

# Capítulo B Generalidades





---

## Generalidades

Para estudiar una instalación eléctrica, el conocimiento de la reglamentación y la normativa vigente es un paso previo imprescindible.

La forma de trabajo de los receptores (en régimen normal, al arranque, los factores de simultaneidad, etc.), su localización en las plantas del edificio y sus valores, permiten realizar un balance de las potencias instaladas, de la potencia total necesaria, de la potencia de contratación y analizar el tipo de contratación más adecuado.



## Generalidades

### 1. Balance de potencias

1.1. La potencia instalada .....	B/11
----------------------------------	------

### 2. La legislación y las reglas del buen hacer

2.1. Las instalaciones eléctricas de BT .....	B/13
Las directivas comunitarias asumidas por el estado .....	B/13
El reglamento de BT, de obligado cumplimiento .....	B/13
Las normas europeas UNE-EN .....	B/13
Las normas de las empresas suministradoras de energía ..	B/13
Las normas de los entes con capacidad normativa .....	B/13
Exposición .....	B/13
Comentario .....	B/14
2.2. Conformidad de los materiales .....	B/14
Conformidad .....	B/14
Atestación de la conformidad .....	B/15
Un ente reconocido, con marca propia .....	B/15
Un certificado de conformidad a norma, expedido por un laboratorio oficial .....	B/15
Declaración de conformidad .....	B/15
Certificación de aseguramiento de la calidad .....	B/15
El modelo 3 .....	B/15
El modelo 2 .....	B/15
El modelo 1 .....	B/16
El marcado <b>CE</b> .....	B/16
El cumplimiento de la reglamentación europea .....	B/16
Aplicación del marcado <b>CE</b> a los productos .....	B/16
Reflexiones sobre la normativa y el mercado .....	B/17
¿Qué es el marcado <b>CE</b> ? .....	B/17
Un cliente me ha pedido una Declaración <b>CE</b> de Conformidad de un producto. ¿Dónde puedo obtenerla? .....	B/17
¿Qué directivas afectan directamente al material eléctrico de BT? .....	B/17
¿Cómo afecta a los componentes eléctricos la Directiva de Máquinas DM? .....	B/17
¿En qué nivel se encuentra la Directiva de Productos de Construcción DPC? .....	B/17
¿El marcado <b>CE</b> es asimilable a una marca de calidad? .....	B/17
¿Por qué no debe utilizarse el marcado <b>CE</b> como argumento comercial? .....	B/18
Los productos de las marcas Schneider Electric ¿cuándo incorporarán el marcado <b>CE</b> ? .....	B/18
¿El marcado <b>CE</b> se aplicará en los países no europeos? .....	B/18
Conclusiones .....	B/18
2.3. ¿Quién puede realizar las instalaciones eléctricas? .....	B/18
Categoría básica (IBTB) .....	B/19
Categoría especialista (IBTE) .....	B/19
Deberes a cumplir por los instaladores en sus actuaciones .....	B/19

2.4. Legalización de las instalaciones .....	B/20
La tramitación de las instalaciones .....	B/20
Valoración de la importancia de una instalación o modificación .....	B/21
Instalaciones de nueva planta que necesitan proyecto .....	B/21
Modificaciones y ampliaciones que necesitan proyecto .....	B/22
Instalaciones de nueva planta que necesitan memoria técnica .....	B/22
Ejecución y tramitación de las instalaciones .....	B/23
Puestas en servicio .....	B/24
Verificaciones .....	B/24
Verificaciones previas a las puestas en servicio .....	B/25
Verificaciones periódicas .....	B/25
Procedimientos para las verificaciones .....	B/25
Favorable .....	B/26
Condicionada .....	B/26
Negativa .....	B/26
Concepto de severidad del defecto .....	B/26
Defecto leve .....	B/26
Defecto grave .....	B/26
Defecto muy grave .....	B/27
Realización de las verificaciones .....	B/27
Inspección ocular .....	B/27
Continuidad de los conductores .....	B/28
Verificación del aislamiento .....	B/30
La rigidez dieléctrica .....	B/31
Medición de la resistencia entre las paredes y los suelos y el conductor de protección (tierra) .....	B/31
Medición de la impedancia de los bucles de defecto para regímenes TN .....	B/32
Comprobación de las protecciones contra contactos indirectos y fugas (interruptores diferenciales) .....	B/33
Medida de la resistencia de la toma de tierra .....	B/33
Comprobación de las bases de toma de corriente .....	B/34

### 3. Los receptores

3.1. Los motores asíncronos .....	B/35
La potencia .....	B/35
Intensidad absorbida .....	B/37
Circuito monofásico .....	B/37
Circuito trifásico .....	B/37
La intensidad de arranque .....	B/37
Motores de jaula (arranque directo) .....	B/37
Motores de anillos (arranque directo) .....	B/37
Motores de corriente continua .....	B/37
La compensación de la energía inductiva (fluctuante) por energía capacitiva .....	B/37
3.2. Motores de corriente continua .....	B/37
La intensidad de arranque .....	B/38
La intensidad media .....	B/38
Variadores de velocidad para motores de c.c. ....	B/38
3.3. Elementos de calefacción y lámparas incandescentes normales o halógenas .....	B/39

La potencia absorbida .....	B/39
En carga monofásica .....	B/39
En carga trifásica .....	B/39
Resistencias calefactoras .....	B/39
Las lámparas incandescentes .....	B/40
Funcionamiento regulado .....	B/40
Instalación .....	B/40
Lámparas luminicas, potencias y rendimientos luminosos, características .....	B/41
Cambio de lámparas .....	B/43
3.4. Lámparas de descarga .....	B/43
Lámparas de descarga compacta .....	B/43
Lámparas de descarga de alta intensidad .....	B/44
Balastos para las lámparas HID .....	B/45
Balastos electrónicos .....	B/45
Balastos electromagnéticos (reactancias impregnadas) .....	B/45
Balastos electromagnéticos (reactancias encapsuladas) .....	B/47
Balastos electromagnéticos (reactancias blindadas) .....	B/47
3.5. Lámparas fluorescentes .....	B/50
Lámparas convencionales .....	B/50
Áreas de aplicación especial .....	B/50
Lámparas compactas - No integradas .....	B/51
Lámparas fluorescentes compactas - Integradas .....	B/51
Balastos para lámparas fluorescentes .....	B/54
Balastos electrónicos para lámparas fluorescentes .....	B/54
Balastos electromagnéticos .....	B/62
3.6. Tablas simplificadas del consumo de lámparas de descarga y tubos fluorescentes, estándar y compactos .....	B/62
La intensidad absorbida .....	B/62
Tubos fluorescentes .....	B/63
Lámparas fluorescentes compactas .....	B/63
Lámparas de descarga .....	B/64

## 4. Potencia de una instalación

La potencia instalada .....	B/67
La potencia absorbida .....	B/67
La potencia de contratación necesaria .....	B/67
4.1. Los suministros .....	B/67
Suministros normales .....	B/67
Suministros complementarios .....	B/67
Qué comprende un suministro complementario .....	B/67
Suministro de socorro .....	B/68
Suministro de reserva .....	B/68
Suministro duplicado .....	B/68
4.2. Potencia instalada .....	B/68
4.3. Potencia absorbida y potencia nominal o activa .....	B/68
La potencia absorbida por un receptor .....	B/68
La potencia nominal o activa .....	B/68
La potencia fluctuante .....	B/69

4.4. Potencia de utilización .....	B/69
Factor de utilización $k_u$ (Fu) .....	B/69
Factor de simultaneidad $k_s$ (Fs) .....	B/70
4.5. Previsión de la potencia en las viviendas, locales comerciales e industrias .....	B/71
Previsión de electrificación en las viviendas .....	B/71
Grado de electrificación básico .....	B/71
Electrificación elevada .....	B/72
Previsión de electrificación en edificios de viviendas .....	B/72
Carga correspondiente a cada ascensor según la NTE/IEB/1974 .....	B/72
La electrificación de los locales comerciales y/o de oficinas .	B/72
La electrificación de los garajes .....	B/72
Previsión de electrificación en edificios comerciales o de oficinas .....	B/73
Previsión de electrificación en edificios para una concentración de industrias .....	B/73
Tensión de los suministros .....	B/73
Suministros monofásicos .....	B/73
Suministros trifásicos .....	B/73
Cálculo de la potencia de un grupo de viviendas unifamiliares pareadas .....	B/73
Ejemplo de cálculo .....	B/73
Cálculo de la potencia de una urbanización rural .....	B/73
Ejemplo de cálculo .....	B/74
Cálculo de la potencia de un bloque de viviendas y locales comerciales .....	B/75
Descripción del edificio .....	B/75
Ejemplo de cálculo .....	B/75
Cálculo de la potencia de un bloque de oficinas y locales comerciales, con tres plantas de sótanos para aparcamientos y servicios generales .....	B/76
Descripción del edificio .....	B/76
Estimación de la potencia $W/m^2$ en función de la utilización prevista para cada abonado .....	B/77
Cálculo de la potencia para cada abonado y total .....	B/79
Potencia total edificio .....	B/81
Cálculo de la potencia de una instalación para usos industriales .....	B/82
Previsión de potencias de una instalación para usos industriales .....	B/82
El factor de simultaneidad .....	B/83
Ejemplo .....	B/83
Descripción de la industria .....	B/83
Cuadro resumen del proceso de cálculo de la potencia de una industria, método utilizado por la Norma UNE .....	B/90

## Tablas

### 2. La legislación y las reglas del buen hacer

B2-002: tabla del alcance de las nuevas instalaciones con proyecto .	B/21
B2-011: valores de resistencia de aislamiento de las instalaciones ...	B/30

**3. Los receptores**

B3-001: tabla de los valores de las potencias e intensidades de los motores asíncronos, con el factor de potencia sin compensar ..... B/35

B3-002: tabla de los valores de las potencias e intensidades de los motores asíncronos, con el factor de potencia compensado ..... B/36

B3-004: tabla de variadores de velocidad c.c. Telemecanique ..... B/38

B3-005: tabla de las intensidades absorbidas para las resistencias calefactoras y las lámparas incandescentes ..... B/39

B3-006: características de las lámparas de incandescencia ..... B/41

B3-010: lámparas destinadas al alumbrado ..... B/46

B3-011: características de los balastos para las lámparas HID ..... B/48

B3-012: lámparas fluorescentes ..... B/52

B3-013: balastos para tubos y lámparas fluorescentes ..... B/55

B3-014: lámparas fluorescentes no integradas ..... B/61

B3-015: lámparas fluorescentes integradas ..... B/61

B3-016: intensidad absorbida por los tubos fluorescentes clásicos (220/240 V-50 Hz) ..... B/63

B3-017: tabla de las intensidades absorbidas por las lámparas fluorescentes compactas ..... B/63

B3-018: intensidad absorbida por las lámparas de descarga ..... B/64

**4. Potencia de una instalación**

B4-002: coeficientes de simultaneidad en los bloques de viviendas .. B/70

B4-003: factores de simultaneidad para los servicios generales ..... B/70

B4-004: potencias y tamaños de los ascensores en función del número de paradas y ocupantes, según NTE/IEB/1974 ..... B/72

B4-005: tabla de estimación de consumos en instalaciones industriales, comerciales y grandes espacios ..... B/82

B4-006: tabla de coeficientes de simultaneidad de UNE en la concentración de circuitos ..... B/83

B4-007: esquema resumen del proceso de cálculo de la potencia de una industria, de un almacén, de un local comercial o de unas oficinas ..... B/90

**Figuras, esquemas y diagramas**

**2. La legislación y las reglas del buen hacer**

B2-001: marca **CEE** ..... B/16

B2-003: conexión en zonas pintadas con arandelas de presión para romper la pintura ..... B/28

B2-004: conexión de zonas conductoras y pintadas con arandelas a presión y tuercas dentadas ..... B/28

B2-005: conexión de partes móviles ..... B/28

B2-006: conexión a pernos roscados ..... B/28

B2-007: comprobación de la continuidad en los conductores activos, fase ..... B/29

B2-008: comprobación de la continuidad en el conductor neutro .... B/29

B2-009: comprobación de la continuidad en el conductor de protección ..... B/29

B2-010: comprobación de la continuidad en los conductores activos sin tensión ..... B/29

B2-012: comprobación del aislamiento entre conductores activos... B/31

B2-013: comprobación del aislamiento entre conductores activos y conductor de protección .....	B/31
B2-014: comprobación de la resistencia entre paredes y suelos y el conductor de protección .....	B/32
B2-015: comprobación de la impedancia del circuito de defecto para regímenes TN .....	B/32
B2-016: comprobación de la corriente de fuga .....	B/33
B2-017: comprobación de la resistencia de la puesta a tierra .....	B/33

### 3. Los receptores

B3-003: esquema de un variador de velocidad de poca potencia ...	B/38
B3-007: diagrama de la relación de la tensión con el flujo y la vida útil .....	B/42
B3-008: instalación con conexiones en red .....	B/43
B3-009: instalación con caja de bornes .....	B/43

### 4. Potencia de una instalación

B4-001: correlación vectorial de las potencias .....	B/69
--	------

## Reglamento electrotécnico para BT e Instrucciones Técnicas Complementarias. Hojas de interpretación

### 2. La legislación y las reglas del buen hacer

#### Instaladores autorizados y empresas instaladoras autorizadas en Baja Tensión. ITC-BT-03

1. Objeto .....	B/91
2. Instalador autorizado en baja tensión .....	B/91
3. Clasificación de instaladores autorizados en baja tensión .....	B/91
3.1. Categoría básica (IBTB) .....	B/91
3.2. Categoría especialista (IBTE) .....	B/91
4. Certificado de cualificación individual en baja tensión .....	B/92
4.1. Concepto .....	B/92
4.2. Requisitos .....	B/92
4.3. Concesión y validez .....	B/93
5. Autorización como instalador en baja tensión .....	B/93
5.1. Requisitos .....	B/93
5.2. Concesión y validez .....	B/94
6. Actuaciones de los instaladores autorizados en baja tensión en comunidades autónomas distintas de aquella donde obtuvieron el certificado.....	B/95
7. Obligaciones de los instaladores autorizados en baja tensión ....	B/95
Apéndice .....	B/97

#### Documentación y puesta en servicio de las instalaciones ITC-BT-04

1. Objeto .....	B/98
2. Documentación de las instalaciones .....	B/98
2.1. Proyecto .....	B/98
2.2. Memoria técnica de diseño .....	B/98
3. Instalaciones que precisan proyecto .....	B/99
4. Instalaciones que requieren memoria técnica de diseño .....	B/100
5. Instalaciones que precisan proyecto .....	B/100
6. Puesta en servicio de las instalaciones .....	B/102

**Verificaciones e inspecciones ITC-BT-05**

1. Objeto .....	B/103
2. Agentes intervinientes .....	B/103
3. Verificaciones previas a la puesta en servicio .....	B/103
4. Inspecciones .....	B/103
4.1. Inspecciones iniciales .....	B/103
4.2. Inspecciones periódicas .....	B/104
5. Procedimiento .....	B/104
6. Clasificación de defectos .....	B/105
6.1. Defecto muy grave .....	B/105
6.2. Defecto grave .....	B/105
6.3. Defecto leve .....	B/106

**Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales ITC-BT-19**

1. Campo de aplicación .....	B/107
2. Prescripciones de carácter general .....	B/107
2.1. Regla general .....	B/107
2.2. Conductores activos .....	B/107
2.2.1. Naturaleza de los conductores .....	B/107
2.2.2. Sección de los conductores. Caídas de tensión .....	B/107
2.2.4. Identificación de conductores .....	B/108
2.4. Subdivisión de las instalaciones .....	B/108
2.5. Equilibrio de cargas .....	B/108
2.6. Posibilidad de separación de la alimentación .....	B/109
2.9. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica .....	B/109

**4. Potencia de una instalación**

**Previsión de cargas para suministros en baja tensión ITC-BT-10**

1. Clasificación de los lugares de consumo .....	B/112
2. Grado de electrificación y previsión de la potencia en las viviendas .....	B/112
2.1. Grado de electrificación .....	B/112
2.1.1. Electrificación básica .....	B/112
2.1.2. Electrificación elevada .....	B/112
2.2. Previsión de potencia .....	B/112
3. Carga total correspondiente a un edificio destinado preferentemente a viviendas .....	B/112
3.1. Carga correspondiente a un conjunto de viviendas .....	B/113
3.2. Carga correspondiente a los servicios generales .....	B/113
3.3. Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas ..	B/113
3.4. Cargas correspondientes a los garajes .....	B/113
4. Carga total correspondiente a edificios comerciales, de oficinas o destinados a una o varias industrias .....	B/113
4.1. Edificios comerciales o de oficinas .....	B/114
4.2. Edificios destinados a concentración de industrias .....	B/114
5. Previsión de cargas .....	B/114
6. Suministros monofásicos .....	B/114



# 1. Balance de potencias

## 1.1. La potencia instalada

Para estudiar una instalación eléctrica, el conocimiento de la reglamentación y la normativa vigente es un paso previo imprescindible.

La forma de trabajo de los receptores (en régimen normal, al arranque, los factores de simultaneidad, etc.), su localización en las plantas del edificio y sus valores, permiten realizar un balance de las potencias instaladas, de la potencia total necesaria, de la potencia de contratación y analizar el tipo de contratación más adecuado.



## 2. La legislación y las reglas del buen hacer

### 2.1. Las instalaciones eléctricas de BT

Las instalaciones eléctricas de BT están sometidas a un conjunto de textos, reglamentarios, legislativos y normativos, que podríamos clasificar en cinco niveles:

#### Las directivas comunitarias asumidas por el estado:

La directiva de DBT. 73/23/CEE.

La directiva de responsabilidad civil. 85/374/CEE.

La directiva de DCEM. 89/336/CEE.

La directiva de la seguridad en las máquinas DM. 89/392/CEE.

La directiva social. 89/655/CEE.

**El reglamento de BT, de obligado cumplimiento, y el REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.**

#### Las normas europeas UNE-EN

Son consultivas y tienen carácter de complemento al reglamento en los vacíos de éste (por ejemplo: normas de apartamento), de las cuales no se puede esgrimir ignorancia una vez publicadas en el BOE.

**Las normas de las empresas suministradoras de energía, o los entes creados para tal fin.**

**Las normas de los entes con capacidad normativa: autonómicos, municipales, ministeriales...**

Generalitat de Catalunya: *“Decret 329/2001, de 4 de desembre, pel qual s’aprova el Reglament del subministrament elèctric”*.

De la directiva de responsabilidad civil (85/374/CEE) promulgada en la Ley 22/1994 del 6 de julio (BOE n.º 161-15797), este autor desea efectuar unos comentarios relacionados con las instalaciones eléctricas, con el fin de relacionar la directiva con la normativa.

#### Exposición

...

Artículo 2. Concepto legal de producto (consideración genérica de producto).

...

2. Se consideran productos el gas y la electricidad.

Artículo 3. Concepto legal de producto defectuoso.

3.1. Se entenderá por producto defectuoso aquel que no ofrezca la seguridad que cabría legítimamente esperar, teniendo en cuenta todas las circunstancias y, especialmente, su presentación, el uso razonablemente previsible del mismo y el momento de su puesta en circulación.

3.2. En todo caso, un producto es defectuoso si no ofrece la seguridad normalmente dada por los demás ejemplares de la misma serie.

3.3. Un producto no podrá considerarse defectuoso por el solo hecho de que tal producto se ponga posteriormente en circulación de forma más perfeccionada.

...

Artículo 11. Límite total de la responsabilidad.

En el régimen de responsabilidad previsto en esta Ley, la responsabilidad civil global del fabricante o importador por muerte y lesiones personales causadas por productos idénticos que presenten el mismo defecto tendrá como límite la cuantía de 10.500.000.000 de pesetas (63.106.270 euros).

...

Disposición adicional única. Responsabilidad del suministrador.

El suministrador del producto defectuoso responderá, como si fuera el fabricante o el importador, cuando haya suministrado el producto a sabiendas de la existencia del defecto. En este caso, el suministrador podrá ejercitar la acción de repetición contra el fabricante o importador.

Disposición final cuarta. Entrada en vigor.

Esta Ley entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

(Publicado en el BOE n.º 161 del jueves 7 de julio de 1994.)

### Comentario

La normativa internacional tiende a definir las normas de los productos de forma que facilite efectuar el control en su certificación y un seguimiento de producción, para poder detectar y corregir las posibles desviaciones. Las producciones seriadas y controladas permiten atender con eficacia la normativa y facilitan el cumplimiento de esta directiva, disminuyendo el riesgo de la responsabilidad civil por productos defectuosos.

Los productos de diseño único nos obligan a realizar los ensayos de certificación para comprobar los conceptos de seguridad de las Directivas Comunitarias de BT. Ensayos que en función del producto pueden ser más costosos que el propio producto, pero colaborarán a mitigar la responsabilidad civil en su caso.

Cada día es más necesario utilizar productos seriados y certificados. Destimemos los hábitos de confección de productos únicos, adaptados a una necesidad, y procuremos adaptar las necesidades a los productos de mercado certificados.

## 2.2. Conformidad de los materiales

*En las instalaciones de BT deben ser utilizados materiales conformes a las directivas y a las normas correspondientes.*

### Conformidad

La directiva europea de BT fija las exigencias esenciales de seguridad para los materiales eléctricos de BT, pero no es la única a cumplir para una correcta instalación.

Cada estado miembro debe transcribir las directivas a su régimen legal.

En el caso de España fueron transcritas tal como indicamos en el apartado "2.1. Las directivas asumidas por el Estado Español".

El cumplimiento de las directivas queda garantizado por el cumplimiento de las normas europeas o nacionales, en España las UNE.

Las normas europeas EN, publicadas en el BOE, sustituyen a las normas nacionales correspondientes. Así mismo, publicadas en cada país de la UE, con el mismo texto y referencia europea, con el añadido de las siglas propias: en España (UNE-EN).

*Esta conformidad se puede obtener de diferentes formas.*

### **Atestación de la conformidad**

La conformidad de un material a norma puede ser efectuada por:

#### **Un ente reconocido, con marca propia**

En España AENOR y la marca **N**.

#### **Un certificado de conformidad a norma, expedido por un laboratorio oficial de la red nacional.**

#### **Una declaración de conformidad del fabricante de cumplimiento a la directiva correspondiente**

### **Declaración de conformidad**

Para los materiales destinados a ser utilizados por personal cualificado, la declaración del fabricante es el procedimiento más utilizado (declaración dentro de la información técnica y refrendada por la propia marca del fabricante en el producto).

En caso de duda sobre la competencia del constructor, un organismo de control o defensa del consumidor puede solicitar un certificado de ensayo del producto, de conformidad a la norma correspondiente, a un laboratorio oficial de la red de laboratorios estatal.

*Las normas definen tres modelos o métodos de asegurar la calidad, que corresponden a tres situaciones diferentes de niveles de calidad.*

### **Certificación de aseguramiento de la calidad**

Un laboratorio que ensaya los prototipos de un material no puede atestiguar la conformidad a la calidad de la producción seriada, simplemente efectúa los ensayos tipo.

Solamente el fabricante, con un sistema de seguimiento del control de la calidad, puede certificar que su producción está acorde con los prototipos certificados.

Controles periódicos del ente certificador sobre los productos de mercado y o almacén atestiguan la conservación o no de la conformidad a norma inicial.

Para demostrar que el proceso de control de calidad especificado por el fabricante es suficiente, está actualizado y es utilizado correctamente conforme a las normas ISO 9000 o EN 29000, el centro de producción del producto debe estar certificado por un ente competente de acuerdo a dichas normas. Estos certificados son de tres niveles:

**El modelo 3** define cómo asegurar la calidad por el control final del producto.

**El modelo 2**, control final del producto por muestreo y control del proceso de fabricación.

*Ejemplo:* los fusibles. Un control del 100% de la producción eliminaría la producción (se fundirían todos).

**El modelo 1** es igual que el modelo 2 pero además controla la calidad del proceso de la concepción del producto.

*Ejemplo:* encargo de construcción de un producto único.

Según el artículo 21, "Inspecciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión", del 18/9/2002. Las instalaciones eléctricas deben verificarse antes de ser conectadas a la red por el propio instalador o, en su defecto y en función de la importancia de la instalación y en función de la reglamentación que se determine, por un organismo de control. Cualquiera que sea el verificador deberá realizarlo por el modelo 3.

### El mercado **CE**

Los productos de las marcas de Schneider Electric cumplen las normas nacionales, europeas e internacionales. Incorporan marcas de calidad voluntarias y han sido ensayados y certificados por organismos externos.

Por otra parte, han sido fabricados en plantas de producción que han obtenido el Registro de Empresa, acreditando la implantación de sistemas de aseguramiento de calidad de acuerdo a ISO 9000, o están en proceso de obtención. El mercado **CE** ha sido introducido para permitir la libre circulación de productos a través de los países del Espacio Económico Europeo. No debe confundirse con las marcas de calidad tales como: **N** de AENOR, NF, VDE, IMQ, CEPEC...

### El cumplimiento de la reglamentación europea debe asegurarse mediante:

- Productos que cumplan con los requisitos esenciales establecidos en las Directivas.
- Declaraciones **CE** de Conformidad. Deberán ser emitidas por el fabricante y estarán destinadas únicamente a los organismos de control. La Declaración **CE** de Conformidad estará firmada por una persona autorizada y deberá guardarse durante 10 años a partir del cese de la comercialización del producto. No acompaña al producto, excepto en el caso de los componentes de seguridad. La Declaración de Conformidad del producto será cumplimentada, firmada y confiada a las DAS responsables del producto en cuestión.
- Establecimiento de un Expediente Técnico, en el que se describe el producto, los ensayos realizados y el proceso de fabricación.

Tanto el Expediente Técnico como la Declaración **CE** de Conformidad deberán estar a disposición de los organismos oficiales de control. No están destinadas a los señores clientes.

### Aplicación del marcado **CE** a los productos

Para el cumplimiento de la legislación comunitaria, los productos afectados deberán llevar el marcado "oficial" con el diseño adjunto y una dimensión mínima de 5 mm. Debe colocarse en el producto y, si ello no fuera posible, en el embalaje, el manual de instrucciones o la hoja de garantía. Schneider Electric ha decidido colocar el marcado **CE** en el producto y en el embalaje.

Por razones prácticas, es posible que puedan existir algunos productos que únicamente tengan el marcado **CE** en el embalaje. Se aplicará progresivamente a los productos en el lanzamiento de nuevas versiones o modificaciones de gama.

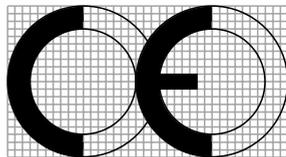


Fig. B2-001: marca **CE**.

## Reflexiones sobre la normativa y el mercado

### ¿Qué es el mercado CE?

El mercado CE no es ninguna marca de calidad europea. Es un “sello” que atestigua que el producto en cuestión cumple con la ley, es decir, con las directivas comunitarias correspondientes. El mercado CE autoriza la libre circulación del producto por Europa.

En general, se trata de una autocertificación del constructor o del importador, mientras que la marca de calidad impone una certificación por un organismo independiente así como controles periódicos.

El mercado CE testifica que el producto es “conforme a la ley”, pero no garantiza en ningún caso su calidad. Sólo corresponde a una declaración del fabricante, que lo ha construido de conformidad a las prescripciones de seguridad vigentes.

### Un cliente me ha pedido una Declaración CE de Conformidad de un producto. ¿Dónde puedo obtenerla?

La Declaración CE de Conformidad no es para los señores clientes, sino únicamente para las administraciones nacionales y sus organismos de inspección.

Schneider Electric no suministrará ninguna Declaración CE de Conformidad, o copia de la misma. Mediante el mercado CE del producto, Schneider Electric está certificando que el producto satisface la legislación europea. Por otra parte, sigue estando permitido, como se venía haciendo habitualmente, suministrar “certificados de conformidad” a normas.

### ¿Qué directivas afectan directamente al material eléctrico de BT?

Para la mayor parte del material eléctrico de baja tensión se aplican las siguientes directivas:

La directiva de BT. 73/23/CEE.

La directiva de CEM. 89/336/CEE.

La directiva de responsabilidad civil. 85/374/CEE.

### ¿Cómo afecta a los componentes eléctricos la Directiva de Máquinas DM?

Con independencia de los “componentes de seguridad” que se declaran como tales, nuestros productos no están sujetos a la Directiva de Máquinas. De todas formas, son perfectamente adecuados para usarlos como material eléctrico en las máquinas, las cuales deberán cumplir las exigencias establecidas en la directiva.

### ¿En qué nivel se encuentra la Directiva de Productos de Construcción DPC?

Se está a la espera de una decisión de la Comisión Europea en relación con la aplicación o no de esta directiva al material eléctrico.

### ¿El mercado CE es asimilable a una marca de calidad?

No, en absoluto. Se trata de una marca legal-administrativa de tipo obligatorio. Una marca de calidad o marca de conformidad a normas, es siempre voluntaria y requiere organismos externos para realizar ensayos y controlar el proceso de producción.

El mercado CE solamente indica que el producto cumple con las directivas, lo que significa que se satisfacen los mínimos requisitos de seguridad reglamentarios necesarios para iniciar la comercialización en Europa.

**¿Por qué no debe utilizarse el mercado CE como argumento comercial?**

En pocos meses, cuando todos los productos puestos en el mercado estén etiquetados, el mercado CE dejará de ser un factor diferencial.

Poner énfasis en este tema sólo nos llevaría a aumentar la confusión con las marcas de calidad o las marcas de conformidad a normas. Desde un punto de vista estratégico, no únicamente sería incorrecto sino también negativo.

En particular, los productos de distribución final están diseñados para satisfacer los requisitos de los mercados nacionales, de acuerdo con las normas existentes, y por esta razón están autorizados a llevar las marcas de calidad correspondientes.

**Los productos de las marcas Schneider Electric, ¿cuándo incorporarán el mercado CE?**

La mayoría (casi la totalidad) de los productos de las marcas de Schneider Electric ya llevan el mercado CE. La incorporación del mercado CE a todos los productos afectados por directivas es una operación larga y costosa. El mercado CE aparecerá sobre los productos a medida que se vayan cumpliendo los plazos impuestos por la legislación.

**¿El mercado CE se aplicará en los países no europeos?**

El mercado CE sólo es obligatorio para el mercado europeo, pero será aceptado en terceros países.

**Conclusiones**

Los productos de las marcas de Schneider Electric:

- Son conformes a normas nacionales, europeas o internacionales.
- Llevan marcas de calidad (N, NF, CEBEC, VDE...) cuando sea necesario.
- Han sido ensayados por organismos externos.
- Cuando se vendan en Europa llevarán el mercado CE como signo de conformidad con las Directivas Europeas que les sean aplicables.

**2.3. ¿Quién puede realizar las instalaciones eléctricas?**

Las instalaciones eléctricas las pueden realizar los "instaladores autorizados en baja tensión", según el artículo 22. Empresas instaladoras autorizadas del "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión".

Las instalaciones de baja tensión se ejecutarán por instaladores o empresas instaladoras en baja tensión, autorizadas 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 las empresas instaladoras tendrán ámbito estatal.

Los instaladores autorizados en baja tensión podrán ser una persona física o jurídica que acredite, por medio de un certificado, ser "cualificado individualmente en baja tensión", o disponga por contratación de personas cualificadas, en el número que la reglamentación disponga.

Existen dos niveles de instaladores autorizados en baja tensión:

- Categoría básica (IBTB).
- Categoría especialista (IBTE).

**Categoría básica (IBTB)**

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

**Categoría especialista (IBTE)**

Los instaladores de categoría especialista son instaladores de categoría básica que además acreditan la capacitación en una, varias o todas de las siguientes especialidades:

- Sistemas de automatización.
- Gestión técnica de la energía.
- Seguridad de edificios (sistemas de alarma y detección de incendios).
- 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 de alta tensión, rótulos luminosos y similares.
- Instalaciones generadoras de baja tensión que estén contenidas en el ámbito del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Las acreditaciones las extenderán los órganos correspondientes de las comunidades autónomas.

Tendrán validez para todo el territorio español, pero para actuaciones diferentes fuera de la comunidad autónoma expendedora deberá presentarse la acreditación a la comunidad autónoma de actuación para su conocimiento.

La vigencia de la acreditación será para cinco años, su renovación por un período igual deberá solicitarlo 3 meses antes de la finalización de la acreditación.

**Deberes a cumplir por los instaladores en sus actuaciones**

Los instaladores autorizados en baja tensión deben, en sus respectivas categorías:

- 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.
- Efectuar las pruebas y ensayos reglamentarios que les sean atribuidos.
- Realizar las operaciones de revisión y mantenimiento que tengan encomendadas, en la forma y plazos previstos.
- Emitir los certificados de instalación o mantenimiento, en su caso.
- Coordinar, en su caso, con la empresa suministradora y con los usuarios las operaciones que impliquen interrupción del suministro.
- 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.
- Asistir a las inspecciones establecidas por el reglamento, o las realizadas de oficio por la administración, si fuera requerido por el procedimiento.
- Mantener al día un registro de las instalaciones ejecutadas o mantenidas.

- Informar a la administración competente sobre los accidentes ocurridos en las instalaciones a su cargo.
- Conservar a disposición de la administración, copia de los contratos de mantenimiento al menos durante 5 años inmediatos posteriores a la finalización de los mismos.

En la ITC-BT-03 "Instaladores autorizados en baja tensión" se especifican las condiciones reglamentarias para los instaladores autorizados en baja tensión (ver página B/91).

## 2.4. Legalización de las instalaciones

### La tramitación de las instalaciones

Las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas únicamente por empresas instaladoras autorizadas

Según lo establecido en el artículo 13.3 de la Ley 21/1992 de Industria, la puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas queda condicionada por el siguiente procedimiento:

- Deberá elaborarse una documentación de diseño que, en función de las características de la instalación, según determine la correspondiente ITC, revestirá la forma de proyecto o memoria técnica de diseño.
- La instalación deberá verificarse por el instalador en sus aspectos esenciales, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.
- En su caso, según su relevancia, en la forma que se determine en la correspondiente ITC, la instalación deberá ser objeto de una inspección inicial, por un organismo de control.
- A la finalización de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y, en su caso, la inspección inicial, la empresa instaladora 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 ITCs y de acuerdo con la documentación de diseño. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.
- El certificado, junto con la documentación de diseño 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.

La empresa instaladora 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. No obstante, éste, en casos especiales debidamente justificados, podrá autorizar el suministro provisional de energía eléctrica para cubrir estrictamente las necesidades planteadas.

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 de diseño por una declaración, diligenciada la primera vez por la administración, en el supuesto de instalaciones realizadas sistemáticamente de forma repetitiva.

La ITC-BT-04 "Documentación y puesta en servicio de las instalaciones" desarrolla el artículo 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

**Valoración de la importancia de una instalación o modificación**

Las instalaciones eléctricas de baja tensión deberán acompañarse en función de su importancia de:

- Un proyecto o
- Una memoria técnica de diseño.

**Instalaciones de nueva planta que necesitan proyecto**

Grupo	Tipo de instalación	Límites
a	Las correspondientes a industrias, en general	P > 20 kW
b	Las correspondientes: – Locales húmedos, polvorientos con riesgo de corrosión – Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no	P > 10 kW
c	Las correspondientes: – Locales mojados – Generadores y convertidores – Conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas	P > 10 kW
d	– De carácter temporal para alimentación de máquinas de obras en construcción – De carácter temporal en locales o emplazamientos	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 general de protección
f	Las correspondientes a viviendas unifamiliares	P > 50 kW
g	Las de garajes que requieran 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: – 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 W
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.)

Tabla B2-002: tabla del alcance de las nuevas instalaciones con proyecto.

**Modificaciones y ampliaciones que necesitan proyecto:**

■ Las ampliaciones o modificaciones correspondientes a la descripción de la tabla B2-002, que con esta ampliación o modificación cubran los límites de la tabla y que en su inicio no los cubrían y por tanto no se realizó.

■ Las ampliaciones o modificaciones de los grupos de la tabla B2-002 que en una o varias actuaciones superan el 50 % de la potencia inicial deberán presentar un proyecto global.

■ Todas las ampliaciones o modificaciones de importancia de los grupos b, c, j, l de la tabla B2-002.

■ Si una instalación está comprendida en más de un grupo de los indicados en la tabla B2-002, se le aplicará el criterio más restrictivo de los establecidos, dentro de los grupos de coincidencia.

■ La ejecución de los proyectos deberá contar con la dirección de un técnico titulado competente y deberá reflejar de forma explícita:

Datos relativos al propietario.

Emplazamiento, características básicas y uso al que se destina.

Características y secciones de los conductores a emplear.

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 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.

**Instalaciones de nueva planta, ampliaciones y modificaciones que requieren memoria técnica:**

■ Requerirán memoria técnica de diseño todas las instalaciones, sean nuevas, ampliaciones o modificaciones, no incluidas en los grupos de la tabla B2-002.

■ La ejecución de las memorias técnicas deberá realizarla un instalador autorizado en el campo de la instalación o un técnico con titulación en la competencia.

■ 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, incluyendo explícitamente 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 prevean 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.

### Ejecución y tramitación de las instalaciones

Todas las instalaciones en el ámbito de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión deben ser efectuadas por las empresas instaladoras autorizadas.

Las instalaciones que requieren proyecto, su ejecución deberá contar con la dirección de un técnico titulado competente.

Si en el curso de la ejecución de la instalación la empresa instaladora 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 dicho 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. Al término de la ejecución de la instalación, la empresa instaladora realizará las verificaciones que resulten oportunas, en función de las características de aquéllas, según se especifica en la ITC-BT-05 y en su caso todas las que determine la dirección de obra.

Finalizadas las obras y realizadas las verificaciones e inspección inicial a que se refieren los puntos anteriores, la empresa instaladora deberá emitir un certificado de instalación, según modelo establecido por la administración, que deberá comprender, al menos, lo siguiente:

- Los datos referentes a las principales características de la instalación.
- La potencia prevista de la instalación.
- En su caso, la referencia del certificado del organismo de control que hubiera realizado la inspección inicial.
- Identificación del instalador autorizado responsable de la instalación.
- Declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico de 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.

Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, la empresa instaladora 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 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 a la empresa instaladora, 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 apartado "La tramitación de las instalaciones" (pág. B/20) correspondiente al artículo 18.3 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Por lo que respecta a instalaciones temporales en ferias, exposiciones y similares:

- Cuando exista para toda la instalación de la feria o exposición una dirección de obra común, podrán agruparse todas las documentaciones de las instala-

ciones 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.

### **Puestas en servicio**

El titular de la instalación deberá solicitar el suministro de energía a las empresas suministradoras 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.

### **Verificaciones**

Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser objeto de verificación a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones de conformidad al artículo 20 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las verificaciones quedan sujetas al artículo 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

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 mismas, 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:

- Las instalaciones y las modificaciones, reparaciones o ampliaciones de instalaciones que deberán ser objeto de inspección inicial, antes de su puesta en servicio.
- Las instalaciones que deberán ser objeto de inspecciones periódicas.
- Los criterios para la valoración de las inspecciones, así como las medidas a adoptar como resultado de las mismas.
- Los plazos de las inspecciones periódicas.

Las inspecciones podrán ser:

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

### **Verificaciones previas a las puestas 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 y la ITC-BT-04.

*En el capítulo L “Las instalaciones domésticas e industriales”, volumen 5.º, desarrollaremos las técnicas de verificación según la UNE 20.460-6-61 y la filosofía tecnológica de toda la serie de normas UNE 20.460 en que se basan las instalaciones eléctricas para poder realizar una certificación que asegure la calidad según el modelo 3.*

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

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.

Serán objeto de inspección por un organismo de control, 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:

- Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 kW.
- Locales de pública concurrencia.
- Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.
- Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW.
- Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW.
- Quirófanos y salas de intervención.
- Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior 10 kW.

Las instalaciones eléctricas no referenciadas, con la verificación realizada por un instalador autorizado es suficiente.

### **Verificaciones periódicas**

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

### **Procedimientos para las verificaciones**

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 a continuación, correspondientes a la ITC-BT-05.

La empresa instaladora, si lo estima conveniente, podrá asistir a la realización de estas inspecciones.

Como resultado de la inspección, el organismo de control emitirá un certificado de inspección, en el cual figurarán los datos de identificación de la instala-

ción y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la clasificación de la instalación, que podrá ser:

■ **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.

■ **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:

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

□ 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.

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

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

□ A las instalaciones ya en servicio se les emitirá certificado negativo, que se remitirá inmediatamente al órgano competente de la comunidad autónoma.

### Concepto de severidad del defecto

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

#### Defecto leve

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o 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.

#### 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.

### Defecto muy grave

Es todo aquel 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.

*Hemos expuesto el protocolo de las inspecciones de conformidad al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión a través de un organismo independiente. Pero es conveniente que cada instalador se realice su propio protocolo de control de sus realizaciones para mantener un control de calidad interno, que puede basarse en el protocolo expuesto.*

### Realización de las verificaciones

#### Inspección ocular:

- Instalaciones domésticas de viviendas:
  - Verificación de la existencia y su corrección, de la placa de declaración del grado de electrificación, a nombre del instalador autorizado.
- Instalaciones domésticas e industriales:
  - Verificación de la existencia de las placas de identificación de los cuadros y del constructor.
  - Verificación de la existencia de los esquemas de circuito de los cuadros eléctricos.
- **Verificación común a todas las instalaciones:**
  - Verificación del marcado **CE**.
  - Comprobación de la tensión de alimentación que corresponda a la tensión de empleo de la instalación.
  - Distancias de aislamiento en embarrados, conexiones y empalmes.
  - Grados de protección IP-K y de doble aislamiento.
  - Sección y señalización de los conductores, de conformidad a los esquemas.
  - Verificación de la intensidad, la tensión, y del poder de corte nominal de la aparata instalada, de conformidad a los esquemas o instrucciones.
  - Comprobación de los enclavamientos.
  - Comprobación por muestreo del par de apriete de los bornes.

- Comprobación en las conexiones del conductor de protección con las masas, sean realizadas con:
  - Arandelas de presión dentadas en las zonas con pintura. Fig. B2-003.
  - Tuercas dentadas y arandelas de presión, en las zonas cincada, cromada o niquelada... y pintadas. Fig. B2-004.
  - De la continuidad del circuito con trencilla soldada en las partes de masa móviles. Fig. B2-005.
  - Protección de los pernos roscados para el embornado con terminales de doble tuerca, para no forzar la soldadura y comprobar que éstos no están pintados y facilitan un buen contacto. Fig. B2-006.

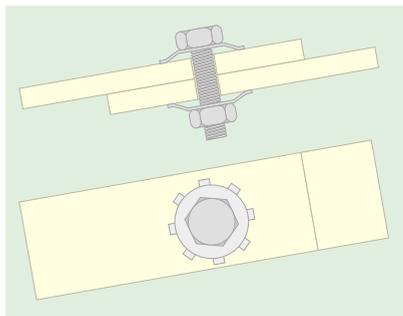


Fig. B2-003: conexión en zonas pintadas con arandelas de presión para romper la pintura.

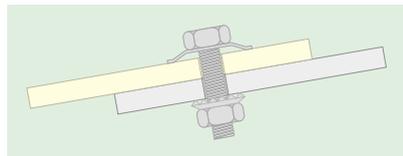


Fig. B2-004: conexión de zonas conductoras y pintadas con arandelas a presión y tuercas dentadas.

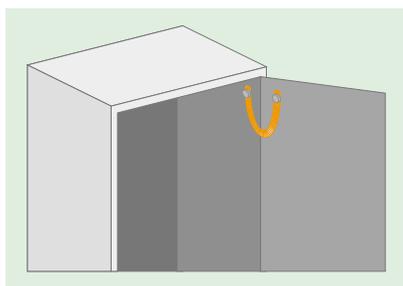


Fig. B2-005: conexión de partes móviles.

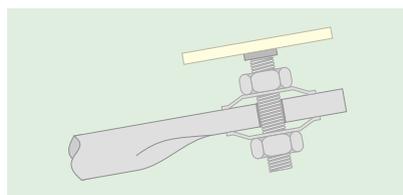


Fig. B2-006: conexión a pernos roscados.

### Continuidad de los conductores

Se trata de verificar que los conductores cubren todo el esquema sin interrupciones. Que cada conductor cubre el circuito para el cual ha sido instalado, desde el origen hasta su destino, la alimentación de una carga.

- Verificación con tensión. Es suficiente utilizar un detector de tensión (neón) para los conductores activos, y un ohmímetro para el conductor de protección:
  - Conductor de fase. Todas las cargas deberán desconectarse:
    - Se desconectarán todos los conductores activos a la salida del interruptor general, excepto el que se desea comprobar.
    - Todos los interruptores se conectarán y, a la entrada de cada carga o enchufe, se comprobará la llegada del conductor activo correspondiente con el detector de tensión.

La utilización de conductores con aislamiento de color y el marcaje facilitan la identificación, la comprobación también permite detectar si hay desviaciones en el sistema de señalización o marcaje. Así sucesivamente para cada conductor de fase.

En las instalaciones domésticas monofásicas solamente se realizará para el conductor de fase. Fig. B2-007.

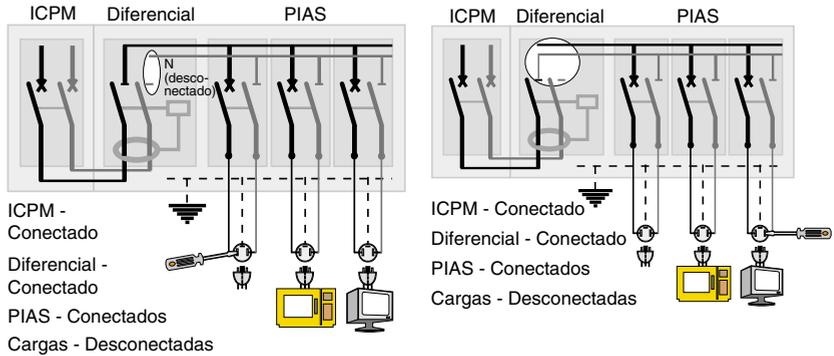


Fig. B2-007: comprobación de la continuidad en los conductores activos, fase.

Fig. B2-008: comprobación de la continuidad en el conductor neutro.

B  
2

- Conductor neutro. Todas las cargas deberán desconectarse:
  - Se desconectarán todos los conductores activos y el neutro se conectará a la salida de una fase del interruptor general.
  - Todos los interruptores se conectarán y a la entrada de cada carga o enchufe se comprobará la llegada del conductor neutro correspondiente, con el detector de tensión. Fig. B2-008.

La utilización de conductores con aislamiento de color y el marcaje facilitan la identificación, la comprobación también permite detectar si hay desviaciones en el sistema de señalización o marcaje.

- Conductor de protección (tierra):
  - Todos los interruptores se desconectarán y a la entrada de cada carga o enchufe se comprobará la llegada del conductor de protección, observando la continuidad con el ohmímetro.

La utilización de conductores con aislamiento de color y el marcaje facilitan la identificación, la comprobación también permite detectar si hay desviaciones en el sistema de señalización o marcaje. Fig. B2-009.

- Verificación sin tensión. Es suficiente utilizar un ohmímetro, igual que para la comprobación del conductor de protección. El interruptor general debe estar desconectado. Los interruptores deben estar conectados. Las cargas deben estar desconectadas.

Con la lectura del ohmímetro podemos deducir la sección del conductor. Las lecturas se tomarán desde el borne del interruptor general hasta cada punto definido del circuito. Fig. B2-010.

- Conductor de protección (tierra). Igual al del apartado de ensayo con tensión.

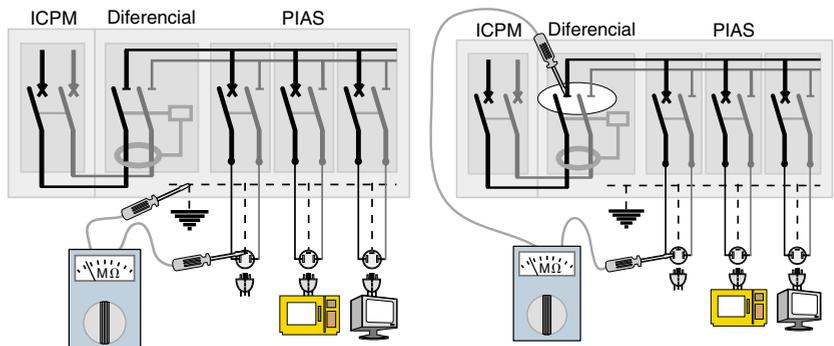


Fig. B2-009: comprobación de la continuidad en el conductor de protección.

Fig. B2-010: comprobación de la continuidad en los conductores activos sin tensión.

**Verificación del aislamiento**

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 (M $\Omega$ )
Muy baja tensión de seguridad (MBTS) Muy baja tensión de protección (MBTP)	250	$\geq 0,25$
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	$\geq 0,50$
Superior a 500 V	1.000	$\geq 1,00$

**Nota:** para instalaciones MBTS y MBTP, véase la ITC-BT-36.

Tabla B2-011: valores de resistencia de aislamiento de las instalaciones.

■ La resistencia de aislamiento entre conductores activos o conductor de protección (tierra), no será inferior a los valores de la tabla en tramos de 100 m de línea.

■ 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.

■ Para obtener tramos de 100 m podemos efectuar la revisión circuito a circuito, conectando, de forma selectiva, solamente el interruptor del circuito a medir.

■ 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.

■ En realidad debe cumplir que será superior a: 1.000 Ue (expresado en ohmios), siendo Ue la tensión máxima de empleo en voltios.

■ La medición se efectúa con un "Megger", capaz de suministrar una tensión continua de 500 a 1.000 V suministrando una corriente de 1 mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión.

■ Las cargas deben estar desconectadas.

■ El interruptor general debe estar desconectado.

■ 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.

■ Circuitos monofásicos. El ensayo se realizará:

Entre los dos conductores activos.

Entre los dos conductores activos y el conductor de protección (tierra).

■ Circuitos trifásicos. La misma operación que para los monofásicos, pero:

1.º Entre dos fases.

2.º Entre estas dos unidas y la tercera.

3.º Entre las fases unidas y el conductor neutro.

■ Entre partes activas y el conductor de protección (tierra):

Con el interruptor general desconectado y todos los conductores activos unidos (cortocircuitados).

Entre un conductor activo y el borne del conductor de protección (tierra). El polo positivo del aparato al conductor de protección y el negativo a los conductores activos.

Las cargas deben estar desconectadas (desenchufadas), para medir solamente el aislamiento de la red. Fig. B2-013.

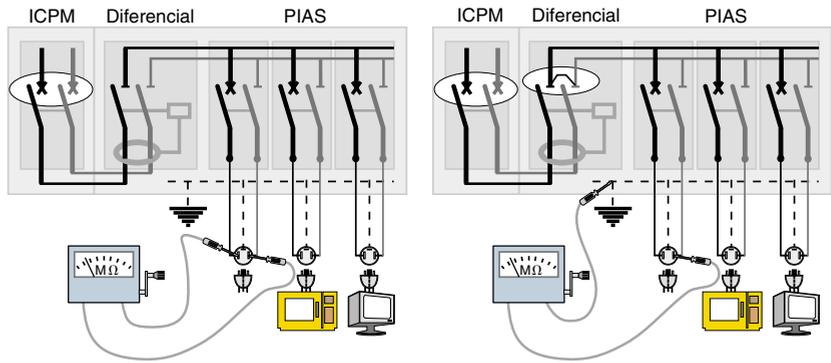


Fig. B2-012: comprobación del aislamiento entre conductores activos.

Fig. B2-013: comprobación del aislamiento entre conductores activos y conductor de protección.

■ 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 resulta 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 rigidez dieléctrica

Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

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  $2U + 1.000$  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 posición “cerrado” y los cortacircuitos instalados como en servicio normal.

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.

### Medición de la resistencia entre las paredes y los suelos y el conductor de protección (tierra)

El interruptor general debe estar desconectado para evitar que posibles fugas interfieran en la lectura.

La medición se ha de realizar con corriente alterna, puesto que de hacer pasar una corriente continua, podría producirse la electrólisis de las sales disueltas en la humedad del terreno, que determina una fuerza contraelectromotriz que podría falsear la lectura.

Un “Megger” de bobinas octogonales cruzadas en el seno del campo magnético de un imán permanente y con un circuito de corriente alterna, alimentado con un generador de manivela, para el circuito a medir, permite obtener lecturas fiables.

Se aplica un electrodo en el suelo o la pared formado por un papel de tela hidrofílica, húmeda, de 270 · 270 mm y una placa metálica (cobre o latón) de 250 · 250 mm.

Se aplica sobre el electrodo una presión de 750 N - 76,5 kg para los suelos y de 250 N - 25,5 kg para las paredes, para facilitar un buen contacto.

Se conecta un borne del equipo de medida al electrodo y el otro al borne principal del conductor de protección.

Las lecturas se tomarán en diferentes puntos, sobre todo al lado de las máquinas a una distancia de un metro. Fig. B2-014.

**Medición de la impedancia de los bucles de defecto para regímenes TN**

Deberemos desconectar la alimentación del transformador y cortocircuitar los bobinados del primario. La medición debe realizarse con un generador de corriente alterna de la misma frecuencia de la corriente de la red. Un amperímetro para realizar la medida de la intensidad y un voltímetro para medir la tensión. Actuando como en el circuito de la fig. B2-014, para cada fase, tendremos las lecturas de tensión e intensidad por fase:

$$Z_{L1} = \frac{U_{L1}}{I_{L1}}$$

$Z_{L1}$  - es la impedancia del bucle de defecto de la fase  $L_1$ , en ohmios.

$U_{L1}$  - es la tensión de lectura en el ensayo, en V.

$I_{L1}$  - es la intensidad de lectura en el ensayo, en A. Fig. B2-015.

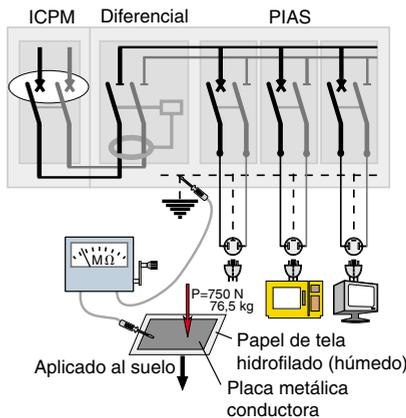


Fig. B2-014: comprobación de la resistencia entre paredes y suelos y el conductor de protección.

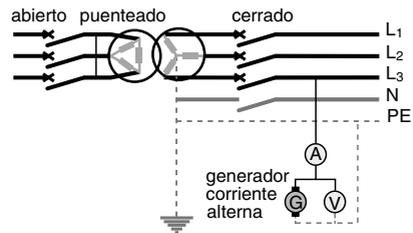


Fig. B2-015: comprobación de la impedancia del circuito de defecto para regímenes TN.

En el caso de realizarse la distribución con canalizaciones prefabricadas, con conductor de protección incorporado, los fabricantes facilitan los datos de ensayo por unidad de longitud y no es necesario realizar la medición.

### Comprobación de las protecciones contra contactos indirectos y fugas (interruptores diferenciales)

Debemos realizar una corriente de fuga controlada entre dos fases, o una fase y neutro o una fase y tierra, con una conexión aguas arriba y otra aguas abajo del dispositivo a comprobar.

Los interruptores deben estar conectados en el momento de realizar el ensayo, por lo menos los que alimentan el circuito del aparato a comprobar.

El circuito de la fig. B2-016 nos facilita una posibilidad de ejecución.

La resistencia variable ha de ser dimensionada de forma que su valor inicial no permita ninguna corriente de fuga y paulatinamente, para poder tener lecturas estabilizadas, reducimos la resistencia para incrementar la intensidad de fuga. Los dispositivos diferenciales deben desconectar a partir de un 50% del valor de la corriente de fuga y un 100% de ella. Fig. B2-016.

Para los dispositivos con retardo, una vez ajustado el valor de desconexión, se desconecta la fuga, se acopla un osciloscopio para poder ver la cantidad de ciclos de la corriente alterna que circulan hasta la desconexión, y a partir de ellos calcular el tiempo sabiendo que cada ciclo son 0,02 segundos.

Al volver a conectar, con el valor de fuga de desconexión calibrado, podremos valorar el tiempo de desconexión.

### Medida de la resistencia de la toma de tierra

La base de esta medida es hacer circular una corriente alterna entre la puesta a tierra, cuya resistencia queremos medir, y dos electrodos auxiliares, uno de tensión y otro de corriente a distancias entre ellos de unos 6 m aproximadamente, procurando que el electrodo de tensión quede a la mitad de distancia entre la puesta a tierra y el electrodo auxiliar de corriente, según indica la fig. F2-017.

Para el ensayo desconectar el interruptor general. Fig. B2-017.

Se dispone en el mercado de unos aparatos de medida, concebidos expresamente para este tipo de mediciones, denominados "Megger". Están constituidos por un ohmímetro de bobinas cruzadas octogonales en el seno del campo magnético creado por un imán permanente. La corriente la produce el generador G, accionado mediante la maneta que lleva el aparato.

Por el circuito de tierra pasa la corriente alterna, pero por las bobinas circula una corriente continua rectificada. Por ello el instrumento va provisto de un convertidor de cc a ca., y de un rectificador de ca a cc.

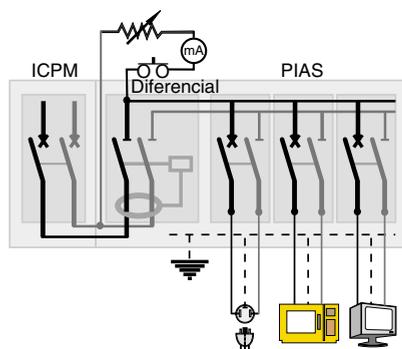


Fig. B2-016: comprobación de la corriente de fuga.

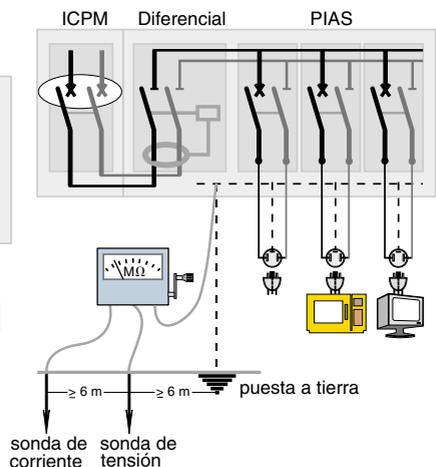


Fig. B2-017: comprobación de la resistencia de la puesta a tierra.

---

Un hecho a resaltar es que la tensión de la magneto depende del número de r.p.m. de ésta. Como las corrientes que pasan por las bobinas cruzadas se incrementan o disminuyen en igual proporción, la lectura es independiente de la velocidad de giro.

### **Comprobación de las 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.

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.

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.

■ 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, sólo podrán comercializarse e instalarse para reposición de las existentes.

## 3. Los receptores

El examen de las potencias a instalar o instaladas permite establecer:

- La potencia de la energía a contratar.
- La potencia del transformador del centro de transformación de MT/BT.
- La potencia que circulará por el cuadro general de distribución (CGD).

### 3.1. Los motores asíncronos

#### La potencia

- La potencia nominal ( $P_n$ ) de un motor corresponde a la potencia mecánica disponible sobre su eje.

Motores asíncronos sin compensación de energía reactiva										
Potencia nominal $P_n$		$\eta$ a $P_n$ %	$\cos \varphi$ a $P_n$	Potencia absorbida $P_a$ (kVA)	mono- fásica 220 V	Intensidad absorbida trifásica				
kW	CV					220 V	380 V	440 V	500 V	600 V
0,37	0,50	64	0,73	0,79	3,60	1,80	1,03	0,99	0,91	0,60
0,55	0,75	68	0,75	1,10	4,70	2,75	1,60	1,36	1,21	0,90
0,75	1	72	0,75	1,40	6	3,50	2	1,68	1,50	1,10
1,10	1,50	75	0,79	1,90	8,50	4,40	2,60	2,37	2	1,50
1,50	2	78	0,80	2,40	12	6,10	3,50	3,06	2,60	2
2,20	3	79	0,80	3,50	16	8,70	5	4,42	3,80	2,80
3	4	81	0,80	4,60	21	11,50	6,60	5,77	5	3,80
3,70	5	82	0,80	5,10	25	13,50	7,70	7,10	5,90	4,40
4	5,50	82	0,80	6,90	26	14,50	8,50	7,90	6,50	4,90
5,50	7,50	84	0,83	7,60	35	20	11,50	10,40	9	6,60
7,50	10	85	0,83	10,30	47	27	15,50	13,70	12	6,90
9	12	86	0,85	12,70		32	18,50	16,90	13,90	10,60
10	13,50	86	0,85	13,70		35	20	17,90	15	11,50
11	15	87	0,86	14,80		39	22	20,10	18,40	14
15	20	88	0,86	19,20		52	30	26,50	23	17,30
18,50	25	89	0,86	24,70		64	37	32,80	28,50	21,30
22	30	89	0,86	28		75	44	39	33	25,40
25	35	89	0,86	33		85	52	45,30	39,40	30,30
30	40	89	0,86	39		103	60	51,50	45	34,60
33	45	90	0,86	43		113	68	58	50	39
37	50	90	0,86	48		126	72	64	55	42
40	54	91	0,86	51		134	79	67	60	44
45	60	91	0,86	57		150	85	76	65	49
51	70	91	0,86	65		170	98	83	75	57
55	75	92	0,86	70		182	105	90	80	61
59	80	92	0,87	74		195	112	97	85	66
63	85	92	0,87	79		203	117	109	89	69
75	100	92	0,87	94		240	138	125	105	82
80	110	92	0,87	100		260	147	131	112	86
90	125	92	0,87	112		295	170	146	129	98
100	136	92	0,87	125		325	188	162	143	107

**Nota:** estos valores son indicativos, pueden variar en función del fabricante y del tipo de motor, generalmente se ajustan a esta tabla.

Tabla B3-001: tabla de los valores de las potencias e intensidades de los motores asíncronos, con el factor de potencia sin compensar.

Motores asíncronos con compensación											
Potencia nominal Pn		η a Pn %	cos φ a Pn	Potencia		mono-fásica 220 V	Intensidad absorbida trifásica				
kW	CV			condensador (kVAr)	absorbida Pa (kVA)		220 V	380 V	440 V	500 V	600 V
0,37	0,50	64	0,93	0,31	0,62	2,80	1,40	0,80	0,77	0,71	0,47
0,55	0,75	68	0,93	0,39	0,87	3,80	2,20	1,30	1,10	1	0,72
0,75	1	72	0,93	0,48	1,10	4,80	2,80	1,60	1,30	1,20	0,88
1,10	1,50	75	0,93	0,53	1,60	7,20	3,70	2,20	2	1,70	1,30
1,50	2	78	0,93	0,67	2,10	10,30	5,20	3	2,60	2,20	1,70
2,20	3	79	0,93	0,99	3	13,70	7,50	4,30	3,80	3,30	2,40
3	4	81	0,93	1,31	4	18	9,90	5,70	5	4,30	3,30
3,70	5	82	0,93	1,59	4,80	22	11,60	6,60	6,10	5,10	3,80
4	5,50	82	0,93	1,74	5,20	22	12,50	7,30	6,80	5,60	4,20
5,50	7,50	84	0,93	1,80	7	31	17,80	10,30	9,30	8	5,90
7,50	10	85	0,93	2,44	9,50	42	24	13,80	12,20	10,70	7,90
9	12	86	0,93	2,40	11,30		29	16,90	15,40	12,70	9,70
10	13,50	86	0,93	2,60	12,50		32	18	16,40	13,70	10,50
11	15	87	0,93	2,50	13,60		36	20	19	17	13
15	20	88	0,93	3,37	18,30		48	28	25	21	16
18,50	25	89	0,93	4,12	22,40		59	34	30	26	20
22	30	89	0,93	4,89	26,60		69	41	36	31	23
25	35	89	0,93	5,57	30		79	48	42	36	28
30	40	89	0,93	6,68	36		95	55	48	42	32
33	45	90	0,93	7,25	39		104	63	54	46	36
37	50	90	0,93	8,12	44		117	67	59	51	39
40	54	91	0,93	8,72	47		124	73	62	55	41
45	60	91	0,93	9,71	53		139	79	70	60	45
51	70	91	0,93	11,10	60		157	91	77	69	53
55	75	92	0,93	11,89	64		168	97	83	74	56
59	80	92	0,93	10,98	69		182	105	91	80	62
63	85	92	0,93	11,66	74		190	109	102	83	65
75	100	92	0,93	13,89	88		225	129	117	98	77
80	110	92	0,93	14,92	93		243	138	123	105	80
90	125	92	0,93	16,80	105		276	159	137	121	92
100	136	92	0,93	18	117		304	176	152	134	100

**Nota:** estos valores son indicativos, pueden variar en función del fabricante y del tipo de motor, generalmente se ajustan a esta tabla.

**Tabla B3-002:** tabla de los valores de las potencias e intensidades de los motores asíncronos, con el factor de potencia compensado.

- La potencia absorbida (Pa) es la que suministra la línea, corresponde a la potencia nominal (trabajo + pérdidas), más la potencia fluctuante para crear el campo capaz de hacer girar el motor y es función de la potencia nominal, del rendimiento y del factor de potencia del motor.

$$Pa = \frac{Pn}{\eta \cdot \cos \phi}$$

- Para los motores asíncronos mandados por variadores de velocidad (convertidores de frecuencia), salvo indicación precisa, considerar un incremento del 10% de la potencia activa del motor.

**Intensidad absorbida**

La intensidad absorbida la calculamos por medio de las fórmulas:

**Circuito monofásico:**

$$I_a = \frac{P_n}{U_o \cdot h \cdot \cos w}$$

**Circuito trifásico:**

$$I_a = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot h \cdot \cos w}$$

$I_a$	= intensidad absorbida en A
$P_n$	= potencia nominal (útil) en W
$U_n$	= tensión nominal entre fases
$U_o$	= tensión nominal entre fase y neutro
$\eta$	= rendimiento del motor
$\cos \varphi$	= factor de potencia

**La intensidad de arranque**

La intensidad de arranque de los motores asíncronos es:

**Motores de jaula (arranque directo):**

- $I_d = 4,2$  a  $9 I_n$  para los motores de dos polos.
- $I_d = 4,2$  a  $7 I_n$  para los motores de más de dos polos (valor medio  $6 I_n$ ).

**Motores de anillos (arranque directo):**

- $I_d = 1,5$  a  $3 I_n$  (valor medio  $2,5 I_n$ ).

**Motores de corriente continua:**

- $I_d = 1,5$  a  $3 I_n$  (valor medio  $2,5 I_n$ ).

**La compensación de la energía inductiva (fluctuante) por energía capacitiva**

Es interesante disminuir la intensidad de la energía absorbida por los motores asíncronos, compensando la energía fluctuante con energía capacitiva, por medio de condensadores.

La intensidad absorbida después de la compensación será:

$$I_a' = I_a \frac{\cos \varphi}{\cos \varphi'}$$

- $\cos \varphi$  es el factor de potencia antes de la compensación.
- $\cos \varphi'$  es el factor de potencia después de la compensación.

**Nota:** La compensación de la energía reactiva se trata en el capítulo E.

**3.2. Motores de corriente continua**

Los motores de corriente continua son utilizados en aplicaciones específicas, caracterizadas por la necesidad de la variación de la velocidad (máquinas herramienta, machacadoras, etc.).

Su alimentación se realiza generalmente a través de variadores de velocidad (Rectivar 4 Telemecanique).

Los variadores no se definen por su intensidad eficaz nominal sino por la intensidad de arranque y en función de las frecuencias de arranques.

**La intensidad de arranque** de un motor debe ser inferior a la capacidad de sobrecarga de un variador, y a las características de desconexión de las protecciones del mismo.

**La intensidad media** que absorbe es función de la intensidad de arranque y de la frecuencia de las secuencias de arranque tal como se producen. Se determina a partir de los ciclos de trabajo y de las informaciones de los constructores de los variadores. Encontrarán información en el catálogo de Telemecanique de mando de motores.

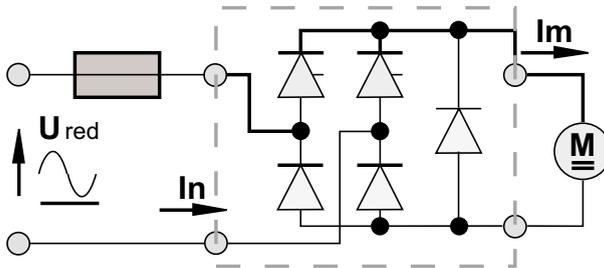


Fig. B3-003: esquema de un variador de velocidad de poca potencia.

Variadores de velocidad para motores de c.c. (alimentados en c.a.)			
$U_{red}$	Tipo de variador	Intensidad $I_n$ (A)	Potencia motor (kW)
monofásico 230 V	VA3-D VA3-C	4 (1)	0,37
		9	0,75
		17	1,50
		24 (1)	2,20
	RTV-04	7,50	0,65
		15	1,30
		30	2,70
		55 (1)	5
		VD1	16
	32		2,40
64 (2)	5,10		
trifásico 400 V	RTV-541	24	10
	RTV-74	36 (1)	16
	RTV-641	12	4,70
	RTV-84	24 (1)	9,50

(1) El acoplamiento de arrastre con la máquina es solamente resistente.

(2) El acoplamiento de arrastre con la máquina es resistente o simplemente de arrastre.

**Nota:** la gama de velocidades del motor puede ser de 1 a 10 o de 1 a 1.000 según el tipo de variador.

Tabla B3-004: tabla de variadores de velocidad c.c. Telemecanique.

### 3.3. Elementos de calefacción y lámparas incandescentes normales o halógenas

#### La potencia absorbida

La potencia absorbida por un elemento de calefacción a resistencias o una lámpara incandescente, es igual a la potencia nominal ( $P_n$ ) de referencia, dada por el fabricante.

La corriente absorbida es:

**En carga monofásica:** 
$$I_a = \frac{P_n}{U}$$

**En carga trifásica:** 
$$I_a = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Las lámparas incandescentes con presencia de gases halógenos permiten rendimientos de iluminación y vida superiores a los normales (doble vida).

A la conexión presentan puntas elevadas en función del cambio de temperatura del filamento:

■ Lámparas de 15 a 20 In.

■ Resistencias de 2 a 3 In.

Estas puntas deben tenerse en cuenta en el momento de elegir las protecciones (capítulo J7, "Aparamenta para el control de la iluminación", 3.º volumen).

Resistencias calefactoras y lámparas incandescentes				
Potencia nominal kW	Intensidad absorbida (A)			
	monofásica		trifásica	
	127 V	230 V	230 V	400 V
0,10	0,79	0,43	0,25	0,14
0,20	1,58	0,87	0,50	0,29
0,50	3,94	2,17	1,26	0,72
1	7,90	4,35	2,51	1,44
1,50	11,80	6,52	3,77	2,17
2	15,80	8,70	5,02	2,89
2,50	19,70	10,90	6,28	3,61
3	23,60	13	7,53	4,33
3,50	27,60	15,20	8,72	5,05
4	31,50	17,40	10	5,77
4,50	35,40	19,60	11,30	6,50
5	39,40	21,70	12,60	7,22
6	47,20	26,10	15,10	8,66
7	55,10	30,40	17,60	10,10
8	63	34,80	20,10	11,50
9	71	39,10	22,60	13
10	79	43,50	25,10	14,40

Tabla B3-005: tabla de las intensidades absorbidas para las resistencias calefactoras y las lámparas incandescentes.

## Las lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes desprenden una gran cantidad de calor llegando a temperaturas peligrosas para su entorno inmediato. Los elementos que las soportan deben ser de materiales autoextinguibles (a poder ser metálicos). La transmisión de calor por convección es importante y por tanto necesitan de una buena ventilación, natural o forzada.

La transmisión de calor por radiación es importante y consecuentemente deben mantenerse distancias de separación entre la lámpara y la superficie a iluminar. Esta distancia la fijarán los fabricantes para cada caso.

## Funcionamiento regulado

Las lámparas incandescentes se pueden regular todas sin limitaciones.

Las halógenas al operar a baja potencia la evaporación de tungsteno disminuye antes que el ciclo halógeno se interrumpa. Si, de forma excepcional, se depositan algunas partículas de tungsteno en el cristal de la lámpara, un breve período de funcionamiento al voltaje nominal será suficiente para retirar la fina capa que provoca el oscurecimiento.

Las lámparas halógenas que funcionan a tensión de red (230 V) pueden regularse con equipos estándar.

Las lámparas halógenas de bajo voltaje se alimentan a través de un transformador y la regulación se efectúa normalmente desde el primario del transformador. Los reguladores deberán ser compatibles con el transformador, es decir, deberán ser reguladores de ciclo completo con bloque simétrico de cargas inductivas.

Con algunos transformadores, como por ejemplo los toroidales con más de 300 W, debe instalarse un módulo limitador con interruptor de corriente para proteger el regulador. El fabricante del transformador debe informar de las necesidades del mismo.

La mayoría de los transformadores electrónicos usan transformadores especiales de ángulo de fase, o bien, si se utilizan como transformadores de regulación, se controlan simplemente por medio de un potenciómetro.

Al calcular la potencia de un regulador, además de la potencia de la lámpara deben tenerse en cuenta la potencia de pérdidas del regulador.

## Instalación

La situación de los transformadores es muy importante tanto para la distancia de él a las lámparas como para la utilidad de la protección del secundario desde el primario.

Sólo deben usarse transformadores aisladores de separación.

El transformador debe ser adecuado a la carga real del secundario. Un transformador para una capacidad mayor de la carga real del secundario, o sea subcargado, la tensión del secundario se incrementa y disminuye la vida útil de las lámparas.

Los transformadores deben instalarse de forma que no se transmitan vibraciones, con el objeto de no crear zumbidos en las tomas de corriente.

Los transformadores con las marcas  $\nabla W$   $\nabla W$  pueden instalarse en cajas o sobre superficies cuya inflamabilidad no sea conocida. Las medidas especificadas garantizan que en un funcionamiento normal, la temperatura de la superficie de la instalación de los transformadores mencionados no superará los 95 °C ni llegará a los 115 °C en caso de fallo.

**Lámparas lumínicas, potencias y rendimientos luminosos, características****Lámparas incandescentes**

Potencia W	Flujo (lm) Luminoso	Tipo								
SOFTONE					PRACTITONE					
	Vela	Mini	Estándar	Globo	Horno C	Frigorífico	Línea	Mini		
15	-	-	-	-	85	110	-	-		
25	195	195	195	-	175	-	-	165		
35	-	-	-	-	-	-	210	-		
40	365	365	370	-	-	-	-	-		
60	580	610	630	X	-	-	400	-		
75	-	-	840	-	-	-	-	-		
100	-	-	1.200	X	-	-	-	-		
120	-	-	-	-	-	-	780	-		
CLASSICTONE										
	Vela									
15	115									
25	215									
40	415									
60	670									

**Lámparas incandescentes reflectoras**

Potencia W	Intensidad lumino-(cd)	Tipo							
SPOTONE									
	Par38 Ex-	Par38 In-	Par56 (12)	Par56 (25)	Par56 (40)	SPOTLINE	MINILUX	PHILUX	
25	-	-	-	-	-	220	-	-	
30	-	-	-	-	-	-	160	-	
40	-	-	-	-	-	540	-	160	
60	1.200	3.400	-	-	-	960	-	270	
75	-	-	-	-	-	1.600	-	360	
80	1.800	5.400	-	-	-	-	-	-	
100	-	-	-	-	-	3.000	-	530	
120	3.100	9.300	-	-	-	-	-	-	
150	-	-	-	-	-	4.150	-	-	
300	-	-	40.000	22.000	9.000	-	-	-	

**Lámparas halógenas**

Potencia W	Intensidad lumino-(cd)	Tipo							
	MASTER-8	24D	36D	60D	Brillant-10D	Brillant-24D	Brillant-36D	Brillant-60D	
20	6.500	-	1.000	-	5.000	1.300	780	350	
30	11.000	3.350	1.600	750	-	-	-	-	
35	14.000	4.400	2.200	1.050	8.000	3.100	1.500	700	
45	16.000	5.450	2.850	1.300	-	-	-	-	
50	-	-	-	-	13.000	4.400	2.200	1.100	
	Brillant-10D	Brillant-30D	Accen-10	Accen-36	Accen-60	Alu-37-6D	Alu-37-18D	Alu56-6D	
20	4.800	690	3.400	550	-	6.400	1.500	-	
35	6.000	1.300	6.000	1.000	-	-	-	18.000	
50	-	-	8.800	1.600	750	-	-	-	
	Alu56-10D	Alu56-14D	Alu56-25D	Alu111-8D	Alu111-25D	Par20-10D	Par20-25D	Par16-30D	
20	-	-	-	-	-	7.000	1.200	-	
35	-	4.400	-	-	-	-	-	-	
40	-	-	-	-	-	-	-	850	
50	12.000	-	2.500	23.000	4.000	-	-	-	
	Par20-10D	Par20-30D	Par25-25D	Par30-10D	Par30-30D	Par38-10D	Par38-30D	TWIST-25D	
50	3.500	1.000	-	-	-	-	-	1.250	
75	-	-	1.850	6.500	2.000	9.500	2.400	-	
100	-	-	-	-	-	15.000	3.000	-	

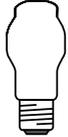
Lámparas halógenas (continuación)										
Potencia W	Intensidad lumino-(cd)	Tipo								
	A PRO - 35	A PRO - 40	A PRO - C	A PRO - O	A PRO - 95	PRO-T32-C	PRO-T32-M	IDE - Clara		
40	500	—	—	—	—	—	—	—	—	
60	840	840	840	800	—	—	—	—	—	
100	—	—	1.600	1.480	1.480	1.600	1.525	—	—	
150	—	—	2.550	2.380	2.380	2.550	2.450	—	—	
500	—	—	—	—	—	—	—	10.250	—	
1.000	—	—	—	—	—	—	—	24.000	—	
2.000	—	—	—	—	—	—	—	50.000	—	

Tabla B3-006: características de las lámparas de incandescencia.

Los transformadores con la marca  $\nabla$  son según la normativa, adecuados para su instalación en superficies de materiales normales y ligeramente inflamables, con una temperatura de ignición de al menos 200 °C. Se engloban en este tipo materiales como la madera o los conglomerados (atención a los barnices o pinturas de sus superficies). Para las superficies de instalación de hormigón, piedra o yeso, la marca  $\nabla$  no es necesaria.

El sobrevoltaje de 1 voltio no tiene consecuencias en una lámpara halógena de 230 V de tensión nominal; sin embargo para una lámpara de 12 V, supone un sobrevoltaje del 8%, lo que puede reducir la vida útil de la halógena de 3.000 a 1.200 horas.

El transformador debe montarse, siempre que sea posible, cerca de las fuentes de luz, pero a no menos de 30 cm para evitar efectos de recalentamiento, ya que en las instalaciones de bajo voltaje fluye una corriente relativamente alta, por lo que el diámetro y la longitud del conductor, y en consecuencia la caída de potencial, juegan un papel importante. La caída de potencial va siempre acompañada de un descenso de la emisión de flujo luminoso, ver diagrama fig. B3-007.

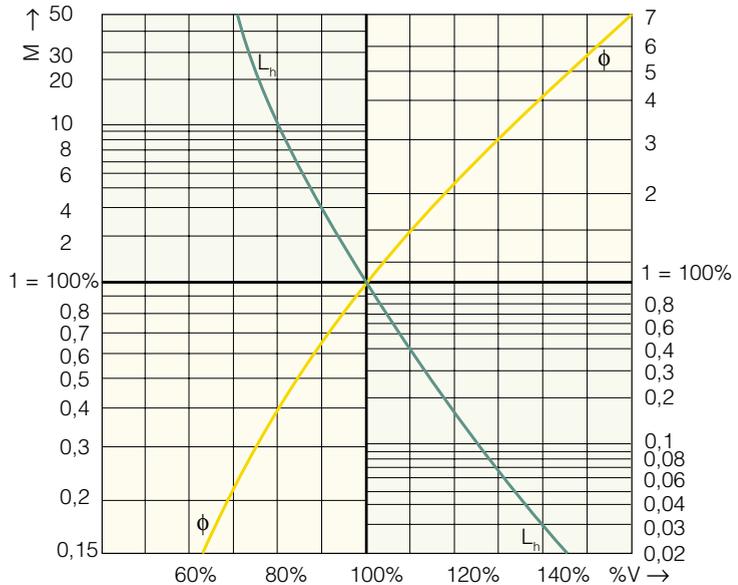


Fig. B3-007: diagrama de la relación de la tensión con el flujo y la vida útil.

El diseño de una red de bajo voltaje puede ser como se muestra en las figuras B3-008 y B3-009.

Los cables que acostumbramos a utilizar en las instalaciones de alumbrado doméstico de 1,5 mm<sup>2</sup>, en las instalaciones de bajo voltaje se convierten en 2,5 mm<sup>2</sup> y por tanto los bornes de conexión deben adaptarse a estas secciones. Siempre que sea posible los cables deberán conectarse en forma de estrella con conductores de la misma longitud, ya que este tipo de disposición proporciona el mismo voltaje a todas las lámparas.

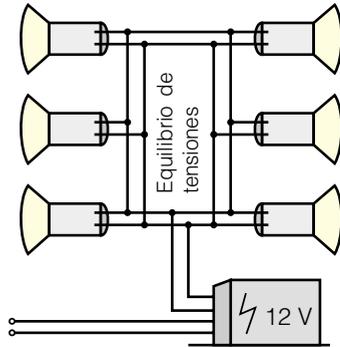


Fig. B3-008: instalación con conexiones en red.

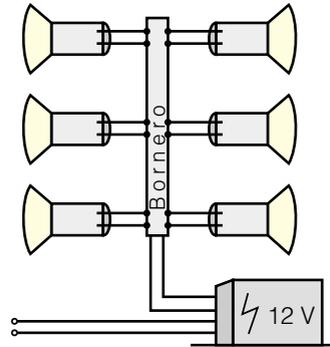


Fig. B3-009: instalación con caja de bornes.

### Cambio de lámparas

- Las lámparas deben cambiarse siempre con la corriente desconectada.
- En circuitos de 230 V, es peligroso tocar el material conductor.
- En circuitos de 12 V, es posible dañar el casquillo del foco; con este voltaje, la corriente es alta: (lámpara de 50 W - 4,2 A aproximadamente; lámpara de 75 W - 6,3 A aproximadamente; lámpara de 100 W - 8,3 A aproximadamente, y al retirar la lámpara puede fundirse los contactos del casquillo. Con los contactos dañados, no es posible garantizar que la lámpara nueva se conecte sin fallos, por lo que puede dañarse aún más el casquillo y afectar seriamente la vida útil de la lámpara. Se debe evitar el contacto directo con las lámparas que no tengan un protector de bombilla o un reflector, ya que las huellas dactilares en la ampolla de cristal de cuarzo se queman al encender la lámpara, dañándola considerablemente. Si se toca una de estas lámparas por error, se deben quitar las huellas dactilares con alcohol o con un trapo suave.

## 3.4. Lámparas de descarga

### Lámparas de descarga compacta

#### Mastercolor (CDM-T) - (CDM-TC) - (CDM-TD)

Lámparas de descarga compactas de color estable, con altas intensidades del haz luminoso debido al pequeño arco de descarga axial y a las dimensiones compactas de la lámpara.

#### Mastercolor (CDM-R)

Lámparas reflectoras, con altas intensidades del haz luminoso debido al pequeño arco de descarga axial del tubo de descarga de óxido de aluminio.

#### Mastercolor (CDM-TP)

Lámparas de descarga compactas de color estable, con altas intensidades del haz luminoso debido al pequeño arco de descarga axial y a las dimensiones compactas de la lámpara. Protegida por un doble casquillo de cuarzo de bloqueo de los rayos UV y un tubo exterior de vidrio duro.

### **Mastercolor (CDM-TT)**

Lámparas de descarga compactas de color estable, con altas intensidades del haz luminoso debido al pequeño arco de descarga axial producido en el interior de un tubo cerámico y a las dimensiones compactas de la lámpara. Protegida por un tubo exterior tubular transparente.

### **Mastercolor (CDM-ET)**

Lámparas de descarga de alta intensidad con un tubo de descarga cerámico dentro de un bulbo elíptico exterior recubierto de color blanco.

### **Máster sodio blanco (SDW-T)**

Lámparas de vapor de sodio de alta presión con un tubo de descarga de óxido de aluminio sintetizado, incluido en un bulbo exterior de cristal blando transparente en el que se ha realizado el vacío.

### **Halogenuros metálicos de baja potencia**

Lámparas de halogenuros metálicos, con doble terminal, alojadas en un bulbo de cuarzo exterior tubular transparente de vacío con filtro de bloqueo de los rayos UV.

## **Lámparas de descarga de alta intensidad**

### **Máster (SON PIA PLUS) - (SON-T PIA PLUS)**

Lámparas de vapor de sodio de alta presión con un tubo de descarga de óxido de aluminio sintetizado, incluido en un bulbo exterior de cristal en el que se ha realizado el vacío. Tubo de descarga con amalgama de sodio-mercurio y xenón.

### **Máster (SON PIA Libre Mercurio)**

Lámparas de vapor de sodio de alta presión con un tubo de descarga de óxido de aluminio sintetizado, incluido en un bulbo exterior de cristal en el que se ha realizado el vacío. Tubo de descarga con amalgama de sodio y xenón. Bulbo exterior con revestimiento interior blanco.

### **Máster (SON-T PIA Libre Mercurio)**

Lámparas de vapor de sodio de alta presión con un tubo de descarga de óxido de aluminio sintetizado, incluido en un bulbo exterior de cristal en el que se ha realizado el vacío. Tubo de descarga con amalgama de sodio y xenón. Bulbo exterior tubular transparente.

### **Máster (SON-T PIA AGRO)**

Lámparas de vapor de sodio de alta presión con un tubo de descarga de óxido de aluminio sintetizado, incluido en un bulbo exterior de cristal en el que se ha realizado el vacío. Tubo de descarga con amalgama de sodio y mercurio y gas inicial xenón. Bulbo exterior con revestimiento interior blanco.

### **Máster (SON PRO)**

Lámparas de vapor de sodio de alta presión con un tubo de descarga de óxido de aluminio sintetizado, incluido en un bulbo exterior de cristal en el que se ha realizado el vacío. Tubo de descarga con amalgama de sodio y mercurio y gas inicial xenón. Bulbo exterior con revestimiento interior blanco. Las de tipo SON-I llevan un arrancador incorporado.

### **Máster (SON COMFORT PRO) - (SON H PRO)**

Lámparas de vapor de sodio de alta presión con un tubo de descarga de óxido de aluminio sintetizado, incluido en un bulbo exterior ovoide con revestimiento interior blanco.

**Máster (SON-T COMFORT PRO) - (SON-T PRO)**

Lámparas de vapor de sodio de alta presión con un tubo de descarga de óxido de aluminio sintetizado, incluido en un bulbo exterior de cristal en el que se ha realizado el vacío. Tubo de descarga con amalgama de sodio y mercurio y gas inicial xenón, incluido en un bulbo exterior tubular.

**Máster (SOX-E) - (SOX PRO)**

Lámpara de vapor de sodio de baja presión con tubo de descarga en forma de U que contiene sodio, incluido en un bulbo exterior tubular transparente, al que se efectúa el vacío.

**Máster (HPL COMFORT PRO) (HPL-N)**

Lámparas de vapor de mercurio de alta presión con un tubo de descarga de cuarzo con vapor de mercurio, incluido en un bulbo exterior ovoide con revestimiento interior especial.

**Máster (HPL) (HPL-N)**

Lámparas de vapor de mercurio de alta presión con un tubo de descarga de cuarzo con vapor de mercurio, incluido en un bulbo exterior ovoide con reflector interno.

**Máster (ML)**

Lámparas de vapor de mercurio de alta presión en serie con un filamento de tungsteno que actúa como fuente de luz incandescente y como dispositivo limitador de corriente, cubierto por un bulbo de vidrio lleno de gas y revestimiento interior de fósforo.

**Máster (MLR)**

Lámparas de vapor de mercurio de alta presión en serie con un filamento de tungsteno que actúa como fuente de luz incandescente y como dispositivo limitador de corriente, cubierto por un bulbo de vidrio lleno de gas y revestimiento interior de fósforo y reflector interno.

**Máster (HPI PLUS)**

Lámparas de halogenuros metálicos de alta presión con un tubo de descarga de cuarzo con vapor de mercurio y una mezcla de halogenuros metálicos, incluido en un bulbo exterior ovoide con revestimiento interior especial.

**Máster (HPI-T PLUS) - (HPI-T PRO)**

Lámparas de halogenuros metálicos de alta presión con un tubo de descarga de cuarzo con vapor de mercurio y una mezcla de halogenuros metálicos, incluido en un bulbo exterior tubular transparente.

**Balastos para las lámparas HID****Balastos electrónicos**

HID - PV: para lámparas MH/CDM 35 W, 70 W y 150 W.

HID - DV: para lámparas SON y CDM 150 W.

EXC: para lámparas SOX.

**Balastos electromagnéticos (reactancias impregnadas)**

BMH: para lámparas SON, CDM y Halógenos Metálicos, Semi P.

BSN: para lámparas SON, CDM y Halógenos Metálicos, Semi P.

BMH: para lámparas SON, CDM y Halógenos Metálicos, Superimpregnadas.

BSN: para lámparas SON, CDM y Halógenos Metálicos, Superimpregnadas.

BSN: para lámparas SON, Halógenos Metálicos y HP, Semi P.

Lámparas de descarga compactas									
Potencia W	η lumínico lm/w	Intensidad lumino-(cd)	Intensidad lumino-(cd)	Intensidad lumino-(cd)	Tipo				
	CDM-T		CDM-TC	CDM-TD		CDM-R			
Color	830	942	830	830	942	830 (10D)	830 (30D)	830 (40D)	
35	87	–	87	–	–	23.000	5.000	–	
70	93	92	93	91	85	68.000	–	10.000	
150	95	88	–	91	91	–	–	–	
Potencia W	η lumínico lm/w	η lumínico lm/w		Tipo					
	CDM-TP		CDM-TT	CDM-ET	SDW-T	MHN-TD	MHW-TD		
Color	830	942	830	830	825				
50	–	–	–	–	44	–	–		
70	83	78	88	88	–	76	83		
100	–	–	–	–	52	–	–		
150	87	81	95	–	–	86	92		
250	–	–	–	–	–	80	–		

Lámparas de descarga, alta intensidad									
Potencia W	η lumínico lm/w	Tipo							
Arrancador	SON-P-P	SON-T	SON-P-M	SON-T-P-M	SON-T-P-A	SON-PRO	SON-PRO	SON-C-PRO	
	E	E	E	E	E	E	I	E	
50	–	–	–	–	–	68	–	–	
70	–	94	–	–	–	80	80	–	
100	100	105	–	88	–	–	–	–	
150	107	110	97	100	–	–	–	83	
250	120	128	108	110	–	–	–	–	
400	135	138	120	120	130	–	–	88	
600	–	150	–	–	–	–	–	93	
1000	–	–	–	–	–	130	–	–	
	ML		MLR	MHN-SA	MHN-LA	HPI-PLUS			
	casqui-E27	casqui-E40	–	–	color 956	color 842	equi-HPL	equi-SON	
160	19	–	18,5	–	–	–	–	–	
230	–	–	–	86	–	–	–	–	
250	21	21	–	–	–	–	74	84	
400	–	–	–	87	–	–	87	93	
500	–	26	–	–	–	–	–	–	
1000	–	–	–	–	87	96	–	–	
2000	–	–	–	–	93	108	–	–	
	HPI-T-P		HPI-T-PRO						
	equi-HPL	equi-SON							
250	76	78	–						
400	90	85	–						
1000	–	–	86						
2000	–	–	95						

Lámparas de descarga, alta intensidad									
Potencia W	η lumínico lm/w	Tipo							
Arrancador	SON-T-C-P	SON-T-PRO	SON-H	SON-E	SOX-PRO	HPL-C-PRO	HPL-N	HPL-R	
	E	E	–	–	–	–	–	–	
18	–	–	–	99	–	–	–	–	
26	–	–	–	137	–	–	–	–	
35	–	–	–	–	123	–	–	–	
36	–	–	–	160	–	–	–	–	
50	–	–	–	–	–	40	36	–	
55	–	–	–	–	140	–	–	–	
66	–	–	–	165	–	–	–	–	
80	–	–	–	–	–	50	45	–	

Lámparas de descarga, alta intensidad (continuación)									
Potencia W	$\eta$ lumínico lm/w	Tipo							
Arrancador	SON-T-C-P E	SON-T-PRO E	SON-H –	SON-E –	SOX-PRO –	HPL-C-PRO –	HPL-N –	HPL-R –	
90	–	–	–	–	146	–	–	–	
91	–	–	–	189	–	–	–	–	
125	–	–	–	–	–	55	50	46	
131	–	–	–	203	–	–	–	–	
135	–	–	–	–	161	–	–	–	
150	87	–	–	–	–	–	–	–	
180	–	–	–	–	179	–	–	–	
220	–	–	91	–	–	–	–	–	
250	92	–	–	–	–	57	51	48	
350	–	–	97	–	–	–	–	–	
400	95	–	–	–	–	61	55	51	
700	–	–	–	–	–	–	55	–	
1000	–	130	–	–	–	–	59	–	

Tabla B3-010: lámparas destinadas al alumbrado.

BSN: para lámparas SON, Halógenos Metálicos y HP, Superimpregnadas.

BHL: para lámparas HPI y HPL.

BSX: para lámparas SOX, SOX-E.

#### Balastos electromagnéticos (reactancias encapsulada)

BSN: para lámparas SON, CDM y Halógenos Metálicos, Semi P.

BSN: para lámparas SON, Halógenos Metálicos y HP, Semi P.

BHL: para lámparas HPI y HPL.

BHL: para lámparas de alta potencia. SON, Halógenos Metálicos y HP.

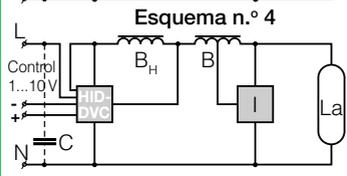
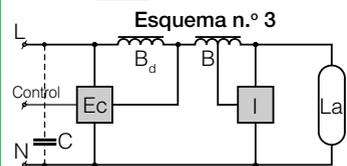
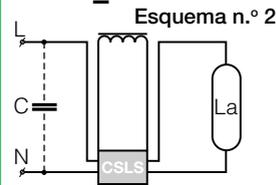
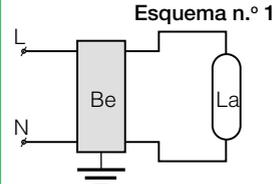
BSX: para lámparas SOX, SOX-E.

#### Balastos electromagnéticos (reactancias blindadas)

BSX: para lámparas SOX, SOX-E.

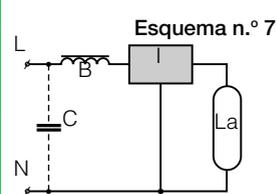
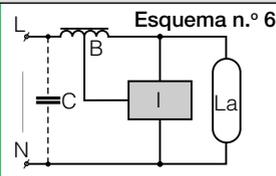
**Balastos electrónicos**

Potencia lámpara (W)	sistema (W)	Intensidad a 230 V nominal (A)	arranque (A)	( $\mu$ s)	Capacidad paralelo ( $\mu$ F/V)	Armónicos THDI %	Esquemas de conexionado N.º
<b>Para lámparas CDM</b>							
38	42,50	0,21	40	200			1
73	80	0,35	50	450			1
147	163	0,73	50	450			1
<b>Para lámparas SON</b>							
150	166	0,74	50	450			1
<b>Para lámparas SOX</b>							
30	34	0,15	40	185			1
46	59	0,23	40	185			1
54	59	0,26	40	185			1
82	90	0,40	50	220			1
<b>Para lámparas SDW-T</b>							
35	44,50	0,20	0,70		6/250		2
50	62	0,35	0,90		9/250		2
100	115	0,55	1,30		14/250		2
<b>Para lámparas SON (reactancia)</b>							
70	84	0,45/0,27	0,60		10/250		3
100	114	0,60/0,34	0,90		12/250		3
150	167	0,85/0,42	1,20		18/250		3
250	275	1,40/0,90	2,30		32/250		3
400	434	2,20/1,35	3,60		45/250		3
<b>Para lámparas SON</b>							
250		1,40/090	2,30		32/250		4
400		2,20/1,35	3,60		45/250		4



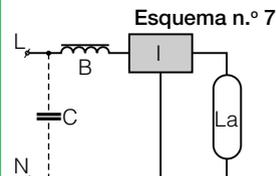
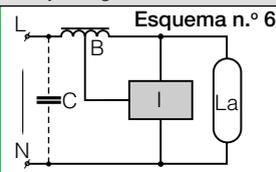
**Balastos electromagnéticos (reactancias impregnadas) para lámparas SON, CDM y halógenos metálicos, semi P.**

38	45,50	0,24	0,55		6/250		6
50	61,30	0,30	0,45		10/250		6
70	82,80	0,45	0,60		12/250		6
75	88,20	0,45	0,60		12/250		6
100	114,90	0,60	0,90		12/250		6
147	163,30	0,85	1,20		18/250		6
150	166,30	0,85	1,20		18/250		6
250	273	1,40	2,30		32/250		7
252	275	1,40	2,30		32/250		7
302	325	1,40	3,60		32/250		7
400	429	2,20	3,60		45/250		6
454	483	2,20	3,60		45/250		6
600	634	3,10	4,90		65/250		6



**Balastos electromagnéticos (reactancias impregnadas) para lámparas SON, CDM y halógenos metálicos, superimp.**

38	46	0,24	0,55		6/250		7
50	61,30	0,30	0,45		10/250		7
70	14,40	0,45	0,60		12/250		7
75	89,60	0,45	0,60		12/250		7
100	115,30	0,60	0,90		12/250		7
147	165,20	0,85	1,20		18/250		7
150	168,20	0,85	1,20		18/250		7
250	273	1,40	2,30		32/250		6
252	275	1,40	2,30		32/250		6
302	325	1,40	3,60		32/250		6
400	430	2,20	3,60		45/250		7
454	484	2,20	3,69		45/250		7



B  
3

Balastos electrónicos (continuación)							
Potencia lámpara (W)	sistema (W)	Intensidad a 230 V nominal (A)	arranque (A)	( $\mu$ s)	Capacidad paralelo ( $\mu$ F/ V)	Armónicos THDI %	Esquemas N.º
Balastos electromagnéticos (reactancias encapsuladas) para lámparas SON, CDM y halógenos metálicos, semi P.							
50	60	0,30	0,45		10/250		6
70	81	0,45	0,69		12/250		6
100	113,80	0,60	0,90		12/250		6
150	169	0,85	1,20		18/250		6
250	276	1,40	2,30		32/250		6
252	278	1,40	2,30		32/250		6
302	328	1,40	2,30		32/250		6
400	430	2,20	3,60		45/250		6
454	484	2,20	3,60		45/250		6
Esquema n.º 6							
Balastos electromagnéticos (reactancias impregnadas) para lámparas HPI y HPL							
50	58,70	0,30	0,40		7/250		8
80	89,60	0,45	0,65		8/250		8
125	140	0,79	1,10		10/250		8
250	268,50	1,35	2,20		18/250		8
256	274,50	1,35	2,20		18/250		11
400	423,30	2,15	3,90		25/250		11
Esquema n.º 8							
Balastos electromagnéticos (reactancias impregnadas) para lámparas SOX, SOX-E							
18	26,20	0,14	0,15		4,5/250		11
27	36,60	0,16	0,22		6/250		11
37	48,60	0,22	0,28		8/250		11
56	68,50	0,35	0,40		8/250		11
Balastos electromagnéticos (reactancias encapsulada) para lámparas HPI y HPL							
50	57,50	0,30	0,45		7/250		8
80	90,50	0,45	0,65		8/250		8
125	138	0,70	1,10		10/250		8
250	270,50	1,35	2,20		18/250		8
256	276,50	1,35	2,20		18/250		11
400	422	2,15	3,90		25/250		11
Esquemas n.ºs 10 y 11							
Balastos electromagnéticos (reactancias encapsulada) para lámparas SON, halógenos, metálicos y HP							
985	1041	5,30	8,25		65/250		9
1000	1056	5,40	10,60		100/250		6
1040	1105	6,00	10,60		125/250		6
1800	1860	10,00	17,30		200/250		6
1850	1926	10,50	15,70		70/450		7
1930	2005	6,00	8,60		35/450		10
1960	2035	10,60	16,50		125/250		9
2040	2120	11,30	17,00		70/450		7
Esquema n.º 9							
Balastos electromagnéticos (reactancias encapsulada) para lámparas SOX, SOX-E							
27	32,80	0,16	0,22		6/250		11
37	49,60	0,22	0,28		8/250		11
56	65	0,35	0,40		6/250		11
89	100,50	0,50	0,57		10/250		11
Balastos electromagnéticos (reactancias blindadas) para lámparas SOX, SOX-E							
38	48,50	0,22	0,31		4,4/300		12
56	75,50	0,34	0,39		5,7/420		12
65	83,50	0,39	0,49		7,6/300		12
89	107,70	0,50	0,57		9,6/300		12
90	106,50	0,49	0,66		5,2/300		12
128	148	0,66	0,95		3,4/650		13
129	151,50	0,73	0,86		6/420		12
180	212	0,73	0,86		4,4/650		13
Esquema n.º 13							
Esquema n.º 12							

Tabla B3-011: características de los balastos para las lámparas HID.

### 3.5. Lámparas fluorescentes

#### Lámparas convencionales:

- Máster TL5 HO. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 16 mm de diámetro.
- Máster TL5 HE. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 16 mm de diámetro.
- Máster TL5 circular. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura circular de 16 mm de diámetro, con opciones de 22,5 o 37,5 mm.
- Máster TL - D Súper 80. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro.
- Máster TL - D Súper 80 HF. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro y relleno de argón.
- Máster TL - D Réflex. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro y con un reflector incorporado en su interior de 200°.
- Máster TL - D Secura. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro.
- TL - D Estándar. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro.
- TL - M RS PRO. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 38 mm de diámetro.
- TL - E PRO. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura circular de 26 mm de diámetro.
- TL - RS PRO. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 38 mm de diámetro.
- TL - M RS. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 38 mm de diámetro.
- TL - S. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 38 mm de diámetro.
- TL - E. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura circular de 26 mm de diámetro.
- TL - Mini PRO. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 16 mm de diámetro.
- TL - Mini Estándar. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 16 mm de diámetro.
- TL - X. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura circular de 38 mm de diámetro. Lámparas de 20, 40 y 65 W con banda de encendido interna para el encendido instantáneo, sin precalentamiento y sin cebador.

#### Áreas de aplicación especial:

- TL - D especiales para establecimientos de la alimentación (temperatura de color 3800 °K). Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro.
- TL - D Gama 90. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro.
- TL - D Apertura Súper 80. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro, con una abertura de 30°.
- Aquarela. Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro, con una emisión de flujo luminoso equivalente a la longitud de onda de la luz natural, necesaria para lograr la fotosíntesis y la síntesis clorofílica.

- **Colores.** Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con una envoltura tubular de 26 mm de diámetro, con las paredes internas revestidas de un polvo fluorescente que convierte la radiación UV producida por la descarga del gas en luz visible, con un filtrado que proporciona una percepción monocromática.
- **Luz negra.** Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con ampolla interna recubierta con polvo fluorescente que permite radiación UV de onda larga para excitar la luminiscencia.
- **Luz negra: compacta.** Lámpara de descarga de mercurio de baja presión con ampolla interna recubierta con polvo fluorescente que permite radiación UV de onda larga para excitar la luminiscencia.

### **Lámparas compactas - No integradas:**

- **Máster PL-C 2 patillas.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por cuatro tubos fluorescentes, estrechos y paralelos.
- **Máster PL-C 4 patillas.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por cuatro tubos fluorescentes, estrechos y paralelos.
- **Máster PL-T 2 patillas.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por tres tubos fluorescentes, estrechos y paralelos, doblados sobre sí mismos.
- **Máster PL-T 4 patillas.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por tres tubos fluorescentes, estrechos y paralelos, doblados sobre sí mismos.
- **PL-S PRO 2 patillas.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por dos tubos fluorescentes, estrechos y paralelos.
- **PL-S PRO 4 patillas.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por dos tubos fluorescentes, estrechos y paralelos.
- **PL-L PRO 4 patillas.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por dos tubos fluorescentes, estrechos y paralelos.
- **PL-L PRO HF 4 patillas.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por dos tubos fluorescentes, estrechos y paralelos.

### **Lámparas fluorescentes compactas - Integradas:**

- **Ambiance PRO.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía, con balasto electrónico incorporado. De forma convencional.
- **Ambiance Economy.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía, con balasto electrónico incorporado. De forma convencional.
- **Ambiance Slimline.** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía, con balasto electrónico incorporado. De forma de vela convencional.
- **PLE-T PRO .** Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por tres tubos fluorescentes, estrechos, paralelos y doblados sobre sí mismos. Con balasto electrónico incorporado.

■ PLE-C PRO. Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por cuatro tubos fluorescentes, estrechos y paralelos. Con balasto incorporado.

■ PLE-D PRO. Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía, con balasto electrónico incorporado. De forma esférica.

■ Economy. Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía. Compactas de arco largo en descarga en atmósfera de mercurio de baja presión. Integrada por dos tubos fluorescentes, estrechos, paralelos y doblados sobre sí mismos. Con balasto electrónico incorporado.

Lámparas fluorescentes (tubos)													
Tipo	Máster TL5 HO		Máster TL5 HE		M-TL5 Circular		M-TL-DS 80		M-TL-DS 80 HF		M-TL-DS		
Potencia Lámpara W	Rendim. lumínico lm/W	Color K											
18	-	-	-	-	-	-	75	827	-	-	-	-	
36	-	-	-	-	-	-	93	827	-	-	-	-	
58	-	-	-	-	-	-	90	827	-	-	-	-	
14	-	-	96	830	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	-	-	-	-	-	-	75	830	-	-	-	-	
21	-	-	100	830	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	-	-	-	-	81	830	-	-	-	-	-	-	
24	83	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28	-	-	104	830	-	-	-	-	-	-	-	-	
32	-	-	-	-	-	-	-	-	106	830	-	-	
35	-	-	104	830	-	-	-	-	-	-	-	-	
36	-	-	-	-	-	-	93	830	-	-	-	-	
39	90	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40	-	-	-	-	82	830	-	-	-	-	-	-	
49	100	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
54	93	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	-	-	-	-	-	-	-	-	108	830	-	-	
58	-	-	-	-	-	-	90	830	-	-	-	-	
14	-	-	96	840	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	-	-	-	-	-	-	75	840	-	-	75	840	
21	-	-	100	840	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	-	-	-	-	81	840	-	-	-	-	-	-	
24	83	840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28	-	-	104	840	-	-	-	-	-	-	-	-	
32	-	-	-	-	-	-	-	-	106	840	-	-	
35	-	-	104	840	-	-	-	-	-	-	-	-	
36	-	-	-	-	-	-	93	840	-	-	93	840	
39	90	840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40	-	-	-	-	82	830	-	-	-	-	-	-	
49	100	840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	-	-	-	-	-	-	-	-	108	840	-	-	
54	93	840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
58	-	-	-	-	-	-	90	840	-	-	90	840	
18	-	-	-	-	-	-	75	865					
36	-	-	-	-	-	-	93	865					
58	-	-	-	-	-	-	90	865					

<b>Lámparas fluorescentes (tubos)</b> (continuación)												
Tipo	Máster TL-DS		TL-D estándar		TL-M RS PRO		TL-E PRO		TL-RS		TL-M RS	
Potencia Lámpara W	Rendim. lumínico lm/W	Color K										
32	-	-	-	-	-	-	72	830	-	-	-	-
40	-	-	-	-	77	830	80	830	-	-	-	-
18	72	840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	89	840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	72	840	-	-	-	-
40	-	-	-	-	77	840	80	840	-	-	-	-
58	86	840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	53	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	64	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	66	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	55	33/54	60	33/54
23	-	-	78	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	70	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	79	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	75	33/54	71	33/54
58	-	-	79	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73	33/54
Tipo	TL-S		TL-E		TL-Mini PRO		TL-Mini estándar		TL-D aliment.		TL-D Gama 90	
8	-	-	-	-	59	830	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	77	830	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	35	33/54	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	46	33/54	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	51	33/54	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	72	33/54	-	-	-	-
20	47	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	25	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	64	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
40	59	33	72	33/54	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	36	79	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	40	79	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-	-	44	79	-	-
58	-	-	-	-	-	-	-	-	43	79	-	-
8	-	-	-	-	59	840	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	77	840	-	-	-	-	-	-
Tipo	TL-D AS 80		Aquarelle		TL-X		Colores		Luz negra			
20	-	-	-	-	50	33						
40	-	-	-	-	58	33						
65	-	-	-	-	71	33						
8	-	-	52	89								
14	-	-	43	89								
15	-	-	50	89								
18	-	-	56	89								
25	-	-	57	89								
30	-	-	60	89								
36	-	-	68	89								
38	-	-	62	89								
58	-	-	52	89								

Lámparas fluorescentes (tubos) (continuación)												
Tipo	TL-D AS 80		Aquarelle		TL-X		Colores		Luz negra			
Potencia Lámpara W	Rendim. lumínico lm/W	Color K	Rendim. lumínico lm/W	Color K	Rendim. lumínico lm/W	Color K	Rendim. lumínico lm/W	Color K	Rendim. lumínico lm/W	Color K	Rendim. lumínico lm/W	Color K
15	56	865	–	–								
18	66	865	–	–								
30	70	865	–	–								
36	80	865	–	–								
58	76	865	–	–								
Tipo	Colores		Luz negra	Luz negra com.								
Potencia Lámpara W	Rendim. lumínico lm/W	Color K	Radiación UVA W	Radiación UVA W	Rendim. lumínico lm/W	Color K	Rendim. lumínico lm/W	Color K	Rendim. lumínico lm/W	Color K		
18	1,40	rojo	–	–								
36	1,70	rojo	–	–								
18	36,60	amarillo	–	–								
36	43,80	amarillo	–	–								
18	72,20	verde	–	–								
36	87,20	verde	–	–								
18	22,20	azul	–	–								
36	26,90	azul	–	–								
4	–	–	0,50	–								
6	–	–	0,90	–								
8	–	–	1,20	–								
9	–	–	–	1,70								
15	–	–	3,10	–								
18	–	–	–	–								
30	–	–	6,00	–								
36	–	–	8,00	–								

Tabla B3-012: lámparas fluorescentes.

- SL-E PRO. Lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo de energía, con balasto electrónico incorporado. De forma convencional.

### Balastos para lámparas fluorescentes

#### Balastos electrónicos para lámparas fluorescentes

■ HF-B (Básico) para lámparas TLD y PL-L. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con baja frecuencia de conmutación (máximo tres por día).

■ HF-P (Performer) para lámparas TLD. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.

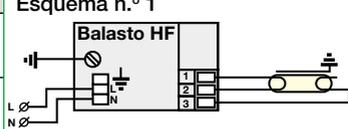
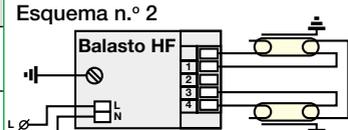
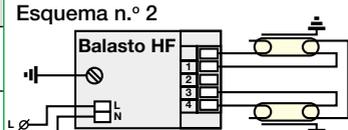
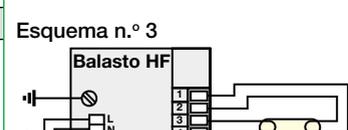
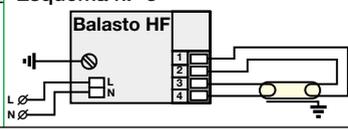
■ HF-P (Performer) para 3 o 4 lámparas de 18 W TLD. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.

■ HF-P (Performer) para lámparas 38 W TLD y 60 W HF. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.

■ HF-P (Performer) para lámparas TL5 HE. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.

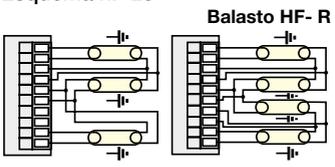
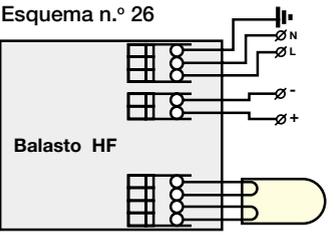
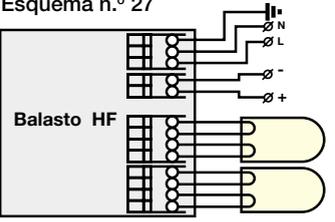
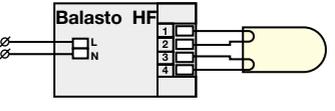
- HF-P (Performer) para lámparas TL5 HO. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-P (Performer) para 3 o 4 lámparas de 14 W TL5. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-P (Performer) para lámparas TL5 Circular. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-P (Performer) para lámparas PL-L 18 W y 24 W formato cuadrado. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-P (Performer) para lámparas PL-L formato lineal. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-P (Performer) para lámparas PL-T y PL-C. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación para multitensiones.
- HF-P (Performer) para lámparas PL-T y PL-C. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-R (regulable) para lámparas PL-D y PL-L. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-R (regulable) para 3 o 4 lámparas TL-D. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-R (regulable) para lámparas TL-5. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-R (regulable) para 3 o 4 lámparas TL-5. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.

**Balastos electrónicos**

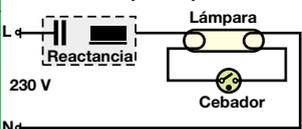
Potencia lámpara N.º	Ref.	(W)	Intensidad a 230 V sistema				Capacidad en cable (pF)	Armónicos THDI %	Esquemas de conexionado N.º
			(W)	(A)	arranque (A)	(µs)			
<b>HF-B para lámparas TLD</b>									
1	36	32	36	0,160	20	160	120	1	<b>Esquema n.º 1</b> 
1	58	50	55	0,250	20	160	120	1	
2	36	32	71	0,320	20	160	120	2	<b>Esquema n.º 2</b> 
2	58	50	55	0,480	36	220	120	2	
<b>HF-B para lámparas PL-L</b>									
1	36	30	34	0,160	20	160	120	1	<b>Esquema n.º 2</b> 
1	55	50	55	0,250	20	160	120	1	
2	36	30	67	0,320	20	160	120	2	<b>Esquema n.º 3</b> 
2	55	50	55	0,480	36	220	120	2	
<b>HF-P (Performer) para lámparas TLD</b>									
1	18	16	20	0,080	11	350	200	3	<b>Esquema n.º 3</b> 
1	36	32	36	0,160	18	225	200	3	
1	58	50	56	0,260	18	225	200	3	
1	70	60	67	0,300	14	300	200	3	

Balastos electrónicos (continuación)										
Potencia lámpara N.º Ref.	Intensidad a 230 V sistema				Capacidad paralelo (µF)	Armónicos THDI %	Esquemas de conexionado N.º			
	(W)	(W)	(A)	arranque (A)				(µs)	(pF)	
HF-P para lámparas TLD										
2	18	16	38	0,160	14	300	200		4	Esquema n.º 4 
2	36	32	72	0,310	14	300	200		4	
2	58	50	111	0,480	26	300	200		4	
2	70	60	133	0,590	26	300	200		4	
HF-P (Performer) para 3 o 4 lámparas 18 W TLD										
3	18	16	68	0,250	26	300	200		5	Esquema n.º 5 
4	18	16	84	0,320	26	300	200		6	
HF-P (Performer) para lámparas 38 W TLD y 60 W HF										
1	38	41	45	0,210	11	350	200		7	Esquema n.º 6 
1	60	61	67	0,300	14	300	200		7	
2	38	41	91	0,410	26	300	200		8	
HF-P (Performer) para lámparas TL5 HE										
1	14	14	17	0,080	9	200	200		9	Esquema n.º 7 
1	21	21	25	0,110	9	200	200		9	
1	28	28	32	0,140	9	200	200		9	
1	35	35	39	0,170	9	200	200		9	
2	14	14	31	0,130	20	100	60/200		10	
2	21	21	47	0,200	20	100	60/200		10	
2	28	28	62	0,280	14	300	60/200		10	
2	35	35	77	0,340	14	300	60/200		10	
HF-P (Performer) para lámparas TL5 HO										
1	24	23	28	0,120	9	200	200		9	Esquema n.º 8 
1	39	38	42	0,190	9	200	200		9	
1	49	49	54	0,240	9	200	200		9	
1	54	54	60	0,260	14	200	200		9	
2	24	23	53	0,230	24	200	60/200		10	
2	39	38	84	0,380	24	200	60/200		10	
2	49	49	106	0,460	24	200	60/200		10	
2	54	54	117	0,540	31	350	60/200		10	
HF-P (Performer) para 3 o 4 lámparas 14 W TL5										
3	14	14	52	0,230	26	300	30/120		5	Esquema n.º 9 
4	14	14	66	0,290	26	300	30/120		6	
HF-P (Performer) para lámparas TL5 circular										
1	24	22	26	0,110	20	170	100-120		11	Esquema n.º 10 
1	40	40	44	0,190	17	375	100-120		11	
HF-P (Performer) para lámparas PL-L 18 W y 24 W, formato cuadrado										
1	18	16	20	0,090	20	170	60/120		11	Esquemas n.ºs 11 y 15 
1	22	22	26	0,110	20	170	100-120		11	
1	24	24	26	0,110	20	170	100-120		11	
2	18	16	37	0,110	20	170	100-120		12	
2	24	22	51	0,220	20	170	100-120		12	
HF-P (Performer) para lámparas PL-L, formato lineal										
1	36	32	36	0,160	11	350	200		13	Esquemas n.ºs 11 y 15 
1	40	40	45	0,200	11	350	200		13	
1	55	52	58	0,250	11	350	200		13	
2	36	32	72	0,310	14	300	200		14	
2	40	40	89	0,400	26	300	200		14	
2	55	52	116	0,500	26	300	200		14	

Balastos electrónicos (continuación)											
Potencia lámpara	N.º Ref.	Intensidad a 230 V sistema				Capacidad paralelo (pF)	Armónicos THDI %	Esquemas de conexionado N.º			
		(W)	(W)	nominal (A)	arranque (A)						
HF-P (Performer) para lámparas PL-T y PL-C											
1	10	9,50	12,50	0,060	20	170	60/120		15		
1	13	12,50	15,50	0,060	20	170	60/120		15		
1	18	16,50	20	0,090	20	170	60/120		15		
1	26	24	28	0,130	20	170	60/120		15		
1	32	32	36	0,160	20	170	60/120		15		
1	42	43	47	0,210	20	170	60/120		15		
2	10	9,50	23	0,120	20	170	60/120		16		
2	13	12,50	26	0,120	20	170	60/120		16		
2	18	16,50	38	0,170	20	170	60/120		16		
2	26	24	54	0,240	20	170	60/120		16		
2	32	32	72	0,310	45	170	60/120		17		
2	42	43	96	0,420	45	170	60/120		17		
Ultra HF-P (Performer) universal para lámparas PL-T y PL-C											
1	13	12,50	15,50						18		
1	18	16,50	19,50						18		
1	26	24	27						18		
1	32	32	36						18		
1	42	43	47						18		
2	13	12,50	29		18						
2	18	16,50	37		18						
2	26	24	53		18						
HF-R (regulable) con regulación para lámparas TLD y PL-L											
1	18	16	21	0,090			30/150		19/21		
1	36	32	38	0,180			30/150		19/21		
1	40	40	47	0,210			30/150		-/21		
1	58	50	56	0,260			30/150		19/21		
2	18	16	39	0,180			30/150		20/22		
2	36	32	74	0,340			30/150		20/22		
2	40	40	92	0,420			30/150		-/22		
2	58	50	113	0,520			30/150		20/22		
HF-R (regulable) con regulación para 3 o 4 lámparas TLD											
3	18	16	58	0,260			30/150		23		
4	18	16	74	0,320			30/150		23		
HF-R (regulable con regulación para lámparas TL5											
1	14	14	18	0,090	19	220	15/75		24		
1	21	21	25	0,120	19	220	15/75		24		
1	24	23	28	0,120	19	220	15/75		24		
1	28	28	33	0,160	19	220	15/75		24		
1	35	35	40	0,190	19	220	15/75		24		
1	39	38	43	0,190	19	220	15/75		24		
1	49	49	55	0,250	19	220	15/75		24		
1	54	54	60	0,270	19	220	15/75		24		
2	14	14	32	0,150	25	220	15/75		25		
2	21	21	48	0,200	25	220	15/75		25		
2	24	23	53	0,240	25	220	15/75		25		
2	28	28	63	0,280	25	220	15/75		25		
2	35	35	80	0,340	32	300	15/75		25		
2	39	38	88	0,250	32	300	15/75		25		
2	49	49	111	0,480	32	300	15/75		25		
2	54	54	126	-	-	-	-		-		

Balastos electrónicos (continuación)										
Potencia lámpara		Intensidad a 230 V				Capacidad paralelo	Armónicos THDI	Esquemas de conexionado		
N.º Ref.	(W)	sistema (W)	nominal (A)	arranque (A)	(µs)	(pF)	%	N.º		
HF-R (regulable) con regulación para 3 o 4 lámparas TL5										
3	14	14	49	0,260	25	200	15/75	23	<b>Esquema n.º 23</b> 	
4	14	14	63	0,320	25	200	15/75	23		
HF-R DALI direccionable y con regulación para lámparas TL5										
2	14	14	32	0,150	25	200	15/75	25	<b>Esquema n.º 26</b> 	
2	21	21	48	0,200	25	200	15/75	25		
2	24	23	53	0,240	25	200	15/75	25		
2	28	28	63	0,280	25	200	15/75	25		
2	35	35	80	0,340	32	300	15/75	25		
2	39	38	88	0,380	32	300	15/75	25		
2	49	49	111	0,480	32	300	15/75	25		
HF-R (regulable) con regulación para lámparas PL-T y PL-C										
1	18	16,50	21	0,090	40	110	30/75	26	<b>Esquema n.º 27</b> 	
1	26	24	29	0,130	40	110	30/75	26		
1	32	32	38	0,170	40	110	30/75	26		
1	42	43	50	0,220	40	110	30/75	26		
2	18	16,50	38	0,170	35	120	30/75	27		
2	26	24	54	0,240	35	120	30/75	27		
2	32	32	72	0,310	45	170	30/75	27		
2	42	43	96	0,420	45	170	30/75	27		
HF-Matchbox para lámparas TL miniatura y fluorescentes compactas, LH, SH, LP y SP										
1	4	3,50	4,60	0,031				28		<b>Esquema n.º 28</b> 
1	5	4,30	5,50	0,035				28		
1	6	5,50	6,80	0,047				28		
1	7	5,80	7	0,049				28		
1	8	7	8,30	0,056				28		
1	9	7,20	8,50	0,058				28		
1	10	8,70	10,30	0,074				28		
1	11	11,40	13,10	0,091				28		
1	13	11,50	13,30	0,092				28		
1	13	12,30	14,40	0,098				28		
1	14	12,80	14,70	0,100				28		
1	15	14,90	17,40	0,120				28		
1	18	15,80	18,10	0,123				28		
1	18	16,30	18,60	0,127				28		
1	18	16,90	19	0,133				28		
1	24	21,60	23,80	0,159				28		
1	24	21,70	23,60	0,156				28		

**Balastos. Reactancias electromagnéticas para lámparas fluorescentes**

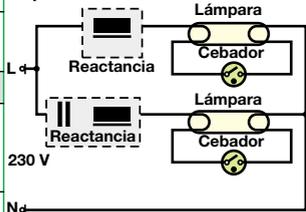
Lámpara		Perd. reac.	Intensidad a 230 V		Capacidad paralelo	Armónicos THDI	Esquemas de conexionado
N.º	W   Ref.	(W)	nominal (A)	arranque (A)	(µF/V)	%	
BTA 15 L31							
1	18 TLD	8,50	0,330	0,36	4,5/250		<b>Circuitos con cebador</b> 
BTA 18 L31							
1	18/24 TL-D y PL-L	8,70	0,370	0,41	4,5/250		
	20 TL-U	8,70	0,370	0,41	4,5/250		
	22 TL-E	8,70	0,370	0,41	4,5/250		
	26 PL-C y PL-T	8,70	0,370	0,41	4,5/250		
2	18/20 TL-D	9	0,270	0,27	2,7/450		

**Balastos. Reactancias electromagnéticas para lámparas fluorescentes (continuación)**

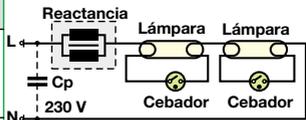
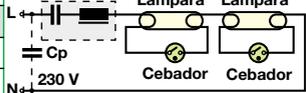
Lámpara			Perd. reac. (W)	Intensidad a 230 V			Capacidad paralelo (µF/V)	Armónicos THDI %
Referencias N.º	W	Ref.		nominal (A)	arranque (A)	(µs)		
<b>BTA 30 L31</b>								
1	30	TLD y TL	8	0,370	0,47		4,5/250	
2	15	TLD	7,20	0,370	0,47		4,5/250	
2	30	TLD	9	0,380	0,38		2,9/450	
<b>BTA 36 L31</b>								
1	36	TLD y PL-L	8,10	0,420	0,58		4,5/250	
1	38	TLD	8,10	0,420	0,58		4,5/250	
1	40	TL y TL-U	8,10	0,420	0,58		4,5/250	
2	18/20	TLD y PL-L	6,70	0,420	0,58		4,5/250	
2	36/40	TLD	9	0,430	0,43		3,4/450	
4	18/20	TL-D	9	0,430	0,43		3,4/450	
<b>BTA 58 L31</b>								
1	58/65	TLD: TL y TLU	10,50	0,650	0,9		6,5/250	
2	58/65	TL-D	12	0,680	0,68		5,3/450	
<b>BTA 18 L31 LW</b>								
1	18	TL-D y PL-L	6	0,370	0,42		4,5/250	
1	20/22	TL-U y TL-E	6	0,370	0,42		4,5/250	
1	24/26	PL-I; PL-T y C	6	0,370	0,42		4,5/250	
2	18/20	TL-D	7	0,260	0,26		2,7/450	
<b>BTA 36 L31 LW</b>								
1	36	TLD y PL-L	6	0,430	0,59		4,5/250	
1	38/40	TLD; TL; TL-U	6	0,430	0,59		4,5/250	
2	18/20	TLD y PL-L	5	0,430	0,59		4,5/250	
2	36/40	TL-D	7	0,450	0,48		3,4/450	
4	18/20	TL-D	7	0,450	0,45		3,4/450	
<b>BTA 58 L31 LW</b>								
1	58/65	TLD; TL; TLU	9	0,630	0,96		6,5/250	
2	58/65	TL-D	9,50	0,710	0,71		5,3/450	
<b>BTA 18 L25</b>								
1	18	TLD y PL-L	8,90	0,370	0,42		4,5/250	
1	20/22	TLU y TLE	8,90	0,370	0,42		4,5/250	
1	24/26	PL-L y PL-T	8,90	0,370	0,42		4,5/250	
2	18/20	TL-D	9,50	0,260	0,26		2,6/450	
<b>BTA 36 L25</b>								
1	36	TL-D y PL-L	8,90	0,400	0,52		4,5/250	
1	38/40	TLD y TLU	8,90	0,400	0,52		4,5/250	
2	18	TL-D y PL-L	8,90	0,400	0,52		4,5/250	
2	18/20	TLD y PL-L	7,40	0,400	0,52		2,6/450	
2	36/40	TL-D	9,50	0,430	0,43		3,3/450	
4	18/20	TL-D	9	0,410	0,43		3,3/450	
<b>BTA 58 L25</b>								
1	58/65	TLD; TL; TLU	10,50	0,620	0,90		6,5/250	
2	58/65	TL-D	12,50	0,650	0,65		5,1/450	

Esquemas de conexionado

**Circuito doble inductivo y capacitativo**

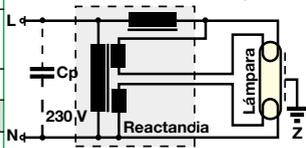


**Circuito tándem, o serie**

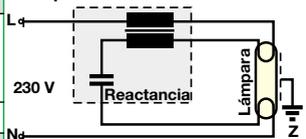


**Circuitos sin cebador**

**Circuitos de encendido rápido RS**

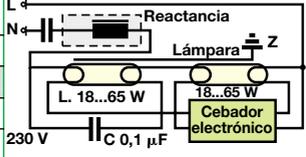


**Circuito resonante de doble choque RD**



**Circuito con cebador electrónico ES 08**

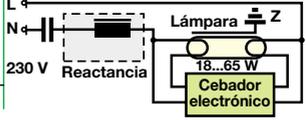
**Circuito tándem**



**Reactancias electromagnéticas para lámparas TL miniatura y fluorescente compactas**

<b>BTA 18 L31</b>								
1	18/24	TL-D y PL-L	8,70	0,370	0,41		4,5/250	
1	20/22	TL-U y TL-E	8,70	0,370	0,41		4,5/250	
1	26	PL-C Y PL-T	8,70	0,370	0,42		4,5/250	
2	18/20	TL-D	9	0,270	0,27		2,7/450	

**Circuito simple**



Balastos. Reactancias electromagnéticas para lámparas fluorescentes (continuación)									
Lámpara Referencias		Perd. reac.	Intensidad a 230 V nominal		Capacidad paralelo	Armónicos THDI	Esquemas de conexionado		
N.º	W	Ref.	(W)	(A)	(A)	(µs)	(µF/V)	%	
<b>BTL 02 L31V</b>									
1	4	TL miniatura	5,40	0,175			2/250		<b>Circuitos PL</b> <b>Circuito simple</b> 
1	6	TL miniatura	5,10	0,160			2/250		
1	8	TL miniatura	4,70	0,153			2/250		
2	4	TL miniatura	4,70	0,153			2/250		
<b>BPL 10 L31V</b>									
1	5	PL-S	5,50	0,180			2/250		<b>Circuito tándem</b> 
1	7	PL-S	5,10	0,175			2/250		
1	9	PL-S	4,90	0,170			2/250		
1	11	PL-S	4,40	0,106			1,6/250		
2	5	PL-S	4,50	0,165			1,6/250		
2	7	PL-S	3,90	0,150			1,6/250		
<b>BTL 13 L31V</b>									
1	10	PL-C	5,60	0,190			2/250		
1	13	PL-C	4,70	0,165			1,6/250		
2	7	PL-S	4,70	0,165			1,6/250		
2	9	PL-S	3,90	0,145			1,6/250		
<b>BPL 18 L31V</b>									
1	18	PL-C y PL-T	6	0,220			2/250		

Tabla B3-013: balastos para tubos y lámparas fluorescentes.

**Lámparas compactas - No integradas**

Lámpara	Sistema	Color	Balasto adecuado	Lámpara	Sistema	Color	Balasto adecuado
W	E. mag. W	Electrom. W	Ref.	W	E. mag. W	Electrom. W	Ref.
<b>Máster PL-C 2 patillas</b>				<b>Máster PL-T 2 patillas</b>			
10	15,60		827 BTL 13 L31V	18	24		827 BPL 18 L31V
13	17,70		827 BTL 13 L31V	26	32,20		827 BTA 18 L31
18	24		827 BPL 18 L31V	18	24		840 BPL 18 L31V
26	33,20		827 BTL 18 L31	26	32,20		840 BPL 18 L31
10	15,60		830 BTL 13 L31V	<b>Máster PL-T 4 patillas</b>			
13	17,70		830 BTL 13 L31V	18		20	827 HF-P 118 PL-T/C
18	24		830 BTL 18 L31V	26		28	827 HF-P 126 PL-T/C
26	33,20		830 BTA 18 L31	32		36	827 HF-P 132 PL-T
10	15,60		840 BTL 13 L31V	42		47	827 HF-P 142 PL-T
13	17,70		840 BTL 13 L31V	18		20	840 HF-P 118 PL-T/C
18	24		840 BTL 18 L31V	26		28	840 HF-P 126 PL-T/C
26	33,20		840 BTL 18 L31	32		36	840 HF-P 132 PL-T
<b>Máster PL-C 4 patillas</b>				42		47	840 HF-P 142 PL-T
10	15,60	12,50	827 HF-P 113 PL-C	<b>Máster PL-S PRO 2 patillas</b>			
13	17,70	15,50	827 HF-P 113 PL-C	7	12,10		827 BPL 10 L31V
18	24	20	827 HF-P 118 PL-C	9	13,90		827 BPL 10 L31V
26	32,20	28	827 HF-P 126 PL-C	11	15,40		827 BPL 10 L31V
10	15,60	12,50	830 HF-P 113 PL-C	7	12,10		830 BPL 10 L31V
13	17,70	15,50	830 HF-P 113 PL-C	9	13,90		830 BPL 10 L31V
18	24	20	830 HF-P 118 PL-C	11	15,40		830 BPL 10 L31V
26	32,20	28	830 HF-P 126 PL-C	7	12,10		840 BPL 10 L31V
10	15,60	12,50	840 HF-P 113 PL-C	9	13,90		840 BPL 10 L31V
13	17,70	15,50	840 HF-P 113 PL-C	11	15,40		840 BPL 10 L31V
18	24	20	840 HF-P 118 PL-C				
26	32,20	28	840 HF-P 126 PL-C				

Lámparas Compactas - No Integradas (continuación)									
Lámpara	Sistema		Color	Balasto adecuado	Lámpara	Sistema		Color	Balasto adecuado
W	E. mag. W	Electrom. W		Ref.	W	E. mag. W	Electrom. W		Ref.
PL-S PRO 4 patillas					PL-L PRO 4 patillas				
7		7,30	827	HF-M 109 TL/PL	18	26,70	20	827	HF-P 118 PLL
9		9	827	HF-M 109 TL/PL	24	32,70	26	827	HF-P 122 PLL
11		12,60	827	HF-M 114 TL/PL	36	44,10	36	827	HF-P 136 PLL
7		7,30	840	HF-M 109 TL/PL	18	26,70	20	830	HF-P 118 PLL
9		9	840	HF-M 109 TL/PL	24	32,70	26	830	HF-P 122 PLL
11		12,60	840	HF-M 114 TL/PL	36	44,10	36	830	HF-P 136 PLL
PL-L PRO HF 4 patillas					18	26,70	20	830	HF-P 118 PLL
40		45	840	HF-P 140 PLL	24	32,70	26	830	HF-P 122 PLL
55		58	840	HF-P 140 PLL	36	44,10	36	830	HF-P 136 PLL

Tabla B3-014: lámparas fluorescentes no integradas.

Lámparas fluorescentes integradas												
Tipo	Ambiance PRO		A. Economy		A. Slimline		PLE-T PRO		PLE-C PRO		PLE-D PRO	
Potencia Lámpara W	Rendim. lumínico lm/W	Color K										
8	-	-	-	-	-	-	-	-	50	827	-	-
9	47	827	44	827	44	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	54	827	55	827	-	-
12	50	827	50	827	50	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	61	827	-	-
15	-	-	-	-	-	-	60	827	-	-	-	-
16	56	827	56	827	-	-	-	-	-	-	56	827
20	60	827	60	827	-	-	60	827	-	-	60	827
23	59	827	-	-	-	-	65	827	-	-	59	827
20	-	-	-	-	-	-	55	840	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	59	840	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	44	865	-	-
11	-	-	-	-	-	-	59	865	50	865	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	57	865	-	-
15	-	-	-	-	-	-	53	865	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	55	865	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	61	865	-	-	59	865
Tipo	PL Economy		SL-E PRO									
9	44	-	-	-								
11	55	-	-	-								
14	64	-	-	-								
18	67	-	-	-								
13	-	-	41	78								
17	-	-	44	78								
21	-	-	52	78								
13	-	-	46	82								
17	-	-	50	82								
21	-	-	57	82								

Tabla B3-015: lámparas fluorescentes integradas.

- HF-R DALI direccionable y con regulación para lámparas TL-5. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-R (regulable) para lámparas PL-T y PL-C. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.
- HF-Matchbox para lámparas TL miniatura y fluorescentes compactas, LH y SH. Balastos electrónicos estándar de alta frecuencia, ligeros y compactos, para aplicaciones con alta frecuencia de conmutación.

#### **Balastos electromagnéticos**

- Reactancia electromagnética std y de bajas pérdidas para lámparas fluorescentes. Reactancias de bajo consumo, para uso con lámparas fluorescentes TL; TL-D; TL-E y TL-U.
- Reactancias electromagnéticas para lámparas TL miniatura y fluorescentes compactas. Reactancias compactas de alta precisión en la intensidad para un funcionamiento óptimo de la lámpara.

*La información extensa y precisa que hemos facilitado sobre las lámparas y sus balastos ha sido facilitada por PHILIPS.*

*Para la realización de anteproyectos o para la valoración previa de la carga de una instalación podemos utilizar las tablas resumen que facilitamos a continuación.*

### **3.6. Tablas simplificadas del consumo de lamparas de descarga y tubos fluorescentes, estándar y compactos**

La potencia indicada en los tubos fluorescentes no comprende la potencia absorbida por el balasto.

La potencia del balasto (reactancia), si no está referenciada, podemos considerar que supone un incremento del 25 % a la potencia del tubo.

#### **La intensidad absorbida**

Las puntas de conexión son del orden: 
$$I_a = \frac{P_n + P_{(reactancia)}}{U \cdot \cos \varphi}$$

De 1,1 a 1,6 In para equipos no compensados. De 15 a 20 In para los compensados, a causa de la punta de carga del condensador.

Estas puntas deben tenerse en cuenta en el momento de elegir las protecciones (capítulo J).

Factor de potencia para equipos:

$\cos \varphi = 0,6$  no compensados.

$\cos \varphi = 0,86$  compensados.

$\cos \varphi = 0,96$  con balastos electrónicos.

<b>Tubos fluorescentes</b>						
Tipo de montaje	Potencia de los tubos absorbida		Intensidad absorbida a $U = 220/240$			Longitud de los tubos (cm)
	(W) (1)	(W)	Balasto no comp. (A)	compen. (A)	electrón. (A)	
Un tubo con cebador	18	27	0,37	0,19		60
	36	45	0,43	0,24		120
	58	69	0,67	0,37		150
Un tubo sin cebador (2) excitación externa	20	33	0,41	0,21		60
	40	54	0,45	0,26		120
	65	81	0,80	0,41		150
Dos tubos con cebador	2 · 18	55		0,27		60
	2 · 36	90		0,46		120
	2 · 58	138		0,72		150
Dos tubos sin cebador	2 · 40	108		0,49		120
Un tubo con balasto de alta frecuencia $\cos \varphi = 0,96$	32	36			0,16	120
	50	56			0,25	150
Dos tubos con balasto de alta frecuencia $\cos \varphi = 0,96$	2 · 32	72			0,33	120
	2 · 50	112			0,50	150

(1) La potencia indicada en el tubo.

(2) Exclusivamente utilizado en mantenimiento.

Tabla B3-016: intensidad absorbida por los tubos fluorescentes clásicos (220/240 V-50 Hz).

### Lámparas fluorescentes compactas

Las lámparas fluorescentes compactas tienen las mismas características de rentabilidad y vida que los tubos fluorescentes clásicos.

Se utilizan para alumbrado permanente en zonas públicas (pasillos, escaleras, halls, bares, comercios, etc.) y se sitúan en los mismos emplazamientos que las lámparas incandescentes.

En los equipos electrónicos que sustituyen los balastos convencionales (reactancias), prácticamente no existe desfase entre la tensión y la intensidad ( $\cos \varphi = 0,95$ ), pero la corriente es impulsional y la potencia es del orden de 0,5 (FP).

<b>Lámparas fluorescentes compactas</b>			
Tipo de lámpara	Potencia Lámpara (W)	Intensidad absorbida (W)	absorbida a (220/240 V) (A)
Lámparas globo con balasto inductivo (reactancia) incorporado $\cos \varphi = 0,5$ (1)	9	9	0,090
	13	13	0,115
	18	18	0,160
	25	25	0,205
Lámparas globo con balasto electrónico $\cos \varphi = 0,95$ (1)	9	9	0,070
	11	11	0,090
	15	15	0,135
	20	20	0,155
<b>Lámparas con cebador incorporado (sin balasto)</b>			
Tipo simple en <b>U</b> $\cos \varphi = 0,35$	5	10	0,185
	7	11	0,175
	9	13	0,170
	11	15	0,155
Tipo doble en <b>U</b> $\cos \varphi = 0,45$	10	15	0,190
	13	18	0,165
	18	23	0,220
	26	31	0,315

1) El  $\cos \varphi$  es aproximadamente de 0,95 (no existe prácticamente desfase entre la tensión y la corriente), pero el factor de potencia es de 0,5 a causa de la forma pulsante de la corriente.

Tabla B3-017: tabla de las intensidades absorbidas por las lámparas fluorescentes compactas.

### Lámparas de descarga

La potencia en vatios indicada sobre la lámpara de descarga no comprende la potencia absorbida por el balasto (reactancia), del orden del 5 al 20% de la potencia de la lámpara.

Tipo de lámpara	Potencia absorbida		Intensidad absorbida In (A)				Arranque la/In	Tiempo	Rendimiento lumínico	Vida
			Compensado		no					
	a 230 V	a 400 V	si	a 400 V	a 230 V	a 400 V	min.	lm/W	horas	
W	W	W	A	A	A	A				
Lámparas de vapor de sodio de alta presión										
50	60		0,76		0,30		1,40 a 1,60	4 a 6	80 a 120	9.000
70	80		1		0,45					
100	115		1,20		0,65					
150	168		1,80		0,85					
250	274		3		1,40					
400	431		4,40		2,20					
1.000	1.055		10,45		4,90					
Lámparas de vapor de sodio a baja presión										
18	26,50		–		0,14		1,10 a 1,30	7 a 15	100 a 200	8.000
35	43,50		0,62		0,24					a
55	72		–		0,34					12.000
90	112		0,84		0,50					
135	159		–		0,73					
180	216		–		0,98					
Lámparas de vapor de sodio de baja presión económicas										
26	34,50		0,45		0,17		1,10 a 1,30	7 a 15	100 a 200	8.000
36	46,50		–		0,22					a
66	80,50		–		0,39					12.000
91	105,50		–		0,49					
131	154		–		0,69					
Lámparas de vapor de mercurio + halógenos metálicos (ioduros metálicos)										
70	80,50		1		0,40		1,70 a 2	3 a 5	70 a 90	6.000
150	172		1,80		0,88					6.000
250	276		2,10		1,35					6.000
400	425		3,40		2,15					6.000
1.000	1.046		8,25		5,30					6.000
2.000	2.092	2.052	16,50	8,60	10,50	6				6.000
Lámparas de vapor de mercurio + sustancia fluorescente (bion fluorescente)										
50	57		0,60		0,30		1,70 a 2	3 a 6	40 a 60	8.000
80	90		0,80		0,45					a
125	141		1,15		0,70					12.000
250	268		2,15		1,35					
400	421		3,25		2,15					
700	731		5,40		3,85					
1.000	1.046		0,25		5,30					
2.000	2.140	2.080	15		11	6,10				

(1) Sustituir por lámparas a vapor de sodio.

**Nota:** las lámparas de vapor de sodio a baja presión poseen un rendimiento superior a todas las demás fuentes. Su dificultad en la aplicación es el color amarillo anaranjado que no permite el rendimiento de los demás colores.

Tabla B3-018: intensidad absorbida por las lámparas de descarga.

Estas lámparas utilizan el principio de la descarga eléctrica en un recipiente cristalino estanco, relleno con un gas o vapores metálicos a una presión determinada. Poseen una vida considerable (larga vida).

Las puntas de corriente a la conexión son del orden de 1,1 a 1,7 In, sin compensar. Las compensadas debemos considerar la punta de carga del condensador del orden de 15 a 20 veces la intensidad nominal.

El factor de potencia es del orden de:  $\cos \varphi = 0,5$ .

Las tablas adjuntas indican la potencia y la intensidad absorbida por los diferentes tipos de lámparas de descarga. Pueden existir diferencias no sustanciales de un fabricante a otro, por tanto los valores de la tabla son orientativos. Las lámparas de descarga son sensibles a las bajadas de tensión. Una bajada del 50% produce un descebado (apagado) de la misma, que vuelve a reencenderse al cabo de un período de enfriamiento del orden de los 4 minutos.



## 4. Potencia de una instalación

Las instalaciones consideradas en este capítulo serán las correspondientes a:

- Viviendas unifamiliares.
- Edificios destinados principalmente a viviendas.
- Edificios comerciales o de oficina.
- Edificios destinados a una industria específica.
- Edificios destinados a una concentración de industrias.

La potencia de una instalación no es la suma aritmética de todas las cargas. Su determinación necesita conocer la potencia de las cargas y su localización para poder acceder a la potencia de utilización y poder determinar la potencia de contratación.

Debemos determinar:

### La potencia instalada

Es la suma de todas las potencias nominales de todos los receptores.

### La potencia absorbida

Corresponde a la potencia útil, partiendo de la potencia instalada y teniendo en cuenta los rendimientos y el factor de potencia ( $\cos \varphi$ ), de todas las cargas.

### La potencia de contratación necesaria

Debemos tener en consideración los coeficientes de simultaneidad y la posibilidad de discriminación de circuitos prioritarios y no prioritarios (ver capítulo K “Gestión técnica de edificios, el control energético y la seguridad”, 4.º volumen).

**Nota:** debemos tener presente el Artículo 13 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, que prevé la reserva de un local para la instalación de un centro de transformación CT para potencias a contratar iguales o superiores a 50 kVA.

Debemos definir dos procesos distintos para el cálculo de las potencias, uno para usos domésticos y otro para usos industriales.

## 4.1. Los suministros

En función del Artículo 10 del Reglamento de Baja Tensión, los suministros de energía se clasifican en:

- Suministros normales.
- Suministros complementarios.

### Suministros normales

Consideramos suministros normales los efectuados a cada abonado por una sola empresa suministradora por la totalidad de la potencia contratada por el mismo y con un solo punto de entrega de energía.

### Suministros complementarios

Consideramos suministros complementarios los que, a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal. Estos suministros podrán realizarse por dos empresas suministradoras distintas 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.

### ¿Qué comprende un suministro complementario?:

- Las cargas de los circuitos de socorro.
- Las cargas de los circuitos de reserva.
- Las cargas de los circuitos de reserva o duplicidad.

**Suministro de socorro**

Es el que está limitado a una potencia receptora máxima equivalente al 15 % del total contratado para el suministro normal.

Deberán disponer de suministros de socorro:

■ Con capacidad de asistencia superior a 300 personas:

Centros de enseñanza.

Bibliotecas.

Casinos.

Salas de conferencias.

■ Independientemente de su capacidad:

Teatros.

Cinematógrafos.

Salas de baile.

Toda clase de espectáculos públicos.

**Suministro de reserva**

Es el dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, hasta una potencia mínima del 25 % del total contratado para el suministro normal.

Deberán disponer de suministros de reserva:

Los estadios.

Los pabellones deportivos.

Las estaciones de viajeros.

Los aeropuertos.

Los establecimientos comerciales receptores de gran afluencia de público (grandes almacenes).

Los hospitales.

Las clínicas.

Los sanatorios.

Los ambulatorios.

**Suministro duplicado**

Es el que se efectúa sin las limitaciones de potencia señaladas anteriormente para los suministros de socorro y de reserva, y que debe ser capaz de mantener en servicio una potencia mayor al 50 % de la potencia contratada para el servicio normal.

Estos suministros, especificados de forma general para todo el territorio español, podrán ser ampliados por los entes autonómicos correspondientes.

## 4.2. Potencia instalada

La potencia instalada es la suma de las potencias nominales de todos los receptores de la instalación. Puesto que en una instalación todas las características no son iguales, deberemos referenciar las potencias a las mismas unidades para poder conocer la potencia total.

Algunos fabricantes expresan la potencia absorbida y otros la potencia activa.

## 4.3. Potencia absorbida y potencia nominal o activa

**La potencia absorbida por un receptor** es la potencia total que recibe de la red, la que convierte en trabajo y pérdidas por calentamiento y la fluctuante que utiliza para crear los campos eléctricos y magnéticos para realizar su función.

**La potencia nominal o activa** es la parte de potencia absorbida que transforma en trabajo y pérdidas por calentamiento; por ejemplo, la que necesita un motor para dar la fuerza en el eje más las pérdidas por calentamiento.

**La potencia fluctuante** es la que utiliza para crear los campos eléctricos y magnéticos para realizar su función; por ejemplo, la que necesita un motor para crear un campo capaz de facilitarle un movimiento giratorio.

Estas potencias no se suman de forma aritmética, la potencia activa y la fluctuante están defasadas  $90^\circ$ , las tres forman un triángulo rectángulo y se suman según el teorema de Pitágoras, o de forma trigonométrica en función del ángulo  $\varphi$ .

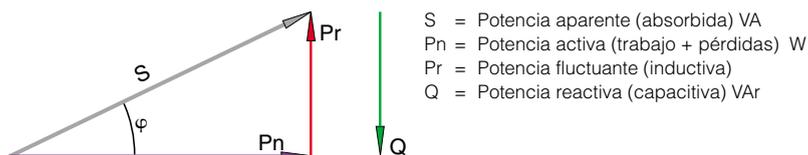


Fig. B4-001: correlación vectorial de las potencias.

La potencia reactiva sería la potencia a instalar para compensar la potencia fluctuante necesaria para que la potencia aparente fuese igual a la potencia activa. Este tema lo desarrollaremos en el capítulo E.

$$S^2 = P_n^2 + P_r^2$$

$$S = \sqrt{P_n^2 + P_r^2}$$

$$S = \frac{P_n}{\cos \varphi}$$

Para los motores tenemos un factor más en consideración, el rendimiento propio  $\eta$ .

$$S = \frac{P_n}{\eta \cdot \cos \varphi}$$

#### 4.4. Potencia de utilización

Todos los receptores no son utilizados en el mismo tiempo y máxima potencia, los factores de utilización y de simultaneidad permiten definir la potencia de utilización o de contratación.

*En toda la normativa de la CEI para determinar el factor de utilización y simultaneidad, se acostumbra a utilizar la expresión  $k_u$  y  $k_s$ . En la ITC-BT-25 se utiliza  $F_u$  y  $F_s$ .*

##### Factor de utilización $k_u$ ( $F_u$ )

El régimen de trabajo normal de un receptor puede ser tal que su potencia utilizada sea menor que su potencia nominal, lo que da noción al factor de utilización.

El factor de utilización se aplica individualmente a cada receptor. Por ejemplo los receptores con motores que no trabajan a plena carga.

En una instalación industrial es aconsejable apreciar un factor de utilización de media ( $k_u = 0,75$ ) para los motores y ( $k_u = 1$ ) para el alumbrado y la calefacción.

Para las tomas de corriente, si se dedican a una utilización general, quedarán controlados por el factor de utilización; si se utilizan en una zona para tomas de corriente de máquinas portátiles, requieren un estudio detallado de las aplicaciones.

La instrucción ITC-BT-25 especifica los factores de utilización en los circuitos de una vivienda.

Circuitos independientes:

- C<sub>1</sub> Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación ( $k_u = 0,5$ ).
- C<sub>2</sub> Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general frigorífico ( $k_u = 0,25$ ).
- C<sub>3</sub> Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y el horno ( $k_u = 0,75$ ).
- C<sub>4</sub> Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico ( $k_u = 0,75$ ).
- C<sub>5</sub> Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los circuitos de baño, así como las bases auxiliares del cuadro de cocina ( $k_u = 0,5$ ).
- C<sub>10</sub> Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de secadora independiente ( $k_u = 0,75$ ).

### Factor de simultaneidad ks (Fs)

Todos los receptores instalados no funcionan al mismo tiempo.

Es por esta constatación que tiene objeto el factor de simultaneidad.

El factor de simultaneidad se aplica a un conjunto de receptores en el punto de unión de los mismos (cuadro de distribución).

La determinación de los factores de simultaneidad obligan a conocer la función de las cargas y sus programas de trabajo de forma muy concisa. Esta dificultad ha permitido dar unos valores medios extraídos de la experiencia, con automárgenes de seguridad para su aplicación genérica.

En este capítulo expondremos los coeficientes de simultaneidad estipulados por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, los indicados en la normativa UNE y CEI, y en ausencia de ellos los de los comités de normalización más próximos a nuestro talante tecnológico, como por ejemplo los de UTE (Francia). La instrucción ITC-BT-25 especifica los factores de simultaneidad en los circuitos de una vivienda

Circuitos independientes de las viviendas:

- C<sub>1</sub> Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación ( $k_s = 0,75$ ).
- C<sub>2</sub> Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general frigorífico ( $k_s = 0,2$ ).
- C<sub>3</sub> Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y el horno ( $k_s = 0,5$ ).
- C<sub>4</sub> Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico ( $k_s = 0,66$ ).
- C<sub>5</sub> Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los circuitos de baño, así como las bases auxiliares del cuadro de cocina ( $k_s = 0,4$ ).
- C<sub>10</sub> Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de secadora independiente ( $k_s = 1$ ).

Coeficiente de simultaneidad en los conjuntos de viviendas									
N.º	ks (Fs)	N.º	ks (Fs)	N.º	ks (Fs)	N.º	ks (Fs)	N.º	ks (Fs)
1	1	6	5,4	11	9,2	16	12,5	21	15,3
2	2	7	6,2	12	9,9	17	13,1	n>21	15,3+(n-21) · 0,5
3	3	8	7	13	10,6	18	13,7		
4	3,8	9	7,8	14	11,3	19	14,4		
5	4,5	10	8,5	15	11,9	20	14,8		

Tabla B4-002: coeficientes de simultaneidad en los bloques de viviendas.

En realidad la tabla nos da el valor del número de viviendas por el factor de simultaneidad correspondiente: es decir que si disponemos de un bloque de 16 viviendas, en realidad es como si alimentáramos 12,5 viviendas a plena carga. En las viviendas con tarifa nocturna el coeficiente de simultaneidad es  $k_s (F_s) = 1$ .

Los coeficientes de simultaneidad en los servicios generales de los bloques de viviendas es  $k_s (F_s) = 1$ .

La instrucción ITC-BT-10 prevé la utilización del  $k_s (F_s) = 1$  para los servicios generales de un conjunto de viviendas y a tal efecto las instalaciones en el territorio español debemos realizarlas según esta instrucción.

Como información complementaria en algunos países de Europa próximos al Mediterráneo, se toman en consideración valores muy próximos a los expuestos en la tabla siguiente:

<b>Coeficientes de simultaneidad para los servicios generales</b>	
Utilización	$k_s (F_s)$
Alumbrado	1
Calefacción y aire acondicionado	1
Tomas de corriente	0,10 a 0,20 (1)
Ascensores (2) y montacargas	
– para el motor más potente	1
– para el siguiente	0,75
– para los demás	0,60

(1) En industrias estos parámetros pueden variar en función de la utilización específica de la toma de corriente.

(2) La corriente a tomar en consideración es la nominal del motor, si es mayor a un tercio de la corriente de arranque.

Tabla B4-003: factores de simultaneidad para los servicios generales.

Coeficientes de simultaneidad en los locales comerciales y oficinas de los edificios mixtos de viviendas, locales comerciales y oficinas:  $k_s (F_s) = 1$ .

Coeficientes de simultaneidad en los edificios destinados a locales comerciales, oficinas y/o algunas industrias:  $k_s (F_s) = 1$ .

Coeficientes de simultaneidad en los edificios destinados a locales industriales:  $k_s (F_s) = 1$ .

Coeficientes de simultaneidad en aparcamientos de los edificios destinados a locales comerciales, oficinas y/o algunas industrias:  $k_s (F_s) = 1$ .

## 4.5. Previsión de la potencia en las viviendas, locales comerciales e industrias

### Previsión de electrificación en las viviendas

La carga máxima por vivienda depende del grado de electrificación que desee alcanzar. 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 la básica.

### Grado de electrificación básico

Es el necesario para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores de adecuación y debe permitir la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda; considerándose un mínimo de 5.750 W a 230 V en cada vivienda, independientemente de la potencia contratada por cada usuario, que dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica.

**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<sup>2</sup>, o con cualquier combinación de lo expuesto anteriormente; previendo una potencia mínima de 9.200 W.

No obstante la potencia de una instalación será la suma de todas las cargas instaladas por los factores de simultaneidad y utilización correspondientes; el valor de contratación se establecerá de común acuerdo con la compañía suministradora y se limitará a través del ICPM correspondiente.

**Previsión de electrificación en edificios de viviendas:**

■ La electrificación de las viviendas.

Será la misma que hemos descrito anteriormente y para considerar la potencia de todo el edificio deberemos aplicar los coeficientes de simultaneidad de la tabla B4-002.

■ La electrificación de los servicios generales.

Será la suma de todas las cargas de los servicios generales aplicando un coeficiente de simultaneidad  $k_s (F_s) = 1$ .

Para facilitar su determinación facilitamos la carga de los ascensores según la IEB.

<b>Carga correspondiente a cada ascensor según la NTE/IEB/1974</b>				
Tipo	Uso	Paradas	Plazas (kW)	Carga en ascensor
ITA 1	Viviendas	8	5	4
ITA 2	Viviendas	15	5	6
	Apartamentos			
	Residencias			
	Otros	8	5	
ITA 3	Viviendas	15	8	12
	Apartamentos			
	Residencias			
	Otros	8	8	
ITA 4	Viviendas	20	8	12
	Apartamentos			
	Residencias			
	Otros	12	8	
ITA 5	Viviendas	20	13	25
	Apartamentos			
	Residencias			
	Otros	15	13	

Tabla B4-004: potencias y tamaños de los ascensores en función del número de paradas y ocupantes, según NTE/IEB/1974.

**La electrificación de los locales comerciales y/o de oficinas**

Se preverá un mínimo de 100 W · m<sup>2</sup> y planta, con un mínimo por local de 3.450 W a 230 V.

**La electrificación de los garajes:**

■ Garajes con ventilación natural.

Se preverá un mínimo de 10 W · m<sup>2</sup> y planta, con un mínimo por local de 3.450 W a 230 V.

■ Garajes con ventilación forzada.

Se preverá un mínimo de  $20 \text{ W} \cdot \text{m}^2$  y planta, con un mínimo por local de  $3.450 \text{ W}$  a  $230 \text{ V}$ .

**Previsión de electrificación en edificios comerciales o de oficinas**

Se preverá un mínimo de  $100 \text{ W} \cdot \text{m}^2$  y planta, con un mínimo por local de  $3.450 \text{ W}$  a  $230 \text{ V}$ .

**Previsión de electrificación en edificios para una concentración de industrias**

Se preverá un mínimo de  $125 \text{ W} \cdot \text{m}^2$  y planta, con un mínimo por local de  $10.350 \text{ W}$  a  $230 \text{ V}$ .

**Tensión de los suministros**

**Suministros monofásicos**

Los suministros deberán ser monofásicos a  $230 \text{ V}$  hasta una potencia de  $5.750 \text{ W}$  y podrán ser monofásicos hasta una potencia de  $14.490 \text{ W}$ .

**Suministros trifásicos**

Los suministros deberán ser trifásicos  $230/400 \text{ V}$  a partir de los  $14.490 \text{ W}$  y podrán serlo a partir de  $5.750 \text{ W}$ .

No obstante cualquier acuerdo entre la compañía suministradora y el cliente se puede regularizar.



**Cálculo de la potencia de un grupo de viviendas unifamiliares pareadas**

La potencia total necesaria será la suma de las potencias por el factor de simultaneidad.

Los servicios de alumbrado y señalización pública corresponden a otras previsiones, simplemente especificamos las que corresponden a un promotor dentro de una zona urbana.

■ Electrificación "Elevada"  $P_v = 9.200 \text{ W}$ .

■ Número de viviendas,  $n = 16 \text{ ud}$ .

■ Coeficiente de simultaneidad correspondiente a las 16 viviendas  $k_s (F_s) = 12,5$  (según tabla B4-002).

■  $P_T =$  Potencia total.

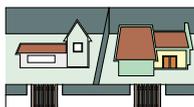
**Ejemplo de cálculo:**

$$P_T = \text{Potencia elevada} \cdot \text{coeficiente } k_s (F_s) = 9,2 \text{ kW} \cdot 12,5 = 115 \text{ kW}.$$

En viviendas el factor de potencia se considera prácticamente  $\cos \varphi = 0,95$ , por tanto la potencia aparente correspondiente será:

$$S_T = \frac{P_T}{\cos \varphi} = \frac{115 \text{ kW}}{0,95} = 121,05 \text{ kVA} > 100 \text{ kW}$$

El promotor estaría obligado a facilitar un solar para la instalación de un centro de transformación CT, de conformidad al "Artículo 13. Reserva de local" del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.



**Cálculo de la potencia de una urbanización rural**

En una urbanización rural se han de prever los servicios de conformidad con las indicaciones de las ordenanzas municipales, generalmente alumbrado público.

■ Electrificación "Elevada"  $P_v = 9.200 \text{ W}$ .

■ Número de parcelas,  $n = 32 \text{ ud}$ .

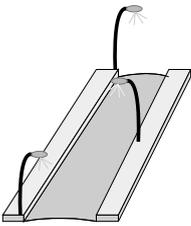
- Coeficiente de simultaneidad correspondiente a las 32 parcelas ks (Fs) =  $15,3 + (n-21) \cdot 0,5$  (según tabla B4-002), es de:  
 $ks (Fs) = 15,3 + (32-21) = 15,3 + 11 = 26,3$
- $P_T$  = Potencia total.
- Alumbrado público 1,2 km de calles de 7 m, 25 lux.

**Ejemplo de cálculo:**

- Potencia viviendas total  $P_{TV}$ :  
 $P_{TV}$  = Potencia elevada · coeficiente ks (Fs) =  $9,2 \text{ kW} \cdot 26,3 = 241,96 \text{ kW}$
- Potencia total absorbida viviendas  $S_{TV}$ .

En viviendas el factor de potencia se considera prácticamente  $\cos \phi = 0,95$ , por tanto la potencia aparente correspondiente será:

$$S_{TV} = \frac{P_T}{\cos \phi} = \frac{241,96 \text{ kW}}{0,95} = 254,70 \text{ kVA} > 100 \text{ kW}$$



- Potencia alumbrado  $P_A$ :
- Superficie a alumbrar  $S_A$ :  $S_A = L \cdot a = 1,2 \text{ km} \cdot 7 \text{ m} = 8.400 \text{ m}^2$ .
- Iluminación media 25 lux, total lúmenes (lm) necesarios:  
 $lm_T = \text{lux} \cdot 8.400 \text{ m}^2 = 210.000 \text{ lm}$ .
- Solución con lámparas de descarga:  
 Alumbrado con lámparas de descarga Hg + sustancia fluorescente de 125 W:  
 $P_A$  = potencia alumbrado.  
 $\eta$  = rendimiento lámpara, 50 lm/w.  
 $\eta'$  = rendimiento pantalla, 60%.  
 $la$  = intensidad absorbida, no compensada, 1,15 A (tabla B3-018).

- El número de puntos luz a utilizar con una lámpara de 125 W será:  
 Lúmenes útiles punto luz =  $Pl \cdot \eta (\text{lm/W}) \cdot \eta' = 125 \text{ W} \cdot 50 \text{ lm/W} \cdot 0,6 = 3.750 \text{ lm}$ .

□ Puntos luz necesarios =  $\frac{T(\text{lm})}{lm_{(\text{punto luz})}} = \frac{210.000 \text{ lm}}{3.750 \text{ lm}} = 56 \text{ ud.}$

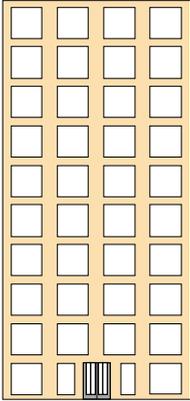
- Número de lámparas a utilizar:  
 $N_{\text{lam}}^{\circ}$  = número total de lámparas.  
 $P_{\text{lam}}$  = potencia lámpara 125 W.
- Espacios entre puntos luz,  $E_{\text{lam}}$ :  
 $E_{\text{lam}} = N_{\text{lam}}^{\circ} - 1 = 56 - 1 = 55 \text{ ud.}$

□ Distancia entre puntos luz =  $l_{pl}$ :  $l_{pl} = \frac{L}{E_{\text{lam}}} = \frac{1.200 \text{ m}}{55} = 21,82 \text{ m}$ .

- Potencia total absorbida en alumbrado,  $S_A$ :  
 -  $S_{\text{lam}}$  = Potencia absorbida lámpara:  
 $S_{\text{lam}} = Un \cdot la = 230 \text{ V} \cdot 1,15 \text{ A} = 264,5 \text{ VA}$ .
- Potencia absorbida por las 56 lámparas  $S_A$ :  
 $S_A = N_{\text{lam}}^{\circ} \cdot S_{\text{lam}} = 56 \text{ ud.} \cdot 264,5 \text{ VA} = 14.812 \text{ VA}$ .
- Previsión del alumbrado ornamental, en función de las ordenanzas municipales; puede ser una media del 30% de la potencia instalada.  
 $k_f$  = coeficiente de alumbrado ornamental = 1,3.  
 $S_{TA} = S_A \cdot k_f = 14.812 \cdot 1,3 = 19.256 \text{ VA}$ .
- Potencia total a prever (la) de las viviendas más la del alumbrado,  $S_T$ :  
 $S_T = S_{TV} + S_{TA} = 254,70 + 19,256 = 273,966 \text{ kVA} > 100 \text{ kW}$ .

El promotor estaría obligado a facilitar un solar para la instalación de un centro de transformación CT, de conformidad al “Artículo 13. Reserva de local” del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En algunos municipios el promotor no debe prever el alumbrado público, que corre a cargo de los servicios municipales.



## Cálculo de la potencia de un bloque de viviendas y locales comerciales

### Descripción del edificio:

- Edificio de diez plantas: con nueve plantas de viviendas, cuatro viviendas por planta de electrificación mínima, 5.750 W con dos locales comerciales en la planta baja de 120 m<sup>2</sup>.
- Dos ascensores: con motores de 10 CV a 230/400 V.
- Alumbrado de escalera: con lámparas fluorescentes compactas tipo globo de 25 W, cuatro por rellano y seis unidades en el hall y dos en cuarto de motores de los ascensores.
- Enchufes: doce enchufes de 10 A a 230 V para los servicios de limpieza de la escalera y el cuarto de ascensores.
- Un grupo de presión: para el agua de 7,5 CV a 230/400 V.
- Alumbrado de emergencia: en la escalera y cuarto de ascensores.

### Ejemplo de cálculo:

#### Viviendas:

Número de viviendas,  $N_v^{\circ}$ :  $N_v^{\circ} = 9_{\text{plantas}} \cdot 4_{\text{viviendas}} = 36_{\text{viviendas}}$

- Potencias viviendas; alumbrado básico (5.750 W), Pv.
- Coeficiente de simultaneidad correspondiente a las 36 viviendas ks (Fs) =  $15,3 + (n - 21) \cdot 0,5$  (según tabla B4-002) es de:  
ks (Fs) =  $15,3 + (36 - 21) = 15,3 + 15 = 30,3$ .

- Potencia viviendas total  $P_{TV}$ :

$P_{TV,36ud.} = \text{Potencia básica} \cdot \text{coeficiente ks (Fs)} = 5,75 \text{ kW} \cdot 30,3 = 172,5 \text{ kW}$ .

- Potencia total absorbida viviendas  $S_{TV}$ .

En viviendas el factor de potencia se considera prácticamente  $\cos \varphi = 0,95$ , por tanto la potencia aparente correspondiente será:

$$S_{TV,36ud.} = \frac{P_{TV,36ud.}}{\cos \varphi} = \frac{172,5 \text{ kW}}{0,95} = 181,58 \text{ kVA} > 100 \text{ kW}.$$

#### Locales comerciales (2 ud. de 120 m<sup>2</sup>):

- Potencia local comercial  $P_{lc}$ :  $P_{lc} = 120 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ W/m}^2 = 12 \text{ kW}$ .
- Comprobación de la potencia mínima:  $12.000 \text{ W} < 3.450 \text{ W}$ .
- Los dos locales comerciales:  $P_{Tlc} = 2 \text{ ud.} \cdot P_{lc} = 2 \cdot 12 = 24 \text{ kW}$ .

En los locales comerciales podemos considerar que el factor de potencia es muy próximo a uno y por tanto la potencia activa es igual a la potencia absorbida. Si predomina el alumbrado fluorescente sin compensar se debe tener en consideración:  $S_{Tlc} \approx P_{Tlc} = 24 \text{ VA}$ .

#### Servicios generales:

- Potencia motores (ver tabla B3-001):
  - Dos motores ascensores de 10 CV ; 10,3 kVA;  $\eta = 0,85$ ;  $\cos \varphi = 0,83$ .
  - Un motor grupo de presión de 7,5 CV; 7,6 kVA;  $\eta = 0,84$ ;  $\cos \varphi = 0,83$ .
  - Potencia total motores servicios:  $S_{Tm} = S_{pm} = (2 \cdot 10,3) + 7,6 = 28,2 \text{ kVA}$ .

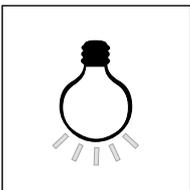
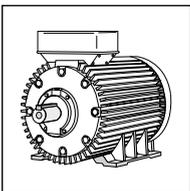
- Potencia alumbrado de servicios:

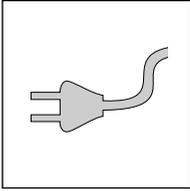
□ Potencia aparente lámparas 25 W (ver tabla B3-017):

$$S_{lam} = U_n \cdot I_a = 230 \text{ V} \cdot 0,205 = 47,15 \text{ VA}.$$

□ Número de lámparas:  $N_{lam}^{\circ} = (9 \cdot 4)_{\text{escalera}} + 6_{\text{hall}} + 2_{\text{c-a}} = 44 \text{ ud.}$

□ Potencia total lámparas:  $S_A = 44 \text{ ud.} \cdot 47,15 \text{ VA} = 2,075 \text{ kVA}$ .





- Potencia tomas de corriente servicios:

*En la ITC-BT-10, en el apartado 3.2, “Carga correspondiente a los servicios generales”, especifica que para todo el servicio eléctrico general del edificio el factor de simultaneidad es  $k_s (F_s) = 1$ .*

*Si aplicamos este concepto estrictamente al pie de la letra tendremos que las tomas de corriente a situar en los servicios comunes para poder realizar la limpieza o alguna reparación serán mínimas, lo que provocará la utilización de multiplicadores de tomas (ladrón), introduciendo puntos débiles en la propia instalación. A mi modesto entender es aconsejable realizar la previsión de tomas de conexión adecuadas y utilizar el factor de simultaneidad utilizado en varios países de Europa.*

- Factor de simultaneidad para los enchufes:

$$k_s (F_s) = 0,1 + \frac{0,9}{n} = 0,1 + \frac{0,9}{12} = 0,175.$$

$k_s (F_s)$  = coeficiente de simultaneidad.

$n$  = número de enchufes.

- Potencia total tomas de corriente:

$$S_{\text{enchufes}} = n \cdot U_e \cdot I_e \cdot k_s = 12 \cdot 230 \cdot 10 \cdot 0,175 = 4,83 \text{ kVA.}$$

$U_e$  = tensión nominal enchufes.

$I_e$  = intensidad nominal enchufes.

- Potencia total servicios:

$$S_{\text{Tser}} = S_{\text{Tm}} + S_{\text{A}} + S_{\text{enchufes}} = 28,20 + 2,075 + 4,83 = 35,105 \text{ kVA.}$$

- Potencia total edificio:

$$\square S_{\text{T}} = S_{\text{Tv}} + S_{\text{Tlc}} + S_{\text{Tser}} = 181,50 + 24 + 35,105 = 240,605 \text{ kVA.}$$

- 240,605 kVA > 100 kW.

El promotor estaría obligado a facilitar un solar para la instalación de un centro de transformación CT, de conformidad al “Artículo 13. Reserva de local” del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### Cálculo de la potencia de un bloque de oficinas y locales comerciales, con tres plantas de sótanos para aparcamientos y servicios generales

#### Descripción del edificio:

Edificio de ocho plantas y tres plantas sótano.

- **La planta baja:** alberga el hall (50 m<sup>2</sup>), la caja de escalera y ascensores (45 m<sup>2</sup>), el acceso al aparcamiento (40 m<sup>2</sup>), el local comercial (260 m<sup>2</sup>).

- **La primera planta, la segunda y la tercera:** corresponden a un abonado para uso de oficinas (350 m<sup>2</sup> · 3 = 1.050 m<sup>2</sup>).

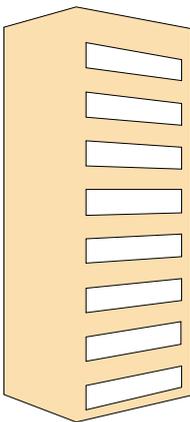
- **La cuarta y quinta:** a otro abonado, para uso de oficinas (350 m<sup>2</sup> · 2 = 700 m<sup>2</sup>).

- **La sexta planta:** está repartida entre tres abonados:

6.º - 1.ª Corresponde a un despacho de 100 m<sup>2</sup>.

6.º - 2.ª Corresponde a un despacho de 125 m<sup>2</sup>.

6.º - 3.ª Corresponde a un despacho de 125 m<sup>2</sup>.



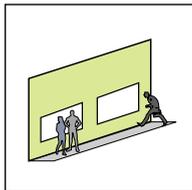
■ **La séptima planta:** corresponde a un abonado para un despacho para diseño (350 m<sup>2</sup>).

■ **Servicios comunitarios:**

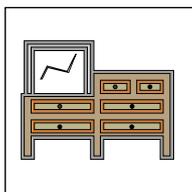
- Tres plantas sótano para aparcamiento de (350 + 350 + 300 m<sup>2</sup> y una sala de servicios de 50 m<sup>2</sup> y cajón de escalera y ascensores de 45 m<sup>2</sup>).
- Los cajones de escalera y el hall están acondicionados y disponen junto al cuarto de servicios de 60 tomas de corriente de 10 A a 230 V.
- El alumbrado de emergencia general de la escalera, el cuarto de servicios y el aparcamiento están centralizados en una toma alimentada por un conjunto de baterías en un apartado del cuarto de servicio. Los alumbrados de emergencia de los abonados son particulares para cada abonado.
- El edificio dispone de tres ascensores de 10 CV cada uno.
- El acondicionamiento de aire es individual para cada abonado. La ITC-BT-10 nos indica una prevención de carga para oficinas de 100 W/m<sup>2</sup>, es obvio que para una oficina con acondicionamiento de aire es insuficiente, puesto que en función de la climatología de la península Ibérica, para el aire acondicionado corresponden 100 a 120 W/m<sup>2</sup>.

*En espera de la publicación de una ampliación de la ITC-BT-10, les propongo una consideración de 140 a 170 W/m<sup>2</sup>, en función de la intensidad de alumbrado y el acondicionamiento del aire, en función de las temperaturas atmosféricas máximas. En el 4.º volumen, capítulo K “Gestión técnica de edificios, el control energético y la seguridad”, desarrollamos el estudio de análisis de consumo de todos los ejemplos arrastrados aplicando las técnicas de control energético.*

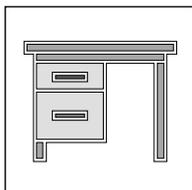
**Estimación de la potencia W/m<sup>2</sup> en función de la utilización prevista para cada abonado:**



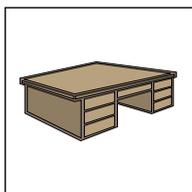
Abonado planta baja, local comercial de 300 m<sup>2</sup>, con acondicionamiento de aire 170 W/m<sup>2</sup>.



Abonado plantas 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup>, local de oficinas (centro de cálculo) de 1.050 m<sup>2</sup>, con acondicionamiento de aire 150 W/m<sup>2</sup>.



Abonado plantas 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup>, local de oficinas de 750 m<sup>2</sup>, con acondicionamiento de aire 150 W/m<sup>2</sup>.



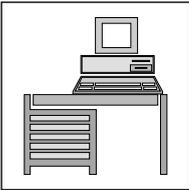
Abonado plantas 6.<sup>a</sup>-1.<sup>a</sup>, local de oficina de 100 m<sup>2</sup>, con acondicionamiento de aire 160 W/m<sup>2</sup>.



Abonado plantas 6.<sup>a</sup>-2.<sup>a</sup>, local de oficina de 125 m<sup>2</sup>, con acondicionamiento de aire 160 W/m<sup>2</sup>.



Abonado plantas 6.<sup>a</sup>-3.<sup>a</sup>, local de oficina de 125 m<sup>2</sup>, con acondicionamiento de aire 160 W/m<sup>2</sup>.



Abonado planta 7.<sup>a</sup>, local de oficinas para diseño de 350 m<sup>2</sup>, con acondicionamiento de aire 170 W/m<sup>2</sup>.

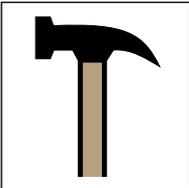


Abonado para los servicios comunitarios:

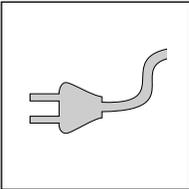
■ Superficie cajón escalera, 45 m<sup>2</sup> por 10 plantas = 450 m<sup>2</sup>, acondicionamiento de aire y alumbrado 150 lux = 115 W/m<sup>2</sup>.



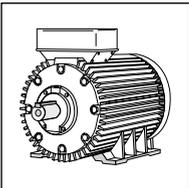
■ Superficie sótanos 1.000 m<sup>2</sup>, iluminación de 150 lux = 7 VA/m<sup>2</sup>.



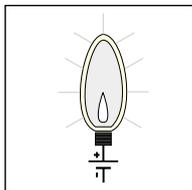
■ Superficie cuarto servicios 50 m<sup>2</sup>, alumbrado de 150 lux y fuerza = 80 VA/m<sup>2</sup>.



■ Bases de enchufe servicios generales, 60 ud. · 10 A · 230 V · ks.



■ Ascensores tres unidades de 10 CV.



- Alumbrado de emergencia, 26 ud. en la escalera, 3 ud. en el hall y 16 ud. en el aparcamiento, con alimentación ininterrumpida a 230 Vca, y una hora de reserva.



- Alumbrado de señalización, indicando la circulación por el edificio y con alimentación ininterrumpida en caso de emergencia, 35 ud. 25 W a 230 Vca con una autonomía de una hora.

*La ITC-BT-10 especifica un coeficiente de simultaneidad de  $k_s (F_s) = 1$  utilizando una carga de  $100 \text{ W/m}^2$ . En el momento que utilizamos valores un 70 % superiores, podemos utilizar para el factor de simultaneidad general del edificio el que especifican las normas UNE para la concentración de circuitos en un cuadro. Considerando cada abonado un circuito.*

Para los ocho abonados, y para una horquilla entre seis y nueve circuitos, le corresponde un factor de simultaneidad  $k_s$  de 0,7.

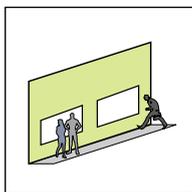
#### Cálculo de la potencia para cada abonado y total

- Potencia abonado planta baja local comercial  $260 \text{ m}^2$ :

$$P_{lc} = 260 \text{ m}^2 \cdot 170 \text{ W/m}^2 = 44,2 \text{ kW}$$

La potencia aparente con un factor de potencia medio de 0,75:

$$S_{lc} = \frac{P_{lc}}{\cos \varphi} = \frac{44,2 \text{ kW}}{0,75} = 58,94 \text{ kVA}$$

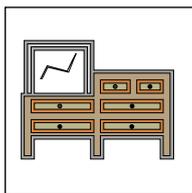


- Potencia abonado plantas 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup>, local de oficinas de  $1.050 \text{ m}^2$ :

$$P_{lo1} = 1.050 \text{ m}^2 \cdot 150 \text{ W/m}^2 = 157,5 \text{ kW}$$

La potencia aparente con un factor de potencia medio de 0,8:

$$S_{lo1} = \frac{P_{lo1}}{\cos \varphi} = \frac{157,5 \text{ kW}}{0,8} = 196,875 \text{ kVA}$$

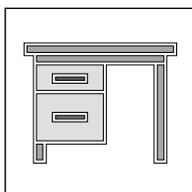


- Potencia abonado plantas 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup>, local de oficinas de  $750 \text{ m}^2$ :

$$P_{lo2} = 750 \text{ m}^2 \cdot 150 \text{ W/m}^2 = 112,5 \text{ kW}$$

La potencia aparente con un factor de potencia medio de 0,8:

$$S_{lo2} = \frac{P_{lo2}}{\cos \varphi} = \frac{112,5 \text{ kW}}{0,8} = 140,625 \text{ kVA}$$

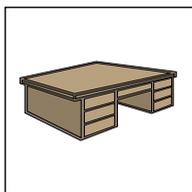


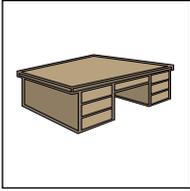
- Potencia abonado plantas 6.<sup>a</sup>-1.<sup>a</sup>, local de oficinas de  $100 \text{ m}^2$ :

$$P_{lo3} = 100 \text{ m}^2 \cdot 160 \text{ W/m}^2 = 16 \text{ kW}$$

La potencia aparente con un factor de potencia medio de 0,8:

$$S_{lo3} = \frac{P_{lo3}}{\cos \varphi} = \frac{16 \text{ kW}}{0,8} = 20 \text{ kVA}$$



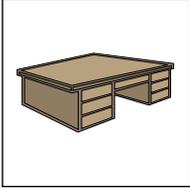


- Potencia abonado plantas 6.<sup>a</sup>-2.<sup>a</sup>, local de oficinas de 125 m<sup>2</sup>:

$$P_{lo4} = 125 \text{ m}^2 \cdot 160 \text{ W/m}^2 = 20 \text{ kW}$$

La potencia aparente con un factor de potencia medio de 0,8:

$$S_{lo4} = \frac{P_{lo4}}{\cos \varphi} = \frac{20 \text{ kW}}{0,8} = 25 \text{ kVA}$$

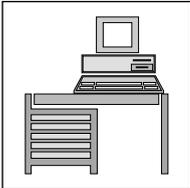


- Potencia abonado plantas 6.<sup>a</sup>-3.<sup>a</sup>, local de oficinas de 125 m<sup>2</sup>:

$$P_{lo5} = 125 \text{ m}^2 \cdot 160 \text{ W/m}^2 = 20 \text{ kW}$$

La potencia aparente con un factor de potencia medio de 0,8:

$$S_{lo5} = \frac{P_{lo5}}{\cos \varphi} = \frac{20 \text{ kW}}{0,8} = 25 \text{ kVA}$$



- Potencia abonado planta 7.<sup>a</sup>, local de oficinas para el diseño de 350 m<sup>2</sup>:

$$P_{lo6} = 350 \text{ m}^2 \cdot 170 \text{ W/m}^2 = 59,5 \text{ kW}$$

La potencia aparente con un factor de potencia medio de 0,8:

$$S_{lo6} = \frac{P_{lo6}}{\cos \varphi} = \frac{59,5 \text{ kW}}{0,8} = 74,735 \text{ kVA}$$



- Potencia abonado servicios generales:
- Acondicionamiento y alumbrado escalera

Superficie:

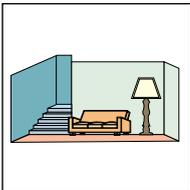
$$S = 11_{\text{pisos}} \cdot 45 \text{ m}^2 = 450 \text{ m}^2$$

Potencia:

$$P_{s-es} = 450 \text{ m}^2 \cdot 115 \text{ W/m}^2 = 51,75 \text{ kW}$$

Potencia aparente (cos  $\varphi$  = 0,8):

$$S_{s-es} = \frac{P_{s-es}}{\cos \varphi} = \frac{51,75 \text{ kW}}{0,8} = 64,69 \text{ kVA}$$



- Acondicionamiento y alumbrado hall

Superficie:

$$S = 1 \text{ ud.} \cdot 50 \text{ m}^2 = 50 \text{ m}^2$$

Potencia:

$$P_{s-es} = 50 \text{ m}^2 \cdot 115 \text{ W/m}^2 = 5,75 \text{ kW}$$

Potencia aparente (cos  $\varphi$  = 0,8):

$$S_{s-hall} = \frac{P_{s-hall}}{\cos \varphi} = \frac{5,75 \text{ kW}}{0,8} = 7,2 \text{ kVA}$$



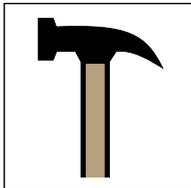
- Alumbrado aparcamiento con tubos fluorescentes compensados (cos  $\varphi$  = 0,86)

Superficie:

$$S = 2_{\text{plantas}} \cdot 350 \text{ m}^2 + 1_{\text{planta}} \cdot 300 \text{ m}^2 = 1.000 \text{ m}^2$$

Potencia aparente:

$$S_{A-a} = 1.000 \text{ m}^2 \cdot 7 \text{ VA/m}^2 = 7 \text{ kVA}$$



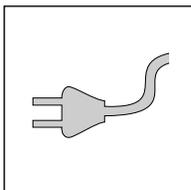
□ Alumbrado y fuerza cuarto de servicios

Superficie:

$$S_{c-servicios} = 50 \text{ m}^2$$

Potencia aparente:

$$S_{c-servicios} = 50 \text{ m}^2 \cdot 80 \text{ VA/m}^2 = 4 \text{ kVA}$$



□ Tomas de corriente para mantenimiento y limpieza de los servicios generales, escalera, hall, aparcamiento

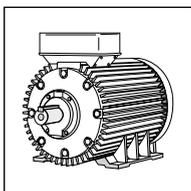
N.º de enchufes: 60 ud. de 10 A a 230 V.

Factor de simultaneidad:

$$k_s (F_s) = 0,1 + \frac{0,9}{n} = 0,1 + \frac{0,9}{60} = 0,115$$

Potencia aparente:

$$S_{s-enchufes} = n \cdot U_e \cdot I_e \cdot k_s = 60 \text{ ud.} \cdot 230 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} \cdot 0,115 = 15,87 \text{ kVA}$$



□ Ascensores:

Potencia motores (ver tabla B3-001):

Tres motores ascensores de 10 CV; 10,3 kVA;  $\eta = 0,85$ ;  $\cos \varphi = 0,83$

$$S_{TM} = 3 \cdot P_m = 3 \cdot 10,3 = 30,9 \text{ kVA}$$

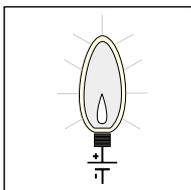


□ Alumbrado de señalización:

35 ud. puntos luminosos de 25 W a 230 V (ver tabla B3-007).

Potencia aparente:

$$S_{señalización} = 35 \text{ ud.} \cdot 0,205 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} = 1,65 \text{ kVA}$$



□ Alumbrado de emergencia:

N.º de puntos luz de 25 W con lámparas fluorescentes compactas a 230 V.

Escalera: 26 ud. + hall, 3 ud. + aparcamiento, 16 ud. = total 45 ud.

Potencia aparente:

$$S_{A-emergencia} = 45 \text{ ud.} \cdot 0,205 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} = 2,13 \text{ kVA}$$

Potencia de la SAI para asegurar el funcionamiento del alumbrado de señalización y el de emergencia durante una hora:

$$S_{SAI} = 1,65 + 2,13 = 3,78 \text{ kVA}$$

□ Potencia total servicios:

$$\begin{aligned} S_{s-G} &= S_{s-es} + S_{s-hall} + S_{A-a} + S_{c-servicios} + S_{s-enchufes} + S_{TM} + S_{señalización} + S_{A-emergencia} = \\ &= 64,69 + 7,2 + 7 + 4 + 15,87 + 30,9 + 1,65 + 2,13 = 133,35 \text{ kVA} \end{aligned}$$

**Potencia total edificio:**

$$\begin{aligned} S_{T-ed} &= (S_{Ic} + S_{I01} + S_{I02} + S_{I03} + S_{I04} + S_{I05} + S_{I06} + S_{I07} + S_{s-G}) k_s = \\ &= (58,94 + 196,875 + 140,625 + 20 + 25 + 25 + 74,735 + 125,41) 0,7 = \\ &= 674,525 \cdot 0,7 = 472,17 \text{ kVA} \end{aligned}$$

El promotor estaría obligado a facilitar un solar para la instalación de un centro de transformación CT, de conformidad al “Artículo 13. Reserva de local” del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Si analizamos los consumos de cada abonado y los de los servicios generales solamente existen tres abonados que no superan los 100 kVA.

### Cálculo de la potencia de una instalación para usos industriales

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la instrucción ITC-BT-010 solamente especifica una previsión de 125 W/m<sup>2</sup> y por planta, con un factor de simultaneidad Fs = 1. Es obvio que con la tecnología actual es difícil realizar una previsión con tan poca información. Procuraremos facilitar la información de la normativa UNE y la práctica de los países europeos más próximos y afines.

Previsión de potencia (en términos generales) en locales industriales		
Alumbrado (alumbrado fluorescente compensado cos φ = 0,86)		
Tipo de explotación	Potencia estimada VA/m <sup>2</sup>	Alumbrado medio (lux = lm/m <sup>2</sup> )
Vías de circulación	7	150
Areas de almacenaje		
Trabajos bastos:	14	300
Procesos de fabricación		
Zonas de montaje de grandes piezas...		
Trabajos normales:	24	500
Oficinas, comercios...		
Trabajos finos:	41	800
Oficinas de dibujo, montajes de precisión (relojería)		
Fuerza motriz		
Tipo de explotación	Previsión de (VA/m <sup>2</sup> )	
Para sala de compresores	3 a 6	
Potencia para ventilación de locales	23	
Potencia para calefacción con convectores:		
Para locales no aislados	115 a 146	
Para locales aislados	90	
Zona de oficinas	25	
Zona de expediciones	50	
Zona de montaje	70	
Zona de fabricación	300	
Zona de pintura	350	
Zona de tratamientos térmicos	700	

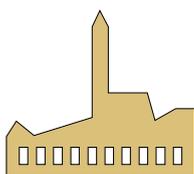
Tabla B4-005: tabla de estimación de consumos en instalaciones industriales, comerciales y grandes espacios.

**El factor de simultaneidad**

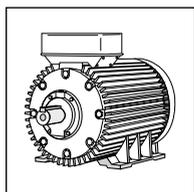
En este aspecto solamente tenemos la información de las normas UNE que especifican factores de simultaneidad en los nudos de circuitos (los cuadros).

Coeficientes de simultaneidad en la concentración de circuitos principales, según UNE	
N.º de circuitos principales	Coeficientes de simultaneidad ks
2 y 3	0,9
4 y 5	0,8
6 a 9	0,7
10 a > 10	0,6

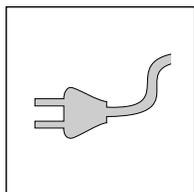
Tabla B4-006: tabla de coeficientes de simultaneidad de UNE en la concentración de circuitos.

**Ejemplo:****Descripción de la industria**

Una industria de inyección de plásticos, con nave de inyección, almacenaje y oficinas. La zona de inyección dispone de 150 m<sup>2</sup>, el cuarto de compresores 50 m<sup>2</sup>, la zona de almacenaje, carga y descarga 200 m<sup>2</sup>, taller de mantenimiento 300 m<sup>2</sup>, oficinas 150 m<sup>2</sup>.

**■ Zona de máquinas de inyección:**

- (1) Máquina n.º 1 10 CV = 10,3 kVA.
- (2) Máquina n.º 2 10 CV = 14,2 kVA.
- (3) Máquina n.º 3 15 CV = 14,2 kVA.
- (4) Máquina n.º 4 20 CV = 24 kVA.
- (5) Máquina n.º 5 3 CV = 3,5 kVA.



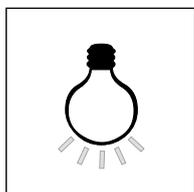
- Tomas de corriente III, 10 unidades de 16 A a 400 V.

Coeficiente de simultaneidad ks:

$$k_s = 0,1 + \frac{0,9}{n} = 0,1 + \frac{0,9}{10} = 0,19$$

Potencia aparente:

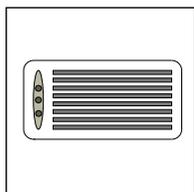
$$S_{s-\text{enchufes}} = n \sqrt{3} \cdot U_e \cdot I_e \cdot k_s = 10 \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 16 \cdot 0,19 = 21,04 \text{ kVA}$$



- Alumbrado 300 lux (en la tabla B4-005).

s = superficie.

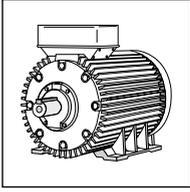
$$S_{l-a} = s \cdot n \text{ VA/m}^2 = 150 \text{ m}^2 \cdot 14 \text{ VA/m}^2 = 21,04 \text{ kVA}$$



- Climatización 150 m<sup>2</sup> (en la tabla B4-005).

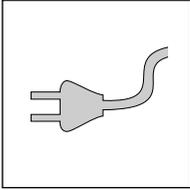
s = superficie.

$$S_{l-c} = s \cdot n \text{ VA/m}^2 = 150 \text{ m}^2 \cdot 110 \text{ VA/m}^2 = 16,5 \text{ kVA}$$



■ Zona sala de compresores:

□ Compresor de 7,5 CV = 7,6 kVA.



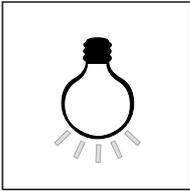
□ Tomas de corriente II 10 A 230 V.

Coefficiente de utilización ks:

$$k_s = 0,1 + \frac{0,9}{n} = 0,1 + \frac{0,9}{3} = 0,4$$

Potencia aparente:

$$S_{c-en} = n \cdot U_e \cdot I_e \cdot k_s = 3 \cdot 230 \cdot 10 \cdot 0,4 = 2,76 \text{ kVA}$$

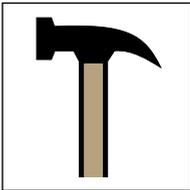


□ Alumbrado 150 lux (ver la tabla B4-005).

s = superficie.

$$S_{c-A} = s \cdot \text{VA/m}^2 = 50 \cdot 7 = 0,35 \text{ kVA}$$

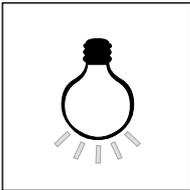
■ Zona taller de mantenimiento 300 m<sup>2</sup>:



□ Potencia aparente (ver la tabla B4-005).

s = superficie.

$$S_{ta} = s \cdot n \text{ VA/m}^2 = 300 \text{ m}^2 \cdot 70 \text{ VA/m}^2 = 21 \text{ kVA}$$

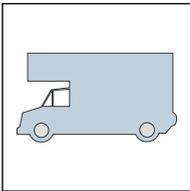


□ Alumbrado 300 lux (en la tabla B4-005).

s = superficie.

$$S_{ta-A} = s \cdot n \text{ VA/m}^2 = 300 \text{ m}^2 \cdot 14 \text{ VA/m}^2 = 4,2 \text{ kVA}$$

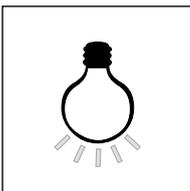
■ Zona de almacén, carga y descarga 200 m<sup>2</sup>:



□ Potencia (ver la tabla B4-005).

s = superficie.

$$S_{al} = s \cdot n \text{ VA/m}^2 = 200 \text{ m}^2 \cdot 50 \text{ VA/m}^2 = 10 \text{ kVA}$$

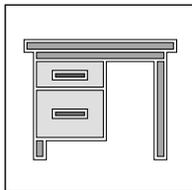


□ Alumbrado 150 lux (ver la tabla B4-005).

s = superficie.

$$S_{al-A} = s \cdot n \text{ VA/m}^2 = 200 \text{ m}^2 \cdot 7 \text{ VA/m}^2 = 1,4 \text{ kVA}$$

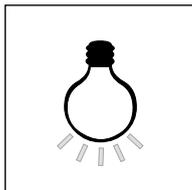
### ■ Zona de oficinas 150 m<sup>2</sup>:



□ Potencia aparente (ver la tabla B4-005).

s = superficie.

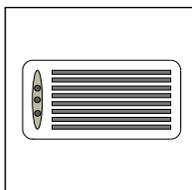
$$S_{of} = s \cdot n \text{ VA/m}^2 = 150 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ VA/m}^2 = 3,75 \text{ kVA}$$



□ Alumbrado 500 lux (ver la tabla B4-005).

s = superficie.

$$S_{of-A} = s \cdot n \text{ VA/m}^2 = 150 \text{ m}^2 \cdot 24 \text{ VA/m}^2 = 3,6 \text{ kVA}$$



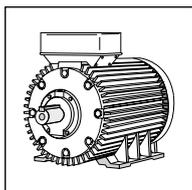
□ Acondicionamiento de aire (ver la tabla B4-005).

s = superficie.

$$S_{of-ac} = s \cdot n \text{ VA/m}^2 = 150 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ VA/m}^2 = 15 \text{ kVA}$$

### ■ Cálculo de la potencia aparente en función del coeficiente de utilización

Las máquinas en función de su ciclo no trabajan al cien por cien de su potencia, es adecuado considerar un factor de utilización (ku) de valor 0,8. Excepto en casos particulares en que se deberá estudiar el ciclo de la máquina, para el alumbrado se considera un coeficiente de utilización (ku) de valor 1, puesto que al encenderse trabaja al cien por cien y las tomas de corriente después de su reducción por la coincidencia, se considera el coeficiente de utilización (ku) de valor 1.



□ Zona máquinas de inyección:

– 01 Máquina n.º 1:

$$S_{M-1} = 10,3 \cdot ku = 10,3 \cdot 0,8 = 8,24 \text{ kVA}$$

– 02 Máquina n.º 2:

$$S_{M-2} = 10,3 \cdot ku = 14,2 \cdot 0,8 = 11,36 \text{ kVA}$$

– 03 Máquina n.º 3:

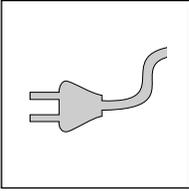
$$S_{M-3} = 10,3 \cdot ku = 14,2 \cdot 0,8 = 11,36 \text{ kVA}$$

– 04 Máquina n.º 4:

$$S_{M-4} = 24 \cdot ku = 24 \cdot 0,8 = 19,2 \text{ kVA}$$

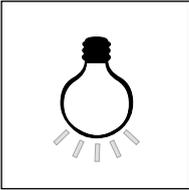
– 05 Máquina n.º 5:

$$S_{M-5} = 3,5 \cdot ku = 3,5 \cdot 0,8 = 2,8 \text{ kVA}$$



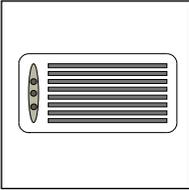
– 06 Tomas de corriente:

$$S_{M-en} = 21,04 \cdot ku = 21,04 \cdot 1 = 21,04 \text{ kVA}$$



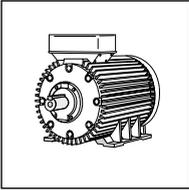
– 07 Alumbrado:

$$S_{M-A} = 4,2 \cdot ku = 4,2 \cdot 1 = 4,2 \text{ kVA}$$



– 08 Climatización:

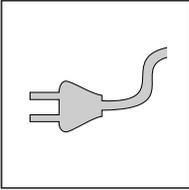
$$S_{M-cl} = 16,5 \cdot ku = 16,5 \cdot 0,8 = 13,2 \text{ kVA}$$



□ Zona compresores:

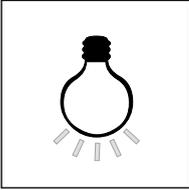
– 09 Compresor:

$$S_C = 7,6 \cdot ku = 7,6 \cdot 0,8 = 6,08 \text{ kVA}$$



– 10 Potencia tomas de corriente área compresor:

$$S_{C-en} = 2,8 \cdot ku = 2,8 \cdot 1 = 2,8 \text{ kVA}$$



– 11 Alumbrado área compresor:

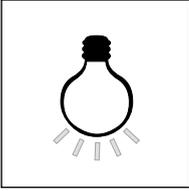
$$S_{C-A} = 3,5 \cdot ku = 3,5 \cdot 1 = 3,5 \text{ kVA}$$



□ Zona taller de mantenimiento:

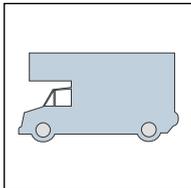
– 12 Potencia área taller de mantenimiento:

$$S_{ta} = 21 \cdot ku = 21 \cdot 0,8 = 16,8 \text{ kVA}$$



– 13 Alumbrado área de mantenimiento:

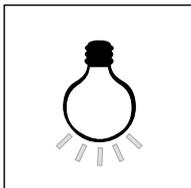
$$S_{ta-A} = 4,2 \cdot ku = 4,2 \cdot 1 = 4,2 \text{ kVA}$$



□ Zona almacén y expediciones:

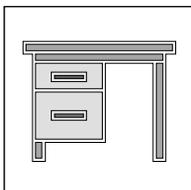
– 14 Potencia área almacén y expediciones:

$$S_a = 10 \cdot k_u = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ kVA}$$

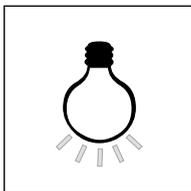


– 15 Alumbrado área almacén y expediciones:

$$S_{a-A} = 1,4 \cdot k_u = 1,4 \cdot 1 = 1,4 \text{ kVA}$$



□ Zona de oficinas:

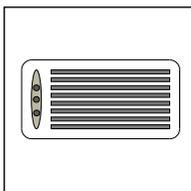


– 16 Alumbrado oficinas:

$$S_{of-A} = 3,6 \cdot k_u = 3,6 \cdot 1 = 3,6 \text{ kVA}$$

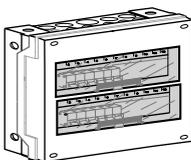
– 17 Potencia área oficinas:

$$S_{of} = 3,8 \cdot k_u = 3,8 \cdot 0,8 = 3,04 \text{ kVA}$$



– 18 Climatización oficinas:

$$S_{of-ac} = 15 \cdot k_u = 15 \cdot 0,8 = 12 \text{ kVA}$$

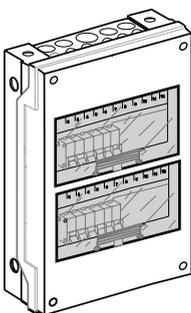


#### ■ Cuadros distribución, zonas:

□ Cuadro zona 1, máquinas de inyección:

$k_s$  = coeficiente de simultaneidad de los circuitos, según UNE = 0,7.

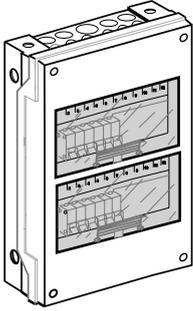
$$S_{z-1} = (S_{M-1} + S_{M-2} + S_{M-3} + S_{M-4} + S_{M-5} + S_{en} + S_{T-A} + S_{T-C}) k_s = (8,24 + 11,36 + 11,36 + 19,2 + 2,8 + 21,04 + 4,2 + 13,2) \cdot 0,7 = 63,98 \text{ kVA}$$



□ Cuadro zona 2, compresores:

$k_s$  = coeficiente de simultaneidad de los circuitos, según UNE = 0,9.

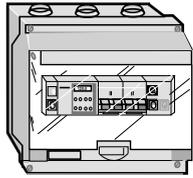
$$S_{z-2} = (S_C + S_{C-en} + S_{C-A}) k_s = (6,08 + 2,8 + 3,5) \cdot 0,9 = 12,6 \text{ kVA}$$



□ Cuadro zona 3, taller de mantenimiento:

ks = coeficiente de simultaneidad de los circuitos, según UNE = 0,9.

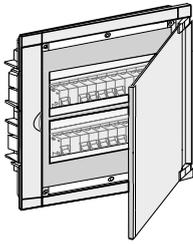
$$S_{z-3} = (S_T + S_{T-A}) ks = (16,8 + 4,2) \cdot 0,9 = 18,9 \text{ kVA}$$



□ Cuadro almacén y expediciones:

ks = coeficiente de simultaneidad de los circuitos, según UNE = 0,9.

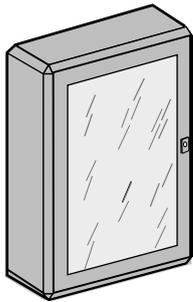
$$S_{z-4} = (S_a + S_{a-A}) ks = (8 + 1,4) \cdot 0,9 = 8,46 \text{ kVA}$$



□ Cuadro oficinas:

ks = coeficiente de simultaneidad de los circuitos, según UNE = 0,9.

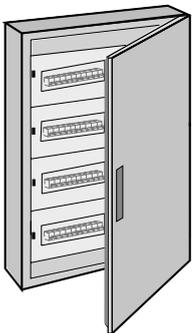
$$S_{z-5} = (S_{of-A} + S_{of} + S_{of-ac}) ks = (3,6 + 3,04 + 12) \cdot 0,9 = 14,13 \text{ kVA}$$



□ Cuadro zonas industriales:

ks = coeficiente de simultaneidad de los circuitos, según UNE = 0,9.

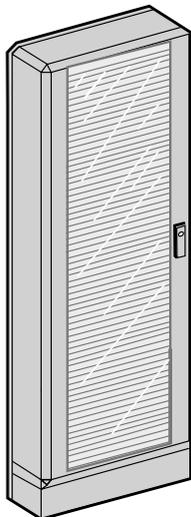
$$S_{L-1} = (S_{z-1} + S_{z-2} + S_{z-3}) ks = (63,98 + 12,6 + 18,9) \cdot 0,9 = 85,95 \text{ kVA}$$



□ Cuadro almacén y oficinas:

ks = coeficiente de simultaneidad de los circuitos, según UNE = 0,9.

$$S_{L-2} = (S_{z-4} + S_{z-5}) ks = (8,46 + 14,13) \cdot 0,9 = 20,34 \text{ kVA}$$



□ Cuadro general (potencia de contratación):

$k_s$  = coeficiente de simultaneidad de los circuitos, según UNE = 0,9.

$$S_T = (S_{L-1} + S_{L-2}) k_s = (85,95 + 20,34) \cdot 0,9 = 95,64 \text{ kVA}$$

El promotor estaría obligado a facilitar un solar para la instalación de un centro de transformación CT, de conformidad al "Artículo 13. Reserva local" del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los parámetros coeficiente e índices son válidos para tres niveles de agrupaciones o nudos: CGD-cuadro general de distribución, CD-cuadro de distribución y CC-cuadros de control.

#### ■ Cálculo según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. ITC-BT-10 "4.2. Edificios destinados a la concentración industrial"

□ Planta industrial:

– Superficie:

1-Zona inyección: 150 m<sup>2</sup>

2-Zona compresores: 50 m<sup>2</sup>

3-Zona almacenaje y expedición: 200 m<sup>2</sup>

4-Zona taller de mantenimiento: 300 m<sup>2</sup>

Total superficie industrial:

$$s = 150 + 50 + 200 + 300 = 700 \text{ m}^2$$

– Potencia industria:

$$P_{in} = 700 \text{ m}^2 \cdot 125 \text{ W/m}^2 = 15 \text{ kW}$$

Total superficie oficinas: 150 m<sup>2</sup>

– Potencia oficinas:

$$P_{of} = 150 \text{ m}^2 \cdot 125 \text{ W/m}^2 = 18,75 \text{ kW}$$

– Potencia total:

$$P_T = P_{in} + P_{of} = 87,5 + 18,75 = 106,25 \text{ kW}$$

La potencia total calculada según el Reglamento Electrotécnico Para Baja Tensión ( $P_T = 106,25 \text{ kW}$ ) y la calculada, de forma más detallada, por el proceso de UTE ( $S_T = 95,64 \text{ kVA}$ ), pueden diferir en función de la actividad de la función industrial.

**Cuadro resumen del proceso de cálculo de la potencia de una industria, método utilizado por la normativa UNE**

**B  
4**

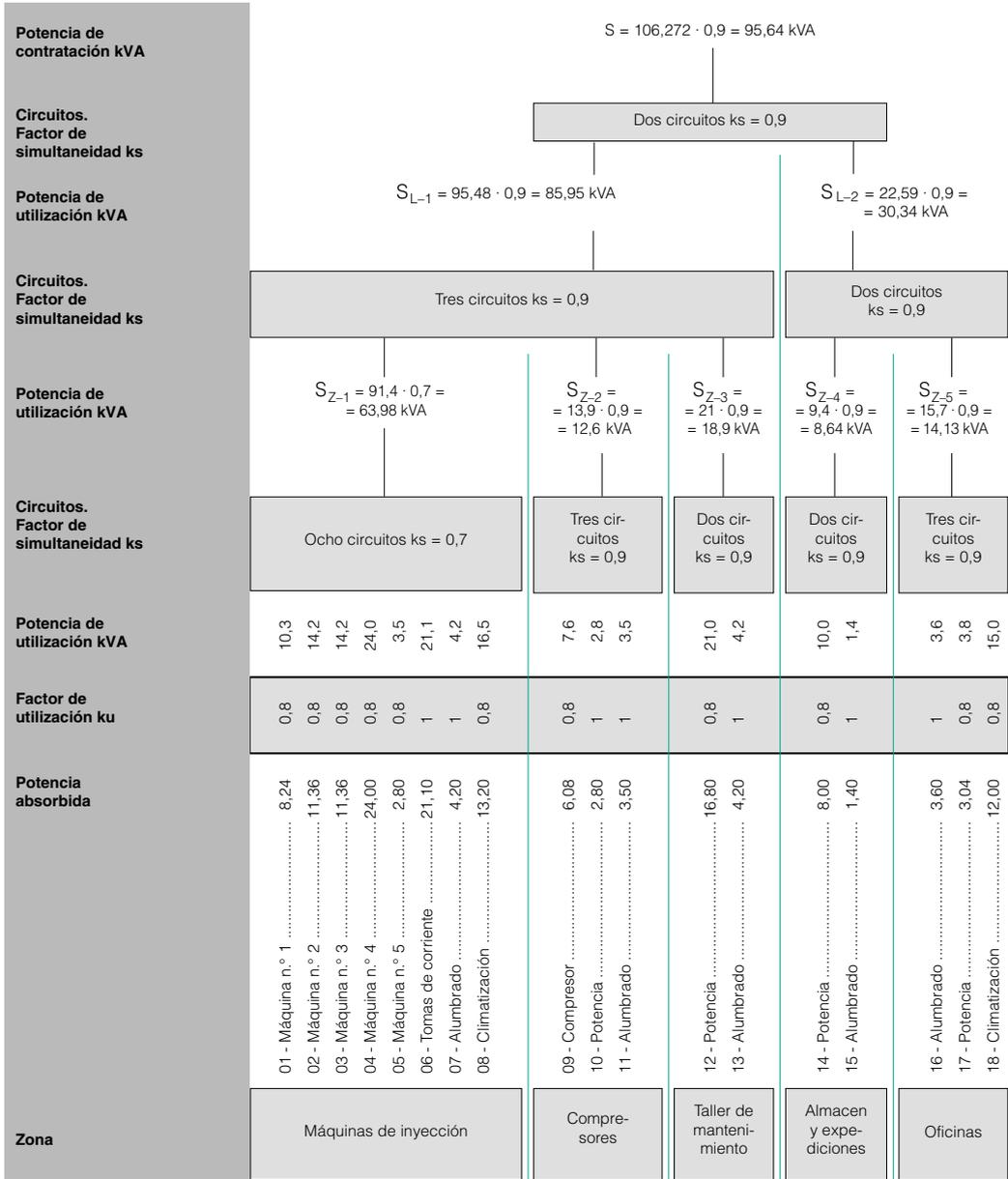


Tabla B4-007: esquema resumen del proceso de cálculo de la potencia de una industria, de un almacén, de un local comercial o de unas oficinas.

## 2. La legislación y las reglas del buen hacer

### INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN ITC-BT-03

#### 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 AUTORIZADO 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 INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN

##### 3.1. Categoría básica (IBTB)

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

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 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.

## 4. CERTIFICADO DE CUALIFICACIÓN INDIVIDUAL EN BAJA TENSIÓN

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.

### 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 teóricos-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 en 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 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

#### 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 actualización del mismo, cumpliendo los requisitos que dicha Disposición establezca para ello. En caso de no hacerlo, el certificado solamente será válido 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**

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**

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, aquella se considerará concedida.

### **5.2.3. Cualquier variación**

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

## 6. ACTUACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN EN COMUNIDADES AUTÓNOMAS DISTINTAS DE AQUELLA DONDE OBTUVIERON EL CERTIFICADO

## 7. OBLIGACIONES DE LOS INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSIÓN

certificado, la comunicación deberá ser realizada en el plazo de 15 días inmediatos posteriores a producirse la incidencia, a tal 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.

Antes de comenzar su actividad en una Comunidad Autónoma distinta de aquella 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.

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**

**2. MEDIOS TÉCNICOS**

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.

**2.1. Categoría básica**

**2.1.1. Local**

Local: 25 m<sup>2</sup>.

**2.1.2. Equipos**

- Telurómetro.
- Medidor de aislamiento, según ITC-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  $\Omega$ .
- 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.
- Electrodo para la medida de aislamiento de los suelos.
- Aparato comprobador del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento de los quirófanos.

**2.3. Herramientas, equipos y medios de protección individual**

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

# DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES ITC-BT-04

## 1. OBJETO

## 2. DOCUMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES

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

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 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 cate-

goría 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.

### 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	$P > 20 \text{ kW}$
b	Las correspondientes a: – Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión – Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no	$P > 10 \text{ kW}$
c	Las correspondientes a: – Locales mojados – Generadores y convertidores – Conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas	$P > 10 \text{ kW}$
d	– De carácter temporal para alimentación de máquinas de obras en construcción – De carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos	$P > 50 \text{ kW}$
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	$P > 100 \text{ kW}$ por caja general de protección
f	Las correspondientes a viviendas unifamiliares	$P > 50 \text{ kW}$
g	Las de garajes que requieran 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

Grupo	Tipo de instalación	Límites
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	$P > 5 \text{ kW}$
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	$P > 5 \text{ kW}$
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.

**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 la 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 aplicará el criterio más exigente de los establecidos para dichos grupos.

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

#### 4. INSTALACIONES QUE REQUIEREN MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO

#### 5. INSTALACIONES QUE PRECISAN PROYECTO

**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 aquella, 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, el 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 Electrónico 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, entendiéndose 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 sobretensiones y sobretensiones.

El titular de la instalación deberá solicitar el suministro de energía a la Empresa 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.

## **6. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES**

## VERIFICACIONES E INSPECCIONES ITC-BT-05

### 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 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.

### 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.

### 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.

## 5. PROCEDIMIENTO

e) Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW.

f) Quirófanos y salas de intervención.

g) 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.

**5.1.** 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 clasificación 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 clasificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la clasificación 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 Organismo 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 no favorable.
- b) A las instalaciones ya en servicio se les emitirá Certificado negativo, que se remitirá inmediatamente al Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

## 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 aquel 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 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.

# INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES GENERALES ITC-BT-19

*Esta instrucción es útil para realizar las verificaciones, pero existen unos apartados que quedan desarrollados en otros capítulos y por tanto el texto del reglamento los incorporamos a dichos capítulos:*

*2.3. Conductores de protección en el capítulo F5 de este volumen.*

*2.6. Posibilidad de separación de la alimentación y*

*2.7. Posibilidad de conectar y desconectar en carga, en el capítulo H2 del segundo volumen.*

*2.8. Medidas de protección contra contactos directos o indirectos, en el capítulo G del segundo volumen.*

*2.10. Bases de toma de corriente, en el capítulo L6-3 "Instalaciones eléctricas para viviendas" del quinto volumen.*

## 1. CAMPO DE APLICACIÓN

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

## 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.

### 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.

#### 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 distri-

bución 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.

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.

#### **2.2.4. 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. Todo 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.

#### **2.4. Subdivisión de las instalaciones**

Las instalaciones se dividirán 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 podría resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### **2.5. Equilibrio 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 mayores de 3 mm o con un 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.

## 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 (M $\Omega$ )
Muy baja tensión de seguridad (MBTS) Muy baja tensión de protección (MBTP)	250	$\geq 0,25$
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	$\geq 0,50$
Superior a 500 V	1.000	$\geq 1,00$

Nota: para instalaciones 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.

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 resulta inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada apartado receptor presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierna o en su defecto  $0,5 \text{ M}\Omega$ .
- Desconectados los apartados 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  $2U + 1.000$  voltios a frecuencia indus-

trial, 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 posición "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.

## 4. Potencia de una instalación

### PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN ITC-BT-10

#### 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 establece 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<sup>2</sup>, o con cualquier combinación de los casos anteriores.

##### 2.2. Previsión de 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.

#### 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.

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

N.º viviendas (n)	Coeficiente simultaneidad	N.º viviendas (n)	Coeficiente simultaneidad
1	1	12	9,9
2	2	13	10,6
3	3	14	11,3
4	3,8	15	11,9
5	4,6	16	12,5
6	5,4	17	13,1
7	6,2	18	13,7
8	7	19	14,3
9	7,8	20	14,8
10	8,5	21	15,3
11	9,2	n > 21	$15,3 + (n - 21) \cdot 0,5$

Para edificios cuya instalación esté prevista para la aplicación de la tarifa nocturna, la simultaneidad será 1 (coeficiente de simultaneidad = n.º de viviendas).

### 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).

### 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 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

### 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 3.450 W 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.

## 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.

## 5. PREVISIÓN DE CARGAS

## 6. SUMINISTROS MONOFÁSICOS

### 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 3.450 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 locales de 10.350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

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 de enlace.

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 5.750 W a 230 V, hasta un suministro de potencia máxima de 14.490 W a 230 V.