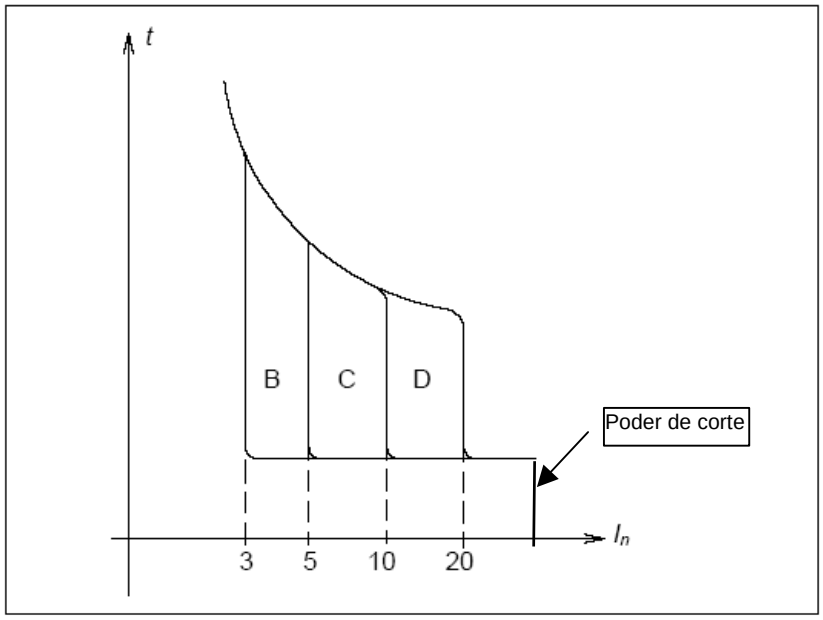


Figura A: Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares

Los fusibles se clasifican, según su curva de fusión, mediante dos letras. La primera letra indica la zona de corrientes previstas donde el poder de corte del fusible está garantizado. La segunda letra indica la categoría de empleo en función del tipo de receptor o circuito a proteger.

En la siguiente tabla se detalla la clasificación descrita.

CLASES DE CURVAS DE FUSIÓN		
1ª Letra	*g*	*Cartucho fusible limitador de la corriente que es capaz de interrumpir todas las corrientes desde su intensidad asignada (I_n) hasta su poder de corte asignado. Cortan intensidades de sobrecarga y de cortocircuito*
	a	*Cartucho fusible limitador de la corriente que es capaz de interrumpir las corrientes comprendidas entre el valor mínimo indicado en sus características tiempo-corriente ($k_2 I_n$) y su poder de corte asignado. Cortan solo intensidades de cortocircuito*
2ª Letra	*G*	*Cartuchos fusibles para uso general*
	M	*Cartuchos fusibles para protección de motores*
	Tr	*Cartuchos fusibles para protección de transformadores*
	B	*Cartuchos fusibles para protección de líneas de gran longitud*
	R	*Cartuchos fusibles para la protección de semiconductores*
	D	*Cartuchos fusibles con tiempo de actuación retardado*

Las figuras siguientes representan las características tiempo-corriente de los cartuchos fusibles tipo "g", capaces de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos y tipo "a" capaces de proteger solo contra cortocircuitos. Por lo tanto si se utilizan los de tipo "a" deberán ir acompañados por un elemento de protección contra sobrecargas.

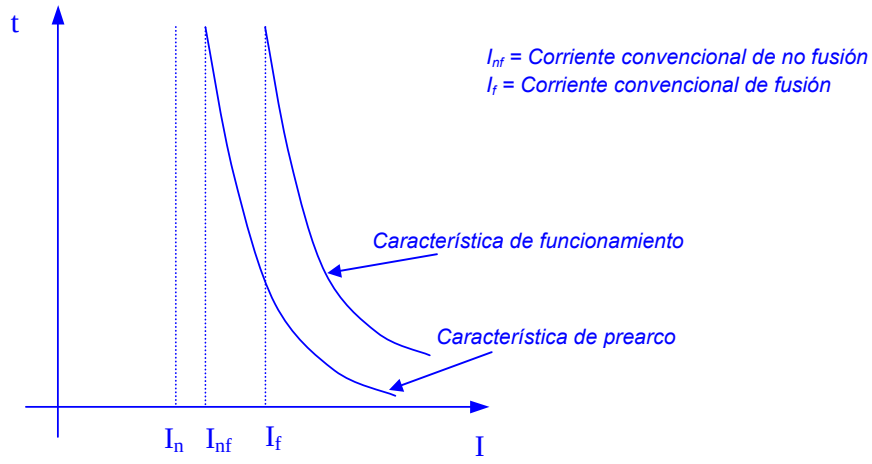


Figura B: Características tiempo-corriente de un cartucho fusible tipo "g"

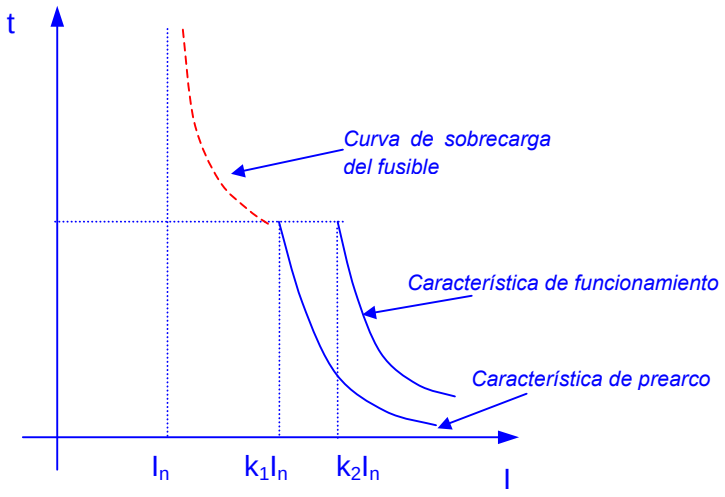


Figura C: Características tiempo-corriente de un cartucho fusible tipo "a"

Todo dispositivo de protección contra cortocircuitos deberá cumplir las dos condiciones siguientes:

1) El poder de corte del dispositivo de protección debe ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación, tal y como se ha explicado anteriormente.

Se acepta un poder de corte inferior al resultante de la aplicación de la condición anterior si existe otro dispositivo con el suficiente poder de corte instalado aguas arriba. En este caso, las características de ambos dispositivos deben coordinarse de forma que la energía que dejan pasar ambos dispositivos de protección no exceda la que pueden soportar, sin dañarse, el dispositivo y el cableado situado aguas abajo del primer dispositivo.

La protección que combina dos dispositivos de protección en serie, se denomina protección serie o de acompañamiento.

2) El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

Para los cortocircuitos de una duración no superior a 5 s, el tiempo t máximo de duración del cortocircuito, durante el que se eleva la temperatura de los conductores desde su valor máximo admisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite admisible de corta duración, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I}$$

que se puede presentar en la forma práctica por:

$$\left(I^2 t\right)_{IA} \leq \left(I^2 t\right)_{Cable} = k^2 S^2$$

Siendo:

- *t duración del cortocircuito en segundos*
- *S sección en mm^2*
- *I corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz*
- *k constante que toma los valores siguientes, tomados de la norma UNE 20460-4-43:*

Esta condición debe verificarse tanto para la I_{cc} máxima, como para la I_{cc} mínima.

	Aislamiento de los conductores							
	PVC 70°C ≤ 300 mm²	*PVC 70°C > 300 mm²*	*PVC 90°C ≤ 300 mm²*	*PVC 90°C > 300 mm²*	*PR/EPR*	*Goma 60 °C*	*Mineral* Con PVC	*Mineral* Desnudo
Temperatura inicial °C	*70*	*70*	*90*	*90*	*90*	*60*	*70*	*105*
Temperatura final °C	*160*	*140*	*160*	*140*	*250*	*200*	*160*	*250*
Material del conductor								
Cobre	*115*	*103*	*100*	*86*	*143*	*141*	*115 *)*	*135*
Aluminio	*76*	*68*	*66*	*57*	*94*	*93*	-	-
Conexiones soldadas con estaño para conductores de cobre	*115*	-	-	-	-	-	-	-

**) Este valor se debe utilizar para cables desnudos expuestos al contacto.*

NOTA 1 Para duraciones muy cortas (< 0,1 s) donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de la intensidad, k^2S^2 debe ser superior a la energía (I^2t) que deja pasar el dispositivo de protección, indicada por el fabricante.

NOTA 2 Otros valores de k están en estudio para:
- *los conductores de pequeña sección (especialmente para secciones inferiores a 10mm²);*
- *las duraciones de cortocircuitos superiores a 5s;*
- *otros tipos de conexiones en los conductores;*
- *los conductores desnudos.*

NOTA 3 La corriente nominal del dispositivo de protección contra los cortocircuitos puede ser superior a la corriente admisible de los conductores del circuito.

NOTA 4 Los valores de esta tabla están basados en la norma UNE 211003-1.

Para una mayor seguridad y como medida adicional de protección contra el riesgo de incendio, esta condición 2) se puede transformar, en el caso de instalar un IA, en la condición siguiente, que resulta más fácil de aplicar y es generalmente más restrictiva:

$$I_{cc\ mín} > I_m$$

Siendo:

$I_{cc\ mín}$ *corriente de cortocircuito mínima que se calcula en el extremo del circuito protegida por el IA. La $I_{cc\ mín}$ para un sistema TT corresponde a un cortocircuito fase-neutro.*

I_m *corriente mínima que asegura el disparo magnético, por ejemplo, para un IA de uso doméstico y con curva C, se tiene: $I_m = 10\ I_n$*

435 - Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.

Cuando se utilicen dispositivos distintos, sus características deberán coordinarse de forma que la energía que deja pasar el dispositivo de protección contra cortocircuitos no supere la que puede soportar sin daño el dispositivo de protección contra sobrecargas.

En cuanto a la coordinación entre dispositivos de protección contra sobrecargas se recomienda consultar la documentación del fabricante.

436 - Limitación de las sobreintensidades por las características de alimentación.

Se consideran protegidos contra cualquier sobreintensidad los conductores alimentados por una fuente cuya impedancia sea tal que la corriente máxima que pueda suministrar no sea superior a la corriente admisible en los conductores (tales como ciertos

transformadores para timbres, ciertos transformadores de soldadura, ciertos generadores accionados por motor térmico).

1.2 Aplicación de las medidas de protección

La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Circuitos	**3 F + N**								**3 F**			**F + N**		**2 F**	
	$S_N \geq S_F$				**$S_N < S_F$**										
Esquemas	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
TN – C	P	P	P	-	P	P	P	- (1)	P	P	P	P	-	P	P
TN – S	P	P	P	-	P	P	P	P (3)(5)	P	P	P	P	-	P	P
TT	P	P	P	-	P	P	P	P (3)(5)	P	P	P (2)(4)	P	-	P	P (2)
IT	P	P	P	P (3)(6)	P	P	P	P (3)(6)	P	P	P	P	P (6)(3)	P	P (2)

NOTAS:

P: significa que debe preverse un dispositivo de protección (detección) sobre el conductor correspondiente

S_N: Sección del conductor de neutro

S_F: Sección del conductor de fase

(1): admisible si el conductor de neutro esta protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal es netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(2): excepto cuando haya protección diferencial

(3): en este caso el corte y la conexión del conductor de neutro debe ser tal que el conductor neutro no sea cortado antes que los conductores de fase y que se conecte al mismo tiempo o antes que los conductores de fase.

(4): en el esquema TT sobre los circuitos alimentados entre fases y en los que el conductor de neutro no es distribuido, la detección de sobreintensidad puede no estar prevista sobre uno de los conductores de fase, si existe sobre el mismo circuito aguas arriba, una protección diferencial que corte todos los conductores de fase y si no existe distribución del conductor de neutro a partir de un punto neutro artificial en los circuitos situados aguas abajo del dispositivo de protección diferencial antes mencionado.

(5): salvo que el conductor de neutro esté protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal sea netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(6): salvo si el conductor neutro esta efectivamente protegido contra los cortocircuitos o si existe aguas arriba una protección diferencial cuya corriente diferencial-residual nominal sea como máximo igual a 0,15 veces la corriente admisible en el conductor neutro correspondiente. Este dispositivo debe cortar todos los conductores activos del circuito correspondiente, incluido el conductor neutro.

Reglas generales sobre la posición de los dispositivos de protección contra sobrecargas:

Los dispositivos de protección contra sobrecargas deben situarse en el punto en el que se produce un cambio, tal como una variación de la sección, naturaleza o sistema de instalación, que produzca una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas podrán situarse aguas abajo del cambio arriba indicado si la parte del cableado situada entre el punto del cambio y el dispositivo de protección no incluye ni derivaciones ni tomas de corriente y cumple al menos con una de las condiciones siguientes:

- *Se encuentra protegido contra cortocircuitos de acuerdo con los requisitos de esta instrucción;*
- *Su longitud no supera los 3 m, está realizada de manera que reduzca al mínimo el riesgo de cortocircuito, y está instalado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de incendio o peligro para las personas.*

Por razones de seguridad, es posible omitir la protección contra sobrecargas en circuitos en los que una desconexión imprevista puede originar un peligro.

Ejemplos de tales circuitos son:

- *circuitos de excitación de maquinas rotativas*
- *circuitos de alimentación de electroimanes de aparatos elevadores y grúas*
- *circuitos de alimentación de dispositivos de extinción de incendios*
- *circuitos de alimentación de servicios de seguridad (alarmas antirrobo, alarmas de gas, etc.)*
- *circuitos secundarios de transformadores de corriente.*

Para definir las características de instalación de varios cables conectados en paralelo (alimentando la misma carga), aquellos casos en los que es posible prescindir de protección contra sobrecargas, así como otros requisitos adicionales, se deberán tener en cuenta las prescripciones requeridas en las normas UNE 20460-4-43 sección 433 y UNE 20460-4-473 apartado 473.1.

Posición de los dispositivos de protección contra cortocircuitos:

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos deben situarse en el punto en el que se produce un cambio, tal como una variación de la sección, naturaleza o sistema de instalación produce una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, salvo cuando otro dispositivo situado aguas arriba posea una característica tal que proteja contra cortocircuitos aguas abajo del cambio.

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos podrán situarse aguas abajo del punto donde se produce el cambio de la sección, naturaleza o sistema de instalación, si la parte del cableado situada entre el punto del cambio y el dispositivo de protección cumple las tres condiciones siguientes:

- *No excede los 3 m de longitud;*
- *Está instalado de manera que se minimice el riesgo de cortocircuito (por ejemplo reforzando el sistema de cableado contra las influencias externas);*
- *Está instalado de manera que se minimice el riesgo de incendio o de peligro para las personas.*

Para definir las características de instalación de varios cables conectados en paralelo (alimentando la misma carga), aquellos casos en los que es posible prescindir de protección contra cortocircuitos ,así como otros requisitos adicionales, se deberán tener en cuenta las prescripciones requeridas en las normas UNE 20460-4-43 sección 434 y UNE 20460-4-473 apartado 473.2.

Método gráfico de protección de líneas contra cortocircuitos

En este apartado se presenta un método gráfico para determinar la necesidad de instalar una protección contra cortocircuitos en circuitos derivados de una línea principal.

Este método se aplica fundamentalmente a aquellos circuitos en los que se puede omitir la protección contra sobrecargas y en los que se debe comprobar que existe una protección efectiva contra cortocircuitos.

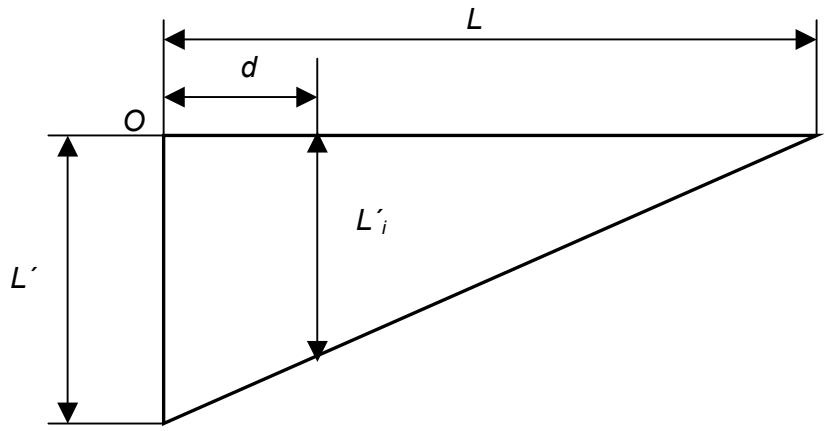
Según la norma UNE 20460-4-473, en los locales que no presenten riesgos de incendio o explosión y que no tengan condiciones específicas diferentes, se admite no prever protección contra las sobrecargas:

a) En una canalización situada por detrás de un cambio de sección, de naturaleza, de forma de instalación o de constitución, y que esté efectivamente protegida contra las sobrecargas por un dispositivo de protección situado por delante;
b) En una canalización que no es susceptible de ser recorrida por corrientes de sobrecarga a condición de que esté protegida contra los cortocircuitos y que no incluya ni derivación ni tomas de corriente;
c) Sobre las instalaciones de telecomunicación, control, señalización y análogas.

Ejemplos ilustrativos de la condición b) anterior, son:

i) Cuando el equipo de utilización dispone de una protección incorporada contra las sobrecargas que protege también eficazmente la canalización que lo alimenta.
ii) Canalización que alimenta a un equipo de utilización conectado de forma fija no susceptible de producir sobrecargas y no protegido contra sobrecargas. La corriente de utilización de este equipo no será superior a la corriente admisible en la canalización. Por ejemplo, calentadores de agua, radiadores, cocinas y luminarias.
iii) Canalización que alimenta varias derivaciones protegidas individualmente contra las sobrecargas siempre que la suma de las corrientes asignadas de los dispositivos de protección de las derivaciones sea inferior a la corriente asignada del dispositivo que protegería contra sobrecargas la canalización considerada.

El método se basa en la utilización de un triángulo rectángulo del cuál se determinan la longitud de los catetos en función de las características del suministro, de la protección y del conductor.



En la figura anterior se representan las siguientes distancias:

O origen del circuito principal
d distancia entre el origen del circuito principal y el origen del circuito derivado.
L longitud máxima del circuito principal de sección S_1.
L' longitud máxima de un circuito derivado con origen en el punto O y de sección S_2.
L'_i longitud máxima de un circuito derivado con origen a una distancia "d" del punto O y de sección S_2.

Los circuitos principal y derivado pueden ser trifásicos o monobásicos. Las longitudes L y L', se determinan mediante las siguientes fórmulas:

Circuitos trifásicos con neutro o monofásicos:

$$L = \frac{0{,}8 \cdot U \cdot S_F \cdot \gamma}{I_m} \cdot \left(\frac{1}{1+m} \right)$$

Siendo $m = \frac{S_F}{S_N}$

Circuitos trifásicos sin neutro:

$$L = \frac{0{,}8 \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot S_F \cdot \gamma}{2 \cdot I_m}$$

Siendo:
U tensión Fase-Neutro
S_F sección del conductor de fase del circuito principal (S_{F1} para L) o de la derivación (S_{F2} para L')
S_N sección del conductor neutro del circuito principal (S_{N1} para L) o de la derivación (S_{N2} para L')
γ conductividad del conductor en caliente.
Para el cobre, a 20ºC, γ_{Cu} = 56 Ω^{-1}.mm^{-2}. m. Las normas de cálculo de cortocircuitos consideran una temperatura del conductor en cortocircuito de 145ºC, lo que equivale a dividir el valor de la conductividad a 20ºC por 1,5. No obstante, se pueden justificar otros valores si se calcula la temperatura máxima probable de conductor teniendo en cuenta el tiempo de actuación de las protecciones de sobreintensidad.

I_m corriente que provoca el disparo en 5 segundos; para los IA se recomienda utilizar el valor de intensidad de disparo magnético.

El uso del triángulo anterior permite calcular la longitud máxima del circuito principal y de cualquier circuito derivado en función de su distancia al origen.

Ejemplo de utilización del método gráfico

Circuito monofásico para alumbrado con las siguientes secciones de cobre y con secciones de neutro iguales a las de fase.

Circuito principal: $S_{F1} = S_{N1} = S_1 = 2,5\ mm^2$
Derivaciones. $S_{F2} = S_{N2} = S_2 = 1,5\ mm^2$

Se quieren instalar una derivación para luminaria cada 10 m a lo largo de un local, siendo 5 el total de derivaciones y estando la primera derivación a 10 m del origen.

La protección se efectúa mediante un magnetotérmico cuya $I_n = 16$ A, curva C.

Al ser las secciones de neutro que de fase iguales para todos los circuitos, tendremos que:

$$m = \frac{S_F}{S_N} = 1$$

Según la figura A, el valor de I_m estará comprendido entre $5I_n$ y $10I_n$ por lo que se elige el caso más desfavorable, $I_m = 10\ I_n$:

$$I_m = 10 \cdot 16\ A = 160\ A$$

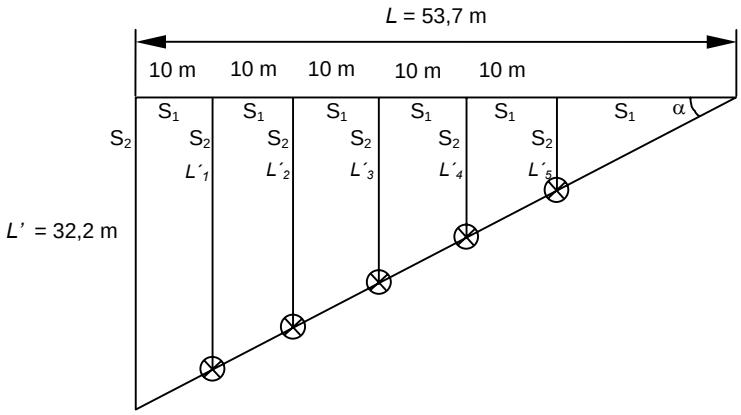
La longitud máxima del circuito principal L, es:

$$L = \frac{0,8 \cdot U \cdot S_{F1} \cdot \gamma}{I_m} \cdot \left(\frac{1}{1+m}\right) = \frac{0,8 \cdot 230 \cdot 2,5 \cdot \frac{56}{1,5}}{160} \cdot \left(\frac{1}{1+1}\right) = 53,7\ m$$

La longitud máxima del circuito derivado L', es:

$$L' = \frac{0,8 \cdot U \cdot S_{F2} \cdot \gamma}{I_m} \cdot \left(\frac{1}{1+m}\right) = \frac{0,8 \cdot 230 \cdot 1,5 \cdot \frac{56}{1,5}}{160} \cdot \left(\frac{1}{1+1}\right) = 32,2\ m$$

Así, se tiene el siguiente triángulo:



El ángulo α se calcula como

$$\alpha = arctg\frac{L'}{L} \approx 31^{o}$$

Las longitudes L'$_1$, L'$_2$, etc., se calcularán con la expresión:

$$L_i' = (L - d)\cdot tg\alpha$$

Así tendremos las siguientes longitudes máximas:

L'$_1$ = (53,7 - 10) ·tg31º = 26,2 m *para la luminaria con derivación a 10 m del cuadro,*
L'$_2$ = (53,7 - 20) ·tg31º = 20,2 m *para la luminaria con derivación a 20 m del cuadro,*
L'$_3$ = (53,7 - 30) ·tg31º = 14,2 m *para la luminaria con derivación a 30 m del cuadro,*
L'$_4$ = (53,7 - 40) ·tg31º = 8,2 m *para la luminaria con derivación a 40 m del cuadro y*
L'$_5$ = (53,7 - 50) ·tg31º = 2,2 m *para la luminaria con derivación a 50 m del cuadro.*

En el caso que una derivación tenga una longitud superior a L'$_X$, se podrá resolver la situación empleando una sección mayor.

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 2

2. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES 3

2.1 Objeto de las categorías 3

2.2 Descripción de las categorías de sobretensiones 3

3. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES 4

3.1 Situación natural 4

3.2 Situación controlada 4

4. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN 8

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta instrucción trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Conforme al artículo 16.1 del Reglamento, dentro del concepto de instalación interior hay que incluir cualquier instalación receptora aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie, por lo que las instalaciones receptoras para fines especiales tales como parques de caravanas, marinas, ferias y stands, instalaciones provisionales y de obra, instalaciones agrícolas, generadores eólicos, etc., se consideran incluidas en el campo de aplicación de esta instrucción, dado que pueden estar muy expuestas a las sobretensiones transitorias de origen atmosférico.

Las causas más frecuentes de aparición de sobretensiones transitorias de origen atmosférico son las siguientes:

- *La caída de un rayo sobre la línea de distribución o en sus proximidades*
- *El funcionamiento de un sistema de protección externa contra descargas atmosféricas (pararrayos, puntas Franklin, jaulas de Faraday, etc.), situado en el propio edificio o en sus proximidades.*
- *La incidencia directa de un descarga atmosférica en el propio edificio, tanto más probable cuanto más alto sea éste, o en sus proximidades.*

A estos efectos se considera proximidad una distancia de aproximadamente 50 m.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Esta instrucción contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está prescrita o recomendada en las líneas de alimentación principal 230/400 V en corriente alterna, no contemplándose en la misma otros casos como, por ejemplo, la protección de señales de medida, control y telecomunicación.

En general, las sobretensiones originadas por maniobras en las redes son inferiores, en valor de cresta, a las atmosféricas y por ello generalmente, los requisitos de protección contra sobretensiones atmosféricas garantizan la protección contra sobretensiones de maniobra.

Esta instrucción no trata la protección contra sobretensiones permanentes, por ejemplo debidas a la rotura o desconexión del neutro.

2. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES

2.1 Objeto de las categorías

Las categorías de sobretensiones permiten distinguir los diversos grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores. Mediante una adecuada selección de la categoría, se puede lograr la coordinación del aislamiento necesario en el conjunto de la instalación, reduciendo el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando una base para el control de la sobretensión.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos. La reducción de las sobretensiones de entrada a valores inferiores a los indicados en cada categoría se consigue con una estrategia de protección en cascada que integra tres niveles de protección: basta, media y fina, logrando de esta forma un nivel de tensión residual no peligroso para los equipos y una capacidad de derivación de energía que prolonga la vida y efectividad de los dispositivos de protección.

2.2 Descripción de las categorías de sobretensiones

En la tabla 1 se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.

Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares.

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.

Ejemplo: armarios de distribución, embarrados, aparamenta (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija (ascensores, máquinas industriales...), etc.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Ejemplo: contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.

3. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES

Es preciso distinguir dos tipos de sobretensiones:

- Las producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo. Esta instrucción no trata este caso

Esta instrucción no contempla las características del sistema externo de protección contra el rayo (dispositivo captador, derivadores o bajadas y la toma de tierra), que están recogidas en la NTE-IPP: Pararrayos y en el futuro Código Técnico de la Edificación. Sin embargo, si que se consideran los sistemas internos mediante dispositivos de protección contra sobretensiones que reducen los efectos eléctricos y magnéticos de la corriente de la descarga atmosférica dentro del espacio a proteger

- Las debidas a la influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc.

Los efectos capacitivos e inductivos son debidos a:

- *descargas atmosféricas en :*
  - *el propio sistema de protección externa (pararrayos,...);*
  - *las inmediaciones (árboles, estructuras, etc.);*
- *el acoplamiento capacitivo entre primario y secundario en el caso de descargas atmosféricas en la línea aérea de AT; y*
- *el acoplamiento inductivo por las maniobras de equipos con reactancia de valor elevado (hornos de inducción, máquinas de soldadura eléctrica, transformadores, etc.)*

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias

3.1 Situación natural

Cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad), se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos que se indica en la Tabla 1 y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
Una línea aérea constituida por conductores aislados con pantalla metálica unida a tierra en sus dos extremos, se considera equivalente a una línea subterránea.

3.2 Situación controlada

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (por ejemplo, continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

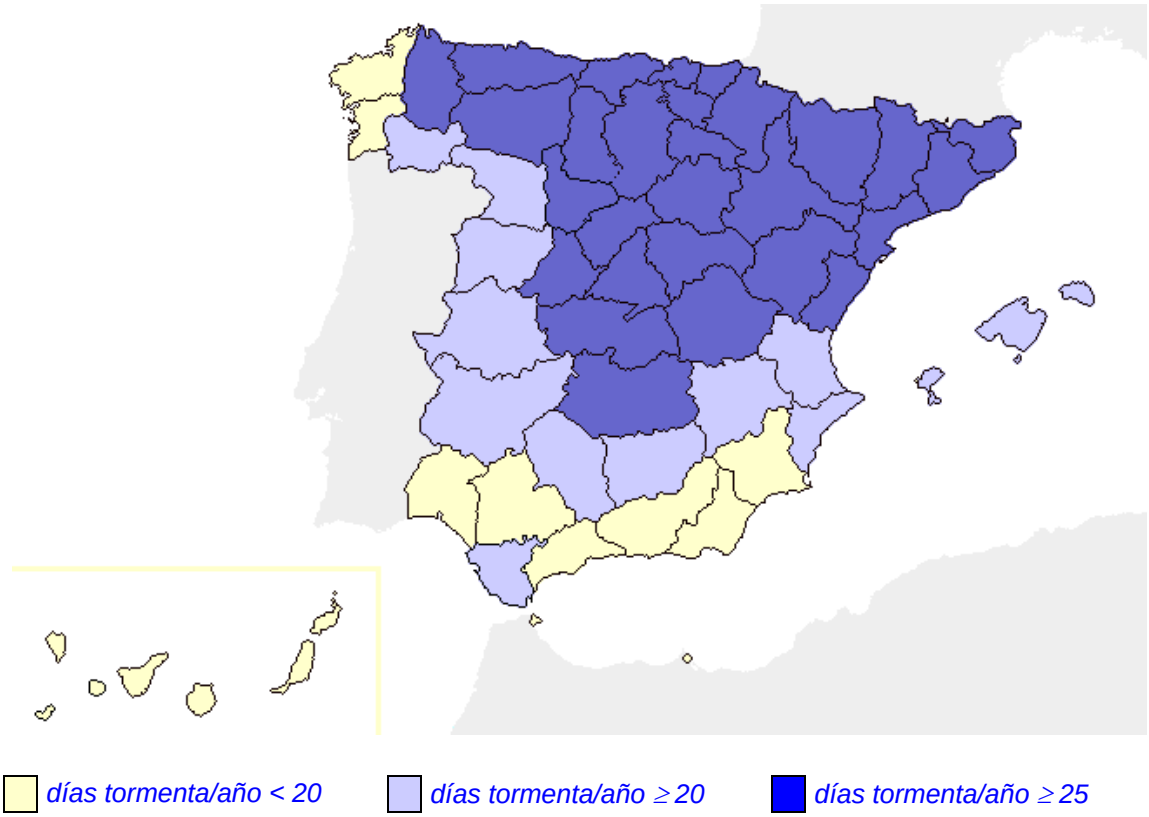
En base a un análisis de riesgos contemplado en la norma IEC 61662, se consideran situaciones controladas que deberán disponer de protección contra sobretensiones, todas aquellas instalaciones en las que el fallo del suministro o de los equipos debido a la sobretensión pudiera afectar a:

- *la vida humana, por ejemplo servicios de seguridad, centros de emergencias, equipo médico en hospitales.*
- *la vida de los animales, por ejemplo explotaciones ganaderas, piscifactorías, etc.*
- *los servicios públicos, por ejemplo pérdida de servicios para el público, centros informáticos, sistemas de telecomunicación.*
- *las instalaciones de los locales de pública concurrencia cubiertos por la ITC-BT-28.*
- *la actividad agrícola o industrial en función del impacto económico que pudieran implicar las sobretensiones (continuidad del servicio, destrucción de equipos, etc.).*

Además, es recomendable tener en cuenta el coste y sensibilidad de los equipos ya que cuanto más sensible sea un aparato y mayor coste tenga, mayor protección debería recibir. Este es el caso de equipos informáticos en general, pantallas de plasma, etc.

Asimismo, aunque la situación sea natural, la instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones es recomendable en aquellas provincias con al menos 20 días de tormenta al año y muy recomendable en aquellas con al menos 25 días, según el mapa A.

Mapa A – Clasificación de las provincias de España en función del número medio anual de días de tormenta.



Cuando la instalación esté en un lugar elevado (sobre una montaña, colina o promontorio), se considerará como criterio de seguridad adecuado, escoger el nivel inmediato superior al asignado a la provincia.

Es recomendable una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en las instalaciones de edificios que tengan sistemas de protección externa contra el rayo (pararrayos, puntas Franklin, jaulas de Faraday, etc.).

Se recomienda disponer de dispositivos de protección contra sobretensiones en las instalaciones ubicadas en un radio de aproximadamente de 50 m alrededor de un pararrayos (aunque no estén en el mismo edificio), para evitar perturbaciones electromagnéticas considerables que pueden perjudicar la instalación y los equipos.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar. En redes TT o IT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación. En redes TN-S, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el conductor de protección. En redes TN-C, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el neutro o compensador. No obstante se permiten otras formas de conexión, siempre que se demuestre su eficacia.

En el sistema TT, el dispositivo de protección contra sobretensiones podrá instalarse tanto aguas arriba (entre el interruptor general y el propio diferencial) como aguas abajo del interruptor diferencial. En caso de instalarse aguas abajo del diferencial, éste deberá ser selectivo de tipo S (o retardado).

Para instalaciones en viviendas con un único diferencial, con el fin de evitar disparos intempestivos del interruptor diferencial en caso de actuación del dispositivo de protección contra sobretensiones, dicho dispositivo debe instalarse aguas arriba del interruptor diferencial (entre el interruptor general y el propio interruptor diferencial).

Con el fin de optimizar la continuidad de servicio en caso de destrucción del dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias a causa de una descarga de rayo superior a la máxima prevista, cuando el dispositivo de protección contra sobretensiones no lleve incorporada su propia protección, se debe instalar el dispositivo de protección recomendado por el fabricante, aguas arriba del dispositivo de protección contra sobretensiones, con objeto de mantener la continuidad de todo el sistema, evitando el disparo del interruptor general.

Ante la eventual necesidad de instalar varios dispositivos de protección contra sobretensiones en cascada (por ejemplo uno general o de cabecera y otros en determinados circuitos de salida), se deberá consultar la información de utilización facilitada por el fabricante para conseguir la adecuada coordinación.

En las tablas A y B se resumen las situaciones en las que es obligatorio y/o recomendable respectivamente, el uso de dispositivos de protección contra sobretensiones. Cuando una instalación pueda estar considerada en ambas tablas, se aplicará la tabla A.

Tabla A. Situaciones en las que es obligatorio el uso de dispositivos de protección contra sobretensiones, sea cual sea el sistema de alimentación.

Situaciones	***Ejemplos***	***Requisitos***
Línea de alimentación de baja tensión total o parcialmente aérea o cuando la instalación incluye líneas aéreas.	*Todas las instalaciones, ya sean industriales, terciarias viviendas, etc.*	*Obligatorio*
Riesgo de fallo afectando la vida humana	*Los servicios de seguridad, centros de emergencias, equipo médico en hospitales.*	*Obligatorio*
Riesgo de fallo afectando la vida de los animales	*Las explotaciones ganaderas, piscifactorías, etc.*	*Obligatorio*
Riesgo de fallo afectando los servicios públicos	*La pérdida de servicios para el público, centros informáticos, sistemas de telecomunicación.*	*Obligatorio*
Riesgo de fallo afectando actividades agrícolas o industriales no interrumpibles	*Industrias con hornos o en general procesos industriales continuos no interrumpibles*	*Obligatorio*
Riesgo de fallo afectando las instalaciones y equipos de los locales de pública concurrencia que tengan servicios de seguridad no autónomos	*Sistemas de alumbrado de emergencia no autónomos.*	*Obligatorio*
Instalaciones en edificios con sistemas de protección externa contra descargas atmosféricas o contra rayos tales como: Pararrayos, puntas Franklin, jaulas de Faraday instalados en el mismo edificio o en un radio menor de 50 m.	*Todas las instalaciones, ya sean industriales, terciarias, viviendas, etc.*	*Obligatorio*

Tabla B. Situaciones en las que es recomendable el uso de dispositivos de protección contra sobretensiones

Situaciones	***Ejemplos***	***Requisitos***
Viviendas (cuando no sea obligatorio según los casos anteriores)	*- con sistemas domóticos (ITC-BT-51)* *- con sistemas de telecomunicaciones en azotea.*	*Recomendado*
Instalaciones en zonas con más de 20 días de tormenta al año	*Todas las instalaciones, ya sean industriales, terciarias, viviendas, etc.*	*Recomendado*
Equipos especialmente sensibles y costosos	*Pantallas de plasma, ordenadores, etc.*	*Recomendado*
Riesgo de fallo afectando las instalaciones y equipos de los locales de pública concurrencia que no sean servicios de seguridad	*Los locales incluidos en la ITC-BT-28*	*Recomendado*
Actividades industriales y comerciales no incluidas en la tabla A		*Recomendado*

4. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla 1, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla 1, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada,

Tabla 1

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		**TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)**			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	-- --	8	6	4	2,5

SELECCIÓN DEL TIPO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES A INSTALAR

Los dispositivos de protección contra sobretensiones son dispositivos capaces de garantizar la protección contra sobretensiones de origen atmosférico, debidas a conmutaciones, etc., que se producen en la instalación. Estos dispositivos pueden ser descargadores a gas, varistores de óxido de zinc, diodos supresores, descargadores de arco, combinaciones de los anteriores, etc.

Se considera que cumplen con las prescripciones de esta instrucción los dispositivos de características equivalentes a los establecidos en la serie de normas EN 61643. Según la norma EN 61643-11 existen 3 tipos de protectores de sobretensión denominados: Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3.

Los parámetros más significativos para cada uno de estos tipos son:

	Tipo 1	*Tipo 2*	*Tipo 3*
Capacidad de absorción de energía	*Muy alta - Alta*	*Media - Alta*	*Baja*
Rapidez de respuesta	*Baja - Media*	*Media - Alta*	*Muy alta*
Origen de la sobretensión	*Impacto directo de rayo*	*Sobretensiones de origen atmosférico y conmutaciones, conducidas o inducidas*	

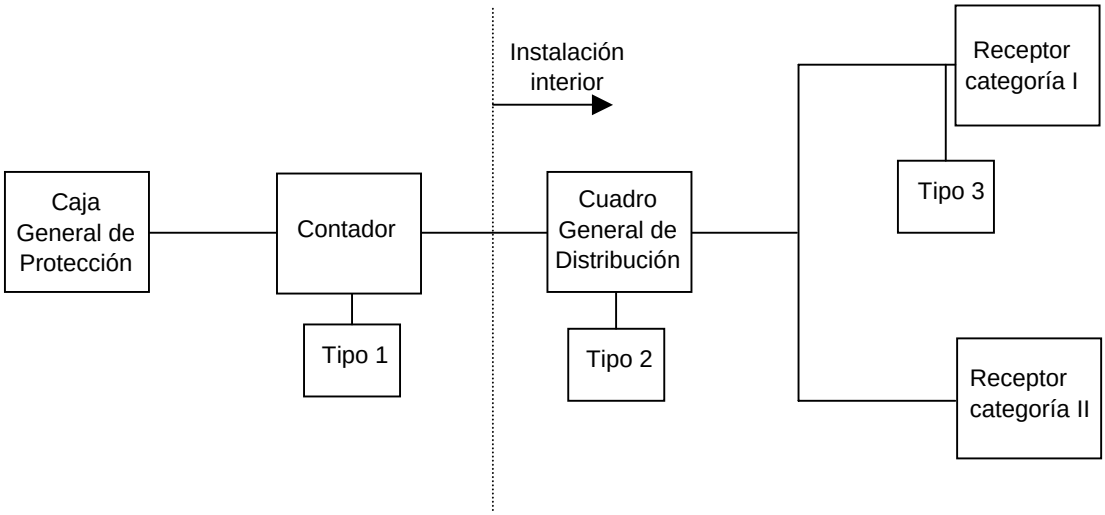
El objetivo a conseguir es que la actuación del dispositivo de protección reduzca la sobretensión transitoria a un valor de tensión inferior a la soportada por el equipo protegido (de acuerdo con su categoría de sobretensión según se definen en la Tabla 1). Para alcanzar este objetivo puede ser necesario utilizar más de un dispositivo de protección.

En general, se puede lograr la protección de la instalación mediante un dispositivo Tipo 2, instalado lo más cerca posible del origen de la instalación interior, en el cuadro de distribución principal.

En función del dispositivo instalado en cabecera y de las distancias entre éste y los equipos a proteger, puede ser necesario instalar dispositivos de protección adicionales para proteger equipos sensibles. Éstos podrán ser de Tipo 2 o de Tipo 3.

Cuando el edificio disponga de sistemas de protección externa contra el rayo (pararrayos, puntas Franklin, jaulas de Faraday) además será necesario instalar en el origen de la instalación (preferentemente antes de los contadores), un dispositivo de protección de Tipo 1.

Para garantizar la coordinación adecuada entre dispositivos se seguirán las recomendaciones del fabricante.



Ejemplo de instalación que incluye los tres tipos de dispositivos de protección contra sobretensiones.

SELECCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Para la correcta selección de los dispositivos de protección contra sobretensiones es necesario consultar al fabricante, ya que deben tenerse en cuenta varios factores, tales como:

- *Nivel de protección o tensión limitada, en función de la categoría de los equipos a proteger*
- *Tensión máxima de servicio permanente.*
- *Intensidad nominal de descarga e intensidad máxima de descarga, en función de las intensidades de descarga previstas.*

Nivel de protección (U_p): es el parámetro que caracteriza el funcionamiento del dispositivo de protección contra sobretensiones por limitación de la tensión entre sus bornes. Debe ser inferior a la categoría de sobretensión de la instalación o equipo a proteger (Ver punto 2.2 y Tabla 1). No obstante si el protector está alejado de dicho punto puede ser necesario utilizar protectores adicionales.

Ejemplo: instalación en la que los equipos más sensibles correspondan a la Categoría de sobretensión II, como electrodomésticos o herramientas portátiles, la U_p del protector seleccionado debe ser $\leq 2,5$ kV

Tensión máxima de servicio permanente (U_c): es el valor eficaz de tensión máximo que puede aplicarse permanentemente a los bornes del dispositivo de protección.

Ejemplo: en una red de distribución TT 230/400V, la tensión máxima permanente se considerará un 10% superior al valor nominal (230 x 1,1 = 253 V). Por tanto, la tensión máxima de servicio permanente U_c del protector seleccionado debe ser superior a 253 V.

Corriente nominal de descarga (I_n): es la corriente de cresta que puede soportar el dispositivo de protección sin fallo. La forma de onda de la corriente aplicada está normalizada como 8/20.

COORDINACIÓN ENTRE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Para garantizar la coordinación adecuada entre dispositivos se seguirán las recomendaciones del fabricante.

Para asegurar la coordinación entre los dispositivos de protección instalados en cascada, puede ser necesaria la instalación de inductancias de desacoplo, si la longitud del cable que los conecta es inferior a la mínima especificada por el fabricante. Por ello y para verificar que existe coordinación entre los dispositivos ubicados en cuadros principales y cuadros secundarios, se debe comprobar la distancia del cable entre los mismos.

Asimismo, será necesaria la instalación en cascada de un segundo dispositivo de protección contra sobretensiones próximo al receptor, cuando la distancia entre el dispositivo de protección contra sobretensiones y el receptor sea superior a la especificada por el fabricante.

CONEXIÓN A TIERRA DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Para el correcto funcionamiento de los dispositivos de protección será necesario que el conductor que une el dispositivo con la instalación de tierra del edificio tenga una sección mínima de cobre, en toda su longitud, según la siguiente tabla:

Tipo de dispositivo	***Sección mínima del conductor (mm^2)***	***Conexión entre el dispositivo y***
Tipo 1	*16*	*el borne principal de tierra o punto de puesta a tierra del edificio*
Tipo 2	*4*	*el borne de entrada de tierra de la instalación interior*
Tipo 3	*2,5 o lo especificado por el fabricante*	*un borne de tierra de la instalación interior*

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. INTRODUCCIÓN 2

2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS 2

3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS 2

3.1 Protección por aislamiento de las partes activas 2
3.2 Protección por medio de barreras o envolventes 3
3.3 Protección por medio de obstáculos 3
3.4 Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento 4
3.5 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual 5

4. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS 6

4.1 Protección por corte automático de la alimentación 6
4.1.1 Esquemas TN, características y prescripciones de los dispositivos de protección. 8
4.1.2 Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección. 10
4.1.3 Esquemas IT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección 13
4.2 Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente. . 17
4.3 Protección en los locales o emplazamientos no conductores 17
4.4 Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra 19
4.5 Protección por separación eléctrica 19

1. INTRODUCCIÓN

La presente instrucción describe las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.

En la protección contra los choques eléctricos se aplicarán las medidas apropiadas:

- para la protección contra los contactos directos y contra los contactos indirectos.
- para la protección contra contactos directos.
- para la protección contra contactos indirectos.

2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

La protección contra los choques eléctricos para contactos directos e indirectos a la vez se realiza mediante la utilización de muy baja tensión de seguridad MBTS, que debe cumplir las siguientes condiciones:

- Tensión nominal en el campo I de acuerdo a la norma UNE 20.481 y la ITC-BT-36.
- Fuente de alimentación de seguridad para MBTS de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20.460 -4-41.
- Los circuitos de instalaciones para MBTS, cumplirán lo que se indica en la Norma UNE 20.460-4-41 y en la ITC-BT-36.

3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20.460 -4-41, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

3.1 Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.

3.2 Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Una envolvente o barrera que proporcione un grado de protección IP 2X, proporcionará siempre un grado de protección IP XXB.

El significado de los códigos IP e IK se indica en el Anexo 1 de la Unidad Temática de Instalaciones de Enlace.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Cuando para suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas sea necesario el uso de una llave o herramienta, dicha llave sólo estará al alcance personas cualificadas que garantizarán que las barreras se vuelvan a colocar y las envolventes a cerrar cuando no esté presente la persona cualificada.

Producto	*Norma de aplicación*
Caja (para conjunto de aparamenta)	*UNE-EN 60439-1*
Envolvente de accesorio	*UNE 20451*
Envolventes vacías destinadas a los conjuntos de aparamenta	*UNE-EN 62208*

3.3 Protección por medio de obstáculos

Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

Los obstáculos están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.

Los obstáculos deben impedir:

- bien, un acercamiento físico no intencionado a las partes activas;
- bien, los contactos no intencionados con las partes activas en el caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el servicio.

Los obstáculos pueden ser desmontables sin la ayuda de una herramienta o de una llave; no obstante, deben estar fijados de manera que se impida todo desmontaje involuntario.

3.4 Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

La puesta fuera de alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad.

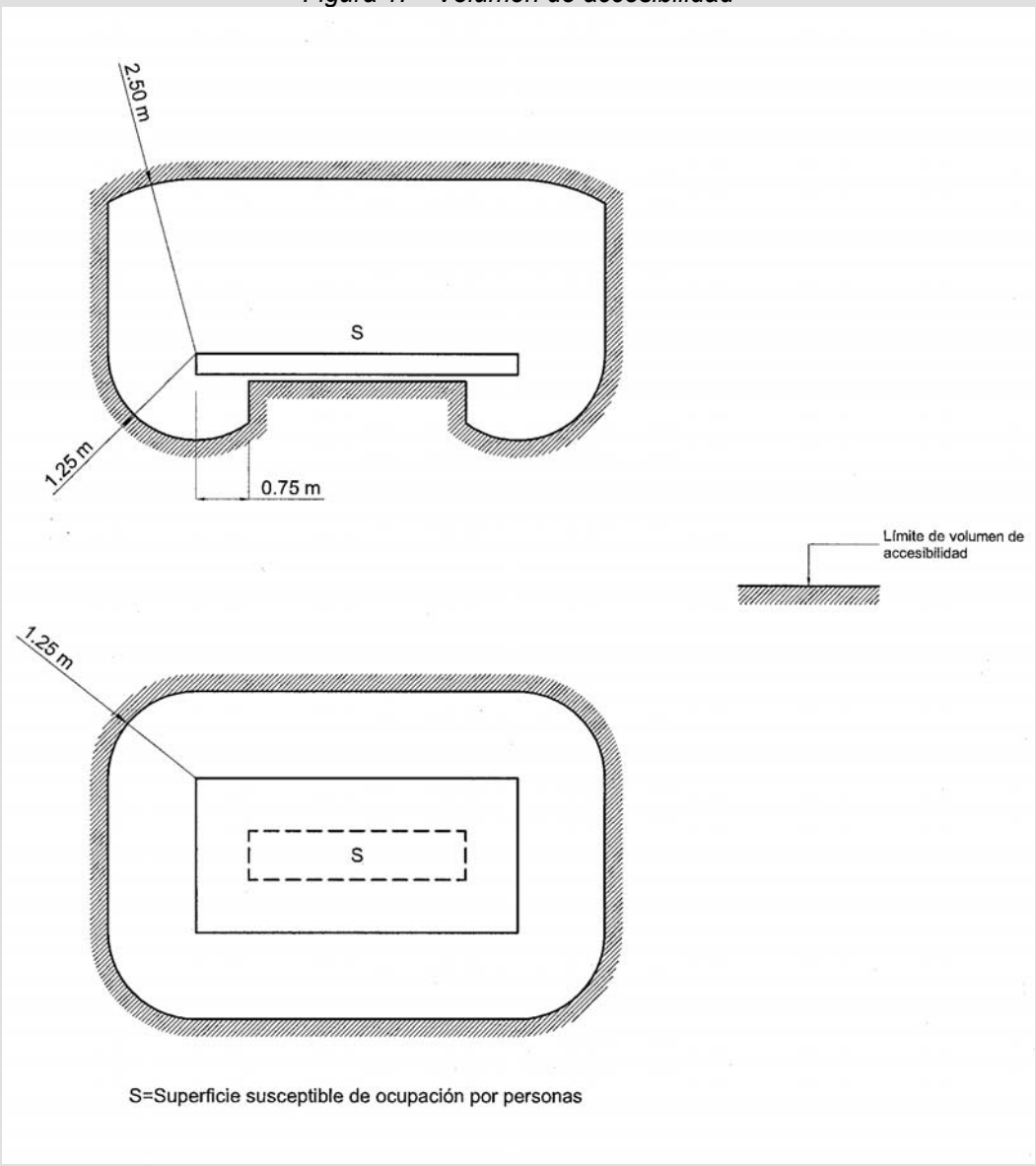
El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. Por convenio, este volumen está limitado conforme a la figura 1, entendiendo que la altura que limita el volumen es 2,5 m.

La norma UNE 21302 (826-12-19) define el volumen de accesibilidad al contacto o alcance del brazo como aquella zona que se extiende desde cualquier punto de una superficie en la que las personas permanecen y circulan habitualmente, y el límite que una persona puede alcanzar con la mano, en cualquier dirección y sin ayuda.

El concepto de volumen de accesibilidad, si bien se introduce en esta prescripción aplicado a la accesibilidad a partes con tensión, tiene un campo de aplicación mucho más amplio. En las diferentes ITCs del REBT 2002 se utiliza en diversas ocasiones para definir, por ejemplo:

- *Altura mínima de los conductores posados sobre fachada (ITC-BT-06);*
- *Altura mínima de montaje de los equipos eléctricos de las luminarias para montaje exterior de instalaciones de alumbrado exterior (ITC-BT-09);*
- *Altura sobre el nivel del suelo hasta la que las canalizaciones para acometidas aéreas sobre fachada deben presentar unas características especiales de protección mecánica (ITC-BT-11);*
- *Recomendación de la altura mínima de tubos en montaje superficial para garantizar el requisito de protección mecánica (ITC-BT-21);*
- *Altura de los volúmenes de piscinas y fuentes (ITC-BT-31);*
- *Altura mínima de instalación de luminarias en lugares accesibles al público de ferias y stands (ITC-BT-34); y*
- *Altura del alumbrado general de quirófanos por debajo de la cual deberá disponer de protección diferencial (ITC-BT-38).*

Figura 1. – Volumen de accesibilidad



Cuando el espacio en el que permanecen y circulan normalmente personas está limitado por un obstáculo (por ejemplo, listón de protección, barandillas, panel enrejado) que presenta un grado de protección inferior al IP2X o IP XXB, según UNE 20 324, el volumen de accesibilidad comienza a partir de este obstáculo.

En los emplazamientos en que se manipulen corrientemente objetos conductores de gran longitud o voluminosos, las distancias prescritas anteriormente deben aumentarse teniendo en cuenta las dimensiones de estos objetos.

3.5 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de

protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la presente instrucción.

Producto	***Norma de aplicación***
Interruptores diferenciales (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61008 (serie)*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009 (serie)*
Interruptores diferenciales (uso industrial u otras aplicaciones)	*UNE-EN 60947-2*

4. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS

Esta protección se consigue mediante la aplicación de algunas de las medidas siguientes:

4.1 Protección por corte automático de la alimentación

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20.572 -1.

Para cumplir con esta prescripción, es necesario que se respeten las dos condiciones siguientes:

- *Se cree el denominado "bucle de defecto" que permite la circulación de la corriente de defecto. La constitución de este bucle de defecto depende del esquema de conexión a tierra de la instalación (TN, TT o IT).*
  Esta condición implica la instalación de los correspondientes conductores de protección que unen las masas de todos los equipos eléctricos con la puesta a tierra general de la instalación. Las características generales de los conductores de protección y equipotencialidad se definen en las ITC-BT-18 e ITC-BT-19.
- *De acuerdo con el esquema de conexión a tierra de la instalación se seleccione el dispositivo de protección apropiado que desconecte la corriente de defecto en un tiempo adecuado de acuerdo con lo indicado en los apartados 4.1.1 a 4.1.3 de la ITC-BT-24.*

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público contempladas en la ITC-BT-09, apartado 10.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma UNE 20.460 -4-41 define cada caso.

La tensión límite convencional de 24 V es aplicable tanto a las instalaciones de alumbrado exterior como a los locales o emplazamientos conductores, por ejemplo, locales húmedos, mojados, instalaciones a la intemperie e instalaciones temporales y provisionales de obra.

Los valores normalizados de la corriente diferencial-residual $I_{\Delta n}$ son:

s/UNE-EN 61008; $I_{\Delta n}$ = (0,006 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 0,5) A
s/UNE-EN 61009; $I_{\Delta n}$ = (0,006 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 0,5) A
s/UNE-EN 60947-2; $I_{\Delta n}$ = (0,006 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 0,5 – 1 – 3 – 10 - 30) A

aunque se pueden encontrar diferenciales con valores superiores

El umbral de disparo en todos los casos es de (0,5 ÷ 1) $I_{\Delta n}$

Por ejemplo:

- Para $I_{\Delta n}$ = 30 mA el disparo más bajo estará comprendido entre 15 y 30 mA y
- Para $I_{\Delta n}$ = 300 mA el disparo más bajo estará comprendido entre 150 y 300 mA

En la elección de $I_{\Delta n}$ se debe cumplir:

a) Tal y como se indica en los apartados 4.1.1 y 4.1.2:

$Z_s \times I_a \leq U_0$ para esquemas TN
$R_A \times I_a \leq U$ para esquemas TT

b) $\frac{I_{\Delta n}}{2} > I_{fuga}$ de la instalación aguas abajo del diferencial

El cumplimiento de esta condición garantiza la actuación de los interruptores diferenciales únicamente en caso de defecto de aislamiento, evitando los disparos intempestivos.

Cuando los aparatos alimentados presenten corrientes de fuga cuya suma pueda sobrepasar este valor, deberán tomarse medidas para evitar el funcionamiento intempestivo de los diferenciales en ausencia de defecto de aislamiento. Por ejemplo:

- *limitar el número de tomas de corriente protegidas por un mismo diferencial;*
- *utilizar aparatos de clase II;*
- *alimentar individualmente cada toma de corriente por medio de un transformador de separación de circuitos.*

Las redes de distribución de las empresas suministradoras que alimentan a los usuarios en Baja Tensión deben corresponder al esquema TT, según la ITC-BT-08.

Los usuarios que contraten en Alta Tensión (aunque la utilización sea en BT) podrán elegir además, el esquema TN o IT.

4.1.1 Esquemas TN, características y prescripciones de los dispositivos de protección.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento.

Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la condición siguiente:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

donde

Z_s es la impedancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.

I_a es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la tabla 1 para tensión nominal igual a U_0. En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual, I_a es la corriente diferencial asignada

U_0 es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

Tabla 1

U_0 (V)	**Tiempos de interrupción (s)**
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

En la norma UNE 20.460 -4-41 se indican las condiciones especiales que deben cumplirse para permitir tiempos de interrupción mayores o condiciones especiales de instalación.

Para la protección de circuitos de distribución, se admiten tiempos de interrupción de hasta 5 s para garantizar la adecuada selectividad con las protecciones instaladas aguas abajo, no obstante, con retardos de hasta 1 s se pueden asegurar suficientes niveles de selectividad para la mayoría de instalaciones. En este caso es necesario comprobar que se cumplen todos los condicionantes de la Norma UNE 20460-4-41.

En el esquema TN pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

Producto	***Norma de aplicación***
Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades (IA modulares o magnetotérmicos)	*UNE-EN 60898 (serie)*
Interruptores automáticos (asociado a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)	*UNE-EN 60947-2*
Fusibles	*UNE-EN 60269 (serie)*
Fusibles de baja tensión. Fusibles a ser utilizados por personas autorizadas (fusibles para usos principalmente industriales).	*UNE 21103-2-1*
Interruptores diferenciales (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61008 (serie)*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009 (serie)*
Interruptores diferenciales (uso industrial u otras aplicaciones)	*UNE-EN 60947-2*

Cuando el conductor neutro y el conductor de protección sean comunes (esquemas TN-C), no podrá utilizarse dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

Cuando se utilice un dispositivo de protección de corriente diferencial-residual en esquemas TN-C-S, no debe utilizarse un conductor CPN aguas abajo. La conexión del conductor de protección al conductor CPN debe efectuarse aguas arriba del dispositivo de protección de corriente diferencial-residual.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo “S”) en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general.

Figura 2. Esquema TN-C.

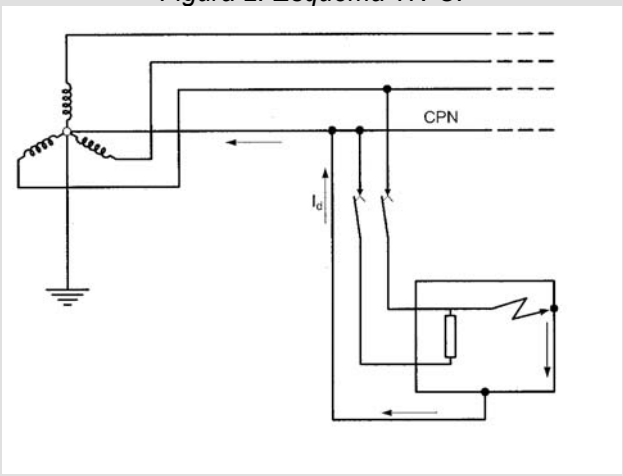
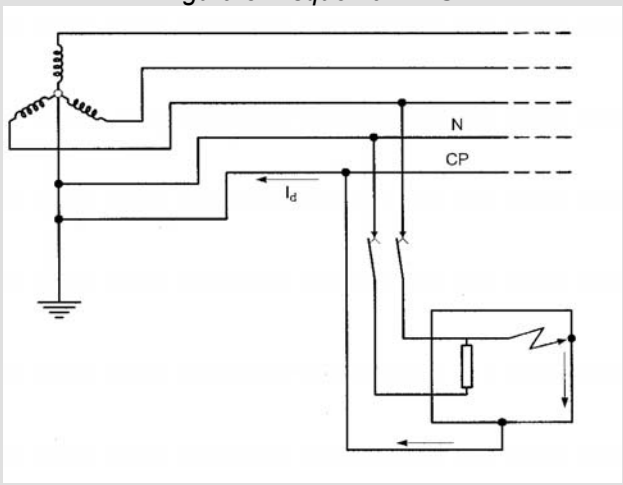


Figura 3. Esquema TN-S.



4.1.2 Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_a \leq U$$

donde:

R_A es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

Cuando se instalen diversos dispositivos que protegen diferentes equipos con sus correspondientes masas unidas a la misma toma de tierra, el valor de I_a a utilizar en la fórmula anterior será el correspondiente al dispositivo de la instalación con mayor intensidad nominal si se trata de una protección con fusibles o interruptores automáticos y con mayor intensidad diferencial residual para el caso de protección con diferenciales. De esta forma se determina el valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas en función de las características de funcionamiento de los dispositivos de protección.

Para el caso particular de una instalación eléctrica que se alimente de dos transformadores cuyos neutros estén conectados a la misma tierra (R_B) y uno de ellos alimente un sistema TT y el otro un sistema TN, la condición anterior de protección contra contactos indirectos se transforma en la siguiente, teniendo en cuenta que pueden existir dos masas simultáneamente accesibles y alimentadas cada una por un transformador distinto.

$$(R_A + R_B) \times I_a \leq U$$

En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la resistencia R_A tiene un valor muy bajo.

En la práctica, los dispositivos de protección contra sobreintensidades no son de aplicación para la protección contra los contactos indirectos, ya que para alcanzar, sin riesgo para las personas, una intensidad suficiente para provocar la desconexión del circuito con defecto, debería garantizarse, de forma fiable y permanente durante toda la vida de la instalación, una resistencia de puesta a tierra extremadamente pequeña que es muy difícil de conseguir.

En una instalación industrial en la que se utilizan Interruptores Automáticos (IA) según UNE-EN 60898, la corriente de disparo según la característica térmica correspondiente a 5 segundos es del orden de 5 I_n.

Si por ejemplo el calibre del IA fuera de 25 A, se tendría

$I_a = 5 \cdot 25 = 125\ A$

Aplicando la condición más restrictiva para esquemas TT y suponiendo una tensión de contacto máxima de 24 V, correspondiente a locales húmedos:

$$R_A \cdot I_a \leq U \Rightarrow R_A \leq \frac{U}{I_a} = \frac{24}{125} \approx 0{,}2\ \Omega$$

Que debería garantizarse a lo largo de toda la vida útil de la instalación para todas las masas de la misma.

Producto	***Norma de aplicación***
Interruptores diferenciales (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61008 (serie)*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009 (serie)*
Interruptores diferenciales (uso industrial u otras aplicaciones)	*UNE-EN 60947-2*

Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de protección contra las sobreintensidades, debe ser:

- bien un dispositivo que posea una característica de funcionamiento de tiempo inverso e I_a debe ser la corriente que asegure el funcionamiento automático en 5 s como máximo;
- o bien un dispositivo que posea una característica de funcionamiento instantánea e I_a debe ser la corriente que asegura el funcionamiento instantáneo.

La utilización de dispositivos de protección de tensión de defecto no está excluida para aplicaciones especiales cuando no puedan utilizarse los dispositivos de protección antes señalados.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo "S") en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.

En las normas de producto para interruptores diferenciales se establecen los tiempos de corte máximos siguientes para diferenciales de tipo general:

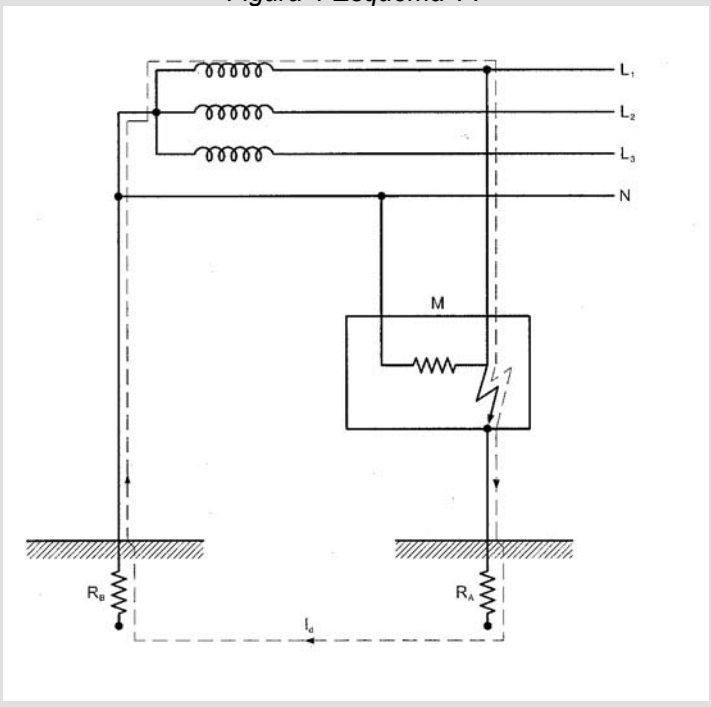
	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$
Tiempo máximo de corte (s)	*0,3*	*0,15*	*0,04*

En la práctica, los defectos de aislamiento generalmente son de baja impedancia por lo que la corriente originada es del orden de 5 $I_{\Delta n}$ o mayor.

En caso que se produzca un defecto de impedancia no despreciable, el tiempo máximo de desconexión de los diferenciales de tipo general para una corriente de fuga igual o superior a $I_{\Delta n}$ es de 0,3 s.

En ambos casos se cumple el requisito establecido en la ITC-BT-24.

Figura 4 Esquema TT



4.1.3 Esquemas IT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección

En el esquema IT, la instalación debe estar aislada de tierra o conectada a tierra a través de una impedancia de valor suficientemente alto. Esta conexión se efectúa bien sea en el punto neutro de la instalación, si está montada en estrella, o en un punto neutro artificial. Cuando no exista ningún punto de neutro, un conductor de fase puede conectarse a tierra a través de una impedancia.

En caso de que exista un sólo defecto a masa o a tierra, la corriente de fallo es de poca intensidad y no es imperativo el corte. Sin embargo, se deben tomar medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos simultáneos.

Ningún conductor activo debe conectarse directamente a tierra en la instalación.

Las masas deben conectarse a tierra, bien sea individualmente o por grupos.

Debe ser satisfecha la condición siguiente:

$$R_A \times I_d \leq U_L$$

donde:

R_A es la suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

I_d es la corriente de defecto en caso de un primer defecto franco de baja impedancia entre un conductor de fase y una masa. Este valor tiene en cuenta las corrientes de fuga y la impedancia global de puesta a tierra de la instalación eléctrica

U_L es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

C_1; C_2; C_3 Capacidad homopolar de los conductores respecto de tierra.

Figura 5. Esquema IT aislado de tierra.

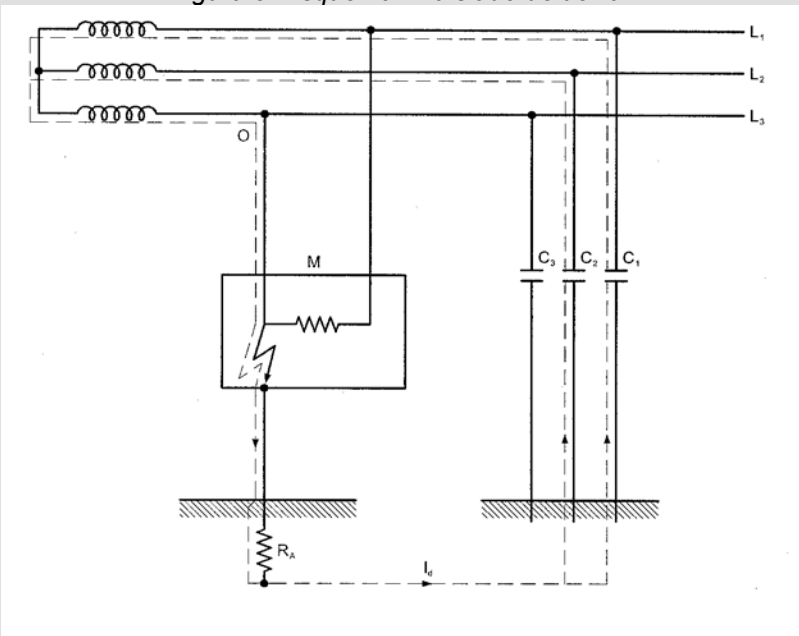
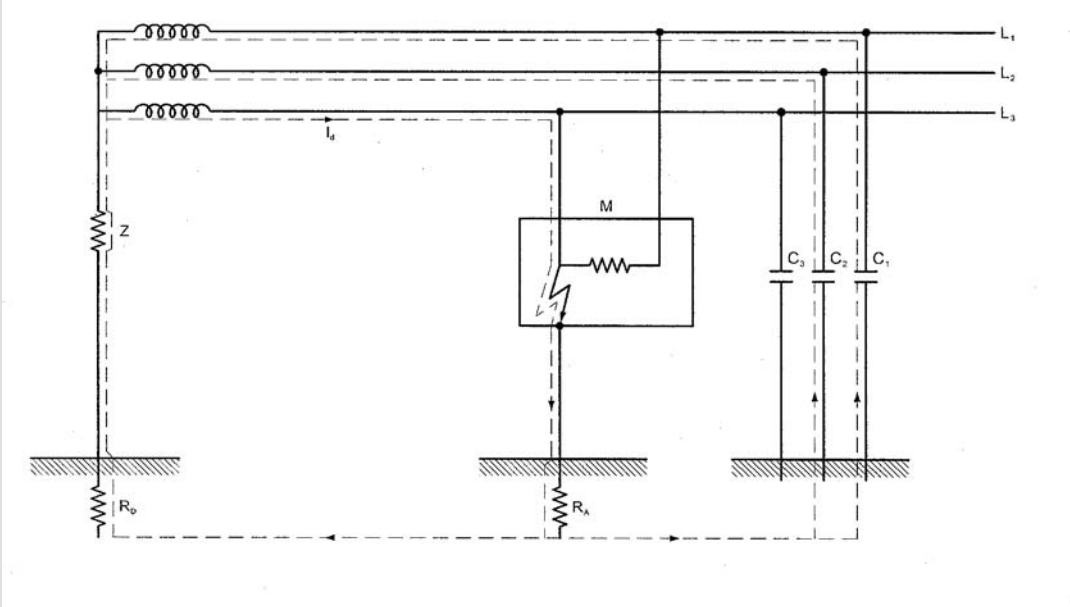


Figura 6. Esquema IT unido a tierra por impedancia Z y con las puestas a tierra de la alimentación y de las masas separadas



En el esquema IT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Controladores permanentes de aislamiento
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Producto	***Norma de aplicación***
Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades (IA modulares o magnetotérmicos)	*UNE-EN 60898 (serie)*
Interruptores automáticos (asociado a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)	*UNE-EN 60947-2*
Fusibles	*UNE-EN 60269 (serie)*
Fusibles de baja tensión. Fusibles a ser utilizados por personas autorizadas (fusibles para usos principalmente industriales).	*UNE 21103-2-1*
Interruptores diferenciales (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61008 (serie)*
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	*UNE-EN 61009 (serie)*
Interruptores diferenciales (uso industrial u otras aplicaciones)	*UNE-EN 60947-2*
Dispositivos de control de aislamiento para esquemas IT (IMD)	*UNE-EN 61557-8*
Controladores de corriente residual (RCM)	*UNE-EN 62020*

Si se ha previsto un controlador permanente de primer defecto para indicar la aparición de un primer defecto de una parte activa a masa o a tierra, debe activar una señal acústica o visual.

Generalmente, el esquema IT se utiliza para garantizar una continuidad del servicio, siendo necesario el uso de un controlador permanente de aislamiento.

Después de la aparición de un primer defecto, las condiciones de interrupción de la alimentación en un segundo defecto deben ser las siguientes:

- Cuando se pongan a tierra masas por grupos o individualmente, las condiciones de protección son las del esquema TT, salvo que el neutro no debe ponerse a tierra.

Del mismo modo que en los esquemas TT, en la práctica los dispositivos de protección utilizados son los interruptores diferenciales mientras que los dispositivos de protección contra sobreintensidades no son de aplicación para la protección contra los contactos indirectos debido a la imposibilidad de garantizar de forma fiable y permanente durante toda la vida de la instalación una resistencia de puesta a tierra extremadamente pequeña.

- Cuando las masas estén interconectadas mediante un conductor de protección, colectivamente a tierra, se aplican las condiciones del esquema TN, con protección mediante un dispositivo contra sobreintensidades de forma que se cumplan las condiciones siguientes:

a) si el neutro no esta distribuido: $2 \times Z_s \times I_a \leq U$
b) si el neutro esta distribuido: $2 \times Z_s' \times I_a \leq U_0$

donde:

Z_s es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor de fase y el conductor de protección.

Z_s' es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor neutro, el conductor de protección y el de fase.

I_a es la corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección de la instalación en un tiempo t, según la tabla 2, ó tiempos superiores, con 5 segundos como máximo, para aquellos casos especiales contemplados en la norma UNE 20.460 -4-41.

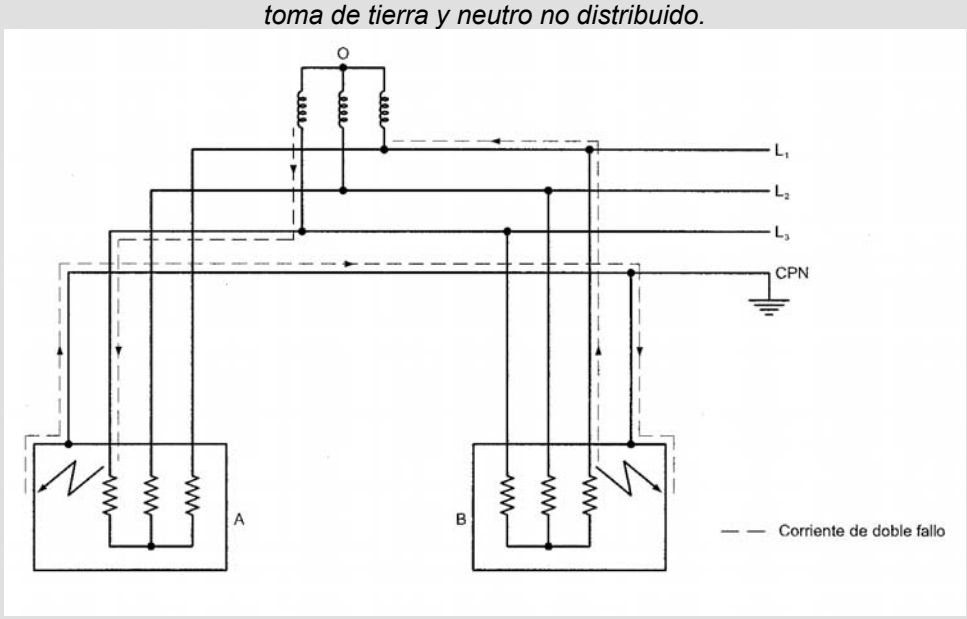
U es la tensión entre fases, valor eficaz en corriente alterna.

U_0 es la tensión entre fase y neutro, valor eficaz en corriente alterna.

Tabla 2

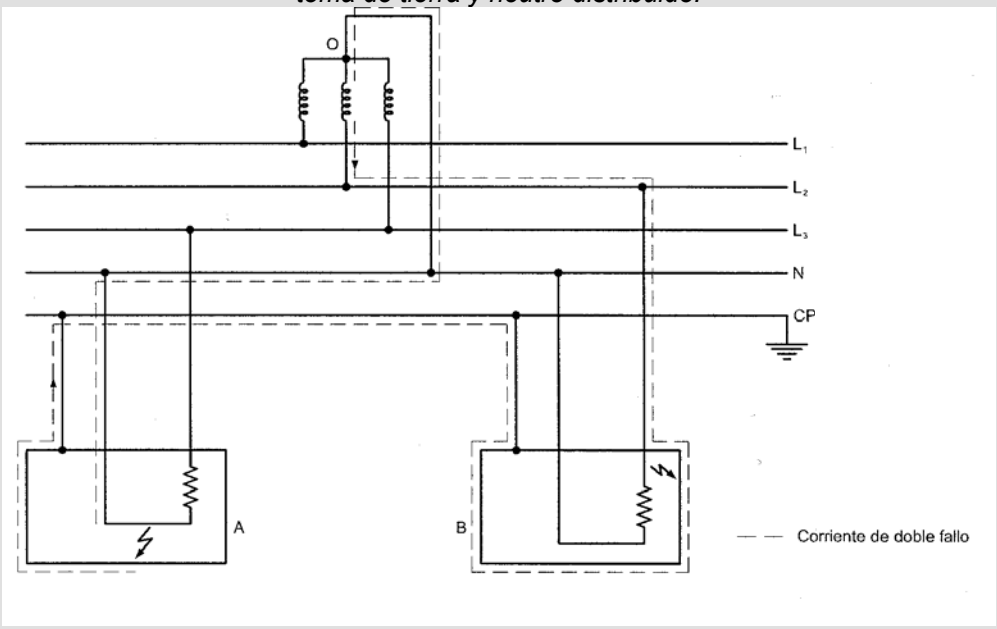
Tensión nominal de la instalación (U_0/U)	**Tiempo de interrupción (s)**	
	Neutro no distribuido	Neutro distribuido
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Figura 7. Corriente de segundo defecto en el esquema IT con masa conectadas a la misma toma de tierra y neutro no distribuido.



Se llama la atención que en la anterior figura donde se dice CPN debe indicarse CP, ya que el esquema corresponde a neutro no distribuido.

Figura 8. Corriente de segundo defecto en el esquema IT con masa conectadas a la misma toma de tierra y neutro distribuido.



Si no es posible utilizar dispositivos de protección contra sobreintensidades de forma que se cumpla lo anterior, se utilizarán dispositivos de protección de corriente diferencial-residual para cada aparato de utilización o se realizará una conexión equipotencial complementaria según lo dispuesto en la norma UNE 20. 460 -4-41

4.2 Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.

Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Conjuntos de aparamenta construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslen equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslen las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

Los equipos de clase II se identifican mediante el símbolo .

También se utiliza el símbolo *para indicar que estos equipos no deben conectarse a tierra.*

La norma UNE 20.460 -4-41 describe el resto de características y revestimiento que deben cumplir las envolventes de estos equipos.

4.3 Protección en los locales o emplazamientos no conductores

La norma UNE 20.460 -4-41 indica las características de las protecciones y medios para estos casos.

Esta medida de protección está destinada a impedir en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas, el contacto simultáneo con partes que pueden ser puestas a tensiones diferentes. Se admite la utilización de materiales de la clase 0 condición que se respete el conjunto de las condiciones siguientes:

Las masas deben estar dispuestas de manera que, en condiciones normales, las personas no hagan contacto simultáneo: bien con dos masas, bien con una masa y cualquier elemento conductor, si estos elementos pueden encontrarse a tensiones diferentes en caso de un fallo del aislamiento principal de las partes activas

En estos locales (o emplazamientos), no debe estar previsto ningún conductor de protección.

Las prescripciones del apartado anterior se consideran satisfechas si el emplazamiento posee paredes aislantes y si se cumplen una o varias de las condiciones siguientes:

a) Alejamiento respectivo de las masas y de los elementos conductores, así como de las masas entre sí. Este alejamiento se considera suficiente si la distancia entre dos elementos es de 2 m como mínimo, pudiendo ser reducida esta distancia a 1,25 m por fuera del volumen de accesibilidad.
b) Interposición de obstáculos eficaces entre las masas o entre las masas y los elementos conductores. Estos obstáculos son considerados como suficientemente eficaces si dejan la distancia a franquear en los valores indicados en el punto a). No deben conectarse ni a tierra ni a las masas y, en la medida de lo posible, deben ser de material aislante.
c) Aislamiento o disposición aislada de los elementos conductores. El aislamiento debe tener una rigidez mecánica suficiente y poder soportar una tensión de ensayo de un mínimo de 2.000 V. La corriente de fuga no debe ser superior a 1 mA en las condiciones normales de empleo.

Las figuras siguientes contienen ejemplos explicativos de las disposiciones anteriores.

Figura 9.

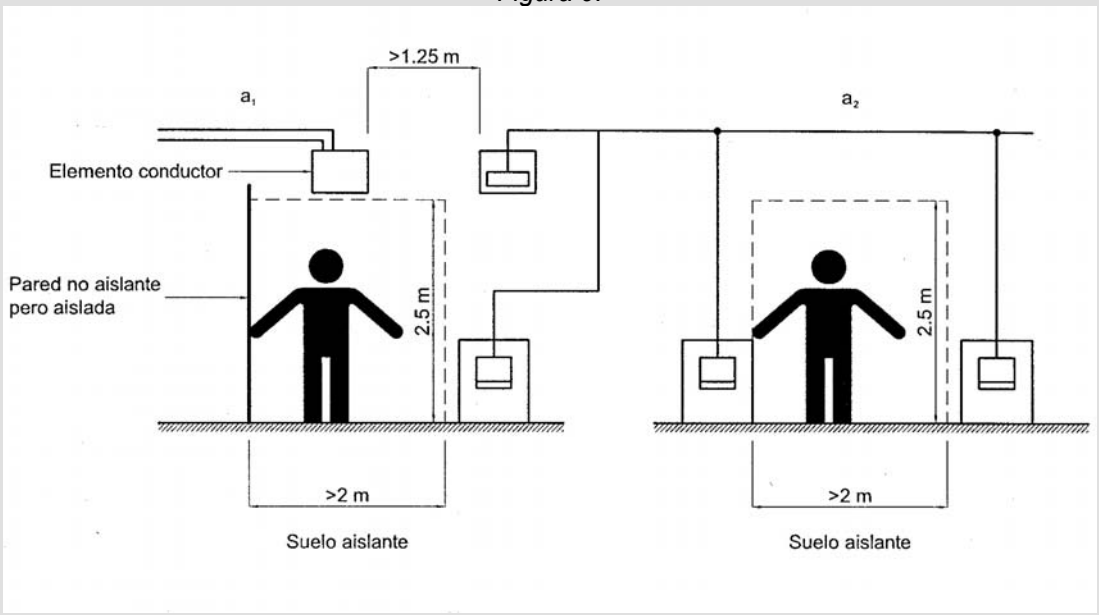
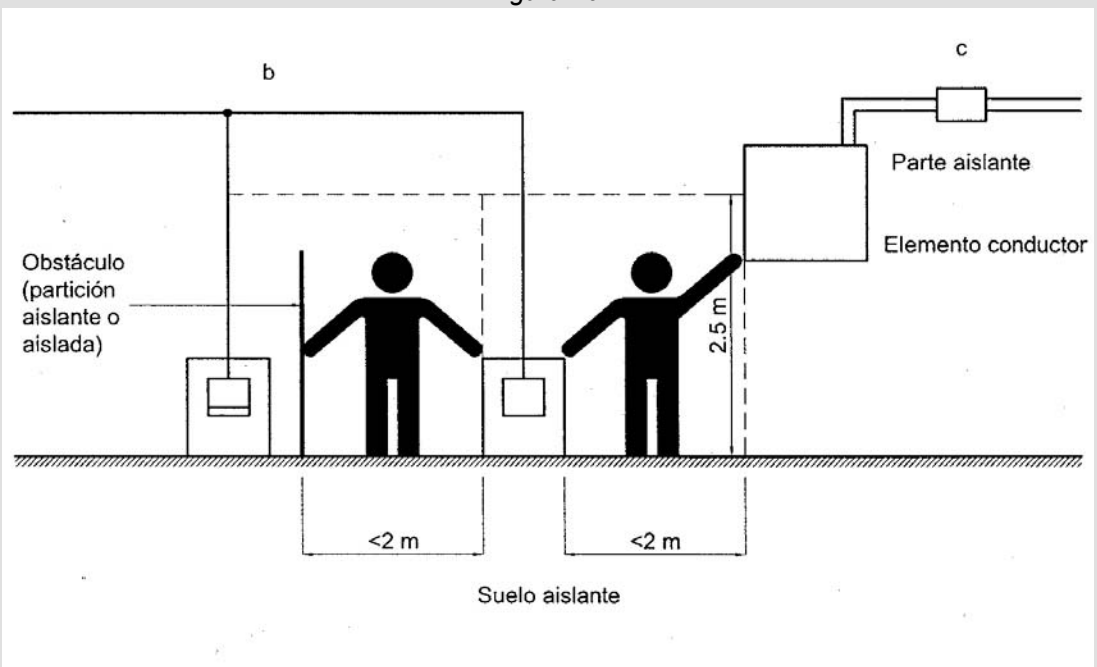


Figura 10.



Las paredes y suelos aislantes deben presentar una resistencia no inferior a:

- 50 kΩ, si la tensión nominal de la instalación no es superior a 500 V; y
- 100 kΩ, si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 V,

Si la resistencia no es superior o igual, en todo punto, al valor prescrito, estas paredes y suelos se considerarán como elementos conductores desde el punto de vista de la protección contra las descargas eléctricas.

Las disposiciones adoptadas deben ser duraderas y no deben poder inutilizarse. Igualmente deben garantizar la protección de los equipos móviles cuando esté prevista la utilización de éstos.

Deberá evitarse la colocación posterior, en las instalaciones eléctricas no vigiladas continuamente, de otras partes (por ejemplo, materiales móviles de la clase I o elementos conductores, tales como conductos de agua metálicos), que puedan anular la conformidad con el apartado anterior.

Deberá evitarse que la humedad pueda comprometer el aislamiento de las paredes y de los suelos.

Deben adoptarse medidas adecuadas para evitar que los elementos conductores puedan transferir tensiones fuera del emplazamiento considerado.

4.4 Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra

Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles.

La conexión equipotencial local así realizada no debe estar conectada a tierra, ni directamente ni a través de masas o de elementos conductores.

Deben adoptarse disposiciones para asegurar el acceso de personas al emplazamiento considerado sin que éstas puedan ser sometidas a una diferencia de potencial peligrosa. Esto se aplica concretamente en el caso en que un suelo conductor, aunque aislado del terreno, está conectado a la conexión equipotencial local.

4.5 Protección por separación eléctrica

El circuito debe alimentarse a través de una fuente de separación, es decir:

- un transformador de aislamiento,
- una fuente que asegure un grado de seguridad equivalente al transformador de aislamiento anterior, por ejemplo un grupo motor generador que posea una separación equivalente.

La norma UNE 20.460 -4-41 enuncia el conjunto de prescripciones que debe garantizar esta protección.

En el caso de que el circuito separado no alimente más que un solo aparato, las masas del circuito no deben ser conectadas a un conductor de protección.

En el caso de un circuito separado que alimente muchos aparatos, se satisfarán las siguientes prescripciones:

a) Las masas del circuito separado deben conectarse entre sí mediante conductores de equipotencialidad aislados, no conectados a tierra. Tales conductores, no deben conectarse ni a conductores de protección, ni a masas de otros circuitos ni a elementos conductores.

b) Todas las bases de tomas de corriente deben estar previstas de un contacto de tierra que debe estar conectado al conductor de equipotencialidad descrito en el apartado anterior.

c) Todos los cables flexibles de equipos que no sean de clase II, deben tener un

conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.

d) En el caso de dos fallos francos que afecten a dos masas y alimentados por dos conductores de polaridad diferente, debe existir un dispositivo de protección que garantice el corte en un tiempo como máximo igual al indicado en la tabla 1 incluida en el apartado 4.1.1, para esquemas TN.

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE 1

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 2

2. TERMINOLOGÍA 4

3. TIPOS DE SISTEMAS 6

4. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN 7

5. CONDICIONES PARTICULARES DE INSTALACIÓN 9

5.1 Requisitos para sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión 9

5.2 Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función 9

5.3 Requisitos para sistemas que usan señales radiadas 9

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Instrucción establece los requisitos específicos de la instalación de los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios, también conocidos como sistemas domóticos.

El campo de aplicación comprende las instalaciones de aquellos sistemas que realizan una función de automatización para diversos fines, como gestión de la energía, control y accionamiento de receptores de forma centralizada o remota, sistemas de emergencia y seguridad en edificios, entre otros, con excepción de aquellos sistemas independientes e instalados como tales, que puedan ser considerados en su conjunto como aparatos, por ejemplo, los sistemas automáticos de elevación de puertas, persianas, toldos, cierres comerciales, sistemas de regulación de climatización, redes privadas independientes para transmisión de datos exclusivamente y otros aparatos, que tienen requisitos específicos recogidos en las Directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Quedan excluidas también las instalaciones de redes comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios y la instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones a los que se refiere el Reglamento de Infraestructura Común de Telecomunicaciones (I.C.T.), aprobado por el R.D. 279/1999.

Igualmente están excluidos los sistemas de seguridad reglamentados por el Ministerio del Interior y Sistemas de Protección contra Incendios, reglamentados por el Ministerio de Fomento (NBE-CPI) y el Ministerio de Industria y Energía (RIPCI).

No obstante, a las instalaciones excluidas anteriormente, cuando formen parte de un sistema más complejo de automatización, gestión de la energía o seguridad de viviendas o edificios, se les aplicarán los requisitos de la presente Instrucción además los requisitos específicos reglamentarios correspondientes.

Los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios, se conocen internacionalmente como HBES (Home and Building Electronic Systems – sistemas electrónicos para viviendas y edificios). Actualmente la norma que define los requisitos técnicos generales de estos sistemas es la UNE-EN 50090-2-2.

De modo general, la instalación de estos sistemas se conoce como domótica y la instalación en edificios como inmótica, aunque en esta guía se utiliza el término domótica para referirse a los dos, ya que es el término más ampliamente empleado.

Los sistemas domóticos realizan el control integrado de múltiples elementos de una instalación con los fines principales de:

- *Aumentar el confort, mediante la automatización de elementos de la instalación.*
- *La gestión técnica del la energía, por ejemplo para el ahorro o la eficiencia energética.*
- *Garantizar la seguridad de las personas, los animales y los bienes.*
- *Permitir la comunicación del sistema con redes de telecomunicación externas.*

La red de control del sistema domótico, deberá integrarse con la red de energía eléctrica y coordinarse con el resto de redes con las que tenga relación, como por ejemplo de telefonía, televisión y tecnologías de la información, cumpliendo con las reglas de instalación aplicables a cada una de ellas.

En la figura 1 se muestran las distintas redes que pueden convivir en una instalación de una vivienda o edificio. Para referirse al conjunto de estas redes y las posibles aplicaciones mediante su conexión con el exterior, se pueden utilizar varios términos: hogar digital, hogar inteligente (smarthouse), vivienda conectada, casa del futuro, tecnologías digitales en el hogar, edificio inteligente, etc.

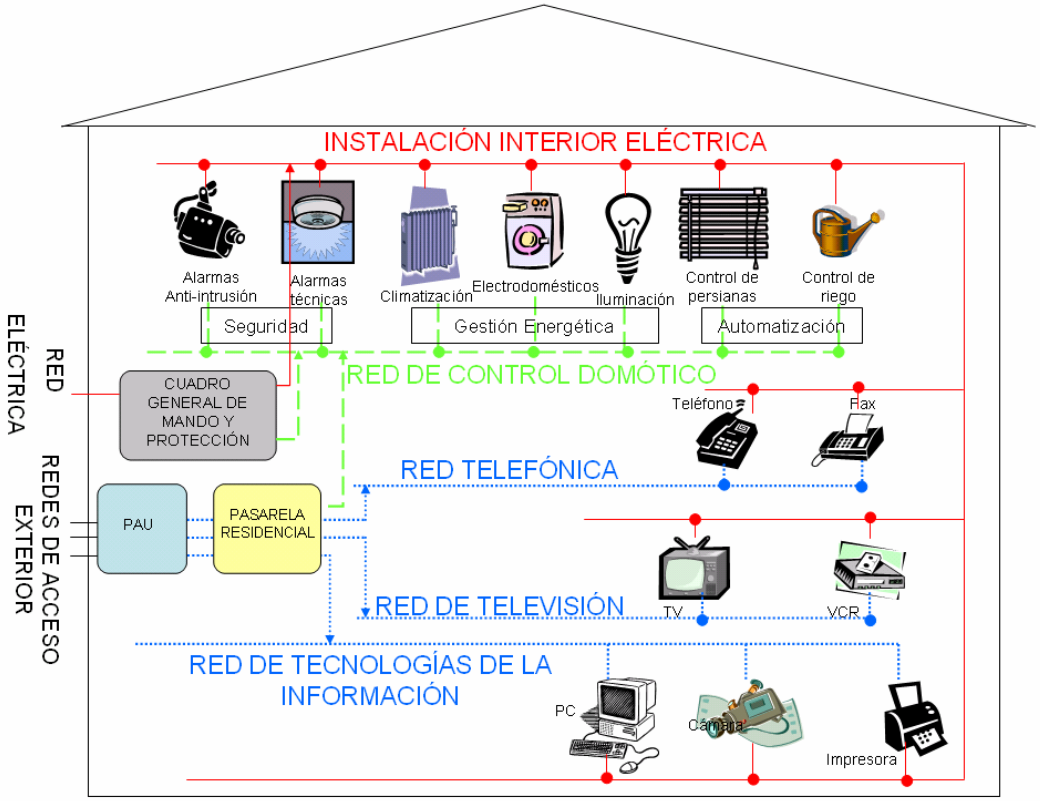


Figura 1 – Redes de una instalación

La instalación interior eléctrica (línea roja continua) y la red de control del sistema domótico (línea verde discontinua) están reguladas por el REBT. En particular, la red de control del sistema domótico está regulada por esta instrucción en lo referente a seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

La red de control del sistema domótico puede realizarse mediante un cableado específico, por ondas portadoras acopladas a la red eléctrica de baja tensión o por señales radiadas. La línea verde discontinua no tendrá soporte físico en el caso de comunicación por señales radiadas y coincidirá con la línea de alimentación eléctrica (línea roja continua) en el caso de comunicación por ondas portadoras.

Las redes de telefonía, televisión y tecnologías de la información (líneas azules de puntos) están reguladas por el RICT (Reglamento de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios) aunque también están afectadas por el REBT en lo referente a la seguridad eléctrica.

El R.D. 279/1999 ha sido derogado por el R.D. 401/2003 que tiene por objeto "establecer la normativa técnica de telecomunicación relativa a la infraestructura común de telecomunicaciones (ICT) para el acceso a los servicios de telecomunicación; las especificaciones técnicas de telecomunicación que se deberán incluir en la normativa técnica básica de la edificación, que regule la infraestructura de obra civil en el interior de los edificios para garantizar la capacidad suficiente que permita el acceso a los servicios de telecomunicación y el paso de las redes de los distintos operadores; los requisitos que debe cumplir la ICT para el acceso a los distintos servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y determinar las condiciones para el ejercicio profesional de la actividad de instalador de telecomunicaciones, a fin de garantizar que las instalaciones y su puesta en servicio permitan el funcionamiento eficiente de los servicios y redes de telecomunicación".

En consecuencia, teniendo en cuenta las categorías de instaladores autorizados definidos en la ITC-BT 03 del REBT (RD 842/2002) y lo establecido en el RICT (RD 401/2003), se describen a continuación la división de competencias entre los instaladores autorizados de baja tensión y los instaladores autorizados en el ámbito de las telecomunicaciones:

- *la realización, mantenimiento o reparación de las instalaciones domóticas se deberá llevar a cabo por un instalador autorizado en baja tensión de la categoría especialista en la modalidad de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.*
- *la instalación eléctrica que sea necesaria para la puesta en servicio de los sistemas independientes que puedan ser considerados en su conjunto como un aparto la podrá realizar un instalador autorizado en baja tensión de categoría básica.*
- *las instalaciones en el interior de los edificios destinadas a permitir el acceso a los servicios de telecomunicación definidos en el articulo 2 del RD 401/2003 (por ejemplo, teléfono, televisión, acceso a Internet, etc.) serán realizadas por un instalador de telecomunicaciones tal como se indica en el nuevo reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT).*

2. TERMINOLOGÍA

Sistemas de Automatización, Gestión de la Energía y Seguridad para Viviendas y Edificios: Son aquellos sistemas centralizados o descentralizados, capaces de recoger información proveniente de unas entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir ordenes a unos actuadores o salidas, con el objeto de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas animales y bienes.

Estos sistemas pueden tener la posibilidad de accesos a redes exteriores de comunicación, información o servicios, como por ejemplo, red telefónica conmutada, servicios INTERNET, etc.

*Ejemplos de **Sistemas de Automatización, Gestión de la Energía y Seguridad para Viviendas y Edificios,** denominados en el ámbito de esta guía como Sistemas domóticos, son:*

1. *Sistemas de automatización que controlan aparatos o sistemas tales como iluminación, climatización, persianas y toldos, sistemas de riego, control de electrodomésticos, etc.*

   Un sistema que controla la climatización, la apertura de persianas, la iluminación del local y el riego del jardín, que tenga en cuenta las condiciones meteorológicas presentes o sus previsiones, mediante una lógica, se considera que es un sistema domótico, ya que recibe información de diferentes entradas, la procesa y decide el tipo de actuación sobre cada elemento controlado.

Un reloj-programador simple de encendido/apagado o similar no se considera un sistema domótico en sí mismo ya que, aunque emita una orden de encendido o apagado, no recibe información externa ni procesa ninguna información. Sin embargo, si el reloj programador esta integrado en un sistema como el descrito en el párrafo anterior, se considera parte del sistema domótico.

2. *Sistemas de gestión de la energía que controlan o secuencian el encendido de varios electrodomésticos, con objeto de realizar un uso más racional de la energía, limitando la potencia máxima demandada o adaptando el consumo a horarios en los que el precio de la energía es menor.*

   Cuando un alumbrado cuenta únicamente con un sensor de presencia para evitar que la luz permanezca encendida sin ocupación del local, no se considerará un sistema domótico en sí mismo, pero si estuviera integrado en un sistema más complejo debería considerarse como parte del sistema domótico.

3. *Sistemas de seguridad que sirvan para la detección de intrusos, incendios, fugas de agua o gas, disparos de protecciones eléctricas y gestión de su reenganche, recibiendo información de los distintos subsistemas y ejecutando ordenes de aviso, corte de suministro, previamente establecidas.*

   Los diferentes subsistemas (central de detección de incendios, central antirrobo, etc.) además deberán cumplir las prescripciones reglamentarias propias que le sean de aplicación individualmente.

Nodo: Cada una de las unidades del sistema capaces de recibir y procesar información comunicando, cuando proceda con otras unidades o nodos, dentro del mismo sistema.

Actuador: Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del Sistema, como por ejemplo, electroválvulas (suministro de agua, gas, etc.), motores (persianas, puertas, etc.), sirenas de alarma, reguladores de luz, etc.

Dispositivo de entrada: Sensor, mando a distancia, teclado u otro dispositivo que envía información al nodo.

Los elementos definidos anteriormente pueden ser independientes o estar combinados en una o varias unidades distribuidas.

Sistemas centralizados: Sistema en el cual todos los componentes se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando.

Sistema descentralizado: Sistema en que todos sus componentes comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando.

En el primer ejemplo anterior:

- *El **nodo** sería un ordenador o un autómata que reciba señales de sensores de temperatura, humedad, luz, etc. y procese dichas señales para dar órdenes a los sistemas que actúan sobre la climatización, la iluminación, las persianas o el sistema de riego. Asimismo, podría estar conectada a la red de tecnologías de la información (RTI) para recibir información de las previsiones meteorológicas.*
- *Los **actuadores** serían el contactor que alimenta los motores de las persianas, la electroválvula del sistema de riego o un regulador de intensidad de luz.*
- *Los **dispositivos de entrada** serían los medidores de temperatura o humedad, las células fotoeléctricas, etc. que envían información al nodo.*

A continuación se resume otra terminología complementaria utilizada en este ámbito:

- ***BUS** (Binary Unit System): Línea de intercambio de datos a la que se pueden conectar gran cantidad de componentes, permitiendo la comunicación entre éstos. Los componentes que se pueden conectar pueden ser nodos, actuadores o dispositivos de entrada.*

- ***Pasarela residencial (Residential Gateway)**: Elemento de conexión entre diferentes redes de una vivienda o edificio (control domótico, telefonía, televisión y tecnologías de la información) a una red pública de datos, como por ejemplo Internet, efectuando en su caso, la adaptación y traducción entre diferentes protocolos. La red de control del sistema domótico puede estar o no conectada a la pasarela residencial; en el caso de que esté conectada, el nodo puede desempeñar también las funciones de pasarela residencial.*

- ***Punto de acceso al usuario (PAU):** Es el elemento en el que comienza la red interior de telecomunicación del domicilio del usuario, que permite la delimitación de responsabilidades en cuanto al origen, localización y reparación de averías. Se ubica en el interior del domicilio del usuario.*

- ***Protocolo**: Lenguaje de comunicación entre periféricos con objeto de establecer la transmisión de datos con un sistema central o entre sí, de forma ordenada.*

- ***Radiofrecuencia (RF):** Transmisión de señal sin requerir de un medio físico, ni de alineación libre de obstáculos entre el emisor y el receptor, generalmente de frecuencia comprendida entre 3 kHz y 3 GHz.*

- ***Topología:** Término utilizado para definir la estructura de la red y la configuración del sistema.*

3. TIPOS DE SISTEMAS

Los sistemas de Automatización, Gestión de la energía y Seguridad considerados en la presente instrucción, se clasifican en los siguientes grupos:

- Sistemas que usan en todo o en parte señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de Baja Tensión, tales como sistemas de corrientes portadoras.
- Sistemas que usan en todo o en parte señales transmitidas por cables específicos para dicha función, tales como cables de pares trenzados, paralelo, coaxial, fibra óptica.
- Sistemas que usan señales radiadas, tales como ondas de infrarrojo, radiofrecuencia, ultrasonidos, o sistemas que se conectan a la red de telecomunicaciones.

Un sistema domótico puede combinar varios de los sistemas anteriores, debiendo cumplir los requisitos aplicables en cada parte del sistema. La topología de la instalación puede ser de distintos tipos, tales como, anillo, árbol, bus o lineal, estrella o combinaciones de éstas.

En la clasificación establecida en el último guión, la referencia a sistemas que se conectan a la red de telecomunicaciones se refiere, en este caso, a sistemas domóticos que usan dicha red como soporte de transmisión de las señales domóticas, sean o no radiadas.

4. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir, una vez instalados, los requisitos de Seguridad y Compatibilidad Electromagnética que le sean de aplicación, conforme a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE) y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE). En el caso de que estén incorporados en otros aparatos se atendrán, en lo que sea aplicable, a lo requisitos establecidos para el producto o productos en los que vayan a ser integrados.

La Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE) ha sido sustituida en diciembre de 2004, por la nueva directiva 2004/108/CE que se aplicará de forma obligatoria a los aparatos, componentes, subsistemas e instalaciones a partir del 20 de julio de 2009.

La evaluación de conformidad establecida en dicha directiva para los aparatos, es aplicable a todos los componentes y subsistemas que estén disponibles comercialmente, por ejemplo actuadores, nodos, dispositivos de entrada, etc.

La norma UNE-EN 50090-2-2:1998 está incluida en la lista de normas armonizadas que otorgan presunción de conformidad con los requisitos esenciales establecidos en la Directiva de Compatibilidad Electromagnética y en la Directiva de Baja Tensión. Dicha norma establece los requisitos de compatibilidad electromagnética y de seguridad que son aplicables a componentes y subsistemas de la red de control del sistema domótico.

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada que se instalen en el sistema, deberán incorporar instrucciones o referencias a las condiciones de instalación y uso que deban cumplirse para garantizar la seguridad y compatibilidad electromagnética de la instalación, como por ejemplo, tipos de cable a utilizar, aislamiento mínimo, apantallamientos, filtros y otras informaciones relevantes para realizar la instalación. En el caso de que no se requieran condiciones especiales de instalación, esta circunstancia deberá indicarse expresamente en las instrucciones.

Dichas instrucciones se incorporarán en el proyecto o memoria técnica de diseño, según lo establecido en la ITC-BT-04.

Toda instalación nueva, modificada o ampliada de un sistema de automatización, gestión de la energía y seguridad deberá realizarse conforme a lo establecido en la presente Instrucción y lo especificado en las instrucciones del fabricante, anteriormente citadas.

DOCUMENTOS DE LA INSTALACIÓN

La documentación técnica debe incluir, como mínimo, el manual del usuario y el manual del instalador, con los contenidos mínimos establecidos en los siguientes apartados:

Manual de usuario

a) Instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de la instalación, incluyendo
- *el esquema unifilar de la instalación del sistema domótico;*
- *la relación de los dispositivos instalados con sus características técnicas fundamentales;*
- *trazado de la instalación del sistema domótico indicando la ubicación de los dispositivos;*
- *Parámetros y especificaciones de funcionamiento del sistema domótico.*

b) Datos para la programación del sistema, incluyendo las explicaciones necesarias que permitan al usuario final cambiar los parámetros preestablecidos por el fabricante o el instalador.
c) Posibilidades de ampliación de la instalación.
d) Declaración de entrega firmada por el instalador, incluyendo la dirección y teléfono de la empresa instaladora y del servicio de mantenimiento o post-venta.

Manual de instalador

a) Identificación de la instalación, con datos del emplazamiento, características básicas de la instalación incluyendo información sobre datos particulares relevantes de la instalación.
b) Planos de la instalación:
- *Planta general de la vivienda o edificio;*
- *Indicación del trazado de los sistemas de conducción de cables, tanto de la red de control del sistema domótico como de la red eléctrica asociada;*
- *Trazado de la instalación del sistema domótico indicando la ubicación de los dispositivos;*
- *Esquema unifilar de la instalación identificando los circuitos de control del sistema domótico y los de la red eléctrica asociada, incluyendo las secciones de los cables.*

c) Relación de los dispositivos instalados con sus características técnicas fundamentales y las instrucciones de instalación del fabricante de dichos dispositivos.
d) Asignación de entradas y salidas de cada uno de los nodos indicando las entradas y salidas utilizadas con sus direcciones físicas y tipos de señal, así como su localización en la topología del sistema, incluyendo también las que estén disponibles para futuras ampliaciones.
e) Parámetros del sistema que se han establecido de acuerdo con las especificaciones de funcionamiento del fabricante de cada dispositivo.
f) Programación de los niveles de aviso y alarma.
g) Instrucciones del fabricante del sistema completo o de los subsistemas y componentes a la empresa instaladora para la puesta en marcha y verificación del correcto funcionamiento, con indicación de las etapas apropiadas para asegurar que las partes, componentes, subconjuntos, cableados, etc. están de acuerdo con las normas de instalación.
h) Relación de disposiciones legales y normas con las que se declara el cumplimiento de la instalación.
i) Condiciones y requisitos a cumplir en caso de ampliación o modificación de la instalación.

Conforme a lo requerido por el artículo 19 del REBT, se entiende que ambos manuales deben formar parte de las "instrucciones de la instalación para el correcto uso y mantenimiento" que se entregarán al usuario de la instalación y deberán estar disponibles para la empresa que realice el servicio de mantenimiento o post-venta de la instalación.

Es aceptable la entrega de estos documentos en soporte informático, siempre que se garantice que los archivos no son modificables por el usuario.

En lo relativo a la Compatibilidad Electromagnética, las emisiones voluntarias de señal, conducidas o radiadas, producidas por las instalaciones domóticas para su funcionamiento, serán conformes a las normas armonizadas aplicables y, en ausencia de tales normas, las señales voluntarias emitidas en ningún caso superarán los niveles de inmunidad establecidos en las normas aplicables a los aparatos que se prevea puedan ser instalados en el entorno del sistema, según el ambiente electromagnético previsto.

Cuando el sistema domótico esté alimentado por muy baja tensión o la interconexión entre nodos y dispositivos de entrada este realizada en muy baja tensión, las instalaciones e interconexiones entre dichos elementos seguirán lo indicado en la ITC-BT-36.

Para el resto de los casos, se seguirán los requisitos de instalación aplicables a las tensiones ordinarias.

Las instalaciones receptoras del sistema domótico que no satisfagan los requisitos establecidos para MBTS o MBTP cumplirán los requisitos de seguridad y de instalación definidos en las ITC-BT correspondientes a Instalaciones interiores o receptoras en lo relativo a su nivel de aislamiento, protecciones y sistemas de instalación, al igual que el resto de instalaciones para baja tensión.

5. CONDICIONES PARTICULARES DE INSTALACIÓN

Además de las condiciones generales establecidas en el apartado anterior, se establecen los siguientes requisitos particulares.

5.1 Requisitos para sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión

Los nodos que inyectan en la instalación de baja tensión señales de 3 kHz hasta 148,5 kHz cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 50.065-1 en lo relativo a compatibilidad electromagnética. Para el resto de frecuencias se aplicará la norma armonizada en vigor y en su defecto se aplicará lo establecido en el apartado 4.

5.2 Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función

Sin perjuicio de los requisitos que los fabricantes de nodos, actuadores o dispositivos de entrada establezcan para la instalación, cuando el circuito que transmite la señal transcurra por la misma canalización que otro de baja tensión, el nivel de aislamiento de los cables del circuito de señal será equivalente a la de los cables del circuito de baja tensión adyacente, bien en un único o en varios aislamientos.

Los cables coaxiales y los pares trenzados usados en la instalación serán de características equivalentes a los cables de las normas de la serie EN 61.196 y CEI 60.189-2.

Las normas de cables indicadas han sido adoptadas como norma UNE con los siguientes códigos:

- *UNE-EN 61196 (serie): Cables de radiofrecuencia*
- *UNE 212002 (serie): Cables y conductores aislados de baja frecuencia con aislamiento y cubierta de PVC*

5.3 Requisitos para sistemas que usan señales radiadas

Adicionalmente, los emisores de los sistemas que usan señales de radiofrecuencia o señales de telecomunicación, deberán cumplir la legislación nacional vigente del “Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de Ordenación de las Telecomunicaciones”.

RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS

El avance y desarrollo de las nuevas tecnologías hace recomendable que las instalaciones eléctricas en viviendas y edificios estén preparadas para incorporar sistemas domóticos.

Preinstalación de los sistemas domóticos

En los proyectos de obra nueva en los que no se contemple la instalación de sistemas domóticos se recomienda, con objeto de evitar costosas obras de instalación posteriores, realizar una preinstalación que facilite la adecuación del sistema domótico a las necesidades del usuario, así como a sus futuras demandas en este campo.

Los elementos y características de la preinstalación recomendada son los siguientes:

- *Canalización desde punto de acceso de usuario a las instalaciones de telecomunicación (PAU) hasta la caja de distribución.*
- *Caja de distribución: el nodo junto con su fuente de alimentación y protecciones, se podrá instalar en el cuadro general de distribución previsto para los dispositivos generales de mando y protección de la instalación eléctrica o en una caja de distribución independiente. Se recomienda que se instale una caja de 24 módulos DIN por cada 100 m^2 o por planta, si se trata de viviendas de más de una planta.*
- *Cajas de registro: se instalará una junto a cada caja de empalme y derivación de la instalación eléctrica o bien, la caja de empalme y derivación se ampliará en superficie al menos un 50%, para poder ubicar los dispositivos del sistema domótico.*
- *Canalizaciones: se instalará una canalización independiente (de sección equivalente a la de un tubo de diámetro 20 mm) entre las cajas de registro específicas para la instalación domótica o, en caso de utilizarse las cajas de empalme y derivación eléctricas para la instalación domótica, se aumentará la sección de la canalización, como mínimo en 200 mm^2.*
- *Cajas de mecanismos domóticos: Se instalarán cajas para alojar los componentes domóticos de la instalación (accionamientos, detectores, alarmas, etc.), junto con sus correspondientes canalizaciones, hasta la caja de registro.*

En las figuras 2 a 10 se muestra un ejemplo de trazado de preinstalación del sistema domótico en cada estancia de una vivienda, así como el número mínimo de elementos de cada tipo a preinstalar.

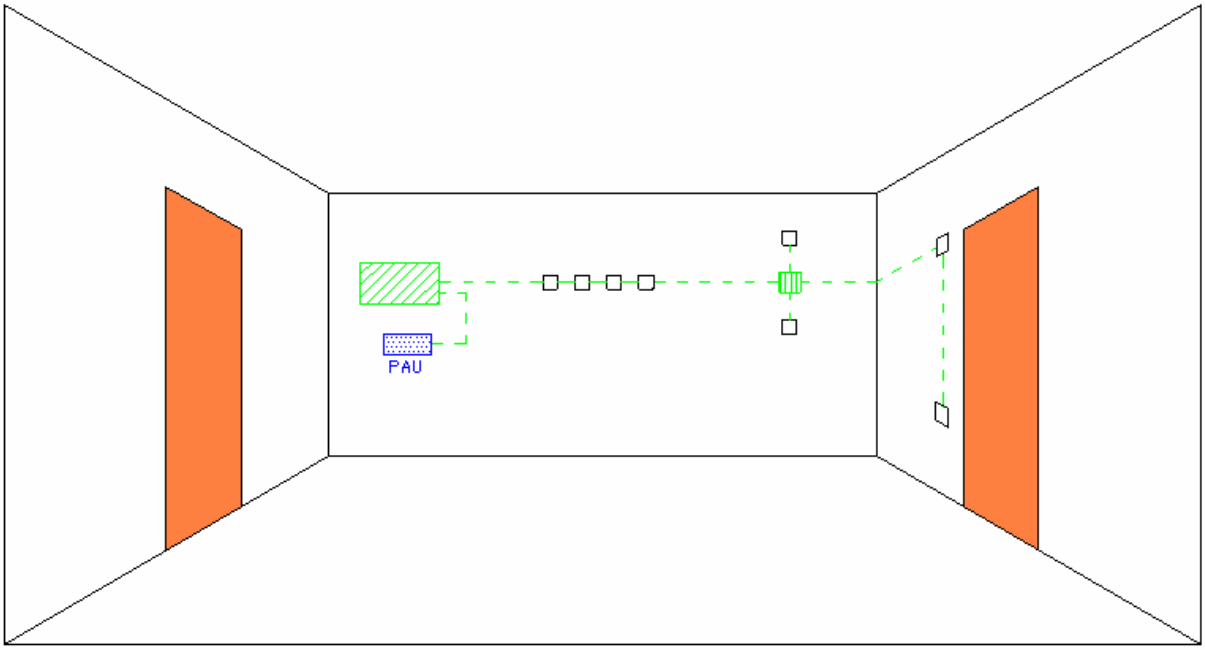


Figura 2 – vestíbulo

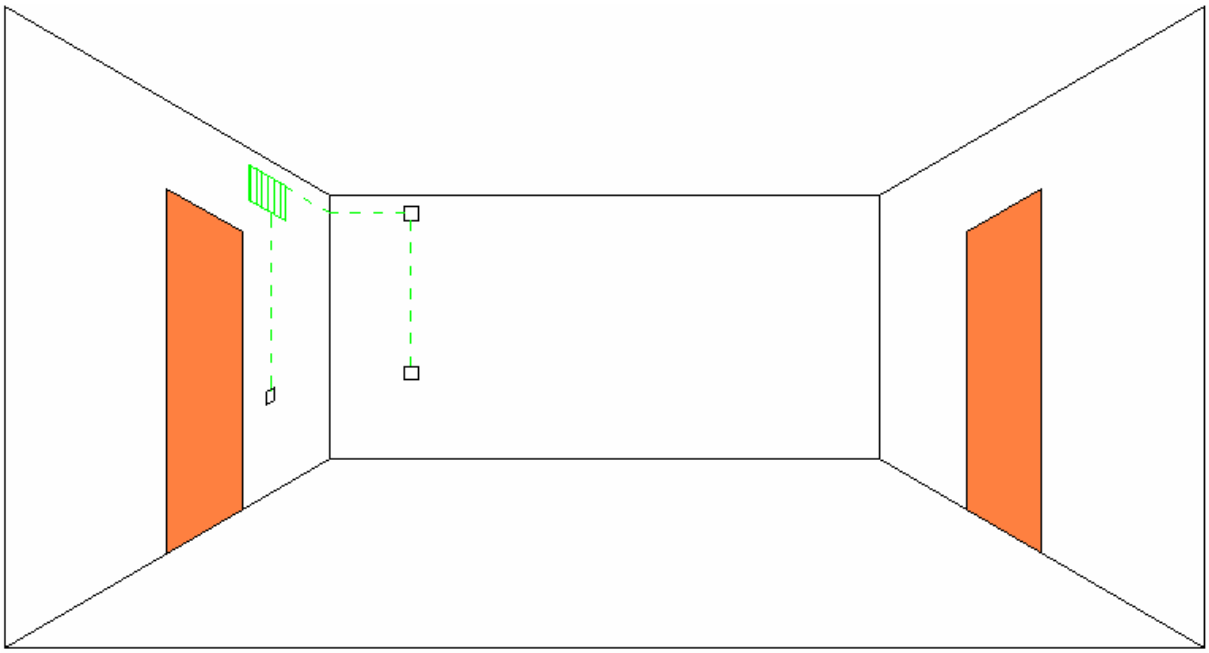


Figura 3 – pasillo

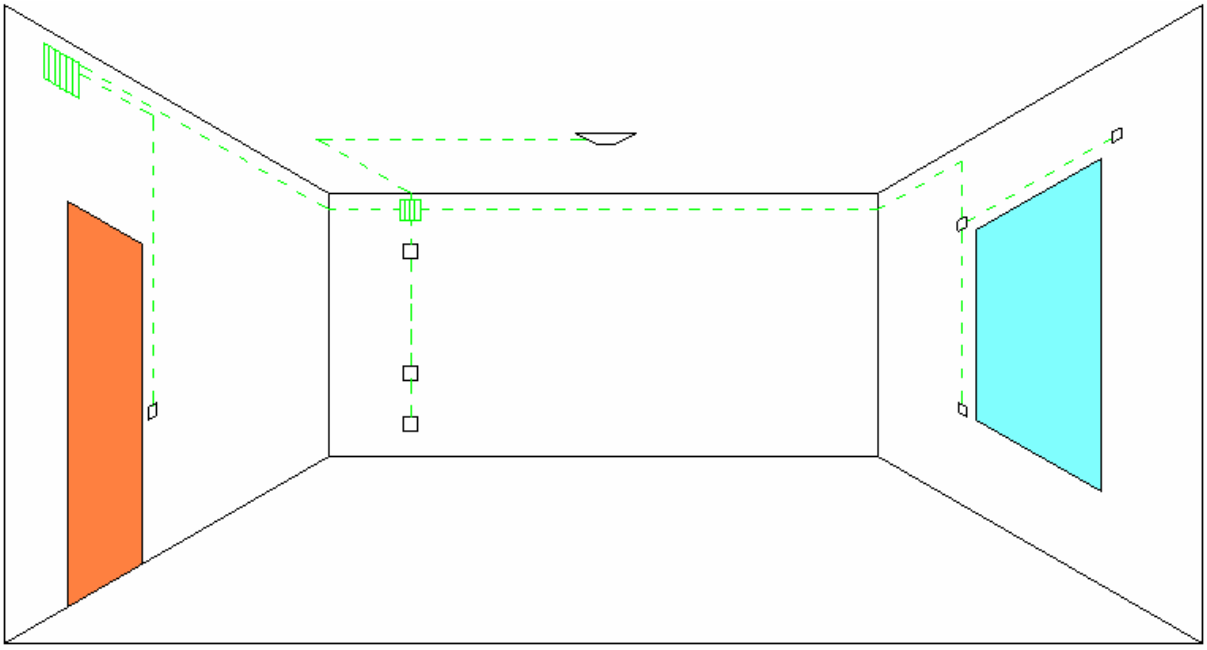


Figura 4 – cocina

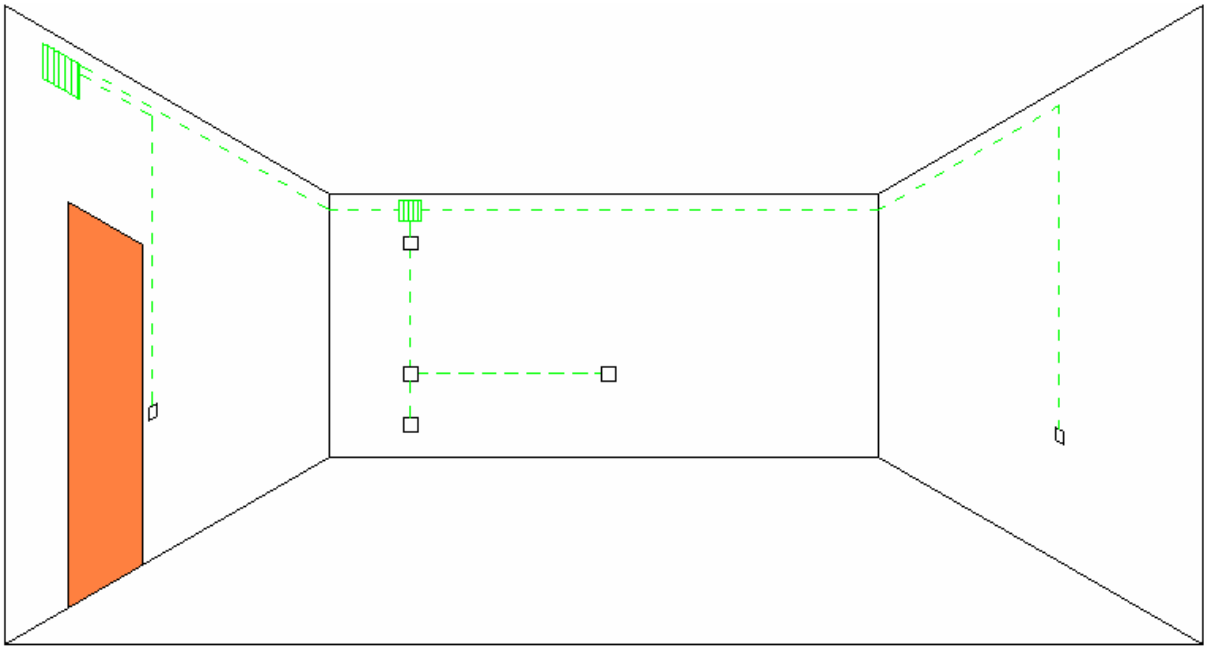


Figura 5 – baño-aseo

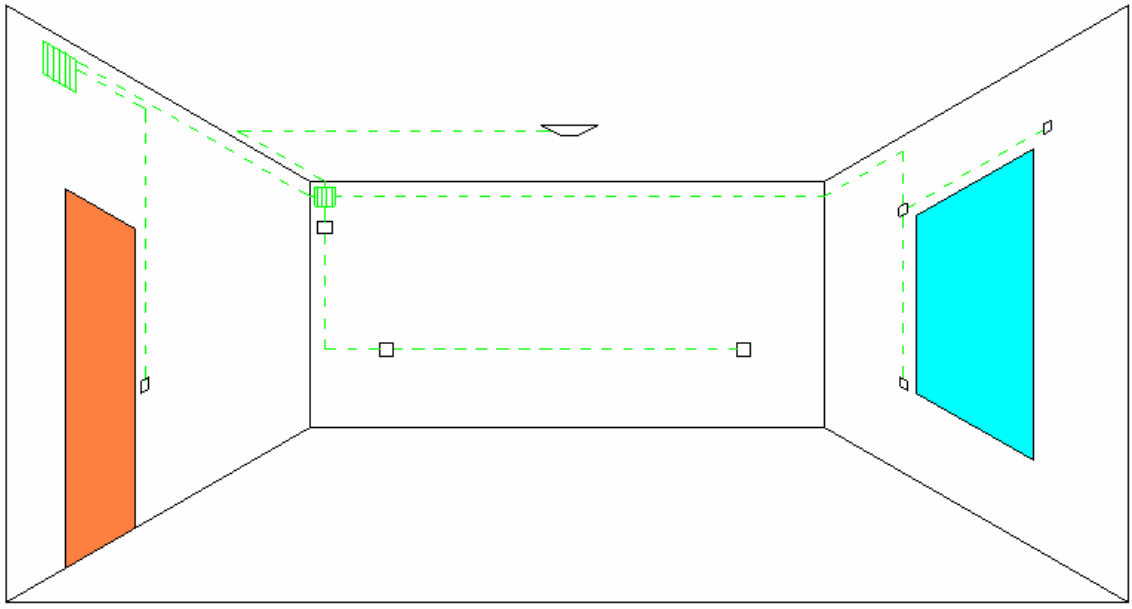


Figura 6 – salón-comedor

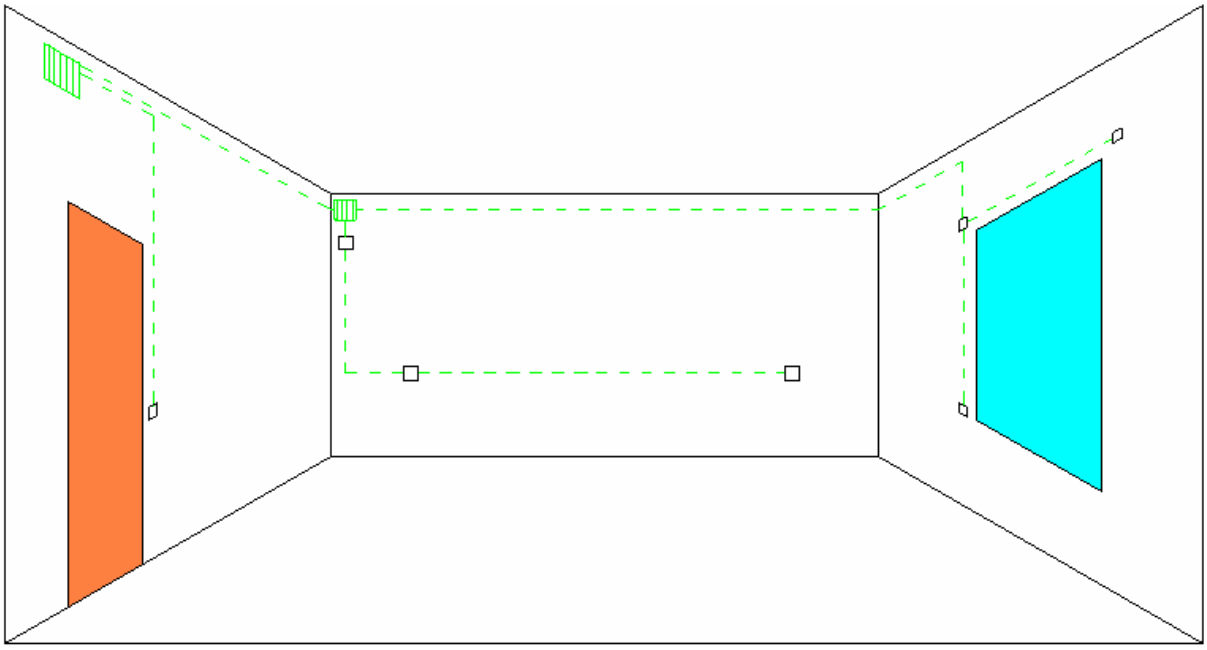


Figura 7 – dormitorio

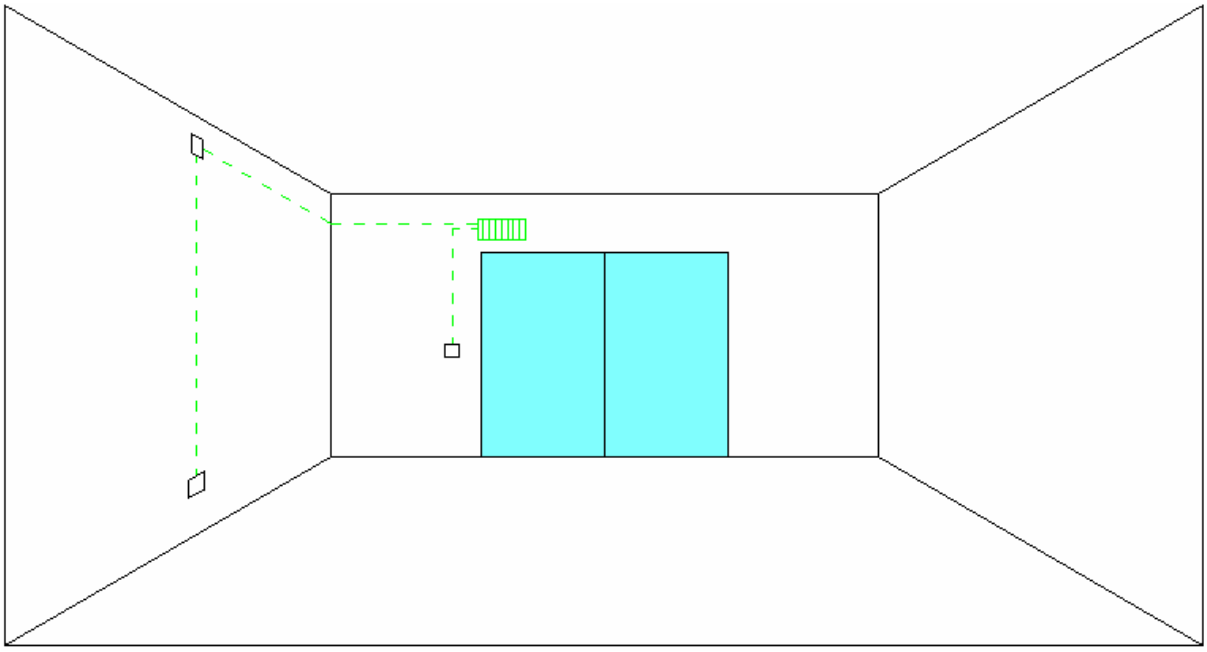


Figura 9 – terraza

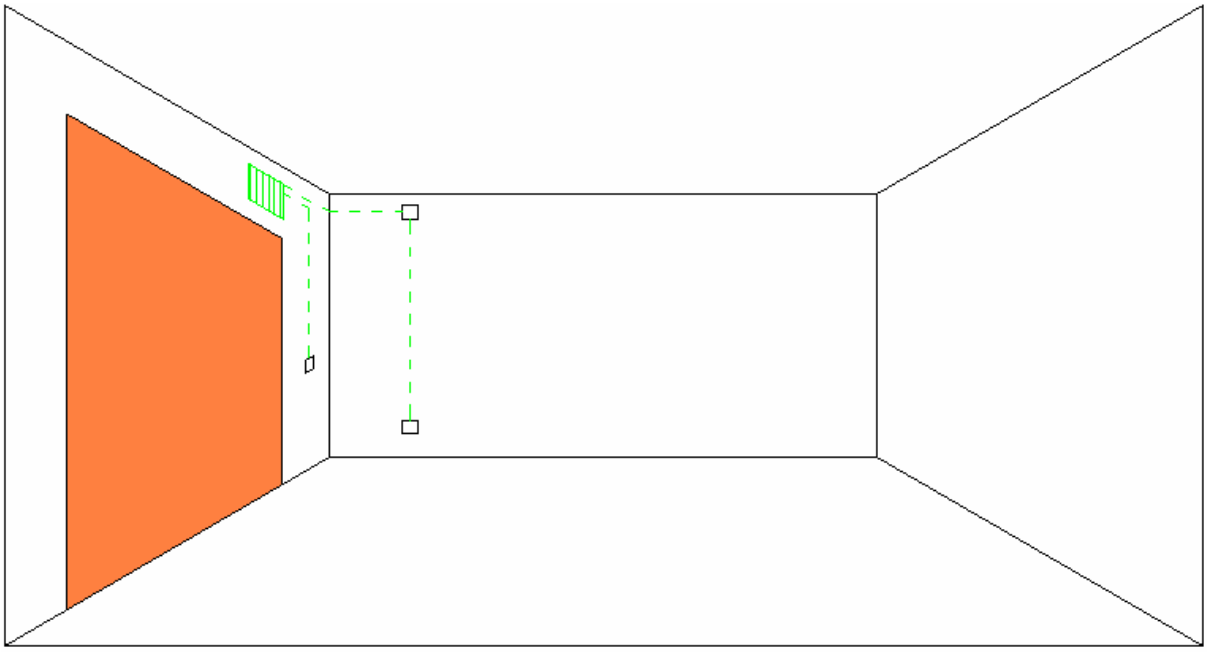


Figura 10 – garaje

GRADOS DE AUTOMATIZACIÓN

En esta guía y con el fin de clasificar las prestaciones de los sistemas domóticos que actualmente se utilizan, se distinguen los grados de automatización, básico y normal, con el fin de satisfacer dos niveles de servicios y confort para los usuarios.

La preinstalación descrita anteriormente, permitirá la utilización de las aplicaciones domóticas para discapacitados o personas de la tercera edad, aunque los dispositivos concretos a utilizar en cada caso no estén incluidos en las tablas que describen los grados de automatización.

Grado de automatización básico

FUNCIONALIDAD	***APLICACIÓN***	***DISPOSITIVOS***
Seguridad	*Intrusión*	*- Dos detectores de presencia.*
	Alarmas técnicas	*- Detección de inundación en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje…) asociada a electroválvula de agua*
		- Detección de concentraciones de gas butano o natural (si hay suministro de gas), asociada a electroválvula de gas
		- Detección de incendios en cocina.
Confort y ahorro energético	*Control de climatización*	*- Un crono-termostato o equivalente en salón-comedor.*
	Control de iluminación	*- Detector de presencia para control de la iluminación en zonas de paso*
	Control de persianas	*- Motorización y control de persianas en el salón y dormitorio principal*

Grado de automatización normal

FUNCIONALIDAD	***APLICACIÓN***	***DISPOSITIVOS***
Seguridad	*Intrusión*	*- Un detector de presencia por estancia* *- Contactos magnéticos en las ventana* *- Detectores de impactos en las ventanas*
	Alarmas técnicas	*- Detección de inundación en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje…) asociada a electroválvula de agua*
		- Detección de concentraciones de gas butano o natural (si hay suministro de gas), asociada a electroválvula de gas
		- Detectores de humo en todas las estancias
	Simulación de presencia	*- Sistema programable de encendido y apagado de luces*
Confort y ahorro energético	*Control de climatización*	*- Varios crono-termostatos (o equivalente) zonificado la vivienda por estancias*
	Control de iluminación	*- Detector de presencia para control de la iluminación en zonas de paso* *- Regulación luminosa en salas de estar con elección de ambientes de iluminación predefinidos* *- Control de los puntos de luz y tomas de corriente más significativas de la vivienda (mínimo 80% de los puntos de luz y el 20% de las tomas de corriente)*
	Control de persianas	*- Motorización y control de las persianas*
	Programación	*- Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados (mínimo 12 temporizadores)* *- Sistemas de gestión de energía*
	Control de iluminación exterior	*- En viviendas con jardín o grandes terrazas se instalará un detector crepuscular o un interruptor horario astronómico para el control de la iluminación exterior*

Las figuras 11 a 18 muestran un ejemplo de sistema domótico de grado normal para una vivienda provista de una instalación similar a la mostrada en las figuras 2 a 10. Las figuras muestran los dispositivos a colocar en las diferentes estancias de la vivienda, incluyendo alguna de las ayudas técnicas típicas para discapacitados y personas de la tercera edad.

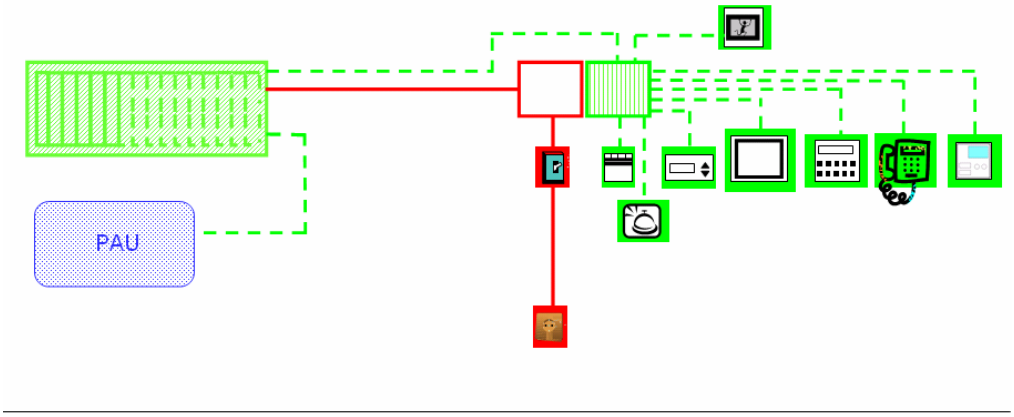


Figura 11 – vestíbulo

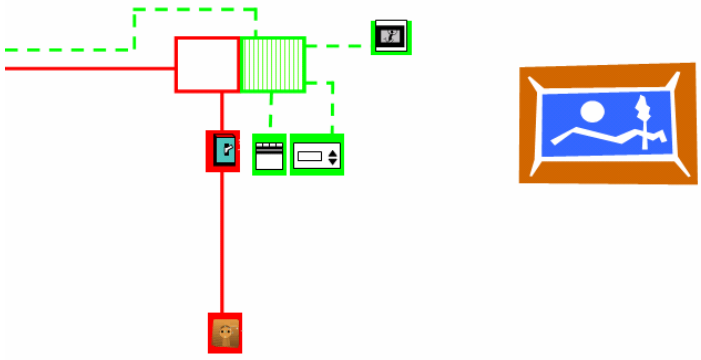


Figura 12 – pasillo

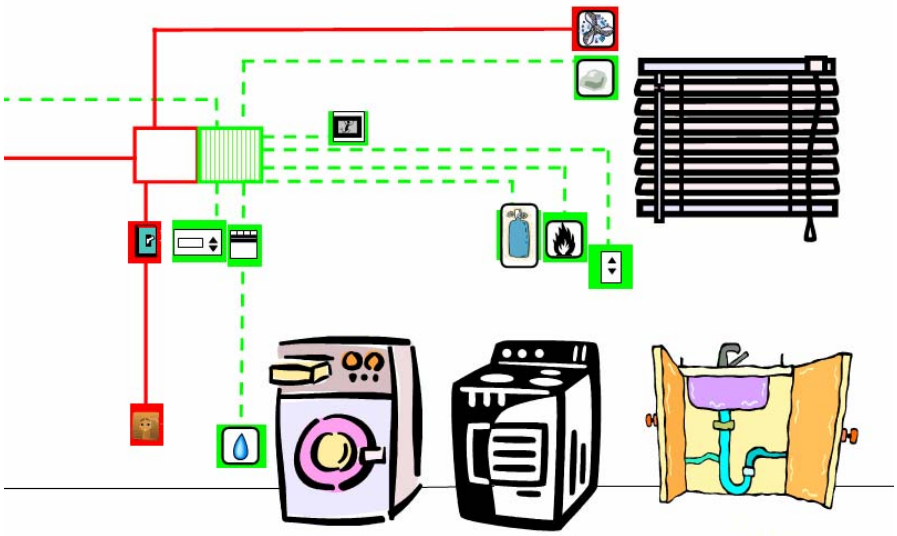


Figura 13 – Cocina

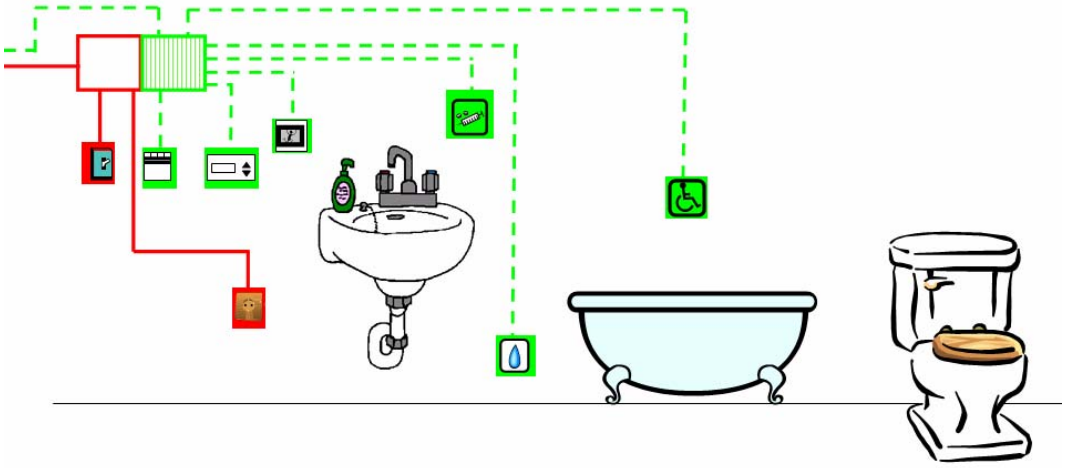


Figura 14 – baño-aseo

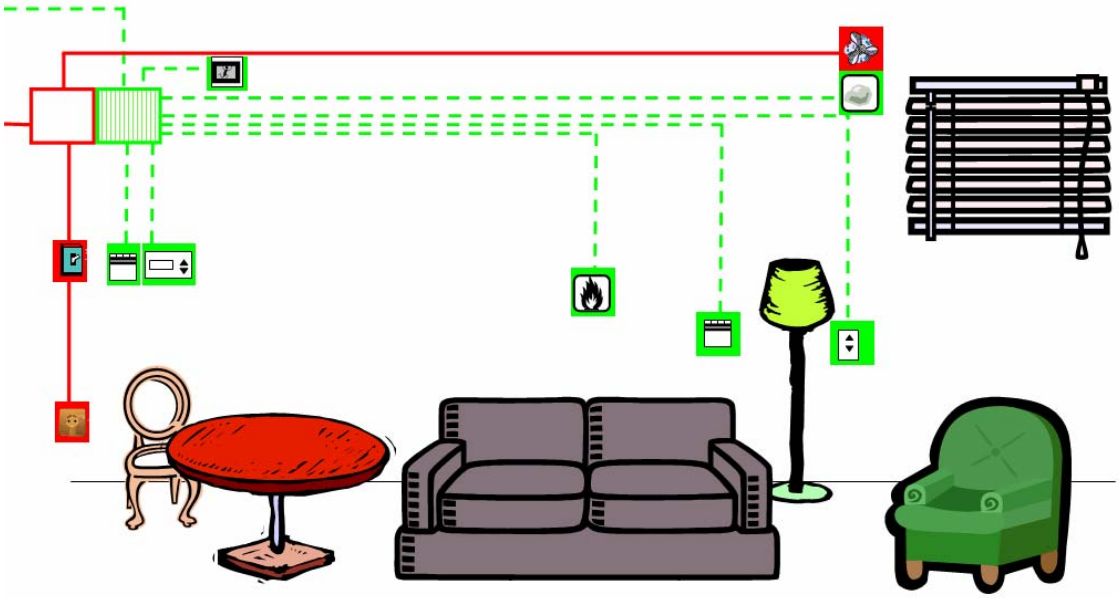


Figura 15 – salón-comedor

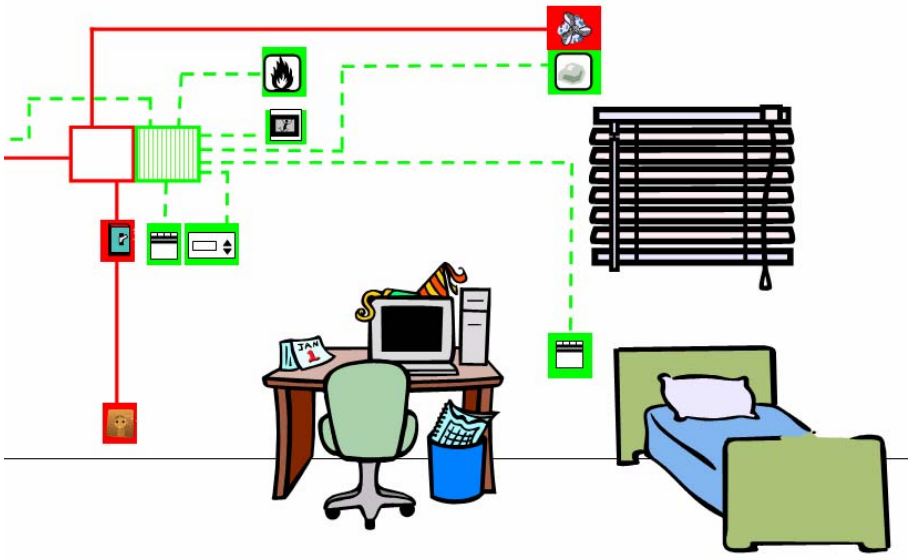


Figura 16 – dormitorio

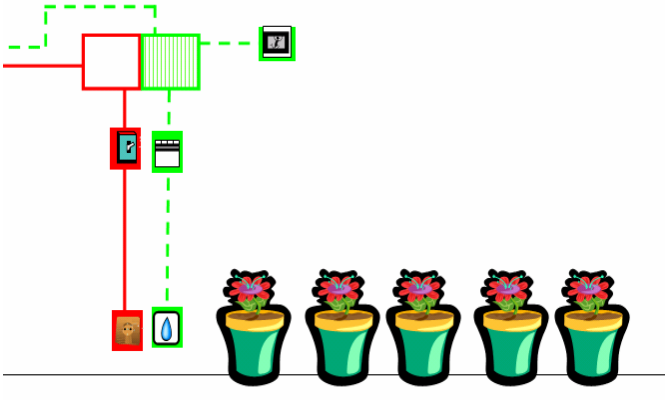


Figura 17 – terraza

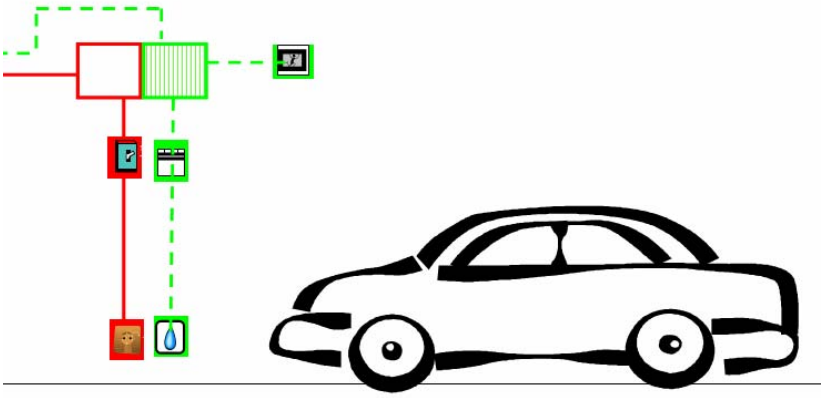
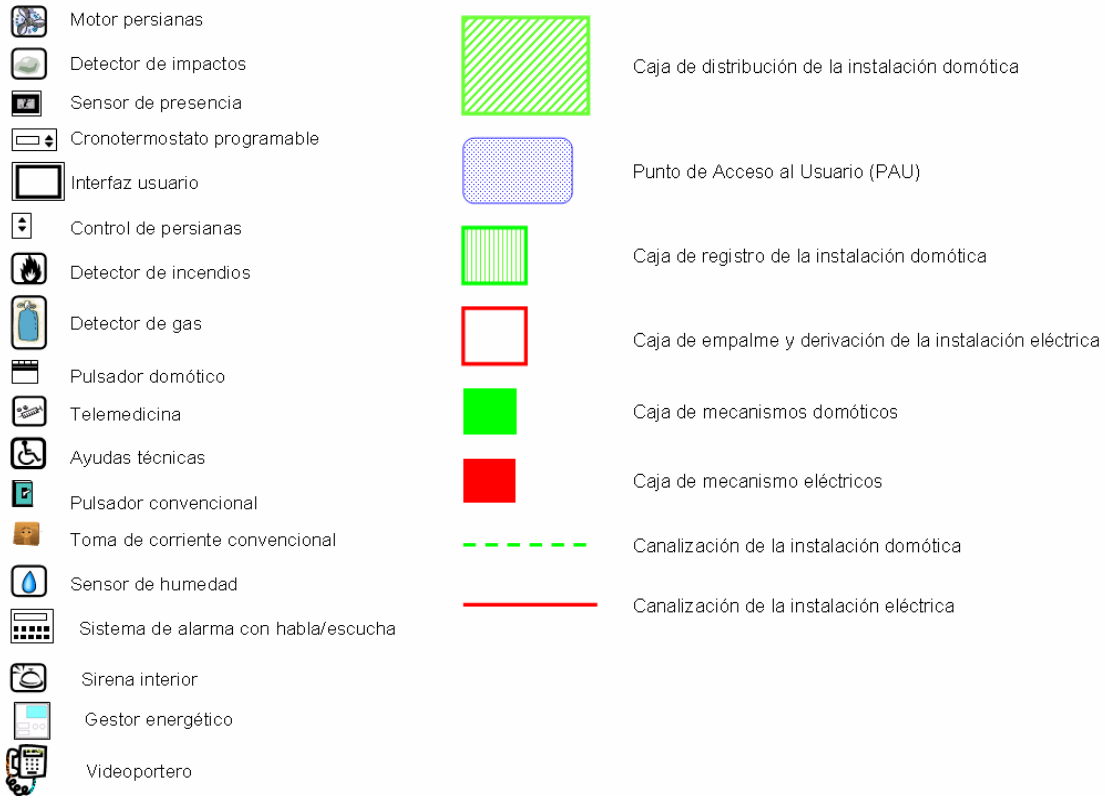


Figura 18 – garaje

Leyenda:


Motor persianas
Detector de impactos
Sensor de presencia
Cronotermostato programable
Interfaz usuario
Control de persianas
Detector de incendios
Detector de gas
Pulsador domótico
Telemedicina
Ayudas técnicas
Pulsador convencional
Toma de corriente convencional
Sensor de humedad
Sistema de alarma con habla/escucha
Sirena interior
Gestor energético
Videoportero
Caja de distribución de la instalación domótica
Punto de Acceso al Usuario (PAU)
Caja de registro de la instalación domótica
Caja de empalme y derivación de la instalación eléctrica
Caja de mecanismos domóticos
Caja de mecanismo eléctricos
Canalización de la instalación domótica
Canalización de la instalación eléctrica

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE....1

1. INSTALACIONES EN LOCALES HÚMEDOS....2

1.1 Canalizaciones eléctricas....2

1.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos....2

1.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes 3

1.1.3 Instalación de cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubo protector....3

1.2 Aparamenta....5

1.3 Receptores de alumbrado y aparatos portátiles de alumbrado....5

2. INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS....5

2.1 Canalizaciones....6

2.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos....6

2.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes 6

2.2 Aparamenta....8

2.3 Dispositivos de protección....8

2.4 Aparatos móviles o portátiles....8

2.5 Receptores de alumbrado....8

3. INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN....8

4. INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN....9

5. INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA....9

6. INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA....10

7. INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES....11

8. INSTALACIONES EN LOCALES AFECTOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO....11

9. INSTALACIONES EN OTROS LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES12

9.1 Clasificación de las influencias externas....12

1. INSTALACIONES EN LOCALES HÚMEDOS

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aún cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnados de agua.

Debido a la necesidad de asegurar para este tipo de locales tensiones de contacto muy bajas, las masas y elementos conductores deben conectarse mediante conductores de protección, o de equipotencialidad, a la instalación de puesta a tierra, garantizándose que la tensión de contacto no supere los 24 V. La realización se hará según la ITC-BT-18.

Cuando el agua pueda acumularse o condensarse en las canalizaciones, deberán tomarse disposiciones para asegurar su evacuación.

En estos locales o emplazamientos el material eléctrico cuando no se utilice muy bajas tensiones de seguridad, cumplirá con las siguientes condiciones:

1.1 Canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua (IPX1). Este requisito lo deberán cumplir las canalizaciones prefabricadas.

1.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-21.
- En superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 3.

De acuerdo con la norma UNE-EN 50086 o UNE-EN 61386 (que sustituye a la anterior) los tubos metálicos y compuestos deben tener una resistencia apropiada a la corrosión. Se considera que los tubos no metálicos son resistentes a la corrosión.

Los cables de instalación habitual con estas características son:

cable H07V-K *(norma UNE 21031-3)*	*conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)*
cable H07Z1-K (AS) *(norma UNE 211002)*	*conductor no propagador del incendio, unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)*
NOTA: Recientemente los cables con denominación ES07Z1-K (AS) han cambiado su denominación normativa a: H07Z1-K (AS)	

1.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes

Se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Los cables de instalación habitual son:

cable H07RN-F *(norma UNE 21027-4)*	*cable de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 apto para servicios móviles (-F), aislamiento de compuesto de goma (R) y cubierta de policloropreno (N).*
cable H07ZZ-F (AS) *(norma UNE 21027-13)*	*cable no propagador del incendio, de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 apto para servicios móviles (-F), aislamiento y cubierta de compuesto reticulado con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z)*
cable RV-K *(norma UNE 21123-2)*	*cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta policloruro de vinilo (V)*
cable RZ1-K (AS) *(norma UNE 21123-4)*	*cable no propagador del incendio, de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)*

1.1.3 Instalación de cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubo protector

Los conductores tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV y discurrirán por:

- En el interior de huecos de la construcción
- Fijados en superficie mediante dispositivos hidrófugos y aislantes.

Los cables de instalación habitual con estas características son:

RVMV-K *(serie UNE 21123)*	*cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (R), cubierta interna de PVC (V), armadura de alambres de acero galvanizado (M) y cubierta externa de PVC (V), con conductor de cobre flexible clase 5 (-K)*
RZ1MZ1-K (AS) *(serie UNE 21123)*	*cable no propagador del incendio, de tensión asignada 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (R), cubierta interna libre de halógenos (Z1), armadura de alambres de acero galvanizado (M) y cubierta externa libre de halógenos (Z1) y conductor de cobre flexible clase 5 (-K)*

Nota: para cables unipolares, la armadura es de aluminio en lugar de acero galvanizado.

OTROS SISTEMAS DE INSTALACIÓN NO DETALLADOS EN EL REGLAMENTO

A - Bandejas portacables

Con posterioridad a la publicación del REBT se publicó la norma UNE-EN 61537 "Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para conducción de cables" el cuál, como sistema de instalación, ya se encuentra definido en la ITC-BT-20 apto. 2.2.9 y por lo tanto se hace necesario desarrollar a continuación, sus características de instalación y montaje.

El cometido de las bandejas es el soporte y la conducción de los cables. Sólo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta. Debido a que las bandejas no efectúan una función de protección, se recomienda la instalación de cables de tensión asignada 0,6/1 kV como los indicados a continuación:

cable RV-K *(norma UNE 21123-2)*	*cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta policloruro de vinilo (V)*
cable RZ1-K (AS) *(norma UNE 21123-4)*	*cable no propagador del incendio, de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)*

Los empalmes y/o derivaciones deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o derivación, que podrán estar soportadas por las bandejas.

El resto de características de las bandejas serán conformes a lo indicado en la ITC-BT-20 e ITC-BT-21

Las bandejas deberán presentar, como mínimo, la siguiente resistencia a la corrosión, según la norma UNE-EN 61537:

Tipo de bandeja	*Clase mínima*
Bandejas no metálicas (ver nota 1)	*---*
Bandejas de acero con recubrimiento metálico o de acero inoxidable	*Clase 5*
Bandejas de aleaciones de aluminio u otros metales	*Equivalente a clase 5*
Bandejas con recubrimientos orgánicos	*Equivalente a clase 5*
Nota 1 - De acuerdo con la norma UNE-EN 61537 las bandejas no metálicas son resistentes a la corrosión.	

B - Canales metálicas

Se acepta el sistema de instalación de cables en el interior de canales metálicas si éstas poseen como mínimo una resistencia a la corrosión equivalente a la exigida para otros sistemas de conducción de cables (bandejas y tubos metálicos).

Se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Los cables habitualmente utilizados en este tipo de instalación son los mismos que los indicados en el apartado 1.1.2.

Las normas de producto aplicables para los diferentes sistemas de instalación descritos en este apartado 1.1, son las siguientes:

Producto	*Norma de aplicación*
Tubo Rígido	*UNE-EN 50086-2-1*
Tubo Curvable	*UNE-EN 50086-2-2*
Tubo Flexible	*UNE-EN 50086-2-3*
Canal protectora	*UNE-EN 50085-1*
Bandejas y bandejas de escalera	*UNE-EN 61537*

1.2 Aparamenta

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

1.3 Receptores de alumbrado y aparatos portátiles de alumbrado

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0.

Los aparatos de alumbrado portátiles serán de la Clase II, según la Instrucción ITC-BT-43.

2. INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS

Locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos períodos.

Se considerarán como locales o emplazamientos mojados los lavaderos públicos, las fábricas de apresto, tintorerías, etc., así como las instalaciones a la intemperie.

Para instalaciones a la intemperie, la elección de la aparamenta, del sistema de instalación y de sus características, está condicionado además, a las correspondientes ITC-BT que contemplan instalaciones específicas situadas a la intemperie.

Debido a la necesidad de asegurar para este tipo de locales tensiones de contacto muy bajas, las masas y elementos conductores deben conectarse mediante conductores de protección, o de equipotencialidad, a la instalación de puesta a tierra, garantizándose que la tensión de contacto no supere los 24 V. La realización se hará según la ITC-BT-18.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán, además de las condiciones para locales húmedos del apartado 1, las siguientes:

2.1 Canalizaciones

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

2.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la ITC-BT-21.
- En superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 4.

De acuerdo con la norma UNE-EN 50086 o UNE-EN 61386 (que sustituye a la anterior) los tubos metálicos y compuestos deben tener una resistencia apropiada a la corrosión. Se considera que los tubos no metálicos son resistentes a la corrosión.

Los cables habitualmente utilizados en este tipo de instalación son los mismos que los indicados en el apartado 1.1.1.

2.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Los cables habitualmente utilizados en este tipo de instalación son los mismos que los indicados en el apartado 1.1.2.

OTROS SISTEMAS DE INSTALACIÓN NO DETALLADOS EN EL REGLAMENTO

A - Bandejas portacables

Con posterioridad a la publicación del REBT se publicó la norma UNE-EN 61537 "Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para conducción de cables" el cuál, como sistema de instalación, ya se encuentra definido en la ITC-BT-20 apto. 2.2.9 y por lo tanto se hace necesario desarrollar a continuación, sus características de instalación y montaje.

En el caso particular de instalaciones a la intemperie, el uso de bandejas se limitará a recintos de acceso restringido, salvo que estén situadas a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo o para aquellas que se instalen sobre pasos de vehículos, a la altura necesaria en función del gálibo previsto, con un valor mínimo de 4 m sobre el nivel del suelo.

El cometido de las bandejas es el soporte y la conducción de los cables. Sólo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta. Debido a que las bandejas no efectúan una función de protección, se recomienda la instalación de cables de tensión asignada 0,6/1 kV de los indicados a continuación.

cable RV-K *(norma UNE 21123-2)*	*cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta policloruro de vinilo (V)*
cable RZ1-K (AS) *(norma UNE 21123-4)*	*cable no propagador del incendio, de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)*
NOTA: Cuando de utilicen estos cables en las instalaciones de intemperie se deberá asegurar que hayan soportado el ensayo de resistencia a condiciones climáticas o ensayo de intemperie.	

Los empalmes y/o derivaciones deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o derivación con un grado de protección mínimo IP X4, que podrán estar soportadas por las bandejas. Si las cajas de empalme o derivación están a la intemperie, el grado de protección mínimo será IP 44.

El resto de características de las bandejas serán conformes a lo indicado en la ITC-BT-20 e ITC-BT-21

Las bandejas deberán presentar, como mínimo, la siguiente resistencia a la corrosión, según la norma UNE-EN 61537:

Tipo de bandeja	*Clase mínima*
Bandejas no metálicas (ver nota 1)	*---*
Bandejas de acero con recubrimiento metálico o de acero inoxidable	*Clase 5*
Bandejas de aleaciones de aluminio u otros metales	*Equivalente a clase 5*
Bandejas con recubrimientos orgánicos	*Equivalente a clase 5*
Nota 1 - De acuerdo con la norma UNE-EN 61537 las bandejas no metálicas son resistentes a la corrosión.	

B - Canales metálicas

Se acepta el sistema de instalación de cables en el interior de canales metálicas si éstas poseen como mínimo una resistencia a la corrosión equivalente a la exigida para otros sistemas de conducción de cables (bandejas y tubos metálicos).

Se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Los cables habitualmente utilizados en este tipo de instalación son los mismos que los indicados en el apartado 2.1.2.

Las normas de producto aplicables para los diferentes sistemas de instalación descritos en este apartado 2.1, son las siguientes:

Producto	*Norma de aplicación*
Tubo Rígido	*UNE-EN 50086-2-1*
Tubo Curvable	*UNE-EN 50086-2-2*
Tubo Flexible	*UNE-EN 50086-2-3*
Canal protectora	*UNE-EN 50085-1*
Bandejas y bandejas de escalera	*UNE-EN 61537*

2.2 Aparamenta

Se instalarán los aparatos de mando y protección y tomas de corriente fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos serán, del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

2.3 Dispositivos de protección

De acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-22, se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

2.4 Aparatos móviles o portátiles

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS según la Instrucción ITC-BT-36.

2.5 Receptores de alumbrado

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4. No serán de clase 0.

3. INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión son aquellos en los que existan gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.

Se considerarán como locales con riesgo de corrosión: las fábricas de productos químicos, depósitos de estos, etc.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados, debiendo protegerse además, la parte exterior de los

aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

El uso de cintas adecuadas, pinturas o grasas pueden constituir métodos apropiados para asegurar una protección complementaria en la instalación.

4. INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Los locales o emplazamientos polvorientos son aquellos en que los equipos eléctricos están expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Las canalizaciones eléctricas prefabricadas o no, tendrán un grado de protección mínimo IP5X (considerando la envolvente como categoría 1 según la norma UNE 20.324), salvo que las características del local exijan uno más elevado.
- Los equipos o aparamenta utilizados tendrán un grado de protección mínimo IP5X (considerando la envolvente como categoría 1 según la norma UNE 20.324) o estará en el interior de una envolvente que proporcione el mismo grado de protección IP 5X, salvo que las características del local exijan uno más elevado.

En emplazamientos en los que se encuentren cantidades importantes de polvo (AE 4), deben tomarse precauciones adicionales para impedir la acumulación de polvo o de otras substancias en cantidades que pudieran afectar la evacuación de calor de las canalizaciones.

5. INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA

Locales o emplazamientos a temperatura elevada son aquellos donde la temperatura del aire ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40 °C, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35 °C.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Los cables aislados con materias plásticas o elastómeras podrán utilizarse para una temperatura ambiente de hasta 50 °C aplicando el factor de reducción, para los valores de la intensidad máxima admisible, señalados en la norma UNE 20.460 -5-523.
  Para temperaturas ambientes superiores a 50 °C se utilizarán cables especiales con un aislamiento que presente una mayor estabilidad térmica.
- En estos locales son admisibles las canalizaciones con conductores desnudos sobre soportes aislantes. Los soportes estarán construidos con un material cuyas propiedades y estabilidad queden garantizadas a la temperatura de utilización.
- Los aparatos utilizados deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales. Su temperatura de funcionamiento a plena carga no deberá sobrepasar el valor máximo fijado en la especificación del material

Tipos de cable que cumplen con la característica de tener una mayor estabilidad térmica son:

cable H07V2-K *(norma UNE 21031-7)*	*conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto de policloruro de vinilo (V2)* *(temperatura máxima del conductor 90 ºC)*
cable H07G-K *(norma UNE 21027-7)*	*conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de goma resistente al calor (G)*

Ya que estos locales suelen tener condiciones particulares especiales, por ejemplo puntas de temperatura, se recomienda consultar las características técnicas del cable con objeto de comprobar que el cable es capaz de soportar la punta de temperatura durante los tiempos requeridos.

6. INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA

Locales o emplazamientos a muy baja temperatura son aquellos donde pueden presentarse y mantenerse temperaturas ambientales inferiores a -20 °C.

Se considerarán como locales a temperatura muy baja las cámaras de congelación de las plantas frigoríficas.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- El aislamiento y demás elementos de protección del material eléctrico utilizado, deberá ser tal que no sufra deterioro alguno a la temperatura de utilización.
- Los aparatos eléctricos deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales.

Ya que estos locales suelen tener condiciones particulares especiales, se recomienda consultar las características técnicas del cable con objeto de comprobar que el cable es capaz de soportar la temperatura durante los tiempos requeridos.

7. INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores con posibilidad de desprendimiento de gases, se considerarán como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión debiendo cumplir, además de las prescripciones señaladas para estos locales, las siguientes:

- El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de vapores y gases desprendidos por el electrolito.
- Los locales deberán estar provistos de una ventilación natural o forzada que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. Los vapores evacuados no deben penetrar en locales contiguos.
- La iluminación artificial se realizará únicamente mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga.
- Las luminarias serán de material apropiado para soportar el ambiente corrosivo y evitar la penetración de gases en su interior.
- Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes en tensión y tierra, deberán ser instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no podrá ser afectado por la humedad.
- Los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán una anchura mínima de 0,75 metros.
- Si la tensión de servicio en corriente continua es superior a 75 voltios con relación a tierra y existen partes desnudas bajo tensión que puedan tocarse inadvertidamente, el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.
- Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a 75 voltios en corriente continua, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

8. INSTALACIONES EN LOCALES AFECTOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO

Locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico son aquellos que se destinan a la explotación de instalaciones eléctricas y, en general, sólo tienen acceso a los mismos personas cualificadas para ello. Se considerarán como locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico: los laboratorios de ensayos, las salas de mando y distribución instaladas en locales independientes de las salas de máquinas de centrales, centros de transformación, etc.

En estos locales se cumplirán las siguientes condiciones:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.
- El acceso a estos locales deberá tener al menos una altura libre de 2 metros y una anchura mínima de 0,7 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.
- Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de 1,10 metros. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre equipos eléctricos instalados enfrente unos de otros, será como mínimo de 1,30 metros.
- El pasillo de servicio tendrá una altura de 1,90 metros, como mínimo. Si existen en su

parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 metros.
- Sólo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.
- Los locales que tengan personal de servicio permanente, estarán dotados de un alumbrado de seguridad.
- Los locales que estén bajo rasante deberán disponer de un sumidero.

9. INSTALACIONES EN OTROS LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Cuando en los locales o emplazamientos donde se tengan que establecer instalaciones eléctricas concurran circunstancias especiales no especificadas en estas Instrucciones y que puedan originar peligro para las personas o cosas, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los equipos eléctricos deberán seleccionarse e instalarse en función de las influencias externas definidas en la Norma UNE 20.460 -3, a las que dichos materiales pueden estar sometidos de forma que garanticen su funcionamiento y la fiabilidad de las medidas de protección
- Cuando un equipo no posea por su construcción, las características correspondientes a las influencias externas del local (o las derivadas de su ubicación), podrá utilizarse a condición de que se le proporcione, durante la realización de la instalación, una protección complementaria adecuada. Esta protección no deberá perjudicar las condiciones de funcionamiento del material así protegido.
- Cuando se produzcan simultáneamente diferentes influencias externas, sus efectos podrá ser independientes o influirse mutuamente, y los grados de protección deberán seleccionarse en consecuencia.

9.1 Clasificación de las influencias externas

La norma UNE 20.460 -3 establece una clasificación y una codificación de las influencias que deben ser tenidas en cuenta para el proyecto y la ejecución de las instalaciones eléctricas.

Esta codificación no está prevista para su utilización el marcado de los equipos.

El material eléctrico deberá seleccionarse e instalarse en función de las influencias externas definidas en las normas UNE 20460-3 y UNE 20460-5-51, y en la norma UNE 20460-5-52 para las canalizaciones.

SIGNIFICADO Y EXPLICACIÓN DE LOS CÓDIGOS IP , IK

1 Introducción

En el presente anexo se pretende dar una explicación acerca del significado del sistema de clasificación establecido por los códigos IP e IK.

Aunque las protecciones enumeradas se refieren a la protección de los materiales y equipos que haya en el interior de las envolventes, esta clasificación también puede darse para el caso de envolventes vacías.

2 Definiciones

***Envolvente**: Es el elemento que proporciona la protección del material contra las influencias externas y en cualquier dirección, la protección contra los contactos directos.*

Esta definición, que se ha extraído del Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI 826-03-12), necesita alguna aclaración antes de aplicarla para la explicación de los grados de protección.

Las envolventes proporcionan también la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas y la protección del material contra los efectos nocivos de los impactos mecánicos. Se considerará parte de dicha envolvente, todo accesorio o tapa que sea solidario con o forme parte de ella y que impida o limite la penetración de objetos en la envolvente, salvo que sea posible quitar las tapas sin la ayuda de una herramienta o llave.

***Grado de protección**: Es el nivel de protección proporcionado por una envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua o contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.*

Existen dos tipos de grados de protección y cada uno de ellos, tiene un sistema de codificación diferente, el Código IP y el Código IK. Los tres primeros epígrafes anteriores estarían contemplados en el código IP y el último en el código IK.

Cada uno de estos códigos se encuentran descritos en una norma, en las que además se indican la forma de realizar los ensayos para su verificación:

- Código IP: UNE 20324, que es equivalente a la norma europea EN 60529.
- Código IK: UNE-EN 50102.

3 Código IP

Es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección. Este código IP esta formado por dos números de una cifra cada uno, situados inmediatamente después de las letras “IP” y que son independientes uno del otro.

- El número que va en primer lugar, normalmente denominado como “primera cifra característica”, indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas (típicamente partes bajo tensión o piezas en movimiento que no sean ejes rotativos y análogos), limitando o impidiendo la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona y, garantizando simultáneamente, la protección del equipo contra la penetración de cuerpos sólidos extraños.

  La primera cifra característica esta graduada desde 0 (cero) hasta 6 (seis) y a medida que va aumentando el valor de dicha cifra, éste indica que el cuerpo sólido que la envolvente deja penetrar es menor.

Tabla 1 - Grados de protección indicados por la primera cifra característica

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar en la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50 mm.
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm.
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm.
4	Protegida contra cuerpos sólidos de mas de 1 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 1 mm.
5	Protegida contra la penetración de polvo	No se impide totalmente la entrada de polvo, pero sin que el polvo entre en cantidad suficiente que llegue a perjudicar el funcionamiento satisfactorio del equipo.
6	Totalmente estanco al polvo	Ninguna entrada de polvo.

- El número que va en segundo lugar, normalmente denominado como “segunda cifra característica”, indica la protección del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua.

  La segunda cifra característica está graduada de forma similar a la primera, desde 0 (cero) hasta 8 (ocho). A medida que va aumentando su valor, la cantidad de agua que intenta penetrar en el interior de la envolvente es mayor y también se proyecta en más direcciones (cifra 1 caída de gotas en vertical y cifra 4 proyección de agua en todas direcciones).

Tabla 2 - Grados de protección indicados por la segunda cifra característica

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Tipo de protección proporcionada por la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15º	Las caídas verticales de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales cuando la envolvente está inclinada hasta 15º con respecto a la posición normal
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	El agua pulverizada de lluvia que cae en una dirección que forma un ángulo de hasta 60º con la vertical, no deberá tener efectos perjudiciales
4	Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en todas las direcciones sobre la envolvente no deberá tener efectos perjudiciales
5	Protegida contra los chorros de agua	El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales

6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Bajo los efectos de fuertes chorros o con mar gruesa, el agua no deberá penetrar en la envolvente en cantidades perjudiciales
7	Protegida contra los efectos de la inmersión	Cuando se sumerge la envolvente en agua en unas condiciones de presión y con una duración determinada, no deberá ser posible la penetración de agua en el interior de la envolvente en cantidades perjudiciales
8	Protegida contra la inmersión prolongada	El equipo es adecuado para la inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante NOTA – Esto significa normalmente que el equipo es rigurosamente estanco. No obstante para ciertos tipos de equipos, esto puede significar que el agua pueda penetrar pero solo de manera que no produzca efectos perjudiciales
Los procedimientos especializados de limpieza no están cubiertas por los grados de protección IP. Se recomienda que los fabricantes suministren, si es necesario, una adecuada información en lo referente a los procedimientos de limpieza. Esto esta de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la CEI 60529 para los procedimientos de limpieza especiales.		

- Adicionalmente, de forma opcional, y con objeto de proporcionar información suplementaria sobre el grado de protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, puede complementarse el código IP con una letra colocada inmediatamente después de las dos cifras características. Estas letras adicionales, (A, B, C o D), a diferencia que la primera cifra característica que proporciona información de cómo la envolvente previene la penetración de cuerpos sólidos, proporcionan información sobre la accesibilidad de determinados objetos o partes del cuerpo a las partes peligrosas en el interior de la envolvente.

Tabla 3 – Descripción de la protección proporcionada por las letras adicionales

Letra	La envolvente impide la accesibilidad a partes peligrosas con:
A	Una gran superficie del cuerpo humano tal como la mano (pero no impide una penetración deliberada). *Prueba con: Esfera de 50 mm.*
B	Los dedos u objetos análogos que no excedan en una longitud de 80 mm. *Prueba con: Dedo de Φ12 mm y L= 80 mm*
C	Herramientas, alambres, etc., con diámetro o espesor superior a 2,5 mm. *Prueba con: Varilla de Φ2,5 mm y L= 100 mm*
D	Alambres o cintas con un espesor superior a 1 mm. *Prueba con: Varilla de Φ1 mm y L= 100 mm*

En ocasiones, algunas envolventes no tienen especificada una cifra característica, bien por que no es necesaria para una aplicación concreta, o bien por que no ha sido ensayada en ese aspecto. En este caso, la cifra característica correspondiente se sustituye por una “X”, como por ejemplo, IP2X, que indica que la envolvente proporciona una determinada protección contra la penetración de cuerpos sólidos, pero que no ha sido ensayada en lo referente a la protección contra la penetración del agua.

Puede darse el caso que una determinada envolvente proporciones dos grados de protección diferentes en función de la posición de montaje de la misma. Si este fuera el caso, siempre deberá indicarse este aspecto en las instrucciones que suministre el fabricante.

El marcado del grado de protección IP en las envolventes suele ser adoptar la forma de las mismas cifras, por ejemplo “IP 54”. No obstante, en algunas ocasiones las cifras características pueden sustituirse por símbolos como se indica en la tabla 4 siguiente.

Tabla 4 – Símbolo utilizados normalmente para los grados de protección

Primera cifra	IP5X		Malla sin recuadro
	IP6X		Malla con recuadro
Segunda cifra	IPX1		Una gota
	IPX3		Una gota dentro de un cuadrado
	IPX4		Una gota dentro de un triángulo
	IPX5		Dos gotas, cada una dentro de un triángulo
	IPX7		Dos gotas
	IPX8		Dos gotas seguidas de una indicación de la profundidad máxima de inmersión en metros
NOTA: Los grados de protección no incluidos en esta tabla no tienen símbolo para su representación.			

4 Código IK

Es un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los impactos mecánicos nocivos, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior.

El código IK se designa con un número graduado de cero (0) hasta diez (10); a medida que el número va aumentado indica que la energía del impacto mecánico sobre la envolvente es mayor. Este número siempre se muestra formado por dos cifras. Por ejemplo, el grado de protección IK 05, no quiere indicar más que es el número 5.

A pesar de que este es un sistema que puede usarse para la gran mayoría de los tipos de equipos eléctricos, no se puede suponer que todos los grados de protección posibles les sean aplicables a todos los equipos eléctricos.

Generalmente, el grado de protección se aplica a la envolvente en su totalidad. Si alguna parte de esta envolvente tiene un grado de protección diferente, ésto deben indicarse por separado en las instrucciones o documentación del fabricante de la envolvente.

En la tabla 5 se indican los diferentes grados de protección IK con la energía del impacto asociada a cada uno. También se indica la equivalencia en peso y altura de caída de la pieza de golpeo sobre la envolvente, de forma que, por ejemplo, un grado de protección IK 07 es aquel en el que la envolvente, en los puntos que se consideraran como más débiles, soportaría un impacto de una pieza de poliamida o de acero redondeada, de peso 500 g y que cayera desde una altura de 400 mm.

Tabla 5 - Grados de protección IK

Grado IK	**IK 00**	**IK 01**	**IK02**	**IK03**	**IK04**	**IK05**	**IK06**	**IK07**	**IK08**	**IK09**	**IK10**
Energía (J)	--	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
Masa y altura de la pieza de golpeo	–	0,2 kg 70 mm	0,2 kg 100 mm	0,2 kg 175 mm	0,2 kg 250 mm	0,2 kg 350 mm	0,5 kg 200 mm	0,5 kg 400 mm	1,7 kg 295 mm	5 kg 200 mm	5 kg 400 mm

CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN.

1. Introducción.

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes.

a) Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.
La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70ºC para cables con aislamiento termoplásticos y de 90ºC para cables con aislamientos termoestables.

b) Criterio de la caída de tensión.
La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

c) Criterio de la intensidad de cortocircuito.
La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160ºC para cables con aislamiento termoplásticos y de 250ºC para cables con aislamientos termoestables.
Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

En este capítulo se presentarán las fórmulas aplicables para el cálculo de las caídas de tensión, los límites reglamentarios, así como algunos ejemplos de aplicación. Todo el planteamiento teórico que se expone a continuación es aplicable independientemente del tipo del material conductor (cobre, aluminio o aleación de aluminio). La mayoría de los ejemplos se centran en los cálculos de caídas de tensión en instalaciones de enlace, aunque la teoría es también aplicable a instalaciones interiores.

2. Cálculo de caídas de tensión.

La expresión que se utiliza para el cálculo de la caída de tensión que se produce en una línea se obtiene considerando el circuito equivalente de una línea corta (inferior a unos 50 km.), mostrado en la figura siguiente, junto con su diagrama vectorial.

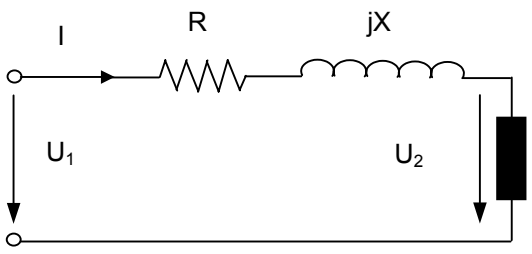


Figura 1. Circuito equivalente de una línea corta.

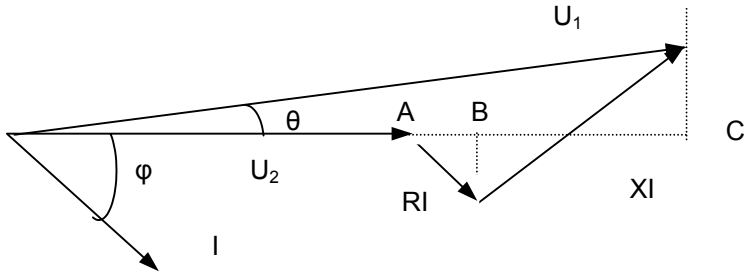


Figura 2. Diagrama vectorial.

Debido al pequeño valor del ángulo θ, entre las tensiones en el origen y extremo de la línea, se puede asumir sin cometer prácticamente ningún error, que el vector $\boldsymbol{U}_{u1}$ es igual a su proyección horizontal, siendo por tanto el valor de la caída de tensión.

$$\Delta \boldsymbol{U} = \boldsymbol{U}_{u1} - \boldsymbol{U}_2 \cong_u AB + BC = R\,I\cos\varphi + XI\,\mathrm{sen}\varphi. \quad [1]$$

Como la potencia transportada por la línea es:

$$P = \sqrt{3}\ U_{u1}\ I\cos\varphi \ \text{(en trifásico)} \quad [2]$$
$$P = U_{u1}\ I\cos\varphi \ \text{(en monofásico)} \quad [3]$$

Basta con sustituir la intensidad calculada en función de la potencia en la fórmula [1], y tener en cuenta que en trifásico la caída de tensión de línea será raíz de tres veces la caída de tensión de fase calculada según [1], y que en monofásico habrá que multiplicarla por un factor de dos para tener en cuenta tanto el conductor de ida como el de retorno.

Caída de tensión en trifásico:

$$\Delta U_{III} = (R + X\tan\varphi)\,(P / U_{u1}) \quad [4]$$

Caída de tensión en monofásico:

$$\Delta U_{I} = 2\,(R + X\tan\varphi)\,(P / U_{u1}) \quad [5]$$

Donde:

ΔU_{III}	Caída de tensión de línea en trifásico en voltios
ΔU_{I}	Caída de tensión en monofásico en voltios.
R	Resistencia de la línea en Ω
X	Reactancia de la línea en Ω
P	Potencia en vatios transportada por la línea.
U_{u1}	Tensión de la línea según sea trifásica o monofásica, (400V en trifásico, 230V en monofásico)
$\tan\varphi$	Tangente del ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga.

La reactancia, X, de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En el caso de redes de distribución aéreas trenzadas es sensiblemente constante al estar los conductores reunidos en haz, siendo del orden de X= 0,1 Ω/km, valor que se puede utilizar para los cálculos sin error apreciable. En el caso de redes de distribución subterráneas, aunque se suelen obtener valores del mismo orden, es posible su cálculo en función de la separación entre conductores, determinando lo que se conoce como separación media geométrica entre ellos.

En ausencia de datos se puede estimar el valor de la reactancia inductiva como 0,1 Ω/km, o bien como un incremento adicional de la resistencia. Así podemos suponer que para un conductor cuya sección sea:

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120$ mm^2	$X \cong 0$
S = 150 mm^2	$X \cong 0{,}15\ R$
S = 185 mm^2	$X \cong 0{,}20\ R$
S = 240 mm^2	$X \cong 0{,}25\ R$

Tabla1. Valores aproximados de la reactancia inductiva

Para secciones menores o iguales de 120mm^2, como es lo habitual tanto en instalaciones de enlace como en instalaciones interiores, la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia, y por lo tanto las fórmulas [4] y [5] anteriores se pueden simplificar de la siguiente forma:

Caída de tensión en trifásico: $\Delta U_{III} = R\ P / U_{u1}$ [6]

Caída de tensión en monofásico: $\Delta U_{I} = 2\ R\ P / U_{u1}$ [7]

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$R = R_{tca} = R_{tcc}\ (1 + Ys + Yp) = c\ R_{tcc}$ [8]

$R_{tcc} = R_{20cc}\ [1 + \alpha\ (\theta - 20)] = \rho_\theta\ L / S$ [9]

$R_{20cc} = \rho_{20}\ L / S$ [10]

$\rho_\theta = \rho_{20}\ [1 + \alpha\ (\theta - 20)]$ [11]

Donde:

- R_{tca} resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura θ.
- R_{tcc} resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ.
- R_{20cc} resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20ºC.
- Ys incremento de la resistencia debido al efecto piel (o efecto skin)
- Yp incremento de la resistencia debido al efecto proximidad.
- α coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en ºC^{-1}.
- ρ_θ resistividad del conductor a la temperatura θ.
- ρ_{20} resistividad del conductor a 20ºC.
- S sección del conductor en mm^2.
- L longitud de la línea en m.

Material	**ρ_{20} (Ω. mm^2 /m)**	**ρ_{70} (Ω. mm^2 /m)**	**ρ_{90} (Ω. mm^2 /m)**	**α (ºC^{-1})**
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360

Tabla 2. Valores de la resistividad y del coeficiente de temperatura de los conductores más utilizados.

El efecto piel y el efecto proximidad son mucho más pronunciados en los conductores de gran sección. Su cálculo riguroso se detalla en la norma UNE 21144. No obstante y de forma aproximada

para instalaciones de enlace e instalaciones interiores en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor en continua.

$c = (1 + Ys + Yp) \cong 1{,}02$

Combinando las ecuaciones [8], y [9] anteriores se tiene:

$R = c\ \rho_\theta\ L / S$ [12]

Sustituyendo la ecuación [12] en las [6] y [7] se puede despejar el valor de la sección mínima que garantiza una caída de tensión límite previamente establecida.

Cálculo de la sección en trifásico [13]

$$S = \frac{c\ \rho_\theta\ P\ L}{\Delta U_{III}\ \ U_1}$$

Cálculo de la sección en monofásico [14]

$$S = \frac{2\ c\ \rho_\theta\ P\ L}{\Delta U_{I}\ \ U_1}$$

Donde:

- S sección calculada según el criterio de la caída de tensión máxima admisible en mm^2 .
- c incremento de la resistencia en alterna. (Se puede tomar c= 1,02).
- ρ_θ resistividad del conductor a la temperatura de servicio prevista para el conductor ($\Omega . mm^2 /m$).
- P potencia activa prevista para la línea, en vatios.
- L longitud de la línea en m.
- ΔU_{III} caída de tensión máxima admisible en voltios en líneas trifásicas.
- ΔU_{I} caída de tensión máxima admisible en voltios en líneas monofásicas.
- U_{u1} tensión nominal de la línea (400 V en trifásico, 230 V en monofásico)

En la práctica para instalaciones de baja tensión tanto interiores como de enlace es admisible despreciar el efecto piel y el efecto de proximidad, así como trabajar con el inverso de la resistividad que se denomina conductividad ("γ ", en unidades $m/\Omega\ mm^2$). Además se suele utilizar la letra "e" para designar a la caída de tensión en voltios, tanto en monofásico como en trifásico, y la letra U para designar la tensión de línea en trifásico (400V) y la tensión de fase en monofásico (230V). Con estas simplificaciones se obtienen las expresiones siguientes para determinar la sección.

Para receptores trifásicos: [15]

$$S = \frac{P\ L}{\gamma\ e\ \ U}$$

Para receptores monofásicos: [16]

$$S = \frac{2PL}{\gamma\, e\ U}$$

Donde la conductividad se puede tomar de la siguiente tabla:

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20ºC	70ºC	90ºC

Tabla 3. Conductividades, γ, (en m/ Ω mm^2) para el cobre y el aluminio, a distintas temperaturas.

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25ºC para cables enterrados y 40ºC para cables al aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto.

$\Delta T = T-T_0$= Constante. I^2
$\Delta T_{máx}$ = Constante. $I_{máx}^2$

Por tanto:

$\Delta T/ I^2 = \Delta T_{máx} / I_{máx}^2$

$$T = T_0 + (T_{máx} - T_0) * (I / I_{máx})^2 \qquad [17]$$

Donde T, temperatura real estimada en el conductor
$T_{máx}$, temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento.
T_0, temperatura ambiente del conductor.
I, intensidad prevista para el conductor.
$I_{máx}$, intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación.

3. Cálculo de caídas de tensión mediante valores unitarios.

Se define la caída de tensión unitaria (e_u) como la caída de tensión por unidad de longitud del cable y por unidad de intensidad que circula por el cable.

$$e_u = e / (L.I) \qquad [18]$$

Donde e_u, caída de tensión unitaria en voltios.
e, caída de tensión en voltios.
L, longitud de la canalización en km.
I, intensidad de servicio máxima prevista para el condutor, en amperios.

En las tablas siguientes se indican las caídas de tensión unitarias calculadas teniendo en cuenta tanto la resistencia como la inductancia de los cables, para dos factores de potencia distintos y para distintas temperaturas de servicio de los conductores. . La tabla 4 es para cables de tensión asignada 450/750 V, y la tabla 5 para cables de 0,6/1kV.

S (mm^2)	Caida de tensión por A y km.								
	Cos φ = 0,8			Cos φ = 1			Cos φ = 0,9		
	40ºC	60ºC	70ºC	40ºC	60ºC	70ºC	40ºC	60ºC	70ºC
0,5	53,906	57,827	59,787	67,253	72,154	74,604	60,603	65,014	67,219
0,75	36,722	39,391	40,725	45,769	49,105	50,772	41,270	44,272	45,773
1	27,150	29,121	30,107	33,813	36,277	37,509	30,504	32,722	33,831
1,5	18,217	19,535	20,194	22,604	24,252	25,075	20,441	21,923	22,665
2,5	11,185	11,992	12,395	13,843	14,852	15,356	12,539	13,447	13,901
4	6,994	7,496	7,747	8,612	9,240	9,553	7,826	8,391	8,674
6	4,702	5,038	5,205	5,754	6,173	6,383	5,251	5,628	5,817
10	2,826	3,026	3,125	3,419	3,668	3,792	3,143	3,367	3,479
16	1,803	1,929	1,991	2,148	2,305	2,383	1,995	2,136	2,206
25	1,169	1,249	1,288	1,358	1,457	1,507	1,283	1,372	1,416
35	0,866	0,923	0,952	0,979	1,050	1,086	0,941	1,005	1,038
50	0,664	0,707	0,728	0,723	0,776	0,802	0,713	0,761	0,784
70	0,485	0,514	0,529	0,501	0,537	0,555	0,512	0,545	0,561
95	0,372	0,393	0,403	0,361	0,387	0,400	0,385	0,409	0,420
120	0,310	0,327	0,335	0,286	0,307	0,317	0,316	0,335	0,345
150	0,268	0,281	0,288	0,232	0,249	0,257	0,268	0,283	0,291
185	0,230	0,241	0,246	0,185	0,199	0,205	0,226	0,238	0,245
240	0,194	0,202	0,206	0,141	0,151	0,156	0,186	0,195	0,200

Tabla 4. Caídas de tensión unitarias por A y km para cables de 450/750V.

S (mm^2)	Caida de tensión por A y km.											
	Cos φ = 0,8				Cos φ = 1				Cos φ = 0,9			
	40ºC	60ºC	80ºC	90ºC	40ºC	60ºC	70ºC	90ºC	40ºC	60ºC	70ºC	90ºC
1,5	18,255	19,573	20,891	21,550	22,604	24,252	25,899	26,723	20,469	21,951	23,434	24,175
2,5	11,216	12,023	12,830	13,234	13,843	14,852	15,860	16,365	12,562	13,469	14,377	14,831
4	7,024	7,526	8,028	8,279	8,612	9,240	9,867	10,181	7,848	8,413	8,978	9,261
6	4,732	5,068	5,403	5,571	5,754	6,173	6,592	6,802	5,272	5,650	6,027	6,216
10	2,846	3,045	3,244	3,344	3,419	3,668	3,917	4,042	3,157	3,382	3,606	3,718
16	1,820	1,945	2,070	2,133	2,148	2,305	2,461	2,540	2,007	2,148	2,289	2,359
25	1,184	1,263	1,342	1,382	1,358	1,457	1,556	1,606	1,293	1,382	1,471	1,516
35	0,878	0,935	0,992	1,020	0,979	1,050	1,122	1,157	0,950	1,014	1,078	1,110
50	0,672	0,714	0,757	0,778	0,723	0,776	0,828	0,855	0,719	0,766	0,814	0,837
70	0,491	0,520	0,549	0,564	0,501	0,537	0,574	0,592	0,516	0,549	0,582	0,598
95	0,378	0,399	0,420	0,431	0,361	0,387	0,413	0,426	0,390	0,413	0,437	0,449
120	0,315	0,332	0,349	0,357	0,286	0,307	0,327	0,338	0,320	0,339	0,358	0,367
150	0,271	0,284	0,298	0,304	0,232	0,249	0,265	0,274	0,271	0,286	0,301	0,309
185	0,234	0,244	0,255	0,261	0,185	0,199	0,212	0,219	0,229	0,241	0,253	0,259
240	0,197	0,205	0,213	0,217	0,141	0,151	0,161	0,167	0,188	0,197	0,206	0,211

Tabla 5. Caídas de tensión unitarias por A y km para cables de 0,6/1kV.

El procedimiento de cálculo de la sección del conductor utilizando estas tablas es muy simple, basta seguir los pasos siguientes:

- Se calcula en primer lugar la caída de tensión unitaria reglamentaria máxima admisble en unidades (V/A.km).
- A continuación para la temperatura de servicio máxima admisible del condutor y para el factor de potencia de la instalación se escoge la sección de conductor cuya caída de tensión unitaria según la tabla sea inferior al valor reglamentario calculado.
- Finalmente se comprueba que para esa sección el conductor es capaz de soportar la intensidad prevista en función de sus condiciones de instalación.

Si se quiere efectuar el calculo con una segunda iteración, aplicando la temperatura real del conductor puede continuarse proceso de la siguiente forma:

- Se comprueba si la sección normalizada inferior es también capaz de soportar la intensidad prevista en función de sus condiciones de instalación. Si es así se continua con el siguiente paso.

- Se calcula la temperatura real del conductor de sección menor mediante la fórmula [17].

- Se comprueba según las tablas si a la temperatura real el conductor de dicha sección nos da una caída de tensión unitaria menor que la reglamentaria. En caso contario se debería utilizar la sección superior determinada en la primera iteración.

4. Límites reglamentarios de las caídas de tensión en las instalaciones de enlace.

Los límites caída de tensión vienen detallados en las ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19, y son los siguientes.

Parte de la instalación	Para alimentar a :	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro.	$e=\Delta U_{III}$	$e=\Delta U_{I}$
LGA: (Línea General de Alimentación)	Suministros de un único usuario	No existe LGA	--	--
	Contadores totalmente concentrados	0,5%	2 V	--
	Centralizaciones parciales de contadores	1,0%	4 V	--
DI (Derivación Individual)	Suministros de un único usuario	1,5%	6 V	3,45 V
	Contadores totalmente concentrados	1,0%	4 V	2,3 V
	Centralizaciones parciales de contadores	0,5%	2 V	1,15 V
Circuitos interiores	Circuitos interiores en viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20 V	11,5 V

Tabla 6. Límites de caídas de tensión reglamentarios. Nota: la LGA es siempre trifásica.

5. Ejemplos de cálculo de caídas de sección de conductores.

Para los cálculos que siguen se tomó como material conductor el cobre. Para otros conductores el proceso es el mismo, únicamente se sustituirían las constantes características por las del material correspondiente en cada caso.

Para determinar cual es la intensidad máxima admisble hay que tener en cuenta las condiciones y tipo de montaje de los conductores, y además habrá que aplicar en su caso los factores de reducción por agrupación de varios circuitos que se recogen en la guía BT 19, o con mayor detalle en la norma UNE 20460/5-523. Únicamente en el caso de que un conductor se prevea para transportar una corriente no superior nunca al 30% de su carga nominal, puede no tenerse en cuenta para la determinación del factor de reducción del resto del agrupamiento.

Ejemplo1:

Un edificio destinado a viviendas y locales comerciales tiene una previsión de cargas de P = 145 kW. Se proyecta instalar una única centralización de contadores, y se trata de calcular la sección de la LGA (línea general de alimentación) que va desde la Caja General de Protección ubicada en la fachada del edificio hasta la Centralización de Contadores ubicada en la planta baja de dicho edificio.

El edificio tiene unas zonas comunes con jardines y piscina, resultando un longitud de la LGA de 40 metros. La LGA discurre en el interior de un tubo enterrado ya que es necesario pasar por el jardín de las zonas comunes del edificio.

Elección del tipo de cables a utilizar:

Según la ITC-BT-14, los cables a utilizar serán unipolares de tensión asignada 0,6/1 kV, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Por tanto se utilizarán cables normalizados de uno de los tipos siguientes:

Producto		*Norma de aplicación*
Cable tipo RZ1-K	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)*	*UNE 21.123-4*
Cable tipo DZ1-K	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)*	*UNE 21.123-5*

En ambos casos al tratarse de aislamientos termoestables la temperatura máxima admisible del conductor en servicio continuo será de 90ºC.

Cálculo de la sección:

a) En primer lugar se calcula la intensidad:

$I = P / (\sqrt{3}\ U_{u1}\ \cos\varphi) = 232{,}5$ A

Donde:

P= 145000W	potencia activa prevista para la línea, en vatios.
U_{u1}=400V	tensión nominal de la línea, en voltios
$\cos\varphi$ = 0,90	factor de potencia de la carga, a falta de datos se toma 0,85.

b) Cálculo decaída de tensión mediante valores unitarios:

Tensión unitaria reglamentaria:

e = 0,5%. 400 V = 2 V

e_u (reglamentaria) = 2 V / (0,04 km. 232,5 A) = 0,215 V / A km.

Según la tabla 5, la caída de tensión para factor de potencia 0,9 y para la temperatura máxima admisble del conductor de 90ºC, inferior al valor de 0,215 corresponde a un valor de 0,211 que se obtiene para la sección de 240 mm2.

Por lo tanto habría que elegir la sección normalizada; S = 240 mm2.

c) comprobación de la intensidad admisible:

En servicio permanente y en función de las condiciones de instalación hay que comprobar que los cables cuya sección se ha calculado por caída de tensión son capaces de soportar la intensidad de servicio prevista. Para ello utilizamos los valores de la tabla A de la guía BT-14.

Según dicha tabla la intensidad máxima admisible para instalación en tubo enterrado es de $I_{máx}$=440 A. Este valor es superior al valor de la intensidad prevista.

d) Segunda iteración.

Para verificar si una sección inferior puede ser también válida se sigue el siguiente proceso:

En primer lugar se verifica si la sección inferior (185 mm2) es capaz de soportar también la intensidad prevista en la LGA. Según la tabla A de la guía BT-14 su intensidad máxima admisible para instalación en tubo enterrado es de $I_{máx}$=384 A. Por lo tanto se satisface esta condición.

Se calcula la temperatura del conductor según la fórmula [17]

$$T = T_0 + (T_{\mathbf{máx}} - T_0) * (I / I_{máx})^2$$

$(T_{máx} - T_0)$ **=** $\Delta T_{máx}$ = 90ºC-25 ºC = 65ºC

$T = 25 + 65.(232,5/440)^2 \cong 49ºC$

Por consiguiente la temperatura real del conductor a la intensidad prevista en servicio permanente será de 49ºC. Según la tabla 5 no se dispone de la caída de tensión unitaria exactamente para 49ºC, aunque a mayor temperatura mayor caída de tensión. Incluso para la temperatura de 40ºC (inferior a los 49ºC) la caída de tensión unitaria toma un valor de 0,229 que es superior al valor reglamentario calculado. Por lo tanto no es posible utilizar la sección de 185 mm2.

Ejemplo 2:

Se debe calcular la sección de una derivación individual (DI) que alimenta a una vivienda con nivel de electrificación básico (5750W), cuya longitud desde el embarrado del cuarto de contadores hasta el cuadro privado de los dispositivos generales de mando y protección es de 10 metros (segunda planta).

El sistema de instalación es el de conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica.

Elección del tipo de conductores a utilizar:

Según la ITC-BT-15, para el sistema de instalación del ejemplo los cables a utilizar serán unipolares o multiconductores de tensión asignada mínima 450/750 V los unipolares, y 0,6/1kV los multiconductores, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Por tanto se utilizarán cables normalizados de uno de los tipos siguientes:

Producto		*Norma de aplicación*
Cable ES07Z1-K	*Cable de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)*	*UNE 211 002*
Cable tipo RZ1-K	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)*	*UNE 21.123-4*
Cable tipo DZ1-K	*Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1)*	*UNE 21.123-5*

Se eligen conductores unipolares de cobre con aislamiento de compuesto termoplástico, cuya temperatura máxima admisible en servicio continuo es de $T_{máx}$=70ºC. (tipo ES07Z1-K)

Cálculo de la sección por el método simplificado:

En lugar de utilizar el método del ejemplo 1, se seguirá el método simplificado. Para su aplicación, una vez determinada la intensidad del circuito se determina la sección por caída de tensión según las fórmulas [15] ó [16], pero considerando el caso más desfavorable en cuanto a que el cable esté a su temperatura máxima admisible en servicio permanente. Una vez determinada la sección por caída de tensión, basta con comprobar que la sección escogida es capaz de soportar la intensidad prevista en servicio permanente. Este método es más rápido y sólo en casos especiales cerca de los límites de la sección normalizada puede dar lugar a un sobredimensionamiento de la sección.

La intensidad prevista está limitada por el ICP a instalar que como máximo será de 25 A, al tratarse de un grado de electrificación básico de 5750 W.

Según la fórmula [16] por tratarse de un circuito monofásico:

$$S = \frac{2\ P\ L}{\gamma\ e\ U} = \frac{2\ .\ 5750\ .\ 10}{48.\ 2,3.\ 230} = 4\ ,52\ mm^2$$

Por lo tanto habría que ir a la sección mínima normalizada superior de 6 mm2.

Por último en servicio permanente y en función de las condiciones de instalación hay que comprobar que los cables cuya sección se ha calculado por caída de tensión son capaces de soportar la intensidad de servicio prevista. Para ello utilizamos los valores de la tabla1 de la ITC-BT-19 para el modo de instalación B.

Según dicha tabla la intensidad máxima admisible es de $I_{máx}$=36A. Este valor es superior al valor de la intensidad prevista (I= 25 A).

Cálculo mediante las tablas de caídas de tensión unitarias..

Para una caída de tensión reglamentaria admisible de 2,3 voltios (1% de 230 voltios), teniendo en cuenta que L= 0,01 km, I = 25 A , $\cos\varphi = 1$, se calcula:

$e_{u\ reglamentaria}$ = 2,3 / (0,01. 25) = 9,2 voltios / (A. km)

Según la tabla 4 para cables de 450/750 V y para una T=70ºC, se obtiene un valor de caída de tensión unitaria menor que el reglamentario:

e_u = 6,383 voltios / (A. km) para una sección de 6 mm2.

Para 4 mm2 la caída de tensión unitaria sería mayor que la reglamentaria y por tanto la sección apropiada es de 6 mm2. La comprobación de la intensidad máxima admisble para esta sección ya se ha efectuado previamente.

Ejemplo 3:

Se trata del cálculo de sección de una derivación individual para otra vivienda de electrificación básica del mismo edificio que en el ejemplo 2, donde todos los datos de partida son los mismos excepto la longitud que es ahora de 22 metros.

También se desea comprobar si la sección mínima admisible por el RBT de 2,5 mm2, para el circuito interior tipo C2 de bases de toma de corriente de uso general es adecuada teniendo en cuenta que la distancia entre el cuadro de los dispositivos generales de mando y protección y la toma de corriente más alejada es de 30 metros. La instalación interior va empotrada bajo tubo.

Elección del tipo de conductores a utilizar:

Se emplearán conductores unipolares de cobre con aislamiento termoplástico. Para las derivaciones individuales serán no propagadores del incendio con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (ES 07Z1-K), y para la instalación interior del tipo H07-R.

Cálculo de la sección de la derivación individual :

En primer lugar hay que tener en cuenta que la intensidad prevista está limitada por el calibre del ICP a un valor máximo de 25A.

Para calcular la potencia prevista se tomará cosφ = 1, ya que una vez fijada la intensidad prevista en función del calibre del ICP el caso más desfavorable de caída de tensión se obtiene con cosφ =1.

$P = U_{u1}\, I \cos\varphi = 230 \cdot 25 \cdot 1{,}0 = 5750$ W

La sección se calcula aplicando el método simplificado de la fórmula [16]

$$S = \frac{2\ P\ L}{\gamma\ e\ U} = \frac{2 \cdot 5750 \cdot 22}{48 \cdot 2{,}3 \cdot 230} = 9{,}96\ mm^2$$

Donde por tratarse de una derivación individual con contadores centralizados en ún lugar único, e=1% de 230 V = 2,3 V .

Por lo tanto habría que elegir la sección normalizada inmediatamente superior que es; S = 10 mm^2.

Por último en servicio permanente y en función de las condiciones de instalación hay que comprobar que los cables cuya sección se ha calculado por caída de tensión son capaces de soportar la intensidad de servicio prevista. Para ello utilizamos los valores de la tabla1 de la ITC-BT-19 para el modo de instalación B.

Según dicha tabla la intensidad máxima admisible es de $I_{máx}$=50A. Este valor es superior al valor de la intensidad prevista (I= 25 A).

Cálculo de la sección del circuito interior de bases de toma de coriente (C2):

Tal y como indica la ITC-BT-25 la intensidad de funcionamiento del circuito coincidirá con la intensidad nominal del interruptor automático que protege el circuito, es decir: I = 16 A. La potencia prevista una vez fijada la intensidad por el calibre de la portección se calcula para cosφ=1, ya que se cubre el caso más desfavorable

$P = U_{u1}\, I \cos\varphi = 230 \cdot 16 \cdot 1{,}0 = 3680$ W
La sección se calcula aplicando el método simplificado de la fórmula [16]

$$S = \frac{2\ P\ L}{\gamma\ e\ U} = \frac{2 \cdot 3680 \cdot 30}{48 \cdot 6{,}9 \cdot 230} = 2{,}9\ mm^2$$

Donde por tratarse de un circuito interior en monofásico de una vivienda, e=3% de 230 V = 6,9 V .

Por lo tanto habría que elegir la sección normalizada inmediatamente superior que es; S = 4 mm^2, superior al mínimo reglamentario exigible.

Por último en servicio permanente y en función de las condiciones de instalación hay que comprobar que los cables cuya sección se ha calculado por caída de tensión son capaces de soportar la intensidad de servicio prevista. Para ello utilizamos los valores de la tabla1 de la ITC-BT-19 para el modo de instalación B.

Según dicha tabla la intensidad máxima admisible es de $I_{máx}$=27A. Este valor es superior al valor de la intensidad prevista.

Ejemplo 4:

Se trata del cálculo de sección de una derivación individual para otra vivienda de electrificación básica del mismo edificio que en el ejemplo 2 y ejemplo 3, donde todos los datos de partida son los mismos excepto la longitud que es ahora de 35 metros.

Elección del tipo de conductores a utilizar:

Mismo tipo que en el ejemplo 2 y ejemplo 3.

Cálculo de la sección:

Siguiendo el ejemplo 2, puesto que sólo cambia la longitud, se tiene:

$$S = \frac{2\ P\ L}{\gamma\ e\ U} = \frac{2\ .\ 5750\ \ .\ 35}{48.\ \ 2{,}3.\ \ 230} = 15\ \ ,85\ \ mm^2$$

Por lo tanto habría que elegir la sección normalizada inmediatamente superior que es; S = 16 mm^2.

Por último la intensidad máxima admisible para esta sección es de $I_{máx}$= 66A que es superior al valor de la intensidad prevista.

Ejemplo 5:

Se trata de repetir los cálculos de sección de las tres derivaciones individuales de los ejemplos 2,3 y 4, para las mismas longitudes (10m, 22m y 35m) pero para viviendas con electrificación elevada.

Elección del tipo de conductores a utilizar:

Mismo tipo de conductor y condiciones de instalación que en los tres ejemplos anteriores.

Cálculo de la sección:

En primer lugar hay que tener en cuenta que la intensidad prevista está limitada por el calibre del ICP a un valor de 40 A.

Para calcular la potencia prevista se tomará $\cos\varphi = 1$, ya que una vez fijada la intensidad prevista en función del calibre del ICP el caso más desfavorable de caída de tensión se obtiene con $\cos\varphi = 1$.

$P = U_{u1}\ I \cos\varphi = 230\ .\ 40.\ 1{,}0 = 9200\ W$

Se aplica la fórmula [16] y se obtienen los valores siguientes para:

L=10 m	S= 7,2 mm^2
L=22 m	S= 15,9 mm^2
L=35 m	S= 25,3 mm^2

Por lo tanto habría que elegir las secciones normalizadas inmediatamente superiores que según el caso son las siguientes.

L=10 m	S= 10 mm^2
L=22 m	S= 16 mm^2
L=35 m	S= 35 mm^2

Comprobación de la intensidad admisible:

Según la tabla 1 de la ITC-BT-19 para el modo de instalación B y dos conductores cargados las intensidades máximas admisibles para cada sección son las siguientes:

S= 10 mm^2	$I_{máx}$=50 A
S= 16 mm^2	$I_{máx}$=66 A
S= 35 mm^2	$I_{máx}$=104 A

Todos los valores son superiores al valor de la intensidad prevista (I= 40 A).

Nota: si el cálculo de la sección se efecturara de la forma detallada en el ejemplo 1 mediante el cálculo de la temperatura real del conductor, para el caso de L=35 m se obtendría la seccion normalizada inferior (S= 25 mm^2), ya que la temperatura del conductor es inferior a la máxima admisible de 70ºC, al ser su carga únicamente de 40 A.

CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Como generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida) se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministro. Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración es válida cuando el Centro de Transformación, origen de la alimentación, está situado fuera del edificio o lugar del suministro afectado, en cuyo caso habría que considerar todas las impedancias.

Por lo tanto se puede emplear la siguiente fórmula simplificada

$$I_{CC} = \frac{0{,}8\,U}{R}$$

Donde:
Icc intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado
U tensión de alimentación fase neutro (230 V)
R resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Normalmente el valor de R deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito, por ejemplo el punto donde se emplaza el cuadro con los dispositivos generales de mando y protección. Para el cálculo de R se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20ºC, para obtener así el valor máximo posible de Icc.

Ejemplo:

Se desea calcular la intensidad de cortocircuito en el cuadro general de una vivienda con grado de electrificación básico. Dicha vivienda está alimentada por una Derivación Individual (DI) de 10mm^2 de cobre y de longitud de 15 metros. Además se conoce que la Línea General de Alimentación (LGA) tiene una sección de 95 mm^2, y una longitud entre la CGP y la Centralización de Contadores de 25 metros.

Se comienza por el cálculo de la resistencia de fase de la LGA y de la DI .

$R_{(DI)} = \rho\, L_{(DI)} / S_{(DI)} = 0{,}018\ \Omega\ mm^2/m\ .\ (15\ .\ 2\ m / 10\ mm^2) = 0{,}054\ \Omega$

$R_{(LGA)} = \rho\, L_{(LGA)} / S_{(LGA)} = 0{,}018\ \Omega\ mm^2/m\ .\ (25\ .\ 2\ m / 95\ mm^2) = 0{,}0095\ \Omega$

$R = R_{(DI)} + R_{(LGA)} = 0{,}0635\ \Omega$

Nota: la resistividad del cobre a 20 ºC se puede tomar como $\rho \approx 0{,}018\ \Omega\ mm^2/m$. En caso de conductores de aluminio se puede tomar también para 20ºC, $\rho \approx 0{,}029\ \Omega\ mm^2/m$.

Icc = 0,8 U / R = 0,8 (230/0,0635) = 2898 Amperios.

LA VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

A continuación se resumen los distintos tipos de verificaciones que deberán efectuar los instaladores autorizados.

La verificación de las instalaciones eléctricas previa a su puesta en servicio comprende dos fases, una primera fase que no requiere efectuar medidas y que se denomina verificación por examen, y una segunda fase que requiere la utilización de equipos de medida para los ensayos.

El alcance de esta verificación se detalla en la ITC-BT-19 y en la norma UNE 20460 parte 6-61 y comprende tanto la verificación por examen como la verificación mediante medidas eléctricas. Adicionalmente la ITC-BT-18 establece las verificaciones a realizar en las puestas a tierra.

1 Verificación por examen

Debe preceder a los ensayos y medidas, y normalmente se efectuará para el conjunto de la instalación estando ésta sin tensión.

Está destinada a comprobar:

- Si el material eléctrico instalado permanentemente es conforme con las prescripciones establecidas en el proyecto o memoria técnica de diseño.
- Si el material ha sido elegido e instalado correctamente conforme a las prescripciones del Reglamento y del fabricante del material.
- Que el material no presenta ningún daño visible que pueda afectar a la seguridad.

En concreto los aspectos cualitativos que este tipo de verificación debe tener en cuenta son los siguientes:

- La existencia de medidas de protección contra los choques eléctricos por contacto de partes bajo tensión o contactos directos, como por ejemplo: el aislamiento de las partes activas, el empleo de envolventes , barreras, obstáculos o alejamiento de las partes en tensión.
- La existencia de medidas de protección contra choques eléctricos derivados del fallo de aislamiento de las partes activas de la instalación, es decir, contactos indirectos. Dichas medidas pueden ser el uso de dispositivos de corte automático de la alimentación tales como interruptores de máxima corriente, fusibles, o diferenciales, la utilización de equipos y materiales de clase II, disposición de paredes y techos aislantes o alternativamente de conexiones equipotenciales en locales que no utilicen conductor de protección, etc.
- La existencia y calibrado de los dispositivos de protección y señalización.
- La presencia de barreras cortafuegos y otras disposiciones que impidan la propagación del fuego, así como protecciones contra efectos térmicos.
- La utilización de materiales y medidas de protección apropiadas a las influencias externas.
- La existencia y disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones similares.
- La identificación de circuitos, fusibles, interruptores, bornes, etc.
- La correcta ejecución de las conexiones de los conductores.
- La accesibilidad para comodidad de funcionamiento y mantenimiento.

2 Verificaciones mediante medidas o ensayos.

Las verificaciones descritas en la ITC-BT-19 e ITC-BT-18 son las siguientes:

1. Medida de continuidad de los conductores de protección.
2. Medida de la resistencia de puesta a tierra.
3. Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.
4. Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección.
5. Medida de la rigidez dieléctrica.

Adicionalmente hay que considerar otras medidas y comprobaciones que son necesarias para garantizar que se han adoptado convenientemente los requisitos de protección contra choques eléctricos:

6. Medida de las corrientes de fuga
7. Medida de la impedancia de bucle.
8. Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales.
9. Comprobación de la secuencia de fases.

2.1 Medida de la continuidad de los conductores de protección y de las uniones equipotenciales principales y suplementarias.

Esta medición se efectúa mediante un ohmímetro que aplica una intensidad continua del orden de 200 mA con cambio de polaridad, y equipado con una fuente de tensión continua capaz de genera de 4 a 24 voltios de tensión continua en vacío. Los circuitos probados deben estar libres de tensión. Si la medida se efectúa a dos hilos es necesario descontar la resistencia de los cables de conexión del valor de resistencia medido.

En la figura se ilustra la medida del valor de la resistencia óhmica del conductor de protección que une dos bases de enchufe, mediante un comprobador de baja tensión multifunción, válido para otros tipos de comprobaciones, no obstante, un simple ohmímetro con medida de resistencia a dos hilos sería sufuciente para esta verificación.

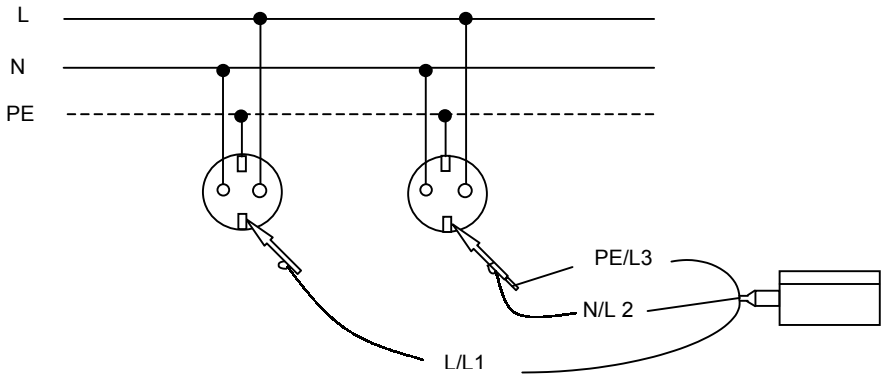


Figura 1. Medida de la resistencia de un conductor de protección.

Con la lectura del ohmímetro, y supuesta conocida la longitud de los conductores se puede deducir la sección.

La ITC-BT-38, aplicable a quirófanos y salas de intervención, requiere unos límites especiales para los valores de resistencia de los conductores de protección y de los conductores utilizados para las uniones de equipotencialidad. En concreto la impedancia entre el embarrado común de puesta a tierra de cada quirófano o sala de intervención y las conexiones a masa, o los contactos de tierra de las bases de toma de corriente, no deberá exceder de 0,2 ohmios. Además todas las partes metálicas accesibles han de estar unidas al embarrado de equipotencialidad mediante conductores de cobre aislados e independientes con una impedancia entre estas partes y el embarrado de equipotencialidad que no deberá exceder de 0,1 ohmios.

2.2 Medida de la resistencia de puesta a tierra.

Las condiciones de medida y su periodicidad se indican en la ITC-BT-18.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Estas medidas se efectúan mediante un telurómetro, que inyecta una intensidad de corriente alterna conocida, a una frecuencia superior a los 50 Hz, y mide la caída de tensión, de forma que el cociente entre la tensión medida y la corriente inyectada nos da el valor de la resistencia de puesta a tierra.

La conexión se efectúa a tres terminales tal y como se indica en la figura, de forma que la intensidad se inyecta entre E y H, y la tensión se mide entre S y ES. El electrodo de puesta a tierra está representado por R_E, mientras que las otros dos electrodos hincados en el terreno son dos picas auxiliares de unos 30 cm de longitud que se suministran con el propio telurómetro. Los tres electrodos se deben situar en línea recta.

Durante la medida, el electrodo de puesta a tierra cuya resistencia a tierra (R_E) se desea medir debe estar desconectado de los conductores de puesta a tierra. La distancia entre la sonda (S) y el electrodo de puesta a tierra (E/ES), al igual que la distancia entre (S) y la pica auxiliar (H) debe ser al menos de 20 metros. Los cables no se deben cruzar entre sí para evitar errores de medida por acoplamientos capacitivos.

La medida efectuada se puede considerar como correcta si cuando se desplaza la pica auxiliar (S) de su lugar de hincado un par de metros a izquierda y derecha en la línea recta formada por los tres electrodos el valor de resistencia medido no experimenta variación. En caso contrario es necesario ampliar la distancia entre los tres electrodos de medida hasta que se cumpla lo anterior.

Mediante telurómetros que permiten una conexión a cuatro terminales se puede medir también la resistividad del terreno.

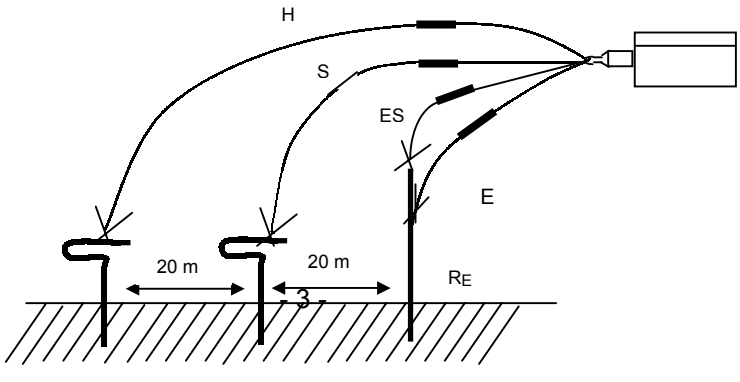


Figura 2. Medida de la resistencia de puesta a tierra R_E.

2.3 Medida de la resistencia de aislamiento de la instalación.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de protección (MBTP)	250	≥ 0,25
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1000	≥ 1,0

Tabla1. Valores mínimos de resistencia de aislamiento de una instalación.

Este aislamiento se entiende para una instalación en la cual la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que las componen no exceda de 100 metros. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en partes de aproximadamente 100 metros de longitud, bien por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores, cada una de las partes en que la instalación ha sido fraccionada debe presentar la resistencia de aislamiento que corresponda según la tabla anterior.

Cuando no sea posible efectuar el fraccionamiento citado en tramos de 100 metros, el valor de la resistencia de aislamiento mínimo admisible será el indicado en la tabla 1 dividido por la longitud total de la canalización, expresada ésta última en unidades de hectómetros.

Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro (redes T-N), se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada ésta.

Cuando la instalación tenga circuitos con dispositivos electrónicos, en dichos circuitos los conductores de fase y el neutro estarán unidos entre sí durante las medidas.

El aislamiento se medirá de dos formas distintas: en primer lugar entre todos los conductores del circuito de alimentación (fases y neutro) unidos entre sí con respecto a tierra (aislamiento con relación a tierra), y a continuación entre cada pareja de conductores activos. La medida se efectuará mediante un megóhmetro, que no es más que un generador de corriente continua, capaz de suministrar las tensiones de ensayo especificadas en la tabla anterior con una corriente de 1 mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión.

Durante la primera medida, los conductores, incluido el conductor neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual están unidos habitualmente. Es importante recordar que estas medidas se efectúan por tanto en circuitos sin tensión, o mejor dicho desconectados de su fuente de alimentación habitual, ya que en caso contrario se podría averiar el comprobador de baja tensión o megóhmetro. La tensión de prueba es la tensión continua generada por el propio megóhmetro.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a ésta el polo positivo del megóhmetro y dejando, en principio, todos los receptores conectados y sus mandos en posición “paro”, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica; los dispositivos de interrupción intercalados en la parte de instalación que se verifica se pondrán en posición de "cerrado" y los cortacircuitos fusibles instalados como en servicio normal a fin

de garantizar la continuidad eléctrica del aislamiento. Todos los conductores se conectarán entre sí incluyendo el conductor neutro o compensador, en el origen de la instalación que se verifica y a este punto se conectará el polo negativo del megóhmetro.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida resultara inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato receptor presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la norma particular del producto que le concierna o en su defecto 0,5 MΩ.

- Desconectados los aparatos receptores, la resistencia de aislamiento de la instalación es superior a lo indicado anteriormente.

La segunda medida a realizar corresponde a la resistencia de aislamiento entre conductores polares, se efectúa después de haber desconectado todos los receptores, quedando los interruptores y cortacircuitos fusibles en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida del aislamiento con relación a tierra. La medida de la resistencia de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro o compensador.

Para las instalaciones que empleen muy baja tensión de protección (MBTP) o de seguridad (MBTS) se deben comprobar los valores de la resistencia de aislamiento para la separación de estos circuitos con las partes activas de otros circuitos, y también con tierra si se trata de MBTS, aplicando en ambos casos los mínimos de la tabla1 anterior.

2.4 Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes.

Uno de los sistemas que se utiliza para la protección contra contactos indirectos en determinados locales y emplazamientos no conductores se basa en que, en caso de defecto de aislamiento básico o principal de las partes activas, se prevenga el contacto simultáneo con partes que puedan estar a tensiones diferentes, utilizando para ello suelos y paredes aislantes con una resistencia de aislamiento no inferior a:

- 50 kΩ, si la tensión nominal de la instalación no es superior a 500 V; y

- 100 kΩ, si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 V.

Estas medidas de resistencia de aislamiento tienen una aplicación singulara en las ITC-BT-27 y 38.

Según la ITC-BT-27 las bañeras y duchas metálicas deben considerarse partes conductoras externas susceptibles de transferir tesniones, y por tanto deben conectarse equipotencialmente al conductor de protección al que se conectarán también la puesta a tierra de las bases de corriente, las partes conductoras accesibles de los equipos de clase 1 que estén instalados en los volúmenes de protección 1, 2 y 3, así como cualquier otra canalización metálica que esté en el interior de estos volúmenes. Esta prescripción para bañeras y duchas metálicas no es aplicable si se demuestra que dichas partes están aisladas de la estructura y de otras partes del edificio, para lo cual la resistencia de aislamiento entre la superificie metálica de baños y duchas y la estructura del edificio debe ser como minimo de 100 kΩ.

Otro caso particular es la ITC-BT-38 sobre instalaciones eléctricas en quirófanos y salas de intervención que establece que sus suelos serán del tipo antielectrostático y su resistencia de aislamiento no deberá exceder de 1 MΩ, salvo que se asegure que un valor superior, pero siempre inferior a 100 MΩ, no favorezca la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

La resistencia de aislamiento se debe medir con un megóhmetro entre un electrodo de de unas dimensiones especificadas que se apoya sobre el suelo o la pared a medir y el conductor de protección de tierra de la instalación.

Para comprobar los valores anteriores deben hacerse al menos tres medidas en el mismo local, una de esas medidas estando situado el electrodo, aproximadamente a 1m de un elemento conductor accesible en el local. Las otras dos medidas se efectuarán a distancias superiores. Esta serie de tres medidas debe repetirse para cada superficie importante del local.

Se utilizará para las medidas un megóhmetro capaz de suministrar en vacío una tensión de unos 500 voltios de corriente continua, (1000 voltios si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 voltios).

Se pueden utilizar dos electrodos de medida (el tipo 1, o el tipo 2), aunque es recomendable utilizar el tipo 1.

El electrodo de medida tipo 1 está constituido por una placa metálica cuadrada de 250 mm de lado y un papel o tela hidrófila mojada y escurrida de unos 270 mm de lado que se coloca entre la placa y la superficie a ensayar. Durante las medidas se aplica a la placa una fuerza de 750 N o 250 N según se trate de suelo o paredes.

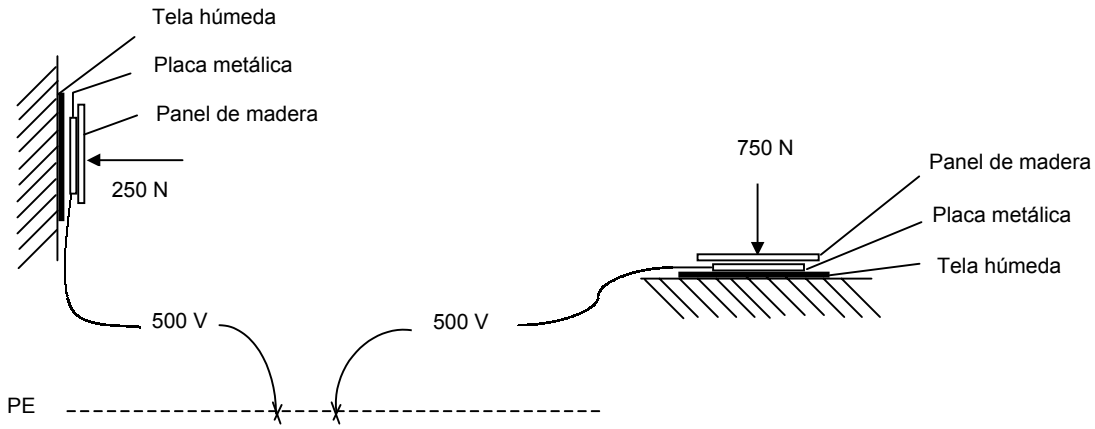


Figura 3. Medida de la resistencia de aislamiento de suelos o paredes.

El electrodo de medida tipo 2 está constituido por un triángulo metálico, donde los puntos de contacto con el suelo o parred están colocados próximos a los vértices de un triángulo equilátero. Cada una de las piezas de contacto que le sostiene, está formada por una base flexible que garantiza, cuando está bajo el esfuerzo indicado, un contacto íntimo con la superficie a ensayar de aproximadamente 900 mm^2, presentando una resistencia inferior a 5000 Ω. En este caso antes de efectuar las medidas la superficie a ensayar se moja o se cubre con una tela húmeda. Durante la medida, se aplica sobre el triángulo metálico una fuerza de 750 N o 250 N, según se trate de suelos o paredes.

2.5 Ensayo dieléctrico de la instalación.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 voltios a frecuencia industrial (50 Hz), siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro o compensador, con relación a tierra y entre conductores, salvo para aquellos materiales en los que se justifique que haya sido realizado dicho ensayo previamente por el fabricante.

Este ensayo se efectúa mediante un generador de corriente alterna de 50 Hz capaz de suministrar la tensión de ensayo requerida.

Durante este ensayo los dispositivos de interrupción se pondrán en la posición de "cerrado" y los cortacircuitos fusibles instalados como en servicio normal a fin de garantizar la continuidad del circuito eléctrico a probar.

Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

Durante este ensayo, la corriente suministrada por el generador, que es la que se fuga a tierra a través del aislamiento, no será superior para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

2.6 Medida de corrientes de fuga.

Además de la prueba de corriente de fuga del apartado anterior es conveniente efectuar para cada uno de los circuitos protegidos con interruptores diferenciales la medida de corrientes de fuga, a la tensión de servicio de la instalación y con los receptores conectados. Los valores medidos deben ser igualmente inferiores a la mitad de la sensibilidad de los interruptores diferenciales instalados para protección de cada uno de los circuitos. Mediante este método es posible detectar un circuito o receptor que presente un defecto de aislamiento o que tenga una corriente de fugas superior a la de la sensibilidad de los interruptores diferenciales de la instalación, llegando en casos extremos a disparar el o los diferenciales de protección, en cuyo caso sería necesario puentearlos para poder localizar el circuito o receptor averiado.

La medida se efectúa mediante una tenaza amperimétrica de sensibilidad mínima de 1mA, que se coloca abrazando los conductores activos (de fase y el neutro), de forma que la tenaza mide la suma vectorial de las corrientes que pasan por los conductores que abraza, si la suma no es cero la instalación tiene una intensidad de fuga que circulará por los conductores de puesta a tierra de los receptores instalados aguas abajo del punto de medida. Este tipo de pinzas suelen llevar un filtro que nos permite hacer la medida a la frecuencia de red (50Hz) o para intensidades de alta frecuencia.

No hay que confundir la corriente de defecto con la corriente de fuga, ya que esta última se da en mayor o menor medida en todo tipo de receptores en condiciones normales de funcionamiento, sobre todo en receptores que lleven filtros para combatir interferencias, como los formados por condensadores conectados a tierra . Un ejemplo son los balastos electrónicos de alta frecuencia asociados a los tubos fluorescentes.

2.7 Medida de la impedancia de bucle.

La medida del valor de la impedancia de bucle es necesaria para comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas de protección basados en la utilización de fusibles o interruptores automáticos en sistemas de distribución TN, e IT principalmente.

Estos sistemas de protección requieren determinar la intensidad de cortocircuito prevista fase tierra, para comprobar que para ese valor de intensidad de cortocircuito el tiempo de actuación del dispositivo de protección de máxima intensidad es menor que un tiempo especificado. Este tiempo depende del esquema de distribución utilizado y de la tensión nominal entre fase y tierra, U_0, de la instalación, tal y como se especifica en la ITC-BT-24.

U_0 (V)	**Tiempos de interrupción (s)**
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Tabla 2. Tiempos de interrupción máximos especificados para esquemas TN.

Tensión nominal de la instalación (U_0/U)	**Tiempo de interrupción (s)**	
	Neutro no distribuido	Neutro distribuido

230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Tabla 3. Tiempos de interrupción máximos especificados para esquemas IT (después de un primer defecto).

Los parámetros que intervienen en estas comprobaciones son los siguientes:

Z_s es la impedancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente. Para el esquema TN de la siguiente figura se tendría que: $Z_s = (R1+R2) + j\,(XL1 + XL2)$.

$$|Z_S| = \sqrt{(R1+R2)^2 + (XL1+XL2)^2}$$

U_0 es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

I_{cc} es la corriente prevista de cortocircuito a tierra ($I_{cc} = U_0 / Z_s$)

I_a es la corriente de actuación del dispositivo de protección por máxima intensidad.

Se debe cumplir que: $I_a \leq I_{cc}$, además la característica tiempo-corriente del interruptor debe garantizar su actuación en tiempos inferiores a los establecidos en las tablas.

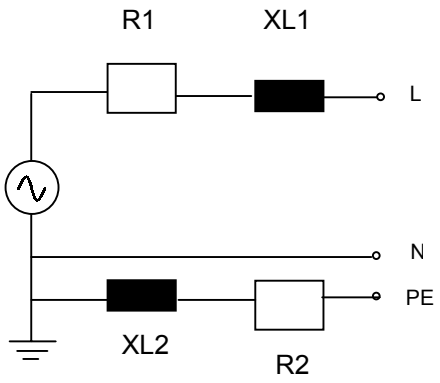


Figura 4. Concepto de impedancia de bucle de una instalación.

Los medidores de impedancia de bucle son instrumentos que miden directamente el valor de esta impedancia y que calculan mediante un procesador el valor de la intensidad de cortocircuito prevista. Durante este tipo de medidas es necesario puentear provisionalmente cualquier interruptor diferencial instalado aguas arriba del punto de prueba. Esta medida se debe efectuar con la instalación en tensión. Como estas medidas se efectúan a dos hilos es necesario descontar la resistencia de los cables de conexión de la medida.

Además de la medida de la impedancia de bucle entre fase y tierra (L-PE), también es posible mediante estos instrumentos determinar la impedancia de bucle entre cualquier fase y el conductor neutro (L-N), así como entre dos fases cualesquiera para instalaciones trifásicas.

El principio de funcionamiento de un medidor de impedancia de bucle consiste en cargar el circuito en el punto de prueba mediante una resistencia calibrada que se conecta durante un tiempo muy breve del orden de milisegundos, de forma que circula una intensidad conocida. El instrumento mide la

tensión tanto antes como durante el tiempo que circula la corriente, siendo la diferencia entre ambas, la caída de tensión en el circuito ensayado, finalmente el cociente entre la caída de tensión y el valor de la intensidad de carga nos da el valor de la impedancia de bucle.

2.8 Medida de la tensión de contacto y comprobación de los interruptores diferenciales.

Cuando el sistema de protección contra los choques eléctricos está confiado a interruptores diferenciales, como es habitual cuando se emplean sistemas de distribución del tipo T-T se debe cumplir la siguiente condición:

$$R_A \times I_a \leq U$$

Donde:

R_A es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a es la corriente diferencial - residual asignada del diferencial.

U es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

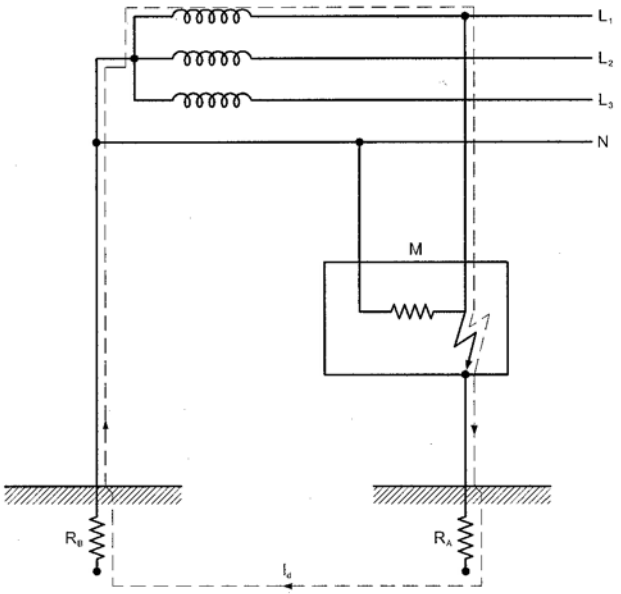


Figura 5. Instalación TT con un defecto a tierra.

Para garantizar la seguridad de la instalación se tienen que dar dos condiciones, la primera que la tensión de contacto que se pueda presentar en la instalación en función de los diferenciales instalados sea menor que el valor límite convencional (50 V ó 24 V), y la segunda que los diferenciales funcionen correctamente.

a) Medida de la tensión de contacto.

En la práctica los medidores de impedancia de bucle que sirven también para medir el valor de la tensión de contacto no suelen ser capaces de medir únicamente el valor de la resistencia R_A, sino que miden el valor de la impedancia de todo el bucle indicado en la figura anterior incluyendo la resistencia de tierra del centro de transformación (R_B), de forma que se obtiene un valor superior al

valor buscado de R_A. Finalmente el medidor multiplica este valor por la intensidad asignada del interruptor diferencial que nosotros hayamos seleccionado para obtener así la tensión de contacto:

$$U_c = Z_s \cdot I_a$$

Donde:

U_c : Tensión de contacto calculada por el medidor

Z_s : impedancia de bucle de defecto (mayor que la resistencia de puesta a tierra R_A)

I_a : intensidad diferencial asignada que hemos programado en el medidor.

Como la impedancia de bucle es siempre mayor que la de puesta a tierra el valor de la tensión de contacto medida siempre será mayor que el valor real y estaremos del lado de la seguridad. Obviamente la instalación es segura si la tensión de contacto medida es menor que la tensión de contacto límite convencional.

b) Comprobación de los interruptores diferenciales.

La comprobación de diferenciales requiere de un aparato capaz de inyectar a través del diferencial bajo prueba una corriente de fugas especificada y conocida que según su valor deberá hacer disparar al diferencial. Para hacer la prueba el comprobador se conecta en cualquier base de enchufe aguas abajo del diferencial en ensayo, estando la instalación en servicio. Además cuando dispare el diferencial el comprobador debe ser capaz de medir el tiempo que tardó en disparar desde el instante en que se inyectó la intensidad de fugas.

Normalmente estos equipos inyectan una corriente senoidal, pero para comprobar algunos diferenciales especiales a veces es necesario también que sean capaces de inyectar corriente alterna rectificada de media onda o una corriente continua.

Las pruebas habituales para comprobar el funcionamiento de un diferencial del tipo general son las siguientes:

- Se inyecta una intensidad mitad de la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de 0º, y el diferencial no debe disparar.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180º y el diferencial no debe disparar.
- Se inyecta una intensidad igual la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de 0º, y el diferencial debe disparar en menos de 200 ms.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180º y el diferencial debe disparar en menos de 200 ms.
- Se inyecta una intensidad igual al doble de la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de 0º, y el diferencial debe disparar en menos de 150 ms.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180º y el diferencial debe disparar en menos de 150 ms.
- Se inyecta una intensidad igual a cinco veces la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de 0º, y el diferencial debe disparar en menos de 40 ms.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180º y el diferencial debe disparar en menos de 40 ms.

Para los diferenciales selectivos del tipo S las pruebas tienen otros límites de aceptación.

2.9 Comprobación de la secuencia de fases.

Esta comprobación se efectúa mediante un equipo específico o utilizando un comprobador multifunción de baja tensión que tenga esta capacidad. Esta medida es necesaria por ejemplo si se van a conectar motores trifásicos, de forma que se asegure que la secuencia de fases es directa antes de conectar el motor.

Servicio y Gestión al Instalador (S.G.I.)

EJEMPLO DE TABLA EN SERVICIOS WEB: www.plcmadrid.es/área técnica/el esquemario/formularios

POTENCIAS DE CONTRATACIÓN NORMALIZADAS.													
I.C.P.	1,5 A	3 A	3,5 A	5 A	7,5 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A
MONOFÁSICO 230 V	345 W	690 W	805 W	1150 W	1725 W	2300 W	3680 W	4600 W	5750 W	7360 W	9200 W	11500 W	14490 W
TRIFÁSICO 400V	1039 W	2078 W	2425 W	3464 W	5196 W	6928 W	11085 W	13856 W	17321 W	22170 W	27713 W	34641 W	43648 W
INTENSIDAD DEL INTERRUPTOR GENERAL AUTOMATICO (I.G.A.)	25 A												
	32 A												
	40 A												
	50 A												
	63 A												

I.C.P.: Interruptor de Control de Potencia

La potencia máxima de contratación la fija el valor de la intensidad del Interruptor general automático (IGA), el cuál está en relación con la sección de la derivación Individual (D.I)

Ejemplo:

Un usuario cuya instalación disponga de un IGA de 50 A podrá contratar hasta 11.500 W en Monofásico y hasta 34.641 W en trifásico.

Nota.- Se recuerda que los conductores de todas las derivaciones individuales, deberán ser libres de halógenos del tipo (Z1-K)

¿Qué es S.G.I.?

Servicio y Gestión al Instalador es un servicio innovador y de calidad, orientado a cubrir las necesidades de información, formación y asesoramiento técnico integral, dentro del sector eléctrico y muy especialmente entre los instaladores electricistas con inquietud y ánimo de superación. El objetivo primordial es ofrecer servicios y gestiones que hagan el trabajo del instalador más cómodo y productivo, evitando incómodos desplazamientos e innumerables gestiones.

Entre los servicios que PLC Madrid ofrece en esta área destacamos:

Asesoramiento técnico. Con este servicio **dispondrás del mejor equipo de profesionales a tu servicio**, que te asesorará de forma personal, telefónicamente o por correo electrónico en todo lo relativo a instalaciones eléctricas, cálculo, normativa y reglamentación, tramitación y confección de certificados de instalación y memorias técnicas de diseño e **inspecciones OCAS** . Y un servicio de asesoramiento en informática (informática cero) especialmente pensado para todos aquellos que no dispongáis de conocimiento en este campo, dado que el ordenador es nuestro "**alicate universa**l", y por tanto, imprescindible para cualquier Instalador Electricista.

Servicios Web. Te ofrecemos un área de **servicio de descarga exclusivo para abonados** donde podrás conseguir, multitud de esquemas de instalaciones de interior, automatismos, relés programables, autómatas, así como software técnico para distintas aplicaciones (iluminación, protecciones, presupuestos, esquemática, etc.)

El servicio también incluye una **cuenta de correo electrónico personal**, que te permitirá entre otras cosas mantenerte informado de todas las novedades, cambios de normativa y reglamentación eléctrica, así como una comunicación más ágil y una respuesta inmediata a tus consultas.

También te ofrecemos un **espacio web para promocionar tu empresa**. Otro aspecto importante de este servicio son los **Foros Técnicos "exclusivos**" reservados a instaladores. Estos foros pretenden ser un punto de encuentro de instaladores, donde se traten los temas más candentes y que más preocupan al sector, tales como REBT, ICT's, domótica, energía solar, automatismos eléctricos, máquinas eléctricas, etc.

Catálogos y tarifas de precios. Este servicio te ofrece el envío a domicilio de los catálogos generales y tarifas de precios actualizadas de los fabricantes de material eléctrico más representativos de España. Estas gestiones te supondrán un ahorro importante de tiempo, nosotros lo hacemos por ti.

Jornadas técnicas y cursos gratuitos. Te garantizamos como mínimo una jornada técnica o curso gratuito cada año, a elegir por el abonado, de la lista oficial de cursos y jornadas técnicas que PLC Madrid expone al público en su sede social y en su página web. Pudiendo asistir a más de un curso o jornada, en función de la ocupación de plazas.

Descuentos especiales. Todos los abonados al SGI, disponen de un 10 % de descuento en la compra de libros en nuestra librería, y "vales descuento" para la adquisición de equipos de medida, así como promociones especiales.

Software de certificación de instalaciones eléctricas. El servicio incluye de forma gratuita un programa informático para la confección de los **certificados de instalación y las memorias técnicas de diseño** para la Comunidad de Madrid.

¿Y el precio de S.G.I.?

El abono anual de este servicio es de 60 Euros.
La forma de pago: Domiciliación bancaria.

HOJA DE SUSCRIPCIÓN ANUAL AL SERVICIO S.G.I. = 60 € (I.V.A. no inc.)

Rellene este formulario y envíelo por correo o fax a:

P.L.C. MADRID S.L.U. C/ Toledo,176 28005-Madrid FAX: 913 664 655 Tfno: 913 660 063

EMPRESA o
NOMBRE Y APELLIDOS: _____ C.I.F./ N.I.F.: _____

DIRECCIÓN: _____ C.P.: _____

POBLACIÓN: _____ PROVINCIA: _____

PERSONA INSCRITA _____ TFNO: _____

DATOS BANCARIOS DE DOMICILIACIÓN DE CARGOS . C.C.C.

ENTIDAD				OFICINA				D.C.		Nº DE CUENTA									

Firma autorizada: D./ña. _____

Autorizo a la mencionada entidad bancaria a pagar de mi cuenta indicada los recibos presentados al cobro por P.L.C. MADRID S.LU.

"En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le informamos que los datos facilitados A EXCEPCIÓN DE LOS BANCARIOS, se incluirán en sendos ficheros automatizados propiedad de P.L.C. Madrid S.L.U. y DE SUS EMPRESAS COLABORADORAS, a efectos de ENVÍO DE CATÁLOGOS E INFORMACIÓN TÉCNICA DEL SECTOR ELECTRICO, que se conservarán y tratarán de acuerdo a la legislación vigente. En cualquier momento podrá ejercitar sus derechos de acceso, rectificación o cancelación, dirigiéndose por escrito a c/ Toledo 176, 28005 Madrid."