

TEMA 19

INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS

INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS



1. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO

2. CENTRALES GENERADORAS Y ALTERNADORES

- 2.1. Centrales Generadoras
- 2.2. Alternadores

3. ESTACIONES Y SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS

4. RED DE TRANSPORTE

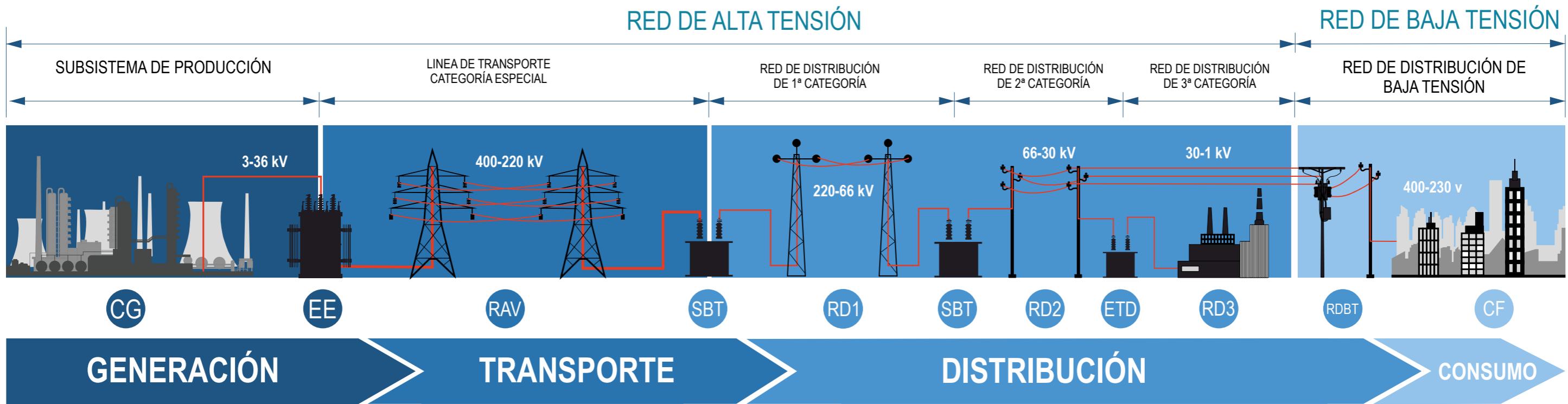
5. RED DE DISTRIBUCIÓN

- 5.1. Redes eléctricas de Alta Tensión
 - 5.1.1 Líneas Aéreas de AT
 - 5.1.2 Líneas Subterráneas de AT
 - 5.1.3 Cruzamientos
 - 5.1.4 Aparamenta Eléctrica
- 5.2. Centros de Transformación
 - 5.2.1 Componentes principales de un CT
 - 5.2.2 Centro de Transformación moderno
 - 5.2.3 Tipos de Centros de Transformación
- 5.3. Redes eléctricas de Baja Tensión
 - 5.3.1 Líneas Aéreas de BT
 - 5.3.2 Identificación de Redes de BT
 - 5.3.3 Separación con otras instalaciones o infraestructuras
 - 5.3.4 Redes Subterráneas para distribución en BT

6. ALUMBRADO PÚBLICO

- 6.1. Tipología y distribución del Alumbrado Público
- 6.2. Centros de Mando del Alumbrado Público
- 6.3. Puntos de Luz

1. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO



La electricidad se crea en centrales generadoras a partir de otras fuentes de energía. Una vez obtenida, esa electricidad se transfiere a las estaciones elevadoras donde, mediante uno o más transformadores estáticos, se aumenta el valor de la tensión hasta los valores característicos de la red de transporte. Las estaciones elevadoras se sitúan en las inmediaciones de las centrales generadoras y habitualmente alejadas de los núcleos urbanos.

CG Central Generadora

Las tensiones más habituales de generación son entre 3 y 36 kV.

EE Estación Elevadora

Recibe la electricidad de los generadores con una tensión comprendida entre los 3 y 36 kV y la eleva hasta una tensión de transporte de 220 a 400 kV.

El transporte de electricidad se efectúa a través de líneas aéreas que unen las estaciones elevadoras con las subestaciones que dan paso a la red de distribución. Para poder conducir la electricidad con las menores pérdidas de energía posible, se deberán mantener unos valores de tensión elevados durante todo su recorrido.

A lo largo de esta red de transporte también podemos encontrarnos una serie de subestaciones de maniobra conectadas entre sí formando una red mallada. Esta malla es alimentada a través de líneas procedentes de distintas centrales generadoras con el objetivo de asegurar el suministro eléctrico en caso de fallo de algún punto del sistema.

RAV Red de Transporte

También conocida como línea de **categoría especial** cuya tensión será **igual o superior a 220 kV**. Se incluyen en esta categoría las de tensión inferior que formen parte de la red de transporte según la ley 24/2013, de 26 diciembre, del Sector Eléctrico.

SBM Subestación de Maniobra

Se trata de subestaciones encargadas de realizar labores de interconexión entre dos o más circuitos de la red de transporte. En este tipo de subestaciones la tensión no se transforma, se mantiene constante y toman los valores de las líneas que concurren en ellas.

SBT Subestación Transformadora

Reduce la tensión de transporte a unos valores aptos para el reparto en las cercanías de los núcleos de consumo.

La Distribución es la etapa final del sistema eléctrico y tiene como objetivo hacer llegar la energía desde las subestaciones transformadoras hasta los consumidores finales. Las líneas de distribución se dividen en tres categorías según su tensión nominal, pasando de una a otra mediante subestaciones y centros de transformación.

RD1

Red de Distribución de 1^a Categoría

También conocida como Red de Reparto, forma la primera etapa de la red de distribución en los alrededores de los núcleos o centros de consumo. Como norma general se trata de redes aéreas, aunque en su paso a través de núcleos urbanos importantes estas redes podrán pasar a ser subterráneas. Comprende las líneas con valores de tensión nominal inferior a **220 kV y superior a 66 kV**.

ETD

Subestaciones Transformadoras de Distribución

Se trata de estaciones transformadoras intercaladas en la red de distribución cuya función es reducir la tensión entre las redes de 1^a, 2^a y 3^a categoría. Las subestaciones que nos encontramos en el paso de las líneas de 2^a categoría a 3^a categoría son conocidas como **Subestaciones de Reparto**.

RD2

Red de Distribución de 2^a Categoría

Está formada por aquellas líneas con tensión nominal **igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV** que ya una vez dentro de las ciudades alimentan a las subestaciones de reparto desde las subestaciones transformadoras.

RD3

Red de Distribución de 3^a Categoría

Antiguamente conocida por las empresas distribuidoras como **Red de Media Tensión**. Incluye aquellas instalaciones de tensión nominal **igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV**. Las redes de 3^a categoría unen las subestaciones transformadoras de reparto con los centros de transformación o con aquellos grandes consumidores (industrias) que por su actividad necesiten de suministros elevados.

CT

Centros de Transformación

Transforman la Alta Tensión (normalmente con acometidas de 20 kV) en Baja Tensión (400/230 V).

RDBT

Red de Distribución en Baja Tensión

Aquellas redes, en su mayoría subterráneas, que naciendo en los CT circulan por los núcleos urbanos suministrando la energía eléctrica a los abonados en BT. Dependiendo del CT en el que nacen, la distribución en BT se puede hacer en dos sistemas: el antiguo B1 de 3 conductores (230/125 V) y el B2, más moderno, de 4 conductores (400/230 V).

CF

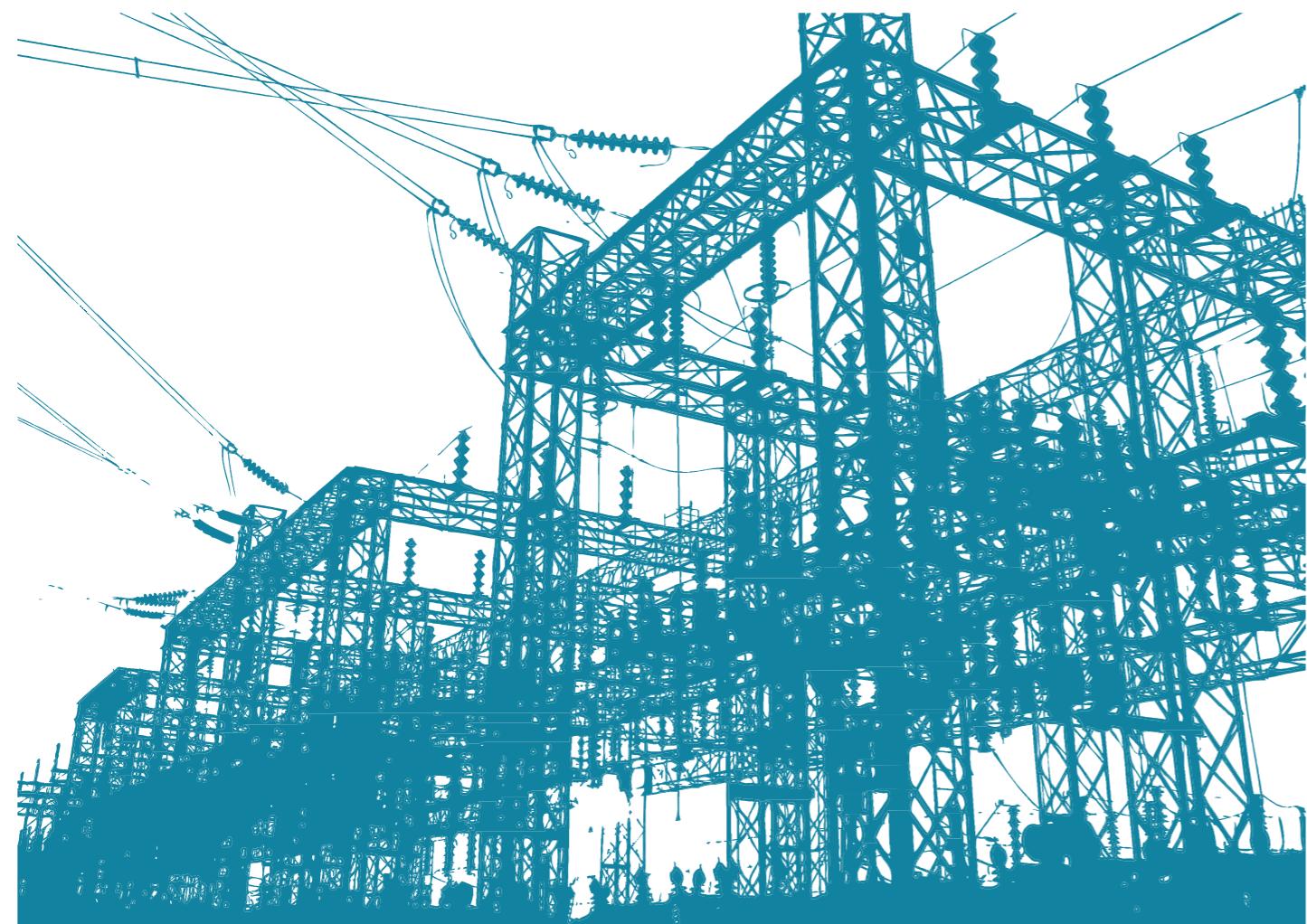
Abonados

Son los consumidores finales de la energía eléctrica. Como veremos más adelante, estos suministros podrán realizarse tanto en AT como en BT, siendo cada vez más habituales los suministros en AT para edificios de viviendas. El suministro de BT podrá hacerse en un sistema trifásico de 400/230V o en un sistema monofásico de 230V para consumidores individuales de pequeña envergadura como por ejemplo casas unifamiliares.

2. CENTRALES GENERADORAS Y ALTERNADORES

2.1. CENTRALES GENERADORAS

Las centrales o plantas de generación eléctrica son instalaciones industriales cuyo objetivo es la producción de energía eléctrica (energía secundaria) a partir de una fuente de energía primaria.



Las fuentes de energía a partir de las cuales obtenemos la electricidad se pueden clasificar en renovables y no renovables. Las energías primarias **renovables** son aquellas fuentes de energía limpias e inagotables como el viento, la radiación solar o las hidráulicas. Por otro lado, las **no renovables** son aquellas energías limitadas y agotables que además generan emisiones y residuos en su explotación y aprovechamiento. Estas son: el carbón, el gas natural, el petróleo o las nucleares.

2.2. ALTERNADORES (Generadores de C.A.)

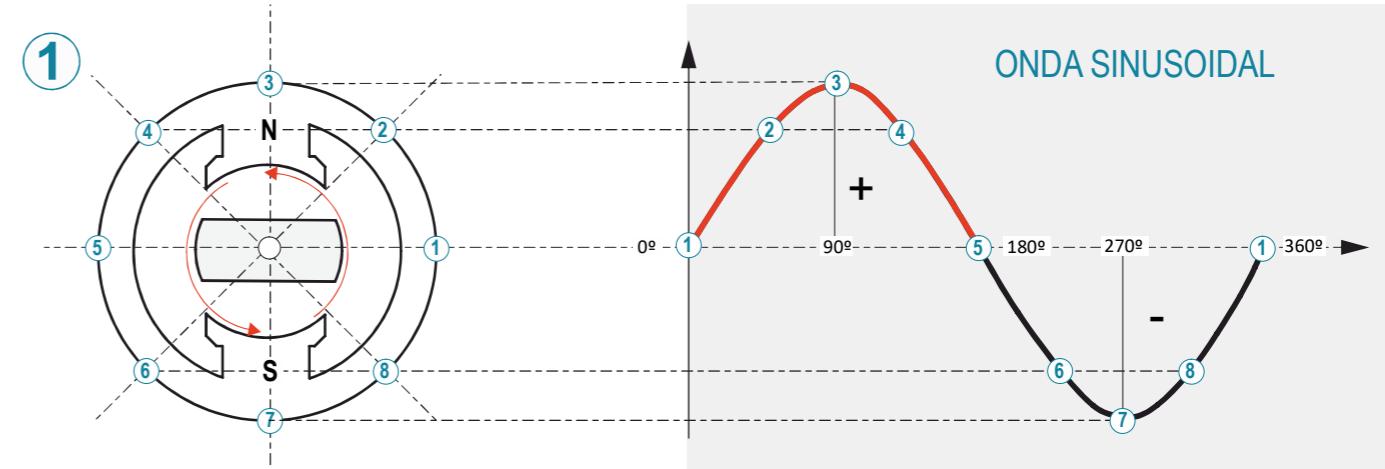
Las centrales generadoras cuentan con unos componentes dentro de sus instalaciones encargados de producir la electricidad, llamados **generadores eléctricos o alternadores**. Un alternador es una máquina capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica, generando una corriente alterna mediante inducción electromagnética.



El funcionamiento se basa en la ley de Faraday, que dice que sobre un conductor sometido a un campo magnético variable se provoca una fuerza electromotriz inducida. El proceso más básico para generar corriente alterna es el que usó Faraday en sus experimentos, en los que hacía girar una espira de cobre entre los dos polos de un imán. Como podemos observar en el dibujo (1), cada vez que un punto de la bobina pasa por cada punto del campo magnético generado entre los imanes se crea una fuerza electromotriz representada en función del tiempo como una onda sinusoidal.

Las ondas magnéticas generadas por el polo positivo y negativo del imán provocan un movimiento de los electrones libres. Cuando los átomos de un punto de la bobina pasan por el polo positivo quedan cargados de forma positiva y al pasar por el negativo se provoca una fuerza que los repele generando ese movimiento. Los valores máximos de la f.e.m se alcanzan al coincidir con los ejes del imán, ya que es en ese punto donde el corte de líneas magnéticas es máximo. Como conclusión, el principio de funcionamiento de un alternador consiste en crear un campo magnético variable alrededor de una espira o bobina a una velocidad angular constante para dar lugar a una **tensión alterna senoidal**.

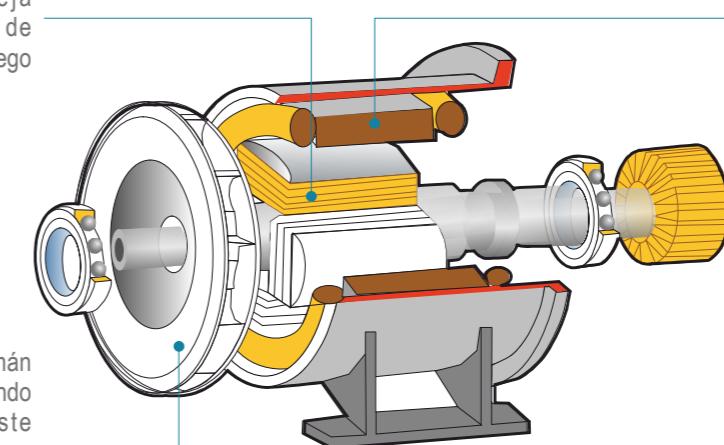
En las centrales generadoras de electricidad, la bobina no rota entre los dos polos del imán, es el imán el que gira a una velocidad angular constante entre las bobinas empujado por la energía mecánica generada en los distintos procesos. Lo que se consigue al hacer rotar el imán es cambiar constantemente la polaridad del campo e inducir en las bobinas esa corriente alterna que posteriormente se dirigirá a las estaciones transformadoras para iniciar su transporte a los núcleos de consumo.



PARTES DE UN ALTERNADOR

Rotor

Parte móvil de la pareja inductor/rotor encargada de generar la electricidad que luego se almacenará y distribuirá.



Estatotor

Parte fija del alternador donde están alojadas las bobinas que generan la corriente.

Turbina

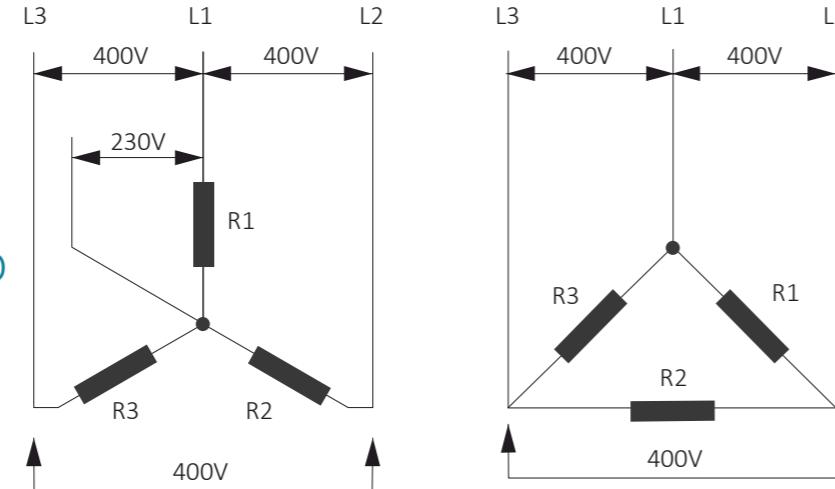
Se encarga de girar el imán dentro de la bobina haciendo girar su eje interior. Este movimiento de rotación se transfiere al generador.

CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA

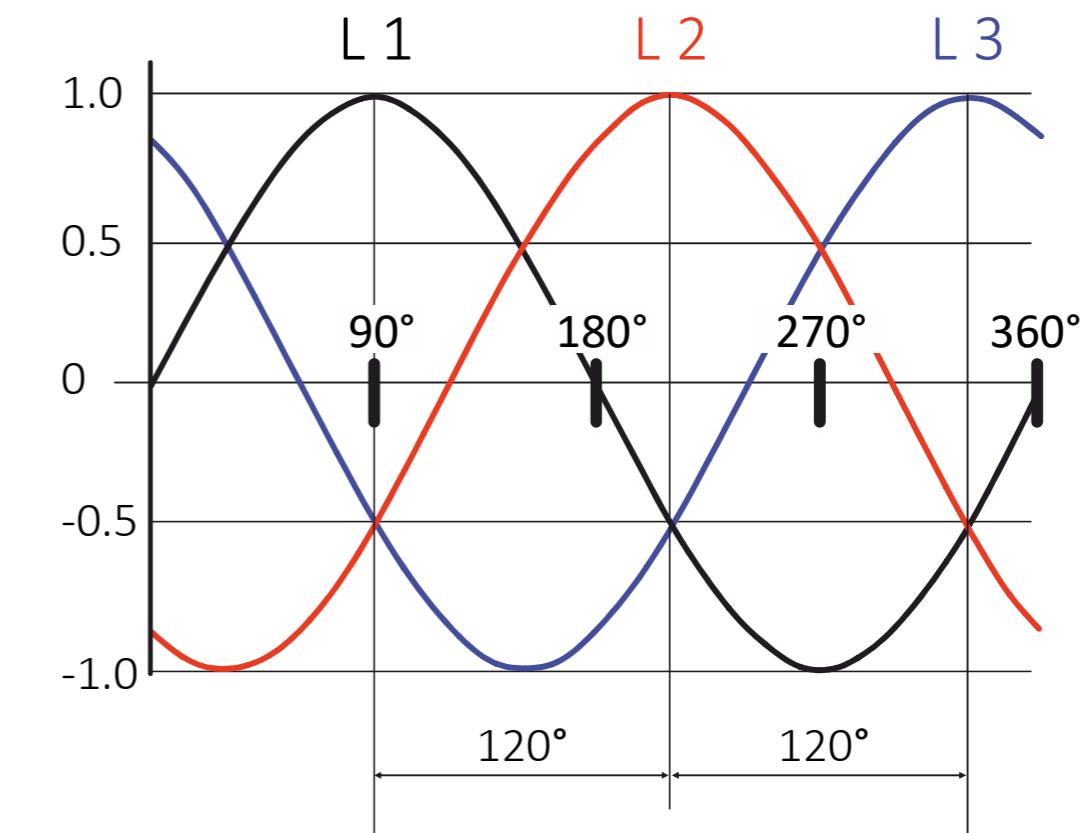
El sistema más eficiente para transportar energía eléctrica a lo largo de la red de transporte y distribución es la corriente alterna trifásica. Se denomina **corriente trifásica** a aquella formada por tres corrientes alternas monofásicas de la misma frecuencia y de los mismos valores eficaces (misma amplitud) desfasadas entre sí un mismo ángulo de 120° . Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se llama fase y se designan con las letras L1, L2 y L3 (1).

Ésta, es la corriente que se produce en los alternadores de las centrales eléctricas, donde se colocan 3 bobinas desfasadas 120° (2) e influenciadas por el campo magnético de un imán giratorio central. Esto produce en cada bobina una f.e.m alterna de igual frecuencia e igual valor eficaz pero adelantadas o retrasadas 120° una de otra, generándose así un **sistema trifásico equilibrado**. Cada bobina producirá una corriente independiente de 2 cables por bobina y, si unimos entre sí los principios de cada bobina y los llevamos a tierra obtenemos un sistema capaz de transportar la energía a distancia con tan solo 3 hilos. Esa conexión de bobinas puede llevarse a cabo de dos formas distintas: en estrella o en triángulo (3).

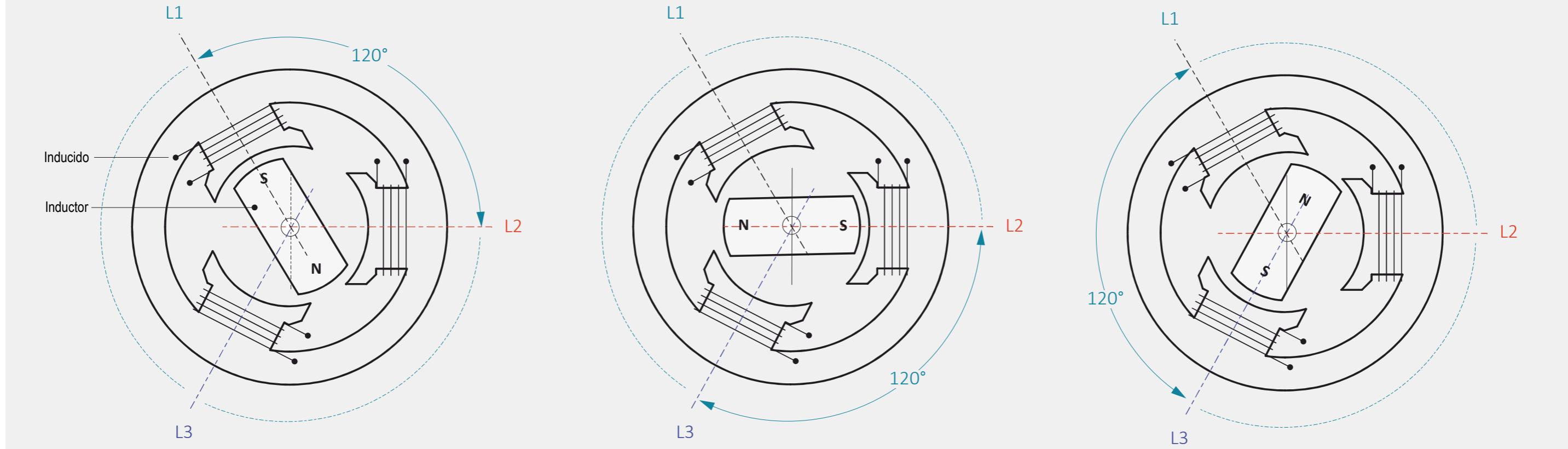
3 CONEXIÓN DE BOBINAS EN ESTRELLA Y TRIÁNGULO



1 DIAGRAMA DE FRECUENCIA DE CORRIENTE TRIFÁSICA



2 ESQUEMA DE DESFASE DE BOBINAS



3. ESTACIONES Y SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS

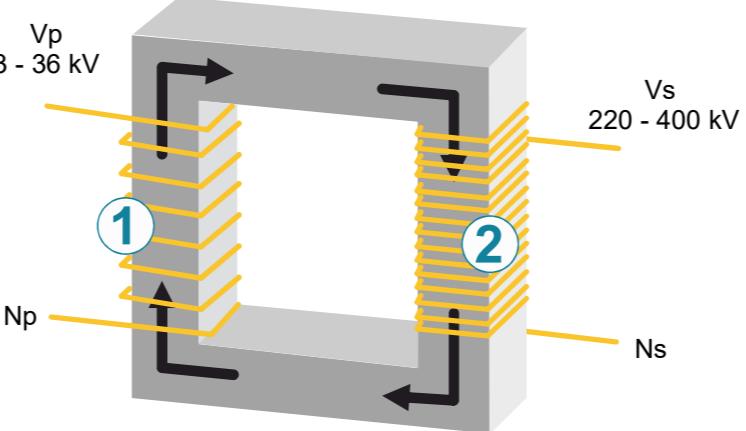
Las estaciones transformadoras son instalaciones de la red eléctrica destinadas a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica en cada caso. A lo largo de la red eléctrica nos podemos encontrar dos tipos de estaciones transformadoras: las elevadoras y las reductoras (Subestaciones). Estas modificaciones en los valores de tensión e intensidad de la corriente alterna se llevan a cabo en las estaciones eléctricas gracias a los transformadores.



ESTACIONES ELEVADORAS

En las inmediaciones de las centrales eléctricas se instalan las **estaciones elevadoras de tensión** encargadas de realizar la primera transformación de la corriente eléctrica. Estas estaciones reciben la energía eléctrica producida en los alternadores con unos valores de tensión de entre 3 y 36 kV los cuales se aumentan a unos valores del orden de 220 kV, pudiendo llegar hasta los 400 kV según las necesidades de la red de transporte.

En los transformadores que encontramos en estas estaciones el número de espiras del **devanado primario (1)** es menor a las del **devanado secundario (2)**, ya que se pretende aumentar el voltaje de salida en relación al de entrada.



ESTACIONES REDUCTORAS (SUBESTACIONES)

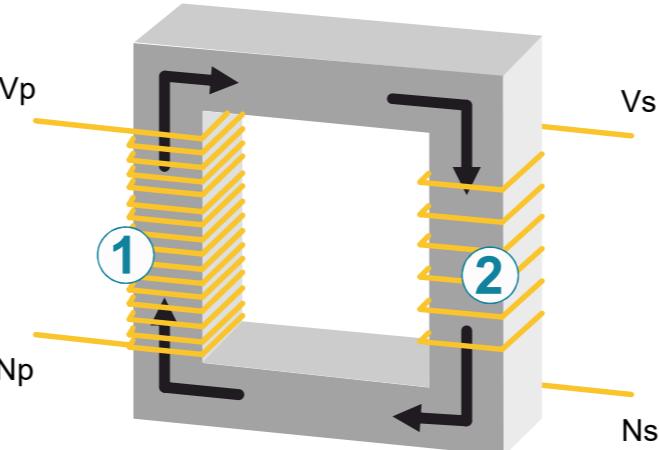
A lo largo de la Red de Transporte y Distribución la tensión se irá escalonando de manera descendente, adecuándose a las necesidades de la red según nos vamos acercando a las ciudades y a los puntos de consumo. Nos encontraremos subestaciones reductoras en el paso de la Red de Transporte a la de Distribución, así como en las conexiones entre las líneas de distintas categorías de la Red de Distribución.

Su principal objetivo es reducir la tensión con el fin de dirigir la energía eléctrica de la manera más eficiente y segura posible, pero también cumplen la misión de asegurar el suministro realizando funciones de interconexión entre líneas de distintas tensiones. Dependiendo de su ubicación y función podemos encontrarnos dos tipos de subestaciones:

– **Subestaciones transformadoras:** se encuentran al final de la línea de transporte y en el paso de las líneas de 1^a a 2^a categoría. Son instalaciones diseñadas para realizar una primera reducción de tensión que facilite la posterior distribución antes de la llegada a los centros de consumo. Se suelen alimentar con unas tensiones de entrada de 400, 220 o 132 kV y tras el paso por ellas se obtienen valores de 66, 45 o 30 kV.

– **Subestaciones transformadoras de reparto:** se encuentran al final de las líneas de 2^a categoría y de ellas parten las líneas de distribución de 3^a categoría que alimentan a los CT. Las reducciones de tensión más habituales son las que se producen en subestaciones con entradas de 66, 45 o 30 kV y salidas de 20, 15 u 11 kV.

En este caso el objetivo es el contrario al de las estaciones elevadoras, ahora se pretende disminuir la tensión, por lo que el devanado primario deberá contar con un número de espiras o vueltas superior (1) al del devanado secundario (2).



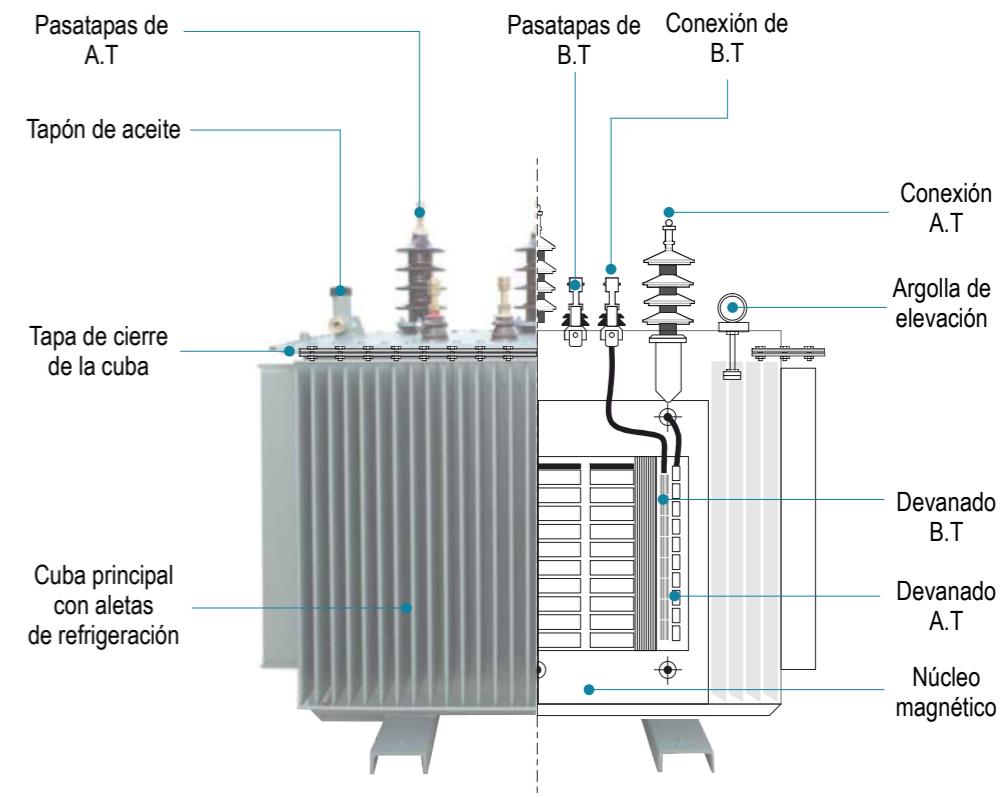
¿QUÉ ES UN TRANSFORMADOR ELÉCTRICO?

Un transformador eléctrico es una máquina estática de corriente alterna que permite variar alguna función de la corriente como el voltaje o la intensidad, manteniendo la frecuencia y la potencia. Para lograrlo, transforma la electricidad que le llega al devanado de entrada en magnetismo para volver a transformarla en electricidad en las condiciones deseadas en el devanado secundario.

El núcleo de los transformadores está formado por chapas de acero al silicio aisladas entre ellas. Están compuestos por dos partes principales: las columnas, que es la parte donde se montan los devanados, y las culatas, que es la parte donde se realiza la unión entre las columnas. El núcleo se utiliza para conducir el flujo magnético, ya que es un gran conductor.

Por su parte, el devanado es un hilo de cobre enrollado a través del núcleo en uno de sus extremos y recubierto por una capa aislante que suele ser barniz. Está compuesto por dos bobinas, la primaria y la secundaria. La relación de vueltas del hilo de cobre entre el devanado primario y el secundario indicará la relación de transformación. El nombre de primario y secundario es algo simbólico: por definición allá donde apliquemos la tensión de entrada será el primario y donde obtengamos la tensión de salida será el secundario.

PARTES DE UN TRANSFORMADOR



¿CÓMO FUNCIONA UN TRANSFORMADOR ELÉCTRICO?

Los transformadores se basan en la inducción electromagnética. Al aplicar una fuerza electromotriz en el devanado primario (1), es decir, una tensión, se origina un flujo magnético en el núcleo de hierro (2). Este flujo viajará desde el devanado primario hasta el secundario. Con su movimiento originará una fuerza electromagnética en el devanado secundario (3).

La relación de transformación del transformador la definimos con la siguiente ecuación, donde:

N_p: Número de vueltas del devanado del primario

N_s: Número de vueltas del secundario

V_p: Tensión aplicada en el primario

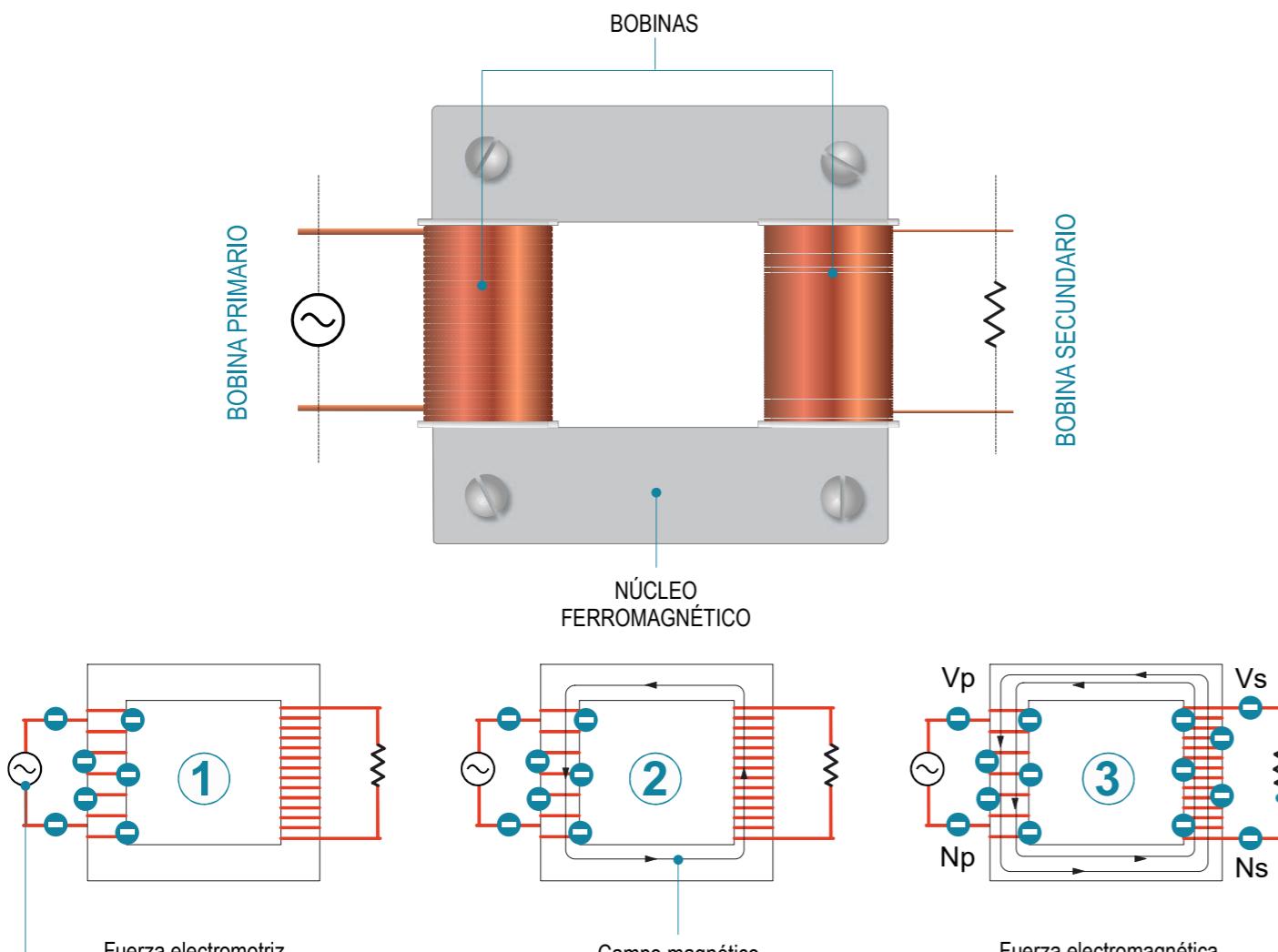
V_s: Tensión obtenida en el secundario

I_s: Intensidad generada por el secundario

I_p: Intensidad que le llega al primario

rt: Relación de transformación

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = rt$$



Como se observa en este ejemplo, si queremos ampliar la tensión en el secundario tenemos que poner más vueltas en él (N_s), pasa lo contrario si queremos reducir su tensión.

Esta tensión de entrada (V_p) únicamente recorre un determinado número de espiras (N_p), mientras que la tensión de salida (V_s) tiene que recorrer la totalidad de las espiras (N_s).

4. RED DE TRANSPORTE

La red de transporte está constituida por las líneas, parques, transformadores y otros elementos eléctricos encargados de transmitir la energía eléctrica desde las estaciones transformadoras elevadoras hasta las subestaciones transformadoras que reducen la tensión a los valores de distribución.

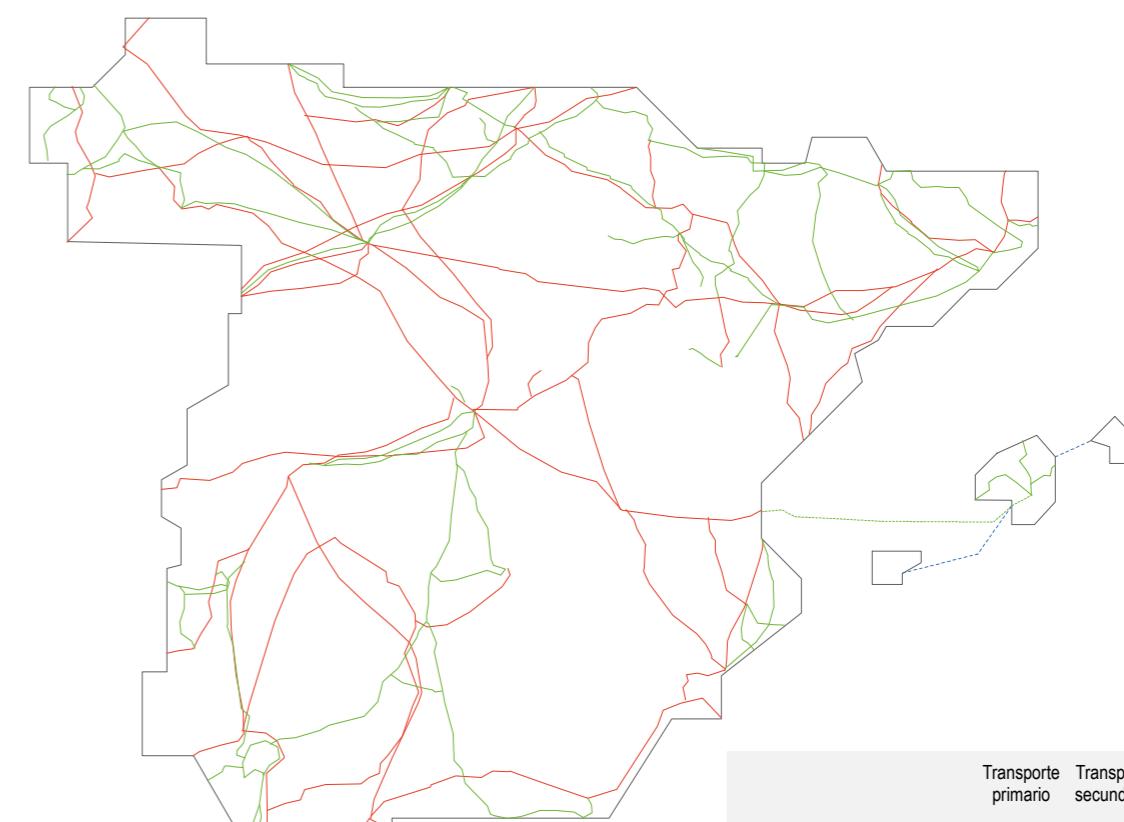
Según la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, la red de transporte está constituida por:

- La red de **transporte primario**: es aquella con tensión nominal igual o superior a **380 kV**. También forman parte de esta red primaria de transporte las instalaciones de conexión internacional y las interconexiones con los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares, independientemente de su tensión (por ejemplo las líneas submarinas que unen las islas con la península).
- La red de **transporte secundario**: comprende las líneas, instalaciones y elementos eléctricos con tensión nominal igual o superior a **220 kV**, no incluidas en la red de transporte primario, y aquellas otras que, con menores valores de tensión, cumplan funciones de transporte.

No se considerará red de transporte a:

- Las centrales de generación de energía eléctrica.
- Las conexiones de las centrales generadoras con la red de transporte (las estaciones elevadoras).
- Las líneas directas a consumidores o instalaciones de consumidores especiales desde esas estaciones elevadoras.

La encargada de gestionar esta red de transporte será Red Eléctrica de España S.A. la cual actuará como transportista único. Será esta empresa con la que tendremos que contactar en caso de actuaciones del Cuerpo de Bomberos en alguna de sus líneas a través de nuestra Central de Comunicaciones.



5. RED DE DISTRIBUCIÓN

La actividad de distribución de energía eléctrica es aquella que tiene por objeto la transmisión de energía eléctrica desde las subestaciones transformadoras que nos encontramos al final de la red de transporte, hasta los consumidores finales. La distribución será gestionada por las empresas distribuidoras como Iberdrola o Unión Fenosa entre otras.

No formarán parte de las redes de distribución los transformadores de grupos de generación, los elementos de conexión de dichos grupos a las redes de distribución, las instalaciones de consumidores para su uso exclusivo, ni las líneas directas.

La Ley del Sector Eléctrico no contempla ninguna subdivisión oficial de la red de distribución, pero sí estipula que se considerarán líneas de distribución aquellas que tengan una tensión inferior a 220 kV y no queden integradas dentro de la red de transporte. El RAT (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión) por su parte, únicamente divide las líneas de AT en función de su tensión nominal clasificándolas en cuatro categorías (la categoría especial y la 1^a, 2^a y 3^a categoría).

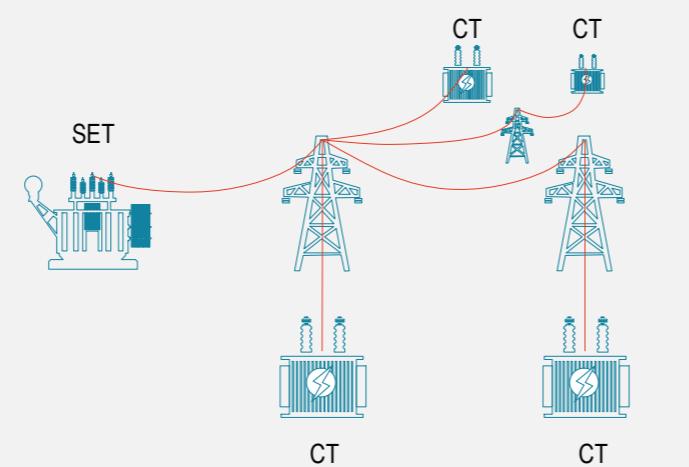
Por lo tanto, estudiando ambas leyes en su conjunto, podemos asignar la categoría especial a la red de transporte con su tensión nominal igual o superior a 220 kV y entender la red de distribución como el conjunto de todas las líneas de distribución en BT y aquellas de AT que abarquen los valores inferiores a 220 kV y superiores a 1 kV (primera, segunda y tercera categoría de AT).

TIPOLOGÍA DE REDES ELÉCTRICAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

Las redes eléctricas podrán adoptar diversas morfologías en función de las necesidades de cada zona. Se clasifican en líneas abiertas o cerradas atendiendo al número de lados por el que reciben la tensión. A su vez, las líneas cerradas se subdividen según su forma, su fuente de alimentación y a las interconexiones que se realicen entre ellas.

LÍNEAS ABIERTAS O EN ANTENA

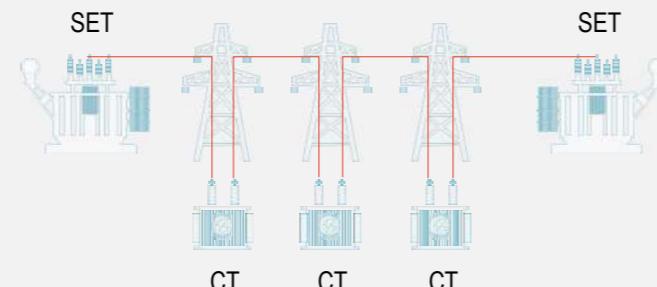
Son aquellas líneas alimentadas únicamente por uno de sus extremos, lo que las convierte en redes susceptibles de dejar sin suministro a sus puntos de consumo en caso de avería. Las redes formadas por líneas en antena son conocidas como **redes radiales**. Este tipo de red se utiliza principalmente en áreas rurales ya que es menor el coste de suministro al tratarse de grandes áreas geográficas con cargas dispersas y baja densidad.



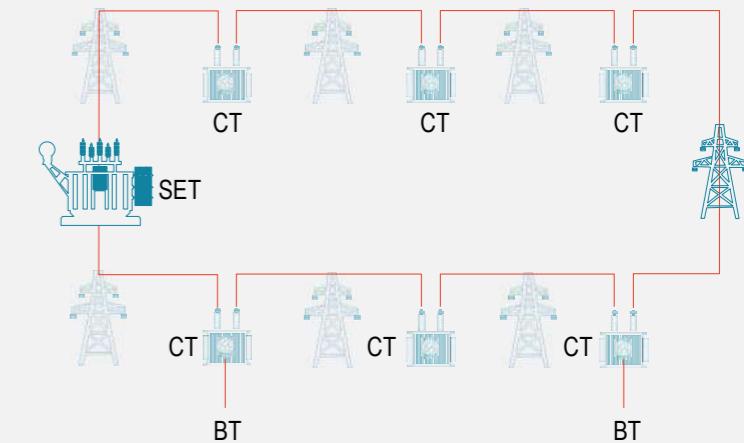
LÍNEAS CERRADAS

Son líneas que reciben corriente eléctrica por dos o más puntos, asegurándose de esta manera el suministro eléctrico en caso de avería o disrupción en la red. Por esta razón son las más habituales en los núcleos urbanos y en zonas con numerosos puntos de consumo. Existen diferentes tipos de redes cerradas:

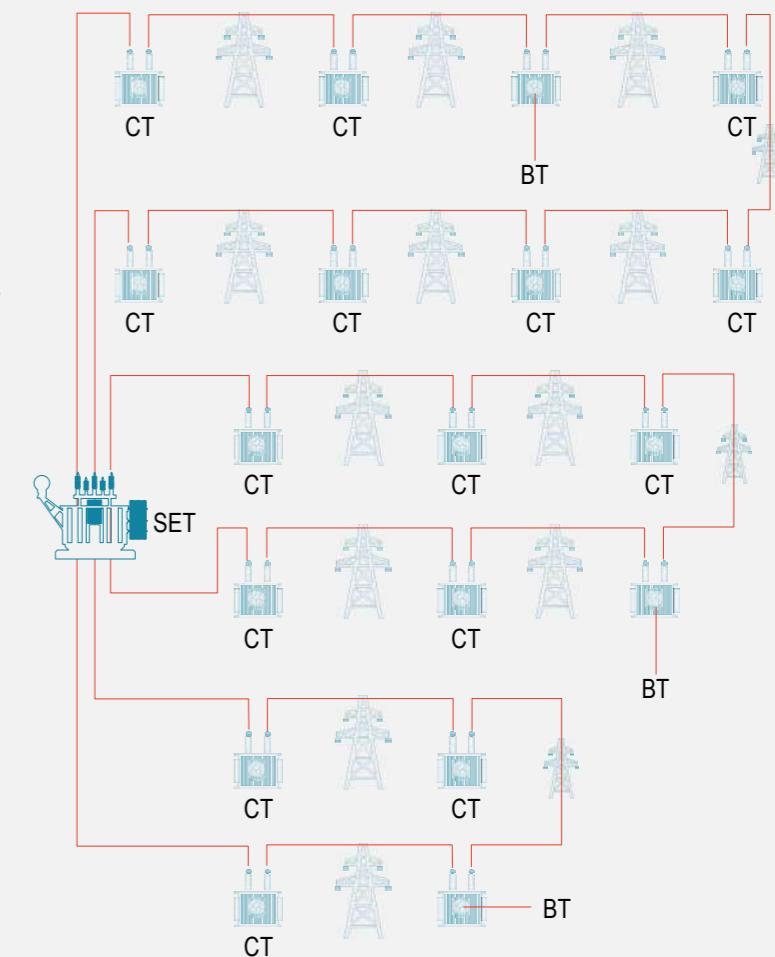
LCR1 Red Lineal: similar a la red radial pero alimentada por ambos extremos. Sobre la línea de distribución nos encontraremos los CT conectados entre sí en serie.



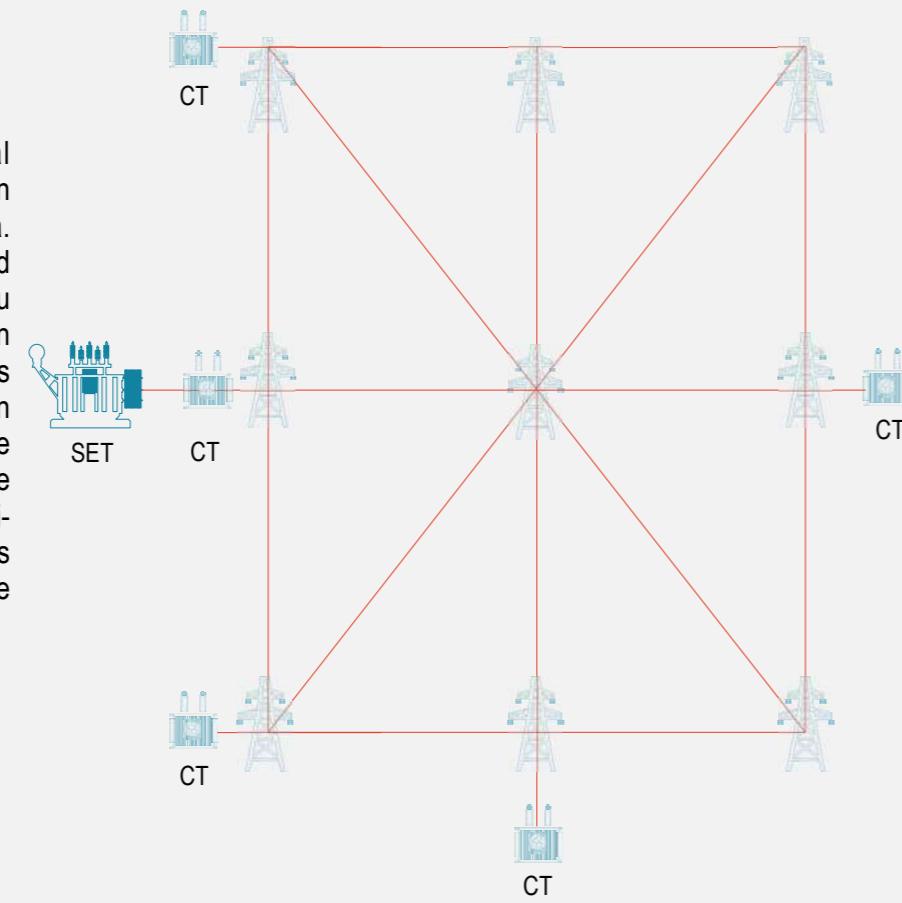
LCR2 Red en Anillo o Anillada: está formada por una línea de distribución que se cierra sobre sí misma formando un anillo. Puede estar alimentada por una misma fuente de alimentación (subestación o CT) o por dos diferentes con el objetivo de duplicar la seguridad. Sobre la red se instalan diferentes CT desde los que partirán las redes de BT.



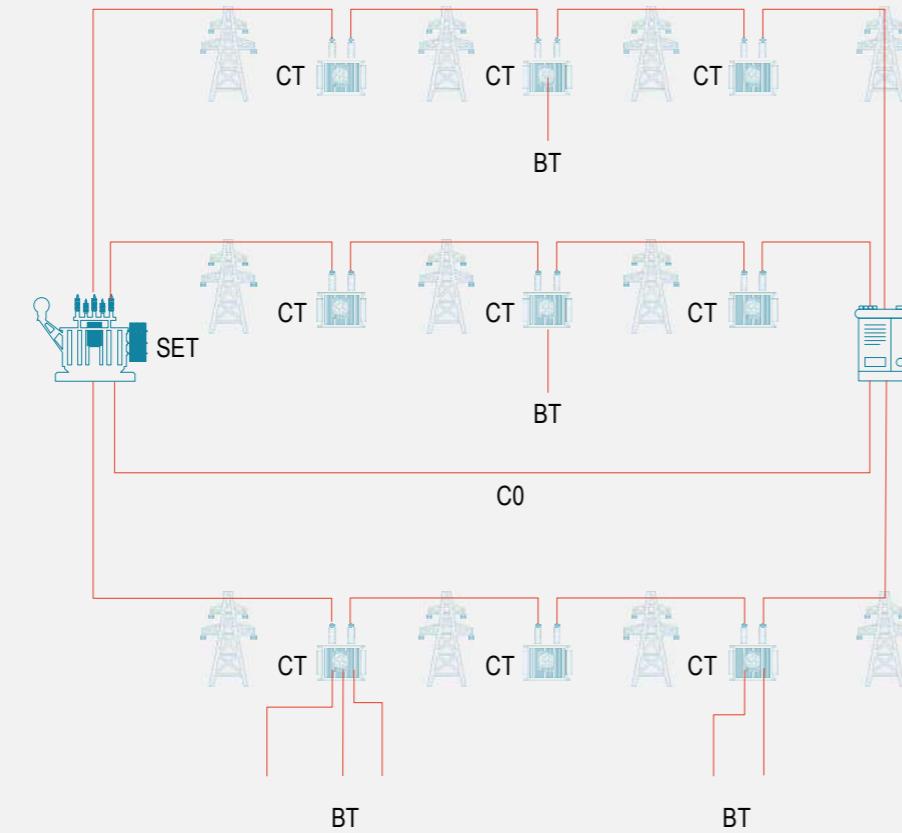
LCR3 Red en Anillos Múltiples: es una variante de la anterior y está formada por varias redes en anillo conectadas a una misma subestación o centro de reparto. Cada anillo a su vez, dispondrá de CT con sus correspondientes líneas de distribución BT.



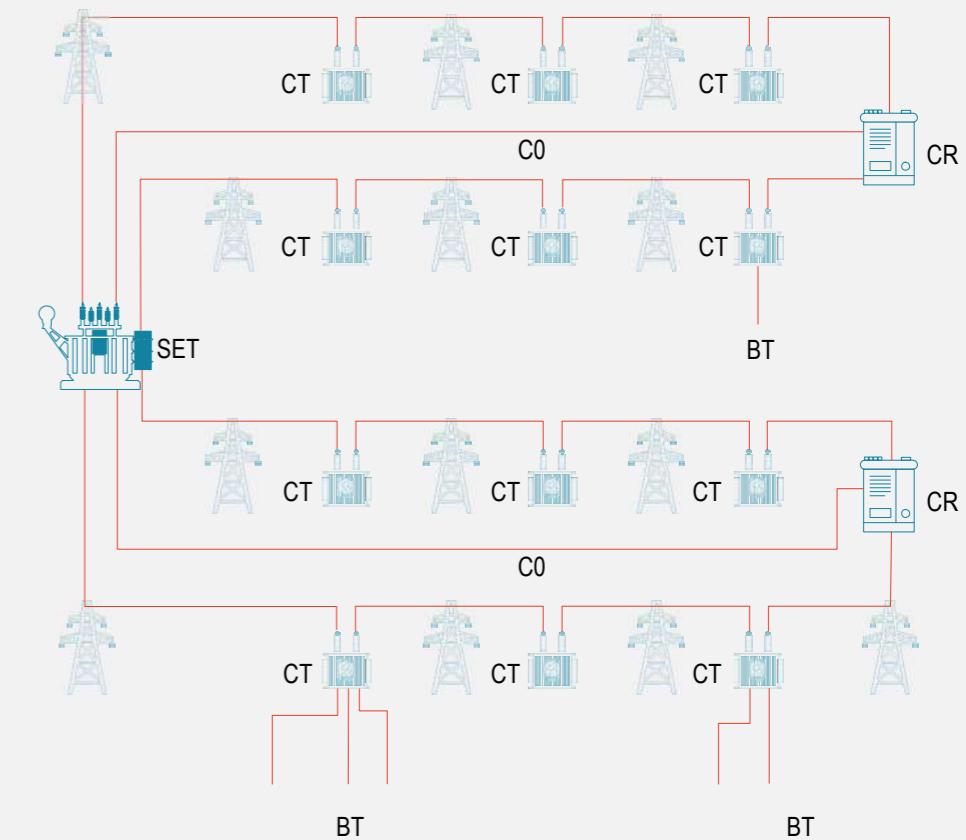
LCR4 Red Mallada: surgen al conectar entre sí redes en anillo con redes abiertas para formar una malla. Es el sistema más extendido en la red de transporte y distribución debido a su seguridad de suministro. Además, en este tipo de redes se reducen las caídas de tensión y presentan una gran facilidad para hacer frente a picos de demanda. Como inconveniente podemos destacar una mayor complejidad en el diseño y en las protecciones de la red, así como la posibilidad de tensiones de cortocircuito elevadas.



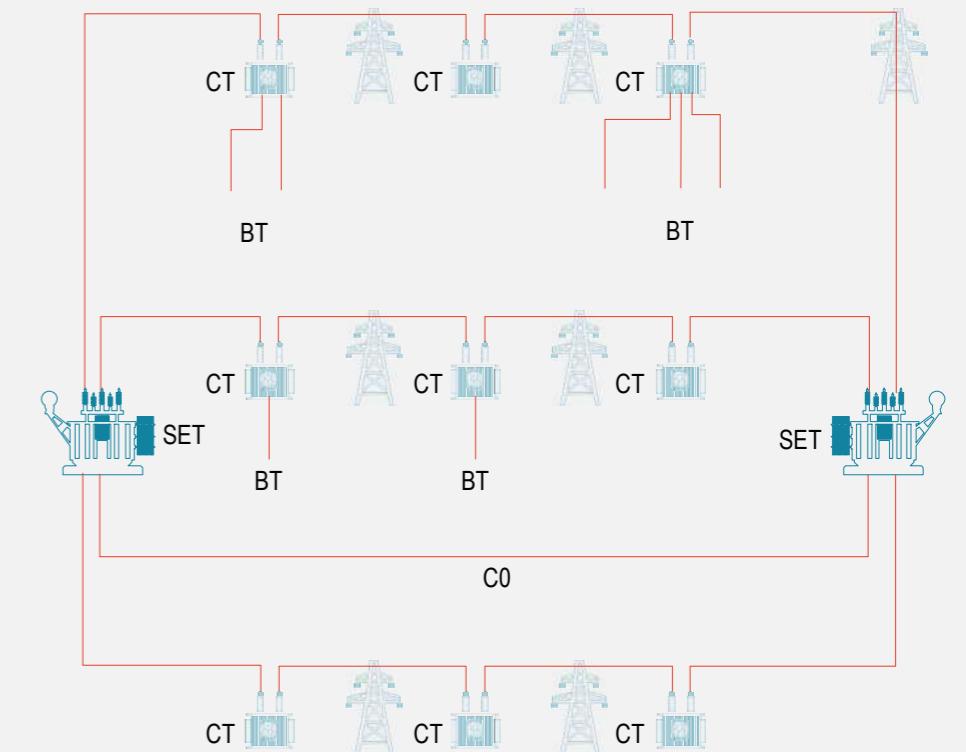
LCR5 Red en Huso Normal: se trata de una red formada por varias líneas conectadas entre una subestación por uno de sus lados y un centro de reflexión por el otro. Estos **centros de reflexión** actúan como un espejo de la energía procedente de la subestación. Las redes en huso están provistas de uno o dos **circuitos cero** (también denominados líneas de socorro o interconexión), los cuales unen directamente ambos extremos para aportar un grado más de seguridad al sistema en caso de avería de la red.



LCR6 Red en Huso Normal Múltiple: es una variante del caso anterior, formada por dos o más husos normales conectados por un extremo a una subestación o centro de reparto, y por el otro u otros, a centros de reflexión.



LCR7 Red en Huso Apoyado: se trata del caso más complejo de la distribución, este tipo de redes están formados por líneas conectadas a dos subestaciones o a dos centros de reparto en sus extremos y unidas entre sí por un circuito cero.



5.1. REDES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

El transporte, la distribución y la generación de energía eléctrica en alta tensión requiere de instalaciones singulares como centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación que se unen entre sí mediante líneas eléctricas de alta tensión, considerándose estas aquellas que portan corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia con una tensión nominal eficaz entre fases superior a 1 kV (1.000 V).

La Alta Tensión (en adelante AT) viene definida por el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, que aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de AT (RAT) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC-RAT 01 a 23). Por otro lado, las condiciones técnicas más específicas dirigidas a garantizar la seguridad de cualquier línea de alta tensión, ya sea aérea o subterránea, quedan recogidas y reguladas por el RD 223/2008 de 15 de febrero, que aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas eléctricas de AT (LAT) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC-LAT 01 a 09).

Es en estos reglamentos donde se clasifican las líneas de AT en las siguientes categorías:

La categoría especial: correspondiente a la red de transporte, incluye las instalaciones de tensión nominal igual o superior a 220 kV y las de tensión inferior que formen parte de la misma.

- **1^a categoría:** de tensión nominal inferior a 220 kV y superior a 66 kV.
- **2^a categoría:** de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.
- **3^a categoría:** de tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

Asimismo, aunque estos reglamentos abarcan unos amplios rangos de tensiones para cada categoría de transporte y distribución, se determina de uso preferente en redes de AT las tensiones de 20, 66, 132, 220 y 380 KV.

5.1.1. LÍNEAS AÉREAS DE AT

Las líneas aéreas de AT se utilizan para el transporte y distribución de energía eléctrica a grandes distancias por su mejor eficiencia y menor coste frente a las líneas subterráneas. El tendido de este tipo de redes circula generalmente por zonas despobladas o con muy poco tránsito. Aparte de su coste y eficiencia, estas líneas tienen un mantenimiento relativamente sencillo, ofrecen menores pérdidas de carga y sus cables generalmente no necesitan de aislamiento. En contrapartida, este tipo de redes sufren un mayor deterioro debido a su exposición a las condiciones climáticas y a la polución, producen un impacto visual en terrenos naturales o históricos y pueden suponer graves riesgos para la avifauna y los bosques forestales que atraviesan.

Las condiciones técnicas que regulan las líneas aéreas de alta tensión vienen recogidas en el reglamento por la **ITC- LAT 07** (líneas aéreas con conductores desnudos) y la **ITC- LAT 08** (Líneas aéreas con cables unipolares aislados reunidos en haz o con conductores recubiertos). Las primeras son las infraestructuras más habituales, ya que es el aire el que hace la función de aislante natural y sus cables pueden mantenerse desnudos siempre y cuando se garanticen las distancias y elementos de seguridad correspondientes. El aire, además de actuar como aislante, disipa el calor producido por el efecto Joule, refrigerando los cables y facilitando su conductividad.

Por otro lado, las líneas aéreas de alta tensión con **conductores recubiertos** se emplearán preferentemente como alternativa a los conductores desnudos cuando estos transcurran por zonas de arbolado, zonas con fuertes vientos o zonas de protección especial de la avifauna. A su vez, los tendidos de líneas aéreas de alta tensión con **cables unipolares aislados reunidos en haz** podrán emplearse cuando no sea posible técnicamente, resulte económicamente desproporcionada la construcción de líneas subterráneas, o bien en aquellos casos que, por antiguos condicionantes locales o circunstancias particulares, se demuestre el interés de su utilización (por ejemplo: zonas de bosques, instalaciones provisionales de obras con proximidad de maquinaria móvil, entrada en núcleos urbanos, etc.).

ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA LÍNEA AÉREA

Conductor

Pueden estar formados por varios cables para cada fase (dobles, triples o cuádruples) y suelen ser de cobre, aluminio o aleaciones de estos con acero para aumentar su resistencia mecánica.

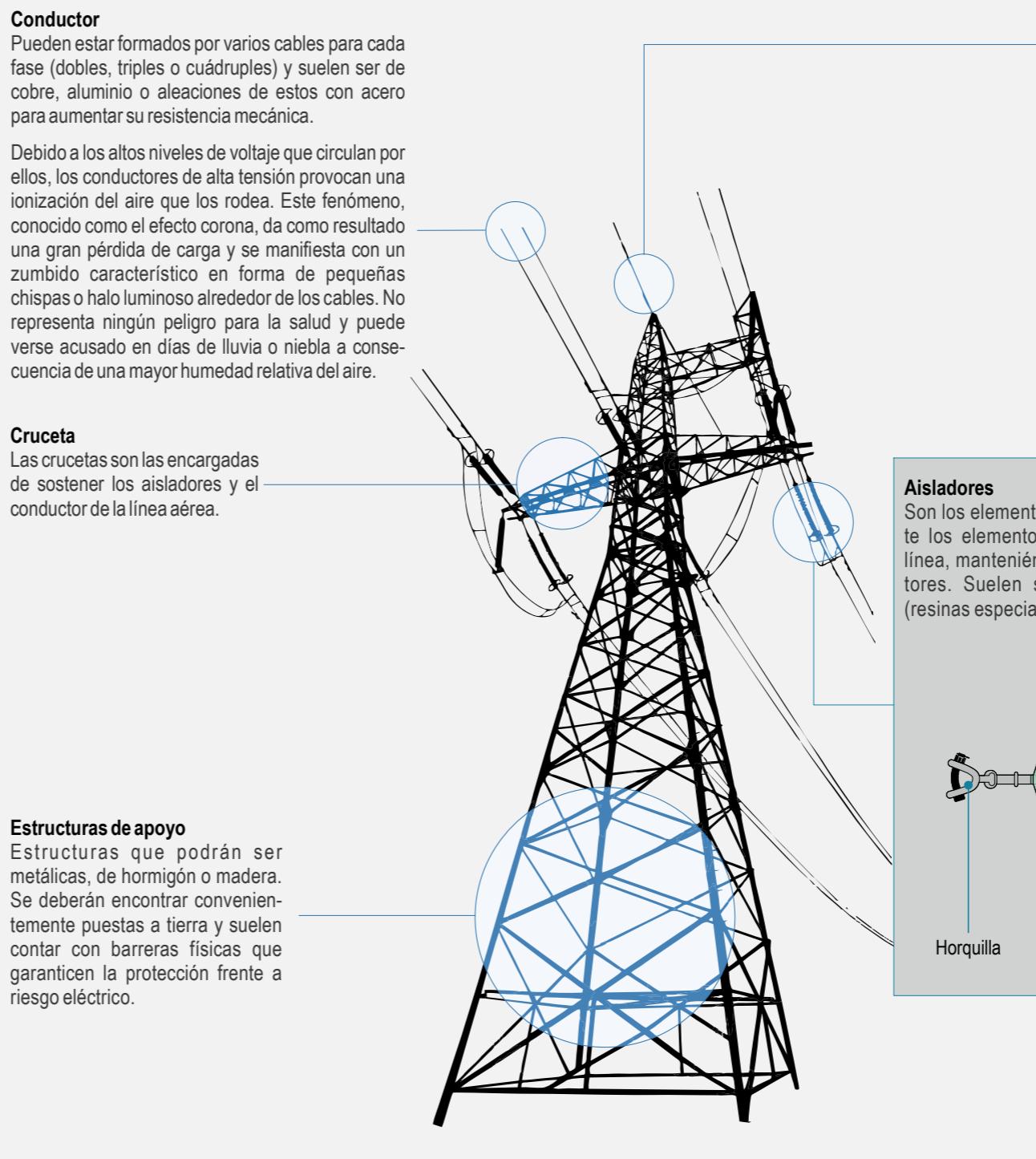
Debido a los altos niveles de voltaje que circulan por ellos, los conductores de alta tensión provocan una ionización del aire que los rodea. Este fenómeno, conocido como el efecto corona, da como resultado una gran pérdida de carga y se manifiesta con un zumbido característico en forma de pequeñas chispas o halo luminoso alrededor de los cables. No representa ningún peligro para la salud y puede verse acusado en días de lluvia o niebla a consecuencia de una mayor humedad relativa del aire.

Cruceta

Las crucetas son las encargadas de sostener los aisladores y el conductor de la línea aérea.

Estructuras de apoyo

Estructuras que podrán ser metálicas, de hormigón o madera. Se deberán encontrar convenientemente puestas a tierra y suelen contar con barreras físicas que garanticen la protección frente a riesgo eléctrico.



Cable de guarda

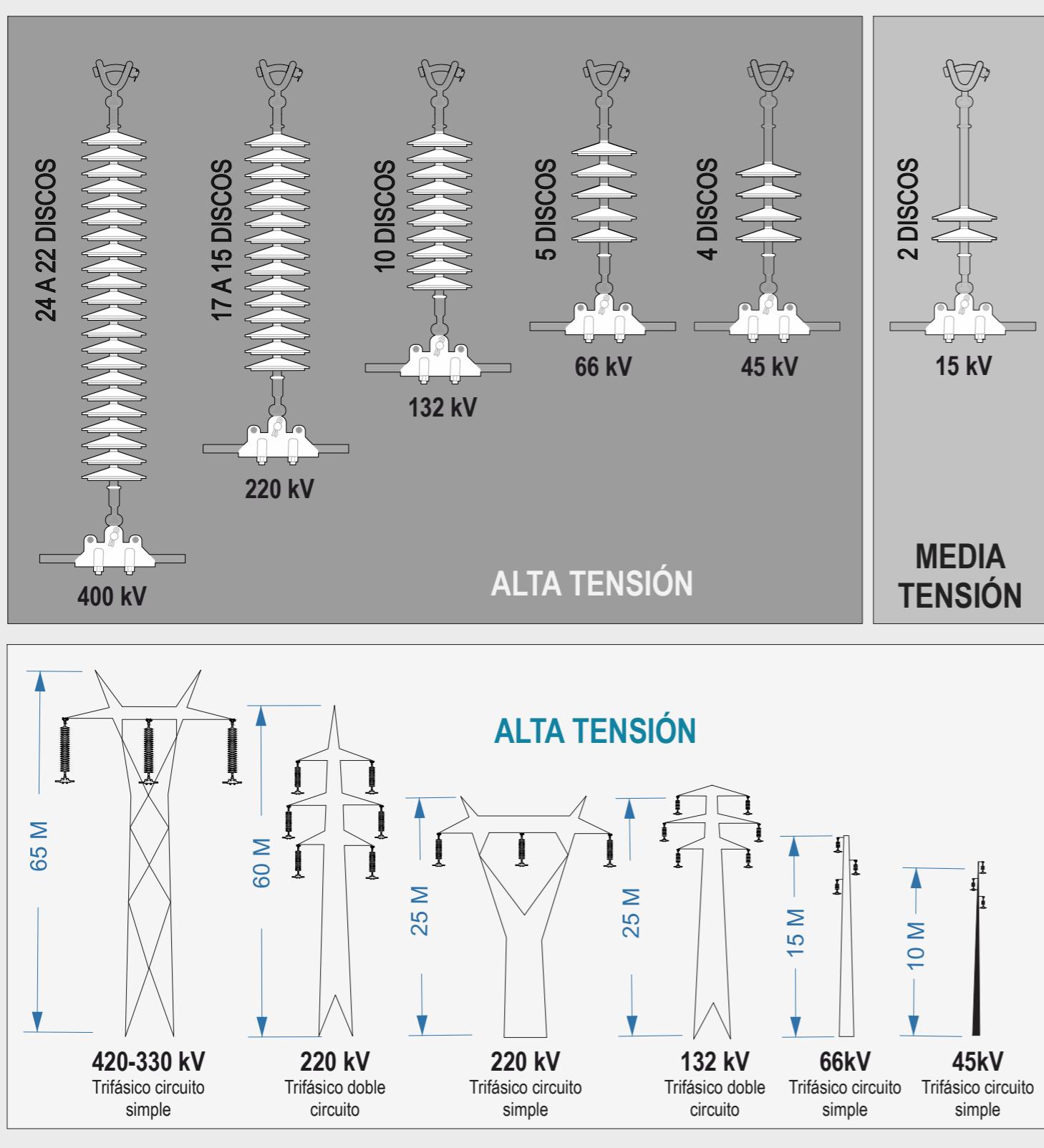
Sirve para proteger las torres contra las descargas eléctricas atmosféricas.

Aisladores

Son los elementos encargados de sujetar mecánicamente los elementos conductores que forman parte de la línea, manteniéndolos aislados de tierra y otros conductores. Suelen ser de vidrio, porcelana o composite (resinas especiales).

IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE VOLTAJE EN LÍNEAS AÉREAS

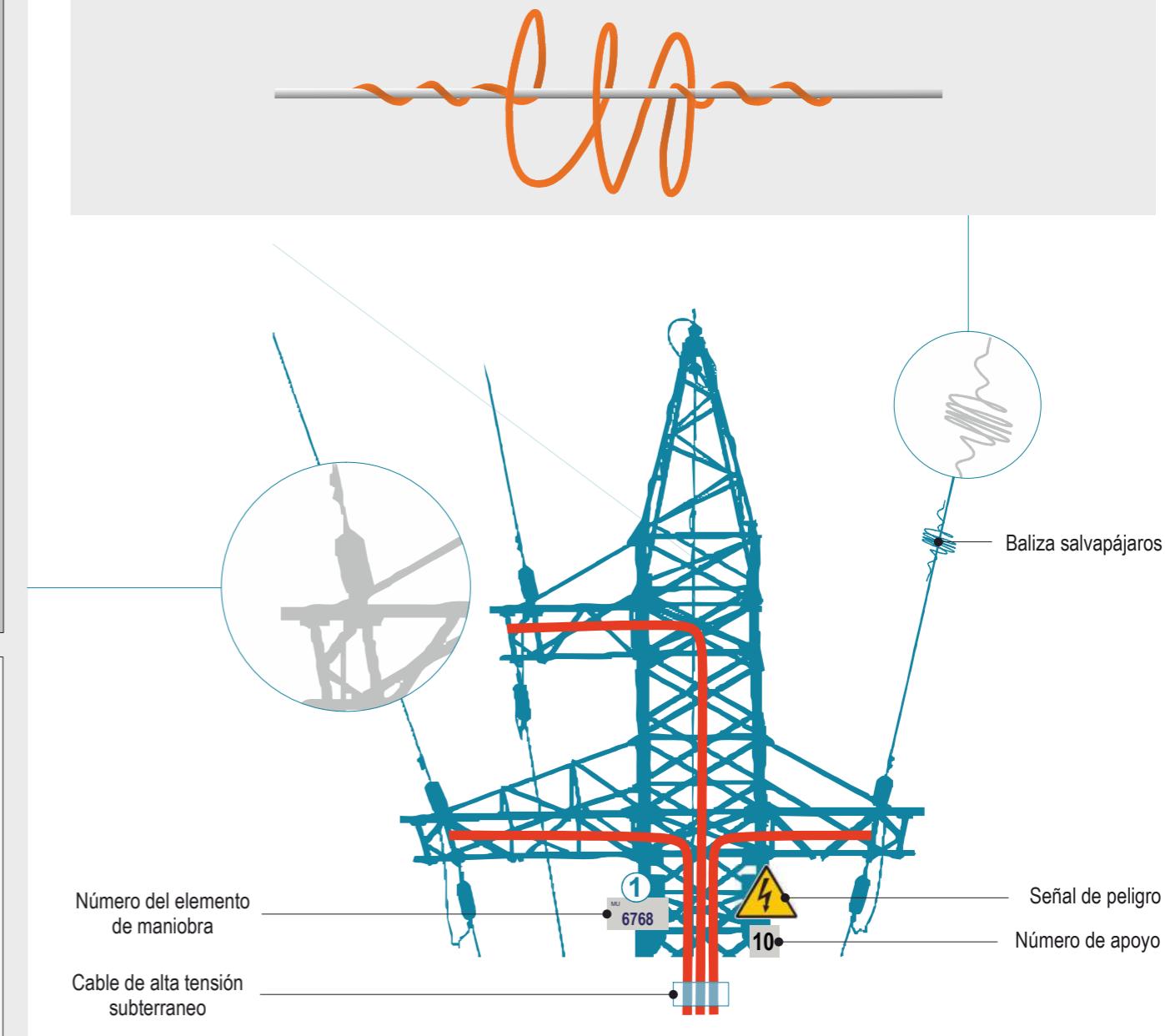
Para poder distinguir la tensión de las líneas de transporte y distribución, existe una forma visual muy práctica que nos ayudará a poder identificarlas de una manera aproximada. Debemos fijarnos en la cantidad de discos aisladores de los que disponga su cadena de aislamiento. Considerando un voltaje de 15 kV por cada disco de la cadena podemos hacernos una idea de la tensión que circula por la línea. Este método nos puede servir como valor de referencia, ya que hay muchas veces que no se cumple. Las compañías asignan un tipo de apoyo distinto a cada valor de tensión convirtiéndose la altura y morfología de estos en un indicador más fiable a la hora de calcular el valor de tensión en ese punto de la red.



BALIZAS SALVAPÁJAROS

Estos dispositivos disuasorios son bastante efectivos y consiguen reducir los niveles de muerte por colisión de aves, la causa más común, sobre todo en especies con hábitos migratorios. La legislación obliga a los titulares de las instalaciones eléctricas a colocar estos sistemas de seguridad de la avifauna, a través del Real Decreto 1432/2008.

Los balizamientos se colocan en las torres de Alta Tensión. Asimismo, son de gran utilidad para facilitar la visualización de los tendidos a pilotos de aviones y helicópteros o vuelos sin motor, ya que se suelen colocar en cruces con autopistas y autovías y en zonas donde existe una gran densidad de tráfico aéreo, principalmente cercanas a aeropuertos.



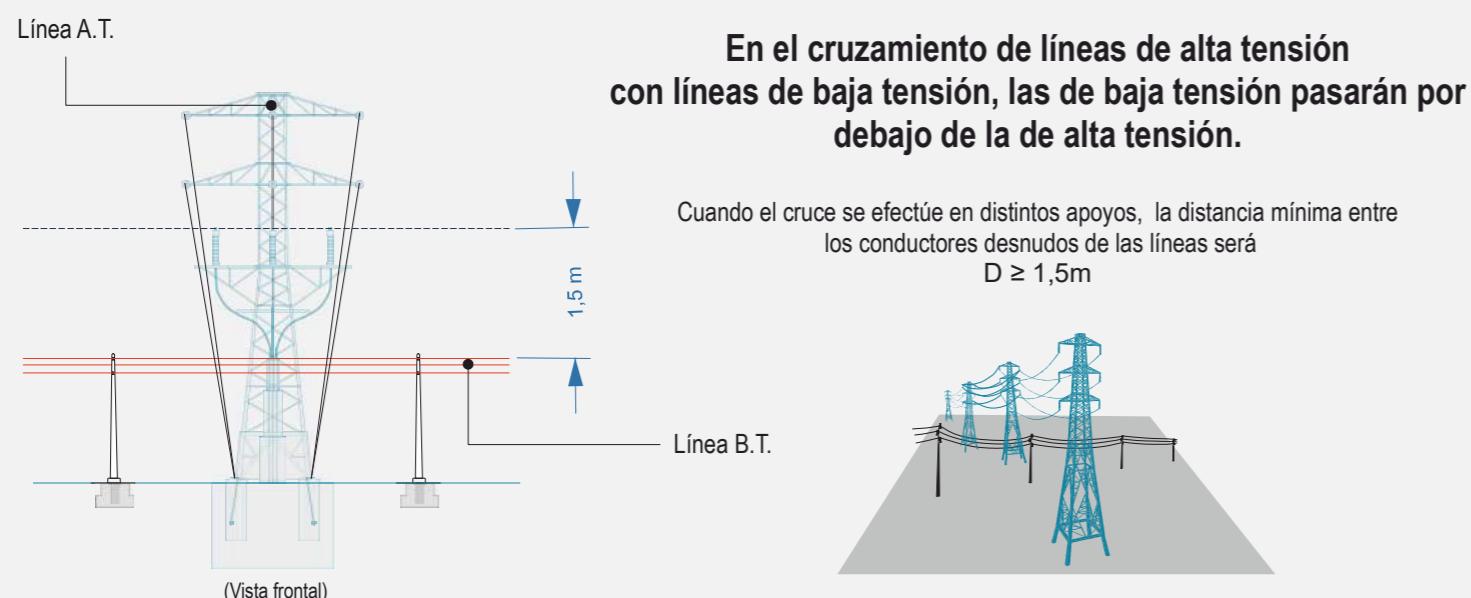
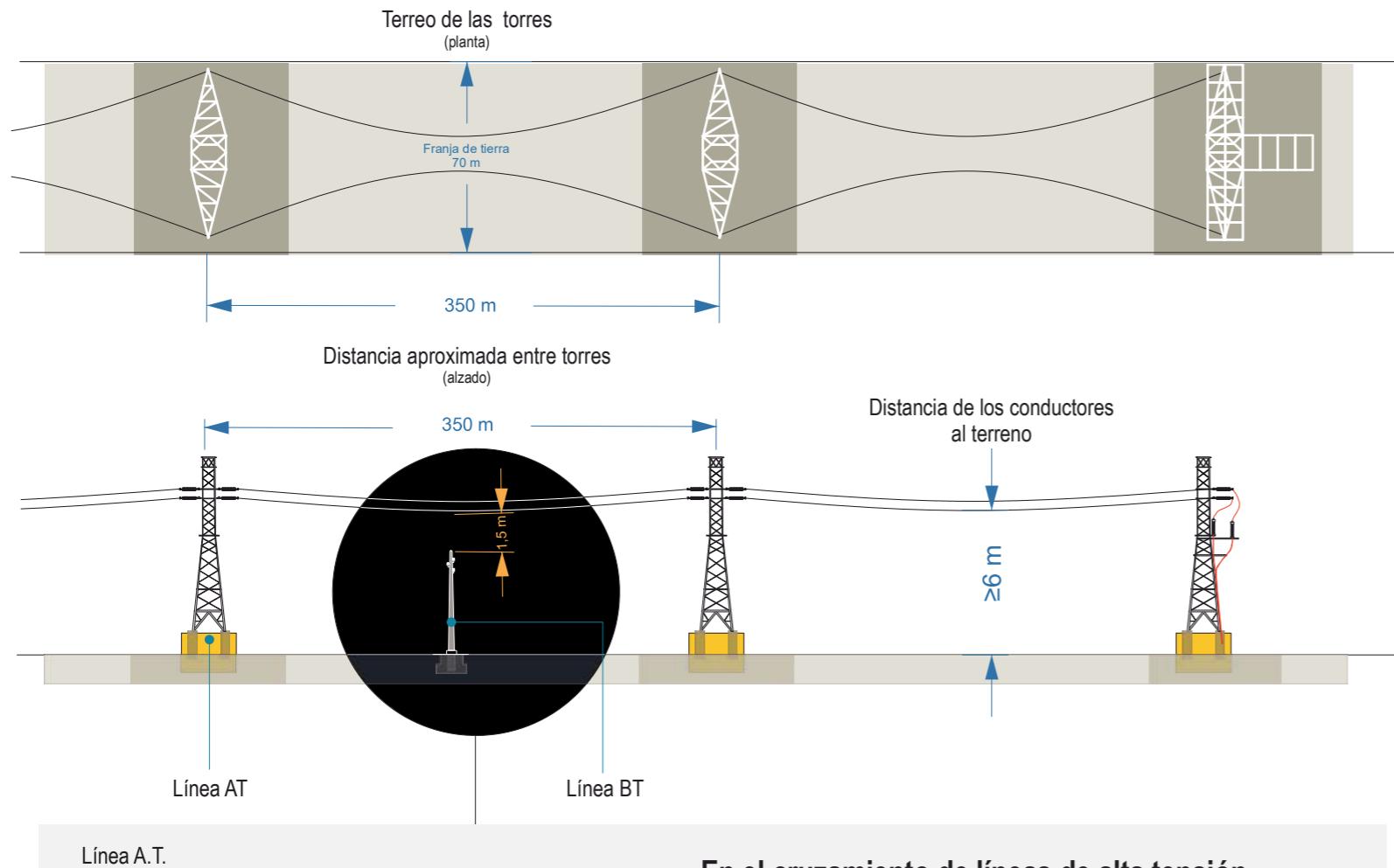
IDENTIFICACIÓN DEL APOYO

Cada torre de AT cuenta con un número de identificación (1) que deberemos proporcionar a la compañía eléctrica en caso de intervención. Esta información le es muy útil a los operarios para localizar geográficamente el elemento que ha sufrido un accidente o una avería y puedan cortar el suministro eléctrico de la red o mandar a sus técnicos si fuese necesario.

DISTANCIA A LÍNEAS AÉREAS ELÉCTRICAS DE A.T. A B.T. Y OTRAS LÍNEAS

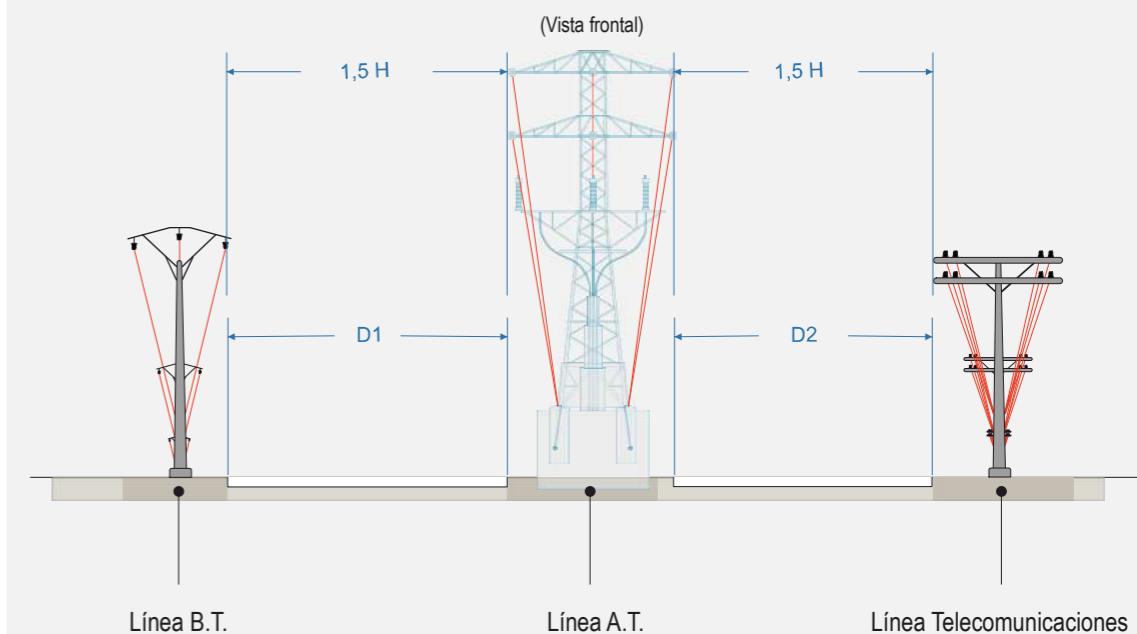
Las distancias mínimas que deben guardarse entre líneas eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificios, árboles, etc.), con objeto de evitar contactos accidentales, se contemplan en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto del Ministerio de Industria 2413/1973, BOE 9.10.73) y en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto del Ministerio de Industria 3151/1968, BOE 27.12.68).

A continuación se exponen de forma gráfica las distancias principales que establece el reglamento para líneas aéreas de alta tensión.



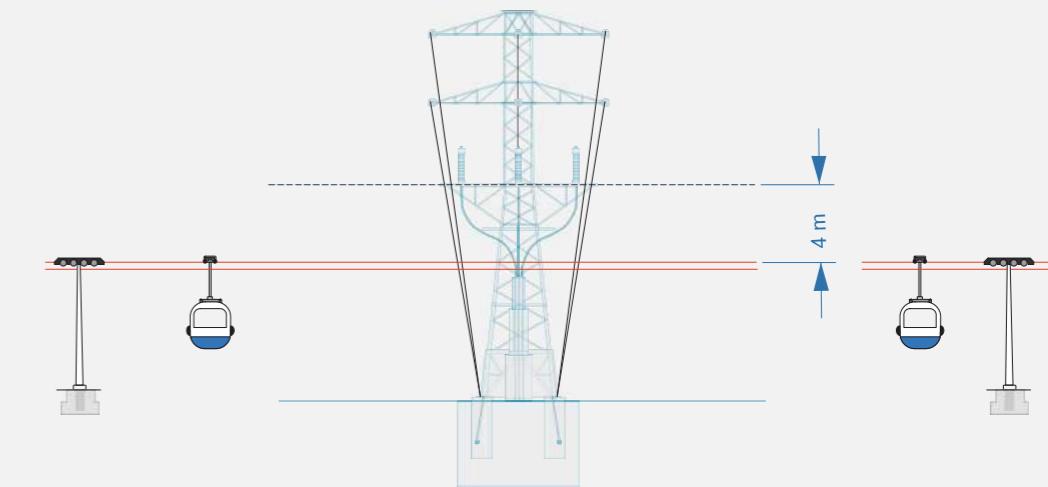
Paralelismo con líneas de baja tensión y telecomunicaciones

Cuando el cruce se efectúe en distintos apoyos, la distancia mínima entre los conductores desnudos de las líneas será $D \geq 1,5$ m



Cruzamiento con teleféricos y cables transportadores

La línea eléctrica cruzará por encima, salvo caso justificado, manteniendo: $D \geq 4$ m



5.1.2. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE AT

Las líneas subterráneas de AT son muy comunes en los núcleos urbanos, la principal ventaja que encontramos en estos tendidos eléctricos es su seguridad frente a contactos directos por parte de personas y animales. Además este tipo de líneas evitan el impacto visual y no generan los ruidos típicos de las aéreas.

Por otro lado, las líneas subterráneas presentan como principal desventaja su poca eficiencia en redes de grandes distancias. Si aumentamos el voltaje también aumentamos proporcionalmente la absorción por potencia reactiva del cableado, provocando pérdidas de carga en líneas con una longitud elevada. La evacuación del calor generado por el efecto Joule es mucho más difícil que en el caso de las instalaciones aéreas debido al aislamiento y protección exterior de los cables. Además, al estar más agrupados, se genera un calor adicional entre los conductores debido a su campo eléctrico que no se disipa por el terreno. El mantenimiento se hace más complicado y su construcción conlleva costes mucho más elevados que los de las líneas aéreas debido a las excavaciones necesarias para su ejecución.

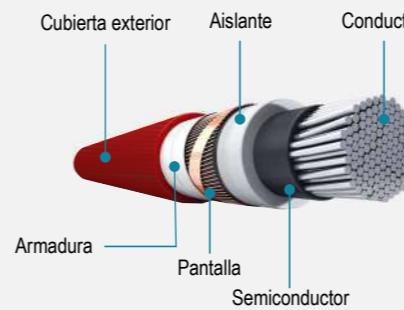
Las líneas subterráneas con cables aislados de AT vienen recogidas en la **ITC-LAT 06**, de aplicación a todas las líneas eléctricas subterráneas y a cualquier tipo de instalación distinta de las líneas aéreas, como por ejemplo galerías, bandejas en el interior de edificios, fondos acuáticos, etc. Los conductores serán siempre aislados de cobre o aluminio y discurrirán, salvo casos de fuerza mayor, por terrenos de dominio público en suelo urbano, preferentemente bajo las aceras y procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible y paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

SEGÚN ESTA ITC LOS TENDIDOS SUBTERRÁNEOS DE AT PODRÁN DISCURRIR POR MEDIO DE UNO DE LOS SIGUIENTES SISTEMAS

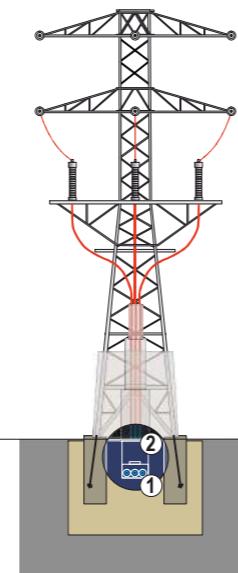
CABLE SUBTERRÁNEO DE A.T

Los cables subterráneos de AT se pueden identificar por ser tres conductores de color rojo aunque a día de hoy todavía podemos encontrarnos conductores antiguos en servicio de color negro.

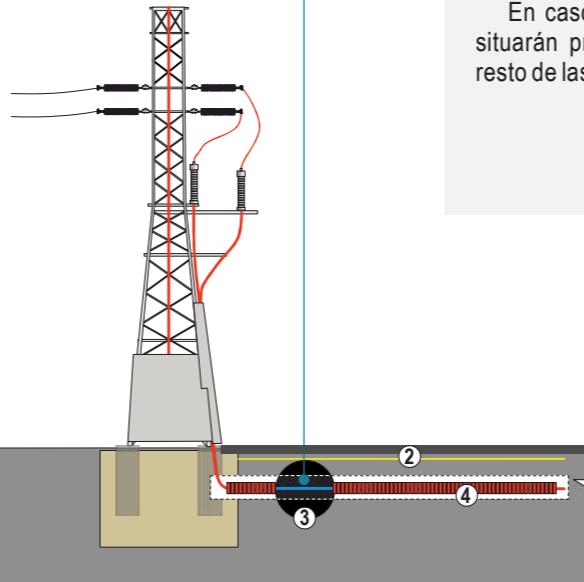
Se denomina cable unipolar al cable que consta de un único hilo conductor, de forma profesional se hace referencia a este cable como "hilo de línea".



VISTA DE ALZADO



VISTA DE PERFIL



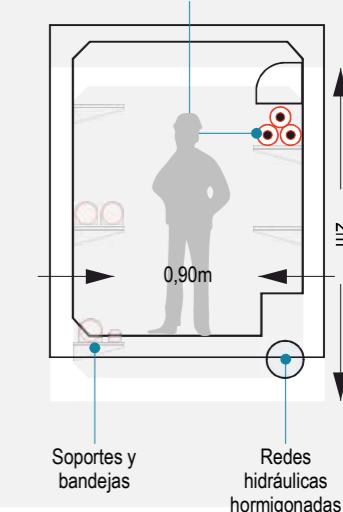
5) GALERÍAS DE SERVICIO

Se trata de galerías visitables de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personas. Se usarán preferentemente para instalaciones eléctricas y cables de control y comunicaciones, aunque podemos encontrarnos otras infraestructuras en su interior.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de AT en uno de los laterales, reservando el otro para BT, control, señalización, etc.).

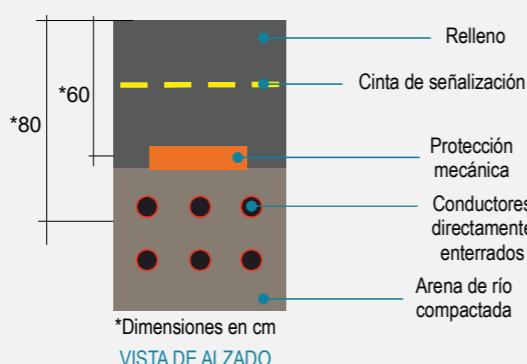
En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones.

VISTA DE SECCIÓN
Conducciones de MT
con conductores aislados



1) DIRECTAMENTE ENTERRADOS

No existen cables subterráneos sin aislar, todos deben ir correctamente aislados. Cuando se entierran directamente deberá hacerse a distintos niveles, encontrándose la AT en el nivel más profundo, seguido de la BT un nivel por encima y con los cables de telecomunicación en el nivel más superficial. A una distancia de 0,20 m desde la superficie, habrá una cinta o tapa de señalización para evitar contactos eléctricos o daños en las conducciones.



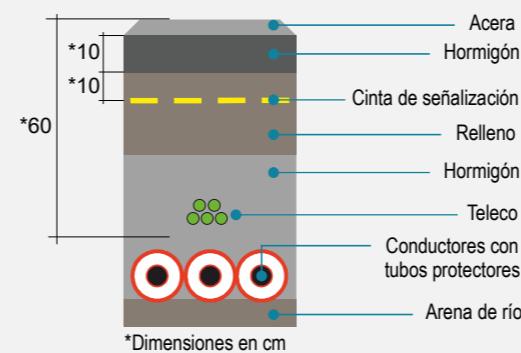
2) CINTA DE SEÑALIZACIÓN

Cinta de polietileno para señalizar canalizaciones eléctricas subterráneas, su misión es facilitar su localización e identificación en zanjas y excavaciones. Son indispensables y obligatorias para marcar el recorrido de canalizaciones tanto de baja, como de alta tensión.



3) ENTUBADOS EN CANALIZACIONES

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Pudiéndonos encontrar tubos de AT, BT y telecomunicaciones a distintos niveles.



4) TUBO HDP FLEXIBLE CORRUGADO

Los tubos corrugados, también conocidos como tráqueas, son canalizaciones para cables eléctricos, tanto exteriores como empotrados. Su función es proteger el cableado.



6) EN GALERÍAS NO REGISTRABLES

Son un tipo de galerías en las que no está prevista la circulación de personal. Este tipo de canales son accesibles por medio de tapas de registro muy pesadas que precisan de maquinaria para su manipulación. En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas y únicamente se admitirá la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga el agua no afecte a los demás servicios.

Este es el caso de las zanjas con un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua y tubos hormigonados para cables de comunicación y en el otro, estanco respecto al anterior, se disponen los cables de AT, de BT, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación.

EN ATARJEAS O ZANJAS REGISTRABLES

Se diferencian de las anteriores en que cuentan con unas dimensiones aún más reducidas y en que sus tapas de registro sí que pueden ser manipulables por una sola persona sin necesidad de maquinaria.

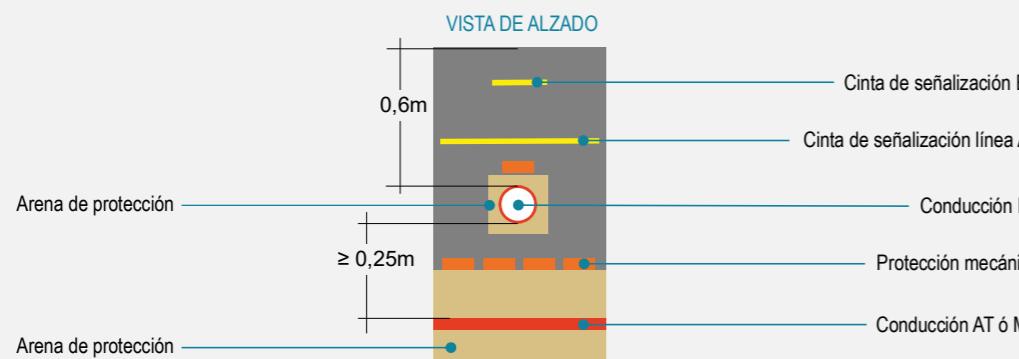
5.1.3. CRUZAMIENTOS

Las líneas subterráneas de AT deberán mantener, a lo largo de su recorrido, las siguientes distancias o condiciones respecto a otras instalaciones urbanas:

Cruzamiento subterráneo de BT sobre líneas de AT

Las líneas subterráneas de AT, siempre que sea posible discurrirán por debajo de los de BT.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de AT y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros.



Cruzamiento subterráneo de AT en el cruce de líneas de telecomunicaciones

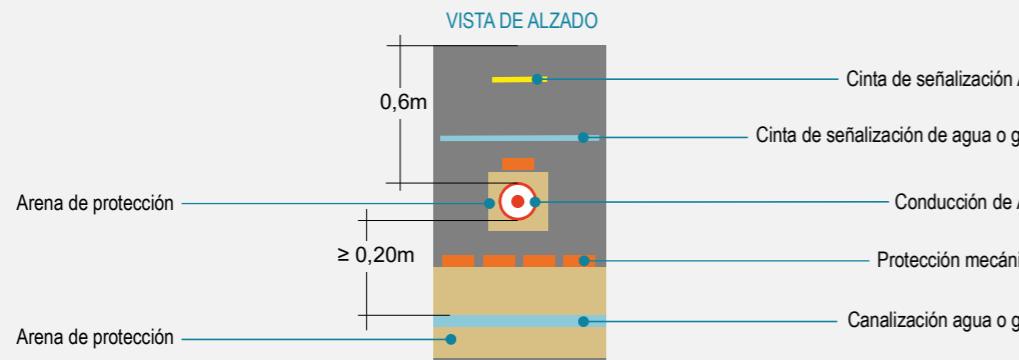
La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros.



Cruzamiento subterráneo de AT en el cruce de canalizaciones de agua y gas

Siempre que sea posible, los cables de AT se instalarán por encima de las canalizaciones de agua o gas.

La distancia mínima entre la línea eléctrica y canalizaciones será de 0,20m.



5.1.4. APARAMENTA ELÉCTRICA

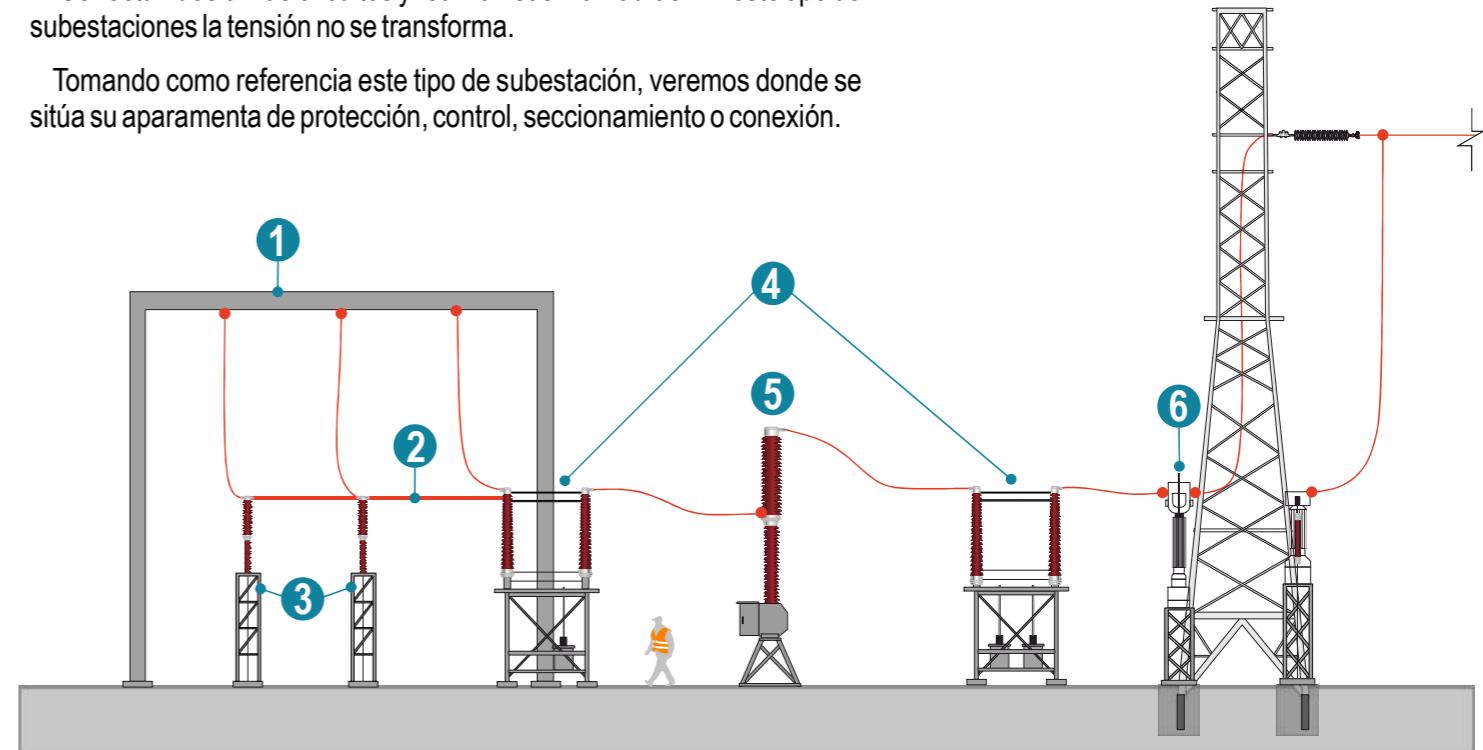
El término apertura viene recogido en el REBT como equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento o conexión.

Para nuestra profesión es interesante familiarizarnos con este tipo de material eléctrico, puesto que es aquí donde realizaremos las maniobras o comprobaremos el corte de una línea de AT o BT si fuese necesario.

Subestación de reparto

Conectan dos o más circuitos y realizan sus maniobras. En este tipo de subestaciones la tensión no se transforma.

Tomando como referencia este tipo de subestación, veremos donde se sitúa su apertura de protección, control, seccionamiento o conexión.



1 Pórtico: elemento de soporte estructural encargado de recibir y dar salida a las líneas de AT.

2 Barras o Embarrado: elemento encargado de conducir la electricidad desde su entrada hasta las diferentes zonas.

3 Transformadores de tensión: transforman la tensión de entrada y salida de la línea a un valor proporcional al real pero admisible por los voltímetros. De igual manera funcionan como elementos de protección al activar los interruptores en caso de sobretensión.

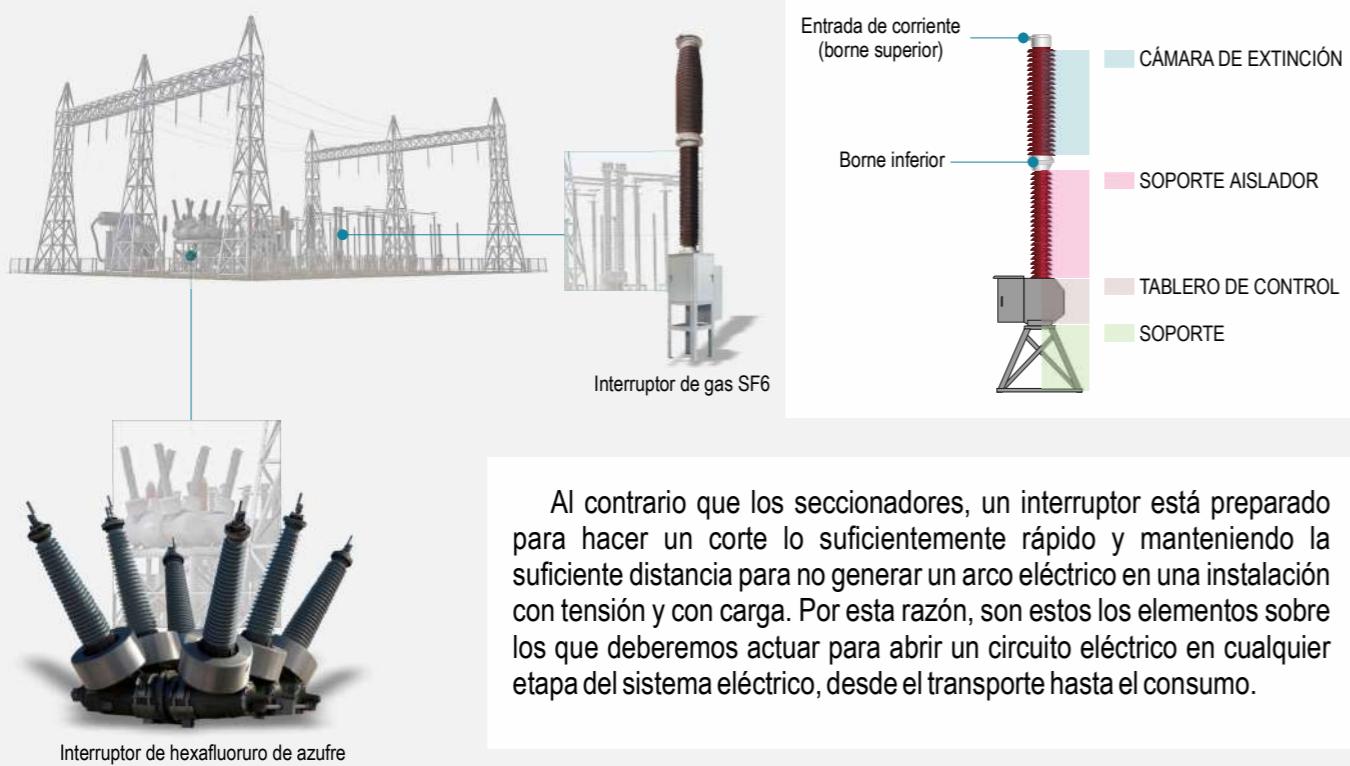
4 Seccionadores: elemento de apertura y cierre del circuito en vacío, aislan tramos del circuito de manera visible de forma que se pueda trabajar en ellos con seguridad.

5 Interruptor: elemento de apertura y cierre del circuito en carga.

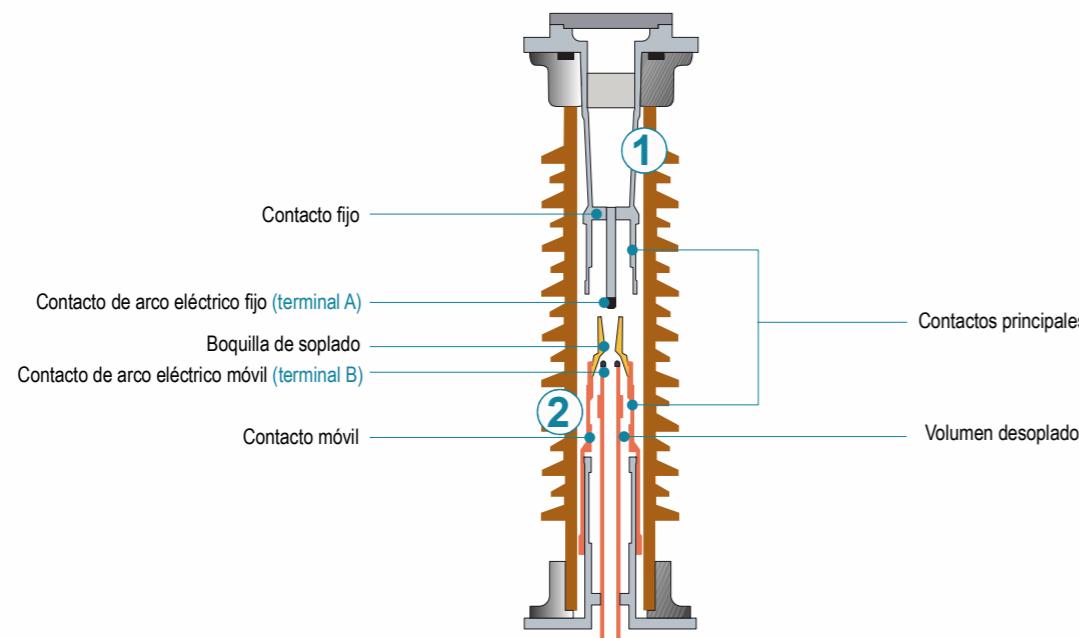
6 Transformador de intensidad: al igual que los transformadores de tensión su función consiste en la medición (en este caso de la intensidad) y la protección, su funcionamiento es similar, pero se disponen en serie.

Interruptor de potencia

Aparato de conexión capaz de establecer, de soportar y de interrumpir las corrientes en las condiciones normales del circuito (que pueden incluir las condiciones especificadas de sobrecarga en servicio), así como de soportar durante un tiempo especificado las corrientes en las condiciones anormales del circuito, tales como las de cortocircuito.



PARTES DE UN INTERRUPTOR DE POTENCIA (SF6)

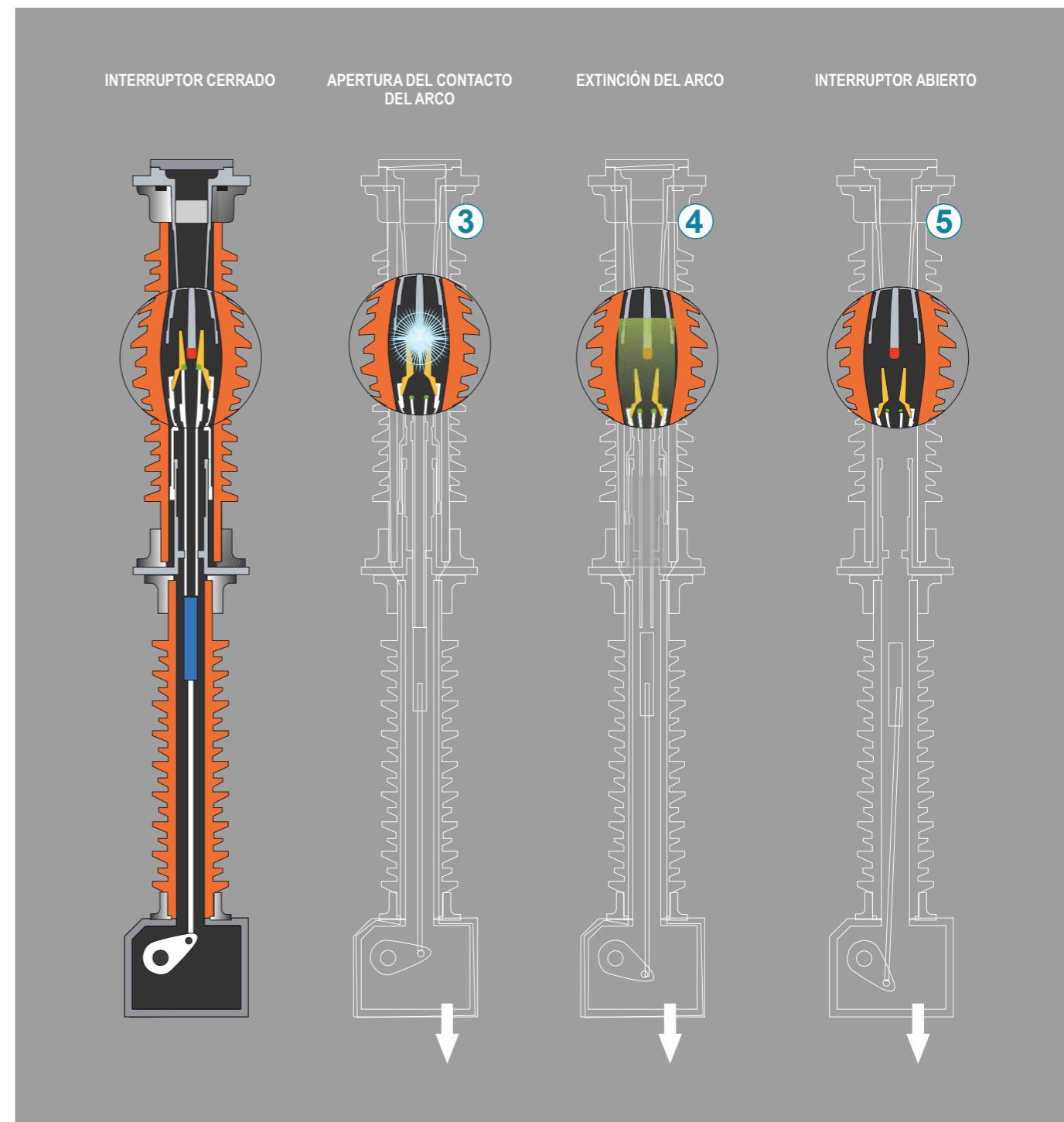


¿CÓMO FUNCIONA UN INTERRUPTOR DE POTENCIA?

Un interruptor se divide en dos partes, una será la cámara de fusión de arco eléctrico (1) y la otra la cámara del mecanismo de operaciones de contacto móvil (2).

Al separarse los circuitos es cuando aparece el arco eléctrico (3), constituido por electrones que llegan a originar temperaturas entre 2.500 °C y 10.000 °C. Esto hace que el elemento extintor del arco eléctrico (aceite, gas, hexafluoruro de azufre o vacío) se ionice y se comporte como conductor (4).

La presión producida por la gasificación origina un movimiento del elemento extintor que es aprovechado para desplazar los iones y enfriar el arco eléctrico, reduciendo su intensidad y rompiendo así el arco eléctrico (5).



Fusible

Un fusible es un elemento de seguridad que se funde cuando la intensidad supera un valor límite durante un tiempo determinado protegiendo de sobrecargas y cortocircuitos a los elementos de un circuito eléctrico.

Un fusible que nos indica una Intensidad nominal de 200 A funde si sobrepasa durante un periodo de tiempo 1.5 veces la Intensidad nominal del mismo, en este caso 300 A.

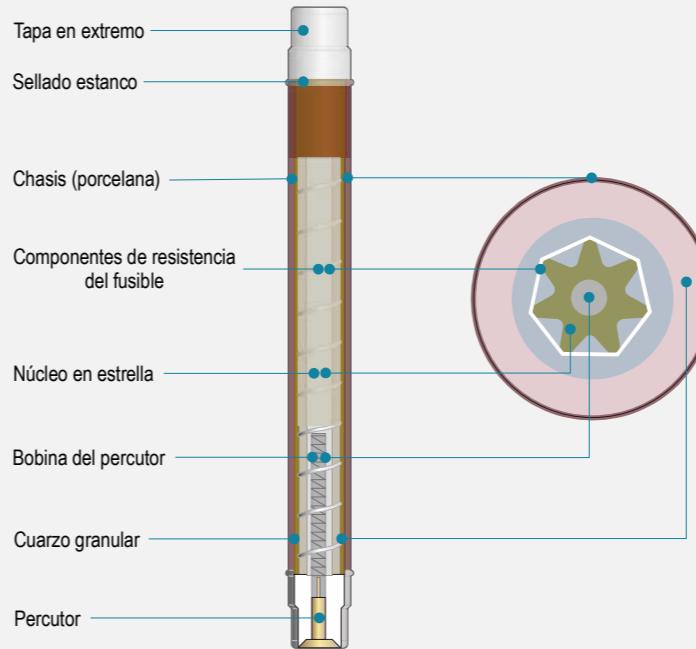
VISTA EXTERIOR



1 TAPA DE EXTREMO

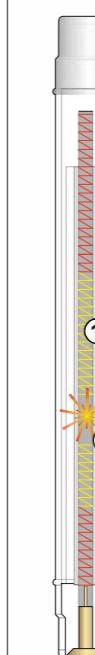
2 CHASIS

PARTES DE UN FUSIBLE



FUNCIONAMIENTO DE UN FUSIBLE

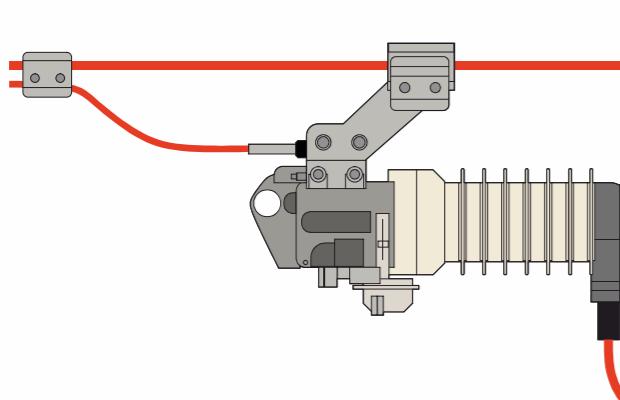
Su funcionamiento es muy simple, se basa en intercalar un elemento más débil en el circuito (1), de manera tal que cuando la corriente alcance niveles que podrían dañar a los componentes del mismo, el fusible se funda (2) e interrumpe la circulación de la corriente.



Disyuntor / reconnectador

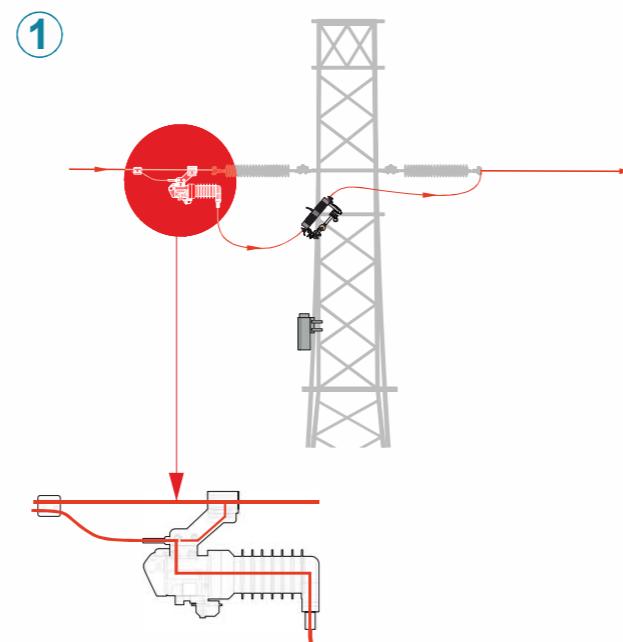
Interruptor automático telemántrido, dotado de relés de protección y reenganche. Podemos encontrarnoslos en líneas de 3^a categoría de distribución radial, tanto en la línea principal como en sus derivaciones. Su función es detectar las fallas que se originen aguas abajo de la red y provocar su rearmado para asegurar el suministro eléctrico. El número de reenganches de cada reconnectador dependerá de las características de la red de distribución donde estén instalados. En las redes con trazado mayoritariamente aéreo, tras una avería o corte de línea, se producirán 3 reenganches automáticos en menos de 3 minutos. A partir del tercer reenganche, la compañía empieza a hacer pruebas de reconexión y desde su puesto de control rearman la línea manualmente. Si la avería o el corte continúa las líneas se ponen a tierra y son revisadas in situ por personal de la compañía.

¿CÓMO FUNCIONA UN DISYUNTOR?

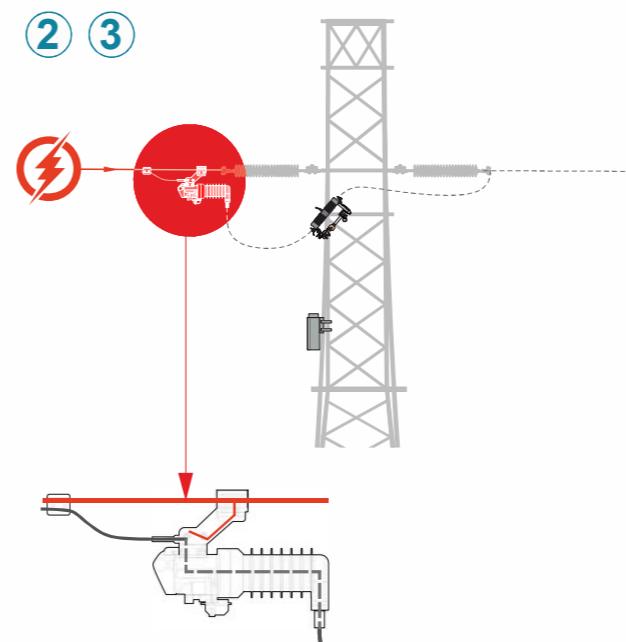


APLICACIÓN

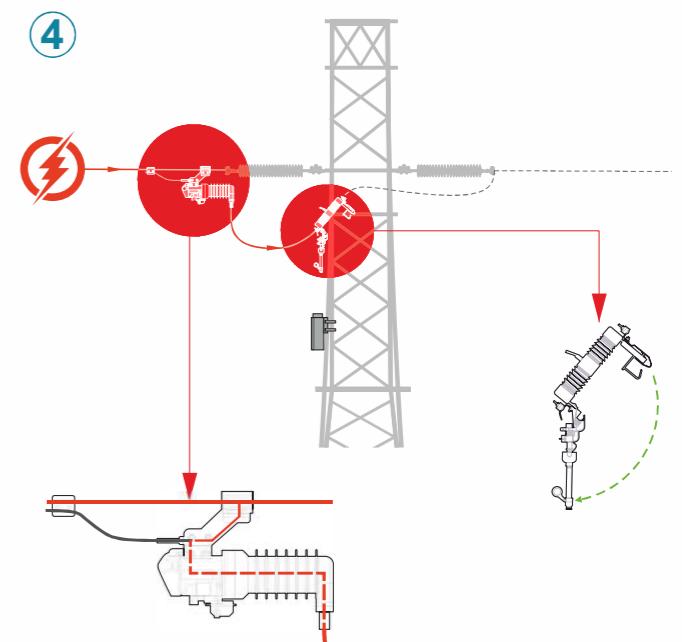
1. Se suelen instalar en la cabecera de líneas o ramales.
2. En caso de falla dispara y activa ciclos de reenganche de apertura y cierre aislando la falla.
3. Elimina las fallas transitorias.
4. Pueden efectuar cortes.



Detecta, abre y elimina una falla en medio ciclo (10ms) pudiéndose configurar para protección o remplazo del fusible.



Se suele instalar en serie con el fusible, cuando detecta una falla de corriente se abre antes de que el fusible actúe, subsanando esta si fuera transitoria.

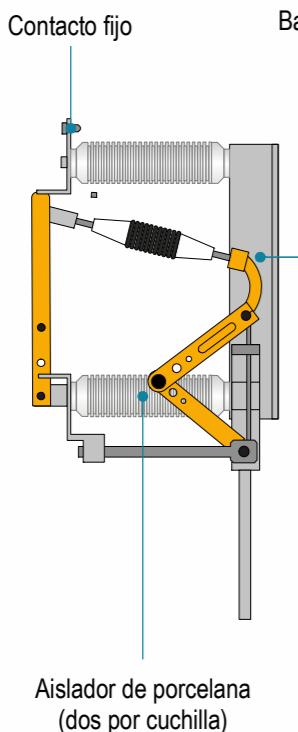


En caso de persistir la falla, el fusible entrará en funcionamiento para eliminarla de forma permanente.

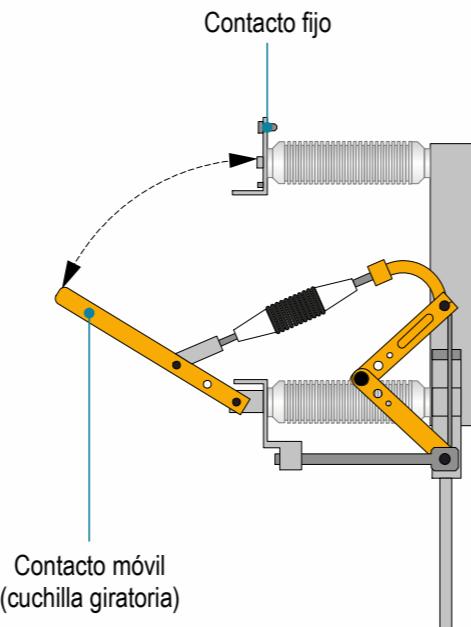
Seccionador de cuchillas

Aparato mecánico de maniobra sin carga que, en posición de abierto, asegura una determinada distancia de seguridad considerada como aislamiento y apertura del circuito eléctrico. Se trata de un elemento redundante de seguridad para poder mantener abierto un circuito de manera visible.

SECCIONADOR EN POSICIÓN CERRADA

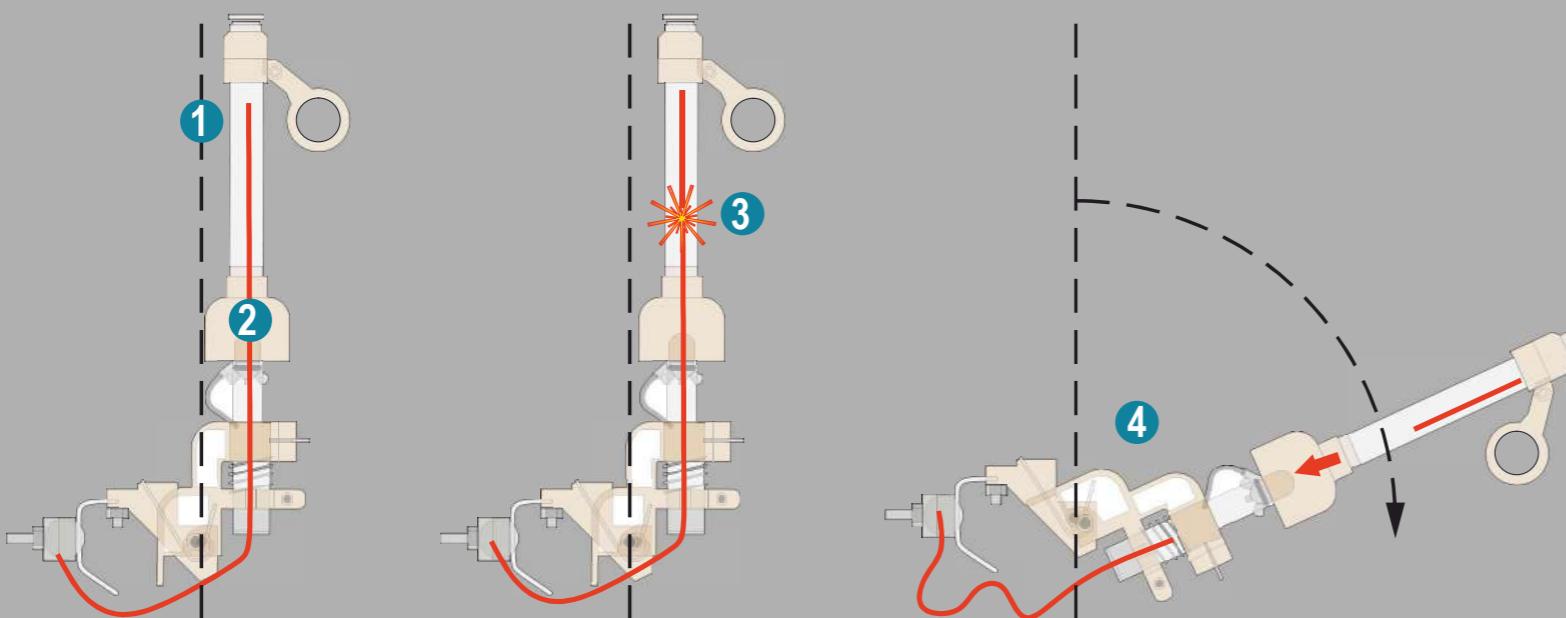


SECCIONADOR EN POSICIÓN ABIERTA



Nota: un seccionador es capaz de abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o a establecer, o bien cuando no se produce cambio apreciable de tensión en los bornes de cada uno de los polos del seccionador. Por lo tanto, un seccionador es capaz de abrir un circuito bajo tensión pero que no tenga un consumo que genere intensidad (un circuito con tensión pero sin carga). Se usan en líneas aéreas de alta tensión como elemento de maniobra y seccionamiento de la línea principal. Como bomberos no podemos saber la carga que tiene un circuito por lo que nunca manipularemos un seccionador bajo tensión.

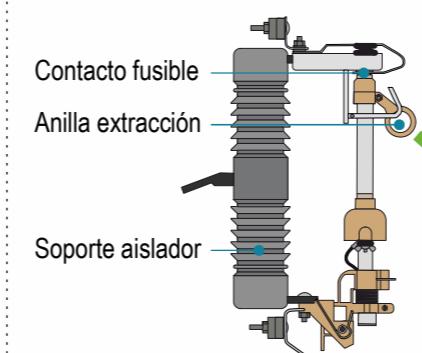
MODO FUSIBLE DETALLADAMENTE



Seccionador fusible

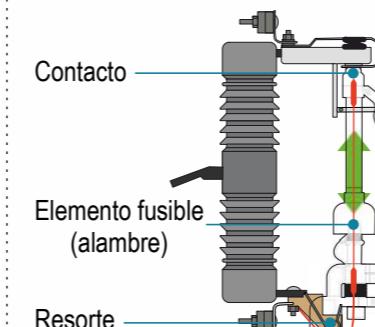
Aparato mecánico de maniobra y protección.

MANIOBRA

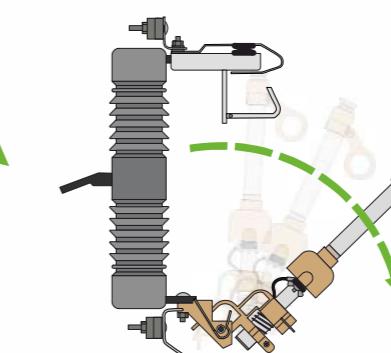


- 1 Extracción accionamiento por anilla

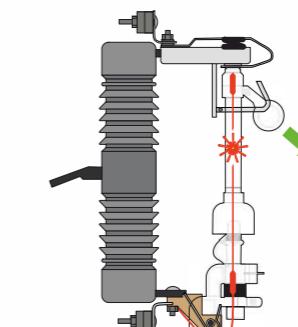
FUNCIONAMIENTO COMO FUSIBLE



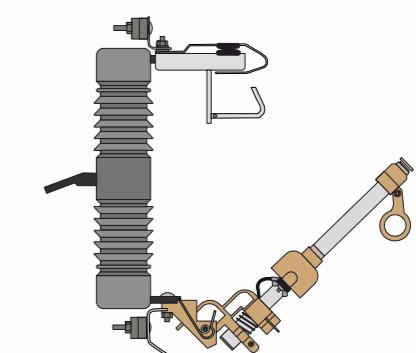
- 1 Fusible alambre bajo tensión



- 2 Desconexión separación de contacto



- 2 Sobre tensión rotura de alambre



- 3 3 Liberación portafusible resorte sin tensión

Para comprender en detalle su funcionamiento vamos a ver particularmente los dos subconjuntos destinados a la extinción del arco:

El tubo portafusible del seccionador (1) y el tubo fusible del elemento fusible (2); el primero está destinado a interrumpir fallas importantes de corriente, mientras que el segundo se encarga de las fallas transitorias y de recuperación.

Ambos se hallan recubiertos interiormente de fibras especiales que actúan a altas temperaturas por arco eléctrico, generando importantes volúmenes de gas desionizante.

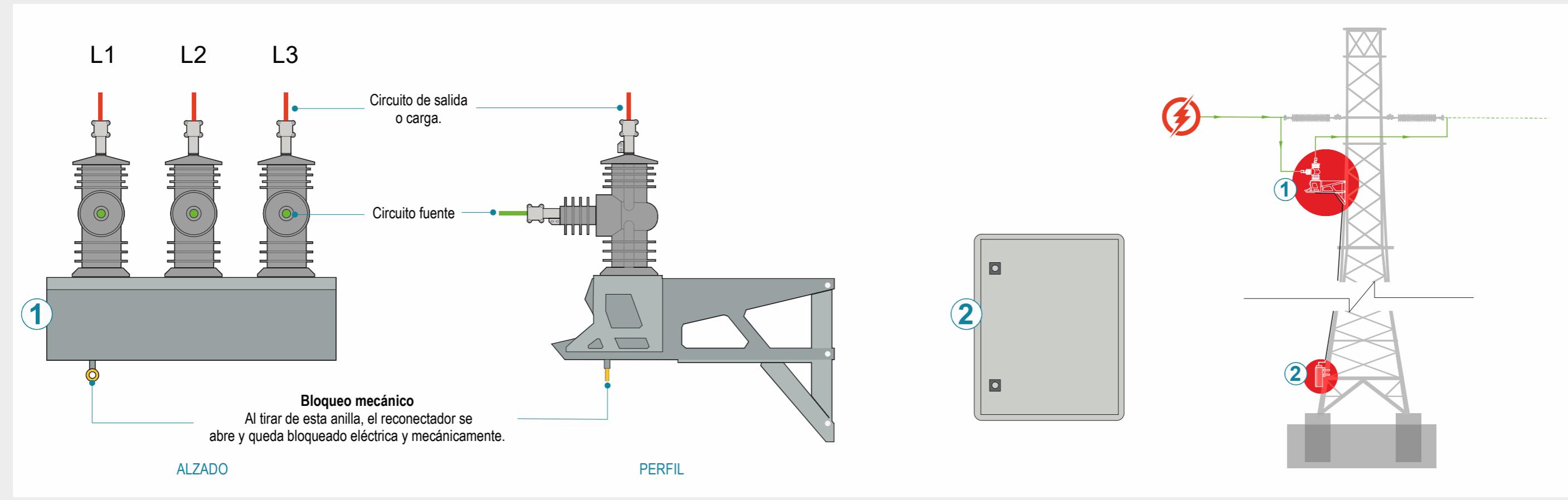
Un cable de metal (material fusible) tensionado, mantiene la unión del contacto a la línea, al fundir por sobrecarga eléctrica parte (3), dejando libre el resorte pivotante de su base, basculando a la posición de caída (4) que le separa del circuito.

Reconectador de vacío

Los reconnectadores son interruptores de potencia, se montan en exteriores sirviendo para apertura y cierre en caso de falla transitoria. Realizan el servicio de forma automática mediante monitoreo de línea de respuesta autónoma programada.

El reconnectador consta de dos componentes:

- (1) Unidad de interruptor: es la parte primaria de la unidad de reconexión que se instala en la parte superior del poste.
- (2) Controlador: es el alma del reconnectador que se encuentra situado en un armario montado a pie del poste o torre.

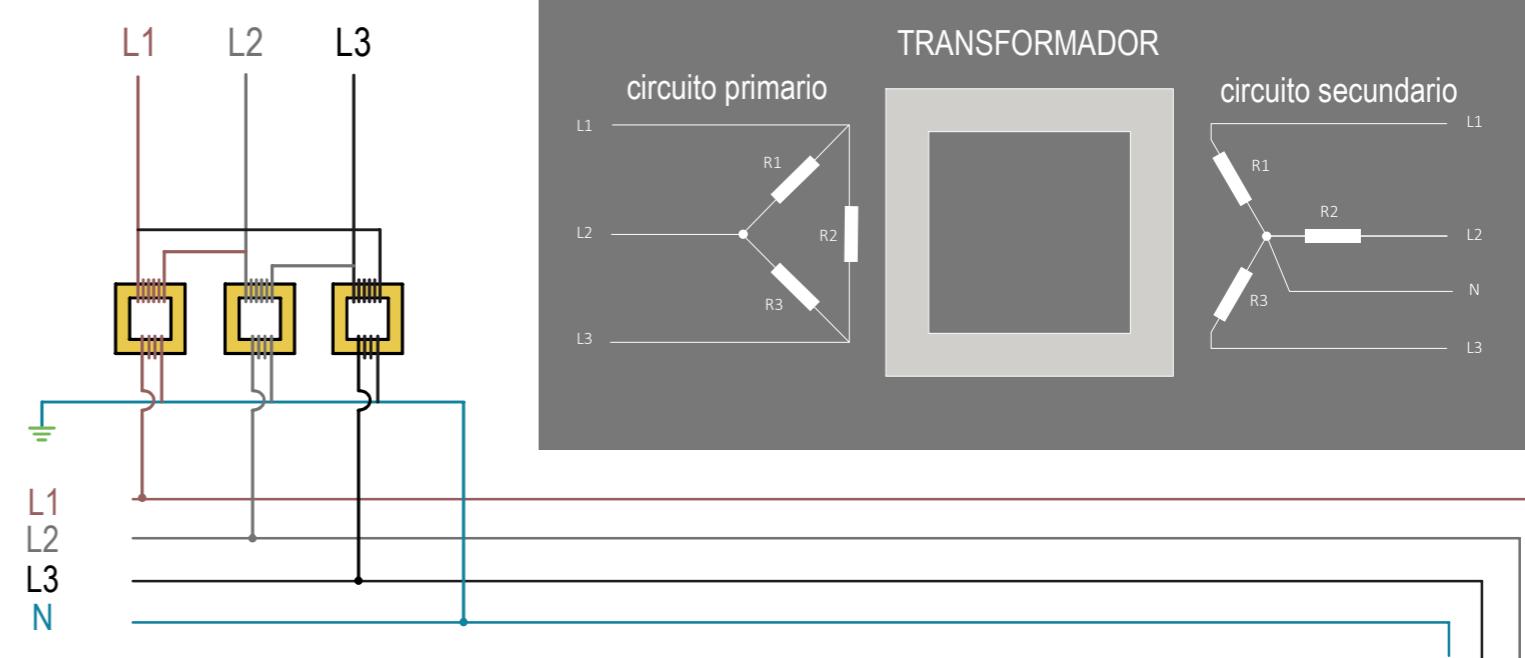


5.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Los Centros de Transformación (en adelante **CT**) son instalaciones formadas por uno o varios transformadores, aparamenta de alta y baja tensión, conexiones y elementos auxiliares cuyo objetivo es suministrar energía en BT a partir de una red de AT o viceversa. La norma que regula estas instalaciones eléctricas es el **Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el RD 3275/1982 del 12 de noviembre**.

Al igual que pasaba en las estaciones y subestaciones, el transformador constituye el elemento principal del CT. Su cometido es el de reducir el nivel de tensión de la red de AT a los valores de distribución de la BT. Al CT entran, por una o varias líneas, tres fases en AT (L1, L2 y L3) que se conectan al circuito primario del transformador. Las bobinas de ese circuito primario contarán con un mayor número de vueltas que las del secundario, reduciendo así la tensión y obteniendo los valores de distribución de la BT (tal y como se mencionó anteriormente).

Como podemos ver en el esquema, las bobinas de los circuitos primarios de AT están conectadas entre sí en **triángulo**, mientras que los tres bobinados del secundario se encuentran conectados en **estrella**. Del centro de la estrella secundaria nace el neutro, obteniendo un sistema tetrafilar de distribución (L1, L2, L3 y N) en BT.



5.2.1. COMPONENTES PRINCIPALES DE UN CT

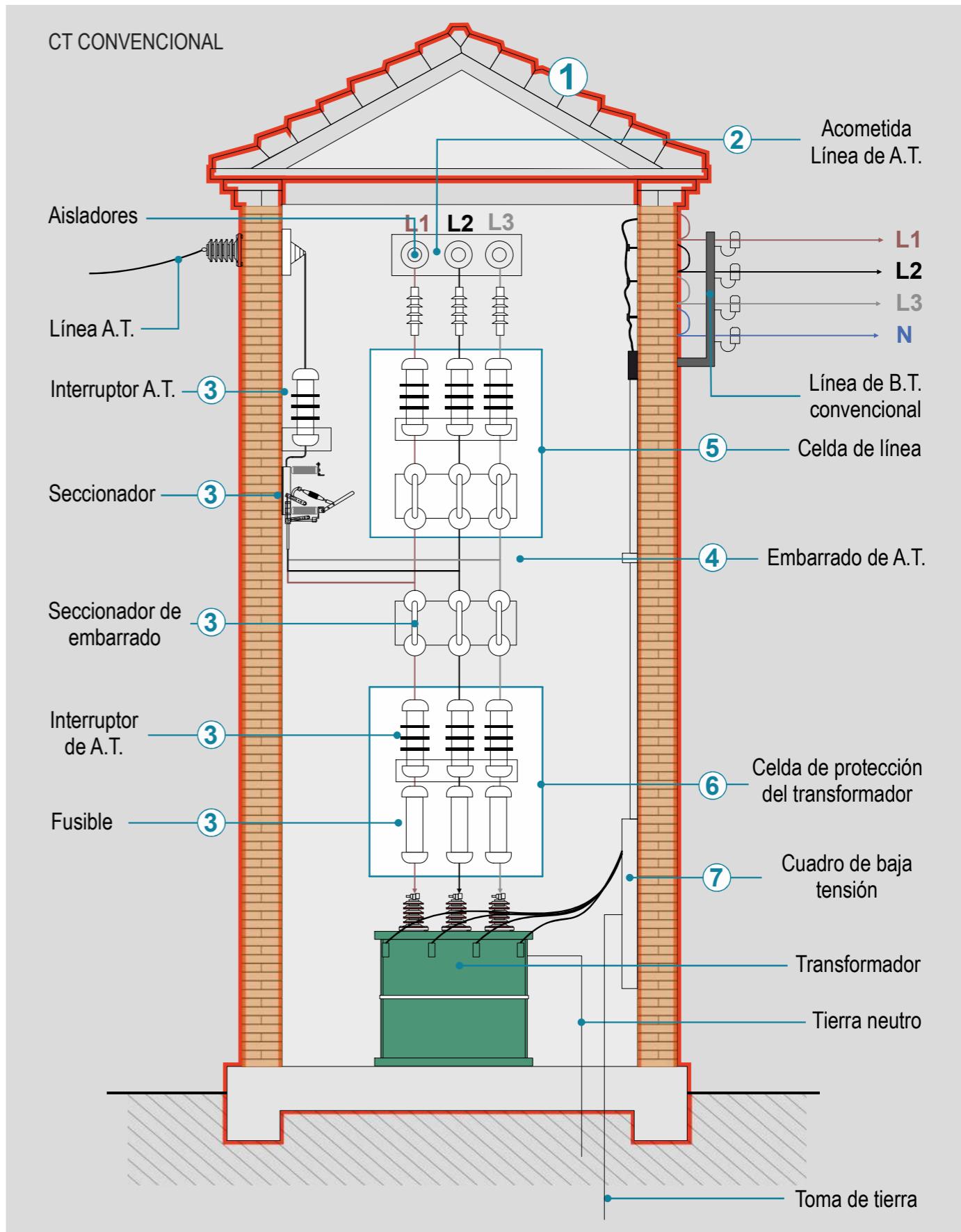
En la actualidad, podemos encontrar CT antiguos que pasan revisiones cada 3 años. Si no presentan anomalías graves o condiciones que aconsejen su reforma se dejan en funcionamiento, formando a día de hoy la mayoría de los CT que podemos encontrar en el centro de la capital.

A grandes rasgos, los elementos que forman un CT antiguo son los siguientes:

1. **Envolvente:** denominamos envolvente al recinto de hormigón, metálico o de ladrillo, donde se ubican las celdas que alojan los transformadores y el resto de aparamenta necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación. Los CT se identifican por un nombre y una matrícula según la compañía a la que pertenecen. De igual manera, las líneas también deben tener una etiqueta identificadora que nos indique de qué punto viene y a qué punto llega esa línea (DE CT MEDITERRÁNEO ACT CANTÁBRICO). Los transformadores también se identifican con rotulaciones (Transformador 1, TRAFO-1, T-1, TF-1, etc.).
2. **Acometida en AT:** puede ser aérea o subterránea. Los conductores llegan a 3 aisladores que son las terminaciones de los cables de AT. Es en este punto donde, en las instalaciones antiguas, se sucede la conversión de un cable aislado a un punto vivo de tensión, la corriente pasa de la red de distribución a una instalación de corte y aislamiento al aire.
3. **Interruptores-seccionadores:** los interruptores de AT son los elementos que cortan y cierran circuitos en carga, pero su distancia en posición abierta no garantiza el corte de la línea. En serie nos encontramos 3 cuchillas o **seccionadores** que abiertos si que proporcionan la distancia de separación necesaria para conseguir el corte efectivo. Este se trata de un corte y aislamiento al aire que demanda un amplio espacio para su correcto funcionamiento. En los CT modernos las distancias y las dimensiones de esta aparamenta se reducen, constituyendo las actuales celdas de línea.
4. **Embarrado de AT:** dependiendo de la importancia del CT o de su localización dentro de la red, un CT puede llegar a tener una o varias celdas de línea o alimentaciones de AT. El embarrado es el encargado de recibir esos conductores provenientes de las distintas celdas de línea y alimentar el circuito primario del transformador o transformadores.
5. **Celdas de protección:** su función es la de proteger al transformador en caso de avería por cortocircuito o sobrecarga en la línea de AT. Cada celda cuenta con un interruptor previo a un fusible de alto poder de ruptura que protege cada uno de los transformadores. De igual manera que cada línea de alimentación tiene su celda de línea, cada transformador tiene su propia celda de protección independiente.
6. **Celda de transformación:** punto donde se aloja el transformador o transformadores de potencia. Deberá estar protegido por tabiques o muros que impidan la proyección de material y aceite al resto de las instalaciones. Reducen los valores de la AT a dos sistemas de tensión, el B1 (230/125 V) y el B2 (400/230 V).
7. **Cuadro de BT:** del trafo pasamos a un distribuidor conocido como el cuadro de BT, embarrado a partir del cual nacen las líneas de distribución de BT que alimentan las CGP de los consumidores. Antiguamente se construían con las barras en horizontal donde se conecta el neutro y las 3 fases protegidas con fusibles que absorberían los posibles cortocircuitos y sobrecargas aguas abajo de la red, evitando que estos pasasen al transformador.

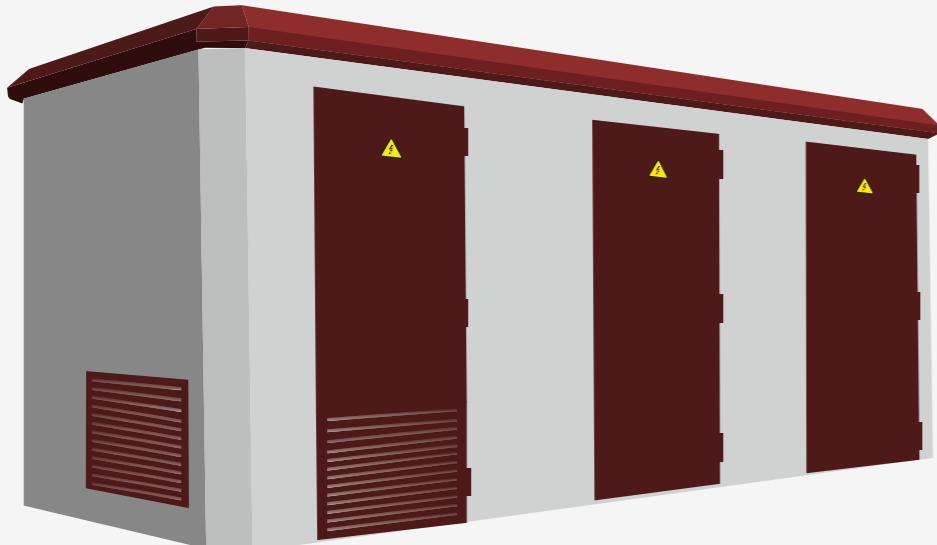
NO EXISTEN PROTECCIONES PARA LAS PERSONAS EN UN CT.

Los fusibles que protegen las líneas de AT están en las subestaciones y las de las líneas de BT en el cuadro de BT de su CT, pero en ningún caso se trata de protecciones para las personas, sino protecciones dirigidas a minimizar los daños en las líneas en caso de cortocircuitos, sobrecargas, averías, etc.



5.2.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MODERNO

En la actualidad, la confección de los CT que se instalan en obra nueva o en obras de modernización, se realiza por medio de módulos prefabricados compactos o a base de unidades individuales (celdas o cabinas) ensambladas y conectadas eléctricamente entre sí para formar en conjunto el CT. Entendemos por **celda** cada uno de los compartimentos de un CT que alberga en su interior un conjunto de aparamenta eléctrica (seccionador, interruptor, fusibles, etc.) con una función determinada.

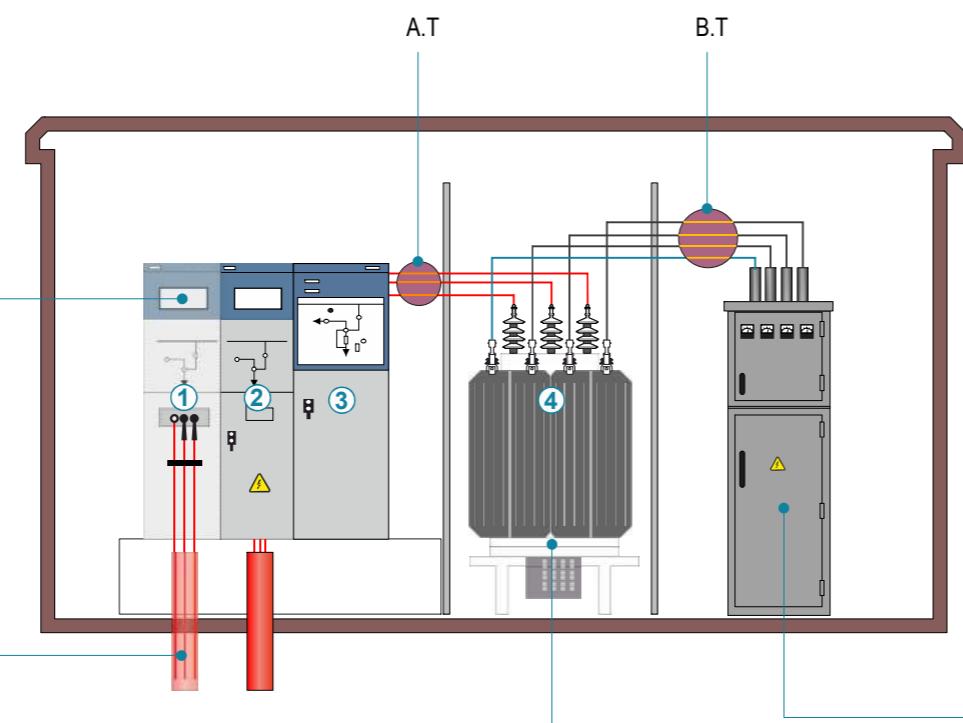


Las celdas más habituales son:

1. Celdas de línea.
2. Celdas de salida.
3. Celdas de protección.
4. Celdas de transformación.

Existen innumerables configuraciones de CT pero todos cuentan con los mismos elementos que nos encontrábamos en los antiguos con pequeñas diferencias fruto del avance tecnológico. En los CT más modernos es también muy común encontrarse celdas de medida.

EMBARRADO A.T
Le llegan 3 conductores de AT por línea, el embarrado ya no queda al aire sino que está dentro de las conexiones de las celdas y representado en el exterior con su esquema unifilar.



Entradas/ Salidas AT

En un ámbito urbano lo normal es que las redes estén anilladas o malladas, por lo que es muy común que un CT tenga entrada y salida de AT, cada una con su respectiva celda de línea.

TRANSFORMADOR

Los transformadores no han sufrido cambios significativos en su construcción. Al igual que en los antiguos, nos encontraremos un circuito primario con 3 conductores de AT y un circuito secundario de 4 conductores de BT conectados en estrella (sistema B2).

1

CELDA DE LÍNEA

Una celda de línea moderna tiene un interruptor y un seccionador que pueden estar integrados en un mismo aparato. El **interruptor-seccionador** de tres posiciones que permiten, el paso de corriente, su interrupción en carga o su seccionamiento a la par que pone a tierra simultáneamente los tres bornes de los cables de AT.

Esta aparamenta queda alojada en el interior de una cuba hermética presurizada con hexafloruro de azufre (SF6), un gas tres veces más aislante que el aire, que permite reducir las distancias de corte efectivo ahorrando espacio en la instalación. También podemos encontrarnos celdas sumergidas en aceite o en vacío.

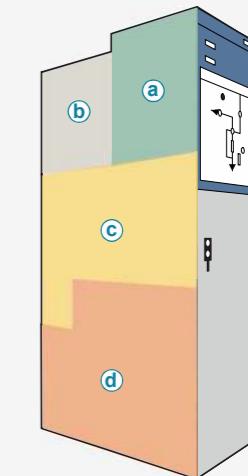
Los interruptores no quedan a la vista sino que cada celda cuenta con unos indicadores de posición que indican si están abiertos o cerrados (considerado corte efectivo). Pueden ser comandados a remoto desde los centros de control o in situ mediante botones en la propia celda. De igual manera, las celdas de línea suelen contar con indicadores lumínicos (detectores capacitivos de tensión) que nos informan de la presencia de corriente en la punta del cable de alimentación de AT, es decir, indican si a la celda de línea le llega tensión por la acometida (no si le llega corriente al embarrado).

3

④ Compartimiento A.T ⑤ Compartimiento barras

CELDA DE PROTECCIÓN

Al embarrado de AT se le conecta la celda de protección que alberga en su interior un interruptor-seccionador y los fusibles que protegen al transformador. Vienen rotuladas indicando que van hacia el transformador o trafo. También se pueden identificar localizando la simbología del fusible y normalmente tienen un mecanismo de accionamiento rápido (botón, rueda, palanca, etc.) identificado por un 0, el color rojo, las palabras disparar, desconectar, OFF, etc. utilizado para desconectar la parte de AT del transformador.

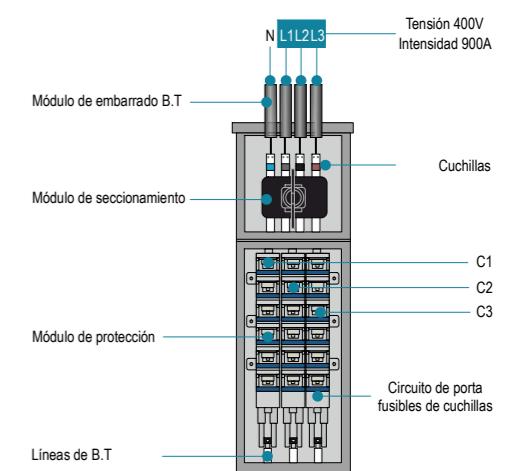


⑥ Compartimiento interruptor automático ⑦ Compartimiento cables

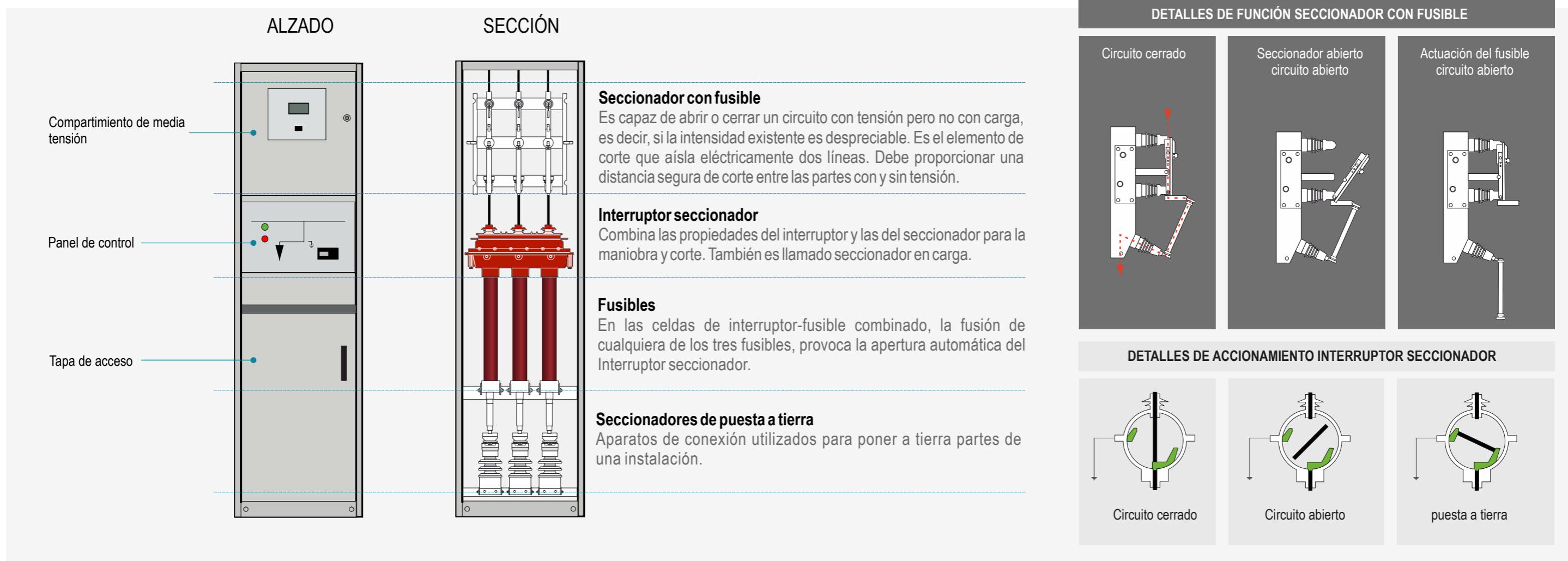
CUADRO B.T

Los cuadros de BT actuales son embarrados aislados tipo BTV-C (bases tripolares verticales cerradas) que sustituyen a las antiguas bases de fusibles unipolares. Los más modernos están formados por un dispositivo de seccionamiento general, fusibles de protección en cada fase de sus líneas, dispositivos de seccionamiento del neutro y un equipo de medida.

Es en este punto de la red de distribución donde se puede realizar la apertura de una línea de BT de forma segura. Las líneas se conectan al embarrado correspondiendo cada columna vertical a una línea de distribución de 3 fases y neutro.



SIMULACIÓN EN DETALLE DE UNA CELDA DE PROTECCIÓN



5.2.3. TIPOS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

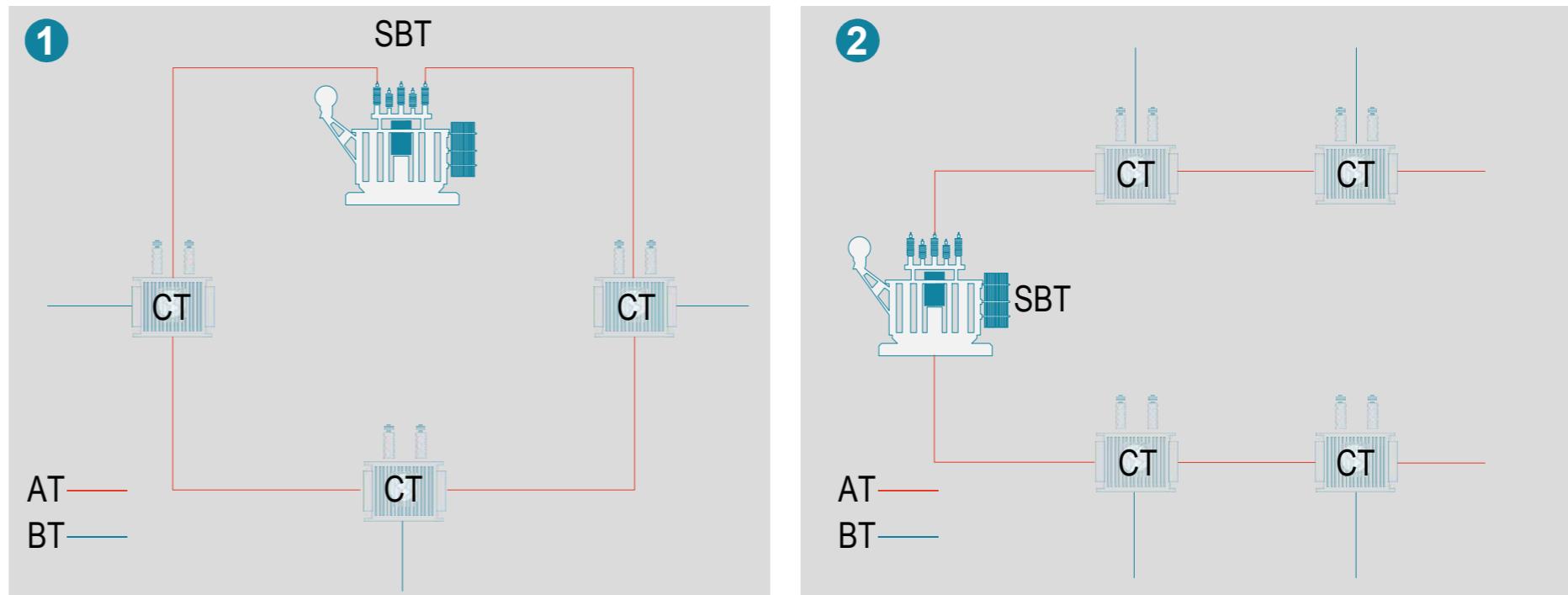
Existen diversas tipologías de CT, dependiendo de los parámetros que estudiemos para clasificarlos podemos dividirlos en tipos según su:

- Alimentación.
- Propiedad.
- Acometida.
- Proceso de construcción.
- Emplazamiento.

SEGÚN SU ALIMENTACIÓN

① **En bucle o en anillo:** se trata de un CT que se encuentran dentro de una red de distribución en anillo. Aparte de la línea de salida en BT dispone de una línea de entrada y otra de salida al siguiente centro para dar continuidad a red de distribución de AT.

② **En paso:** en este caso el CT se encuentra en una línea de distribución radial. A diferencia del caso anterior, al CT le llega corriente eléctrica en AT desde un único lado de la línea saliendo por el otro hacia el siguiente. Si se corta cualquiera de estas líneas se deja sin suministro al resto de CT aguas abajo de la red radial.



SEGÚN SU ALIMENTACIÓN

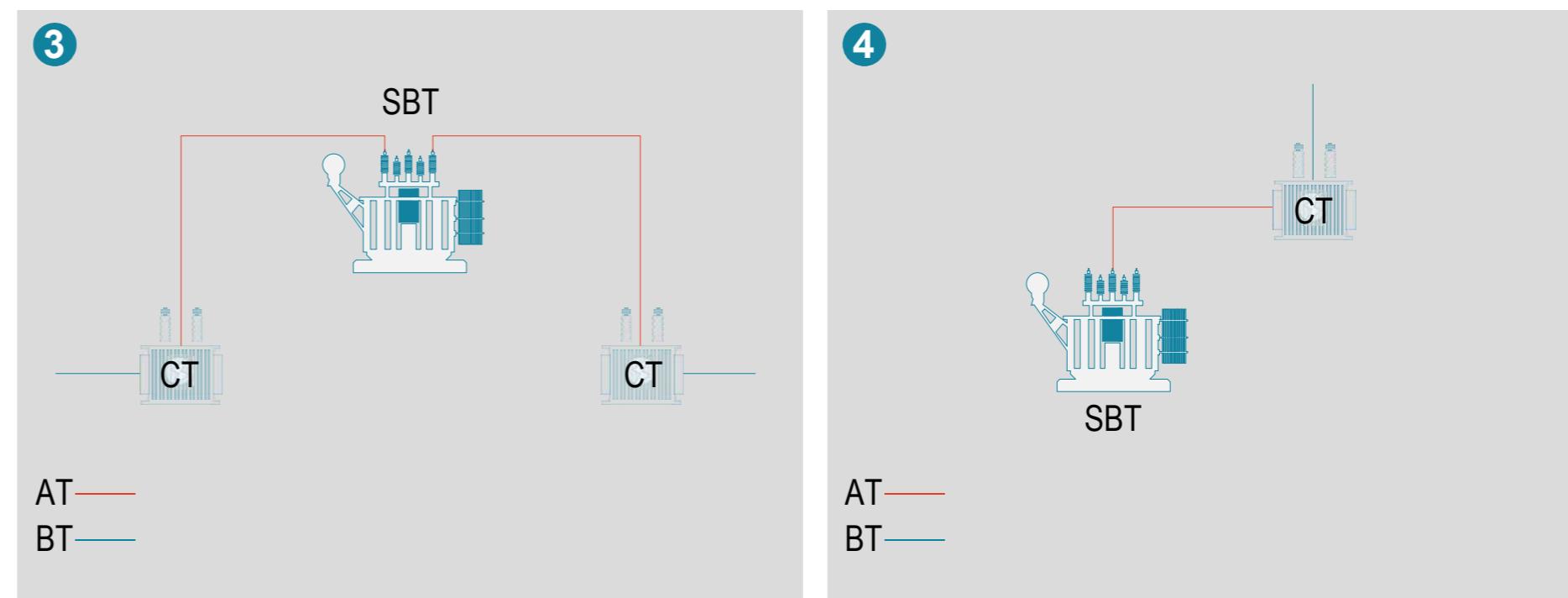
③ **En punta:** al igual que en los CT de paso, estos se encuentran en una distribución radial pero situándose al final de la línea. No pasa AT a través de ellos sino que les llegará un único cable de alimentación de AT (con una única celda de línea) y una salida en BT.

④ **Independiente:** se trata de un CT alimentado por una línea exclusiva para ese CT.

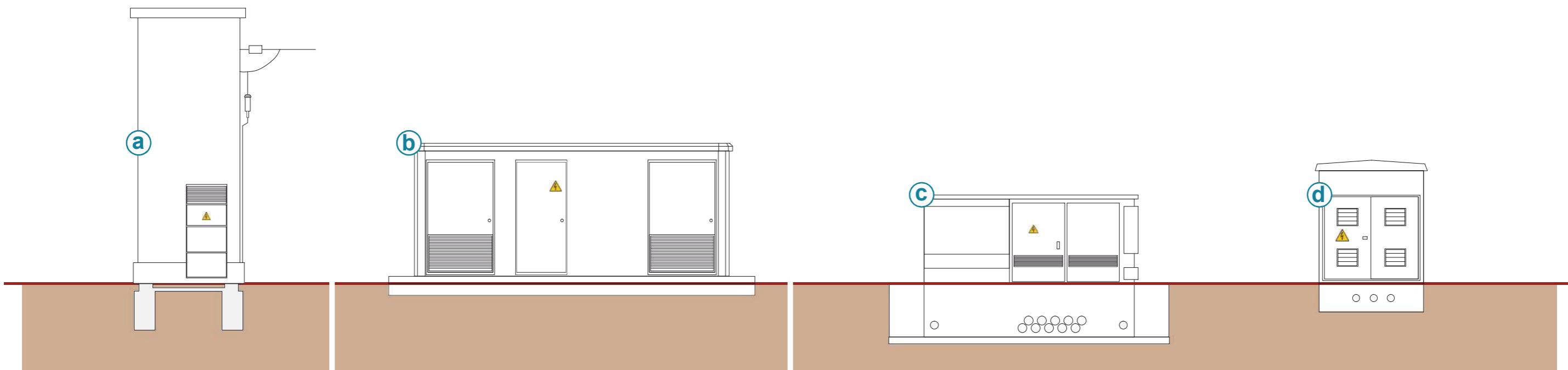
SEGÚN SU PROPIEDAD

De empresa o compañía: se trata de CT propiedad de una empresa suministradora que da servicio a varios consumidores.

De abonado o cliente: su función es la de suministrar BT a un único usuario que suelen ser grandes consumidores de energía, actualmente han aumentado las acometidas en AT para edificios de viviendas. Este usuario podrá disponer del CT en sus propias instalaciones, pero también existe la posibilidad de que puedan estar incluidos en el interior de las instalaciones de un CT de empresa formando un módulo aparte.



SEGÚN SU PROCESO DE CONSTRUCCIÓN



a. Convencional: se trata de CT ubicados en el interior de un recinto de ladrillo, piedra, hormigón, etc. En la actualidad ya no se construyen, pero todavía podemos encontrarnos algunos en zonas rurales o antiguas de las ciudades.

b. Prefabricado: en obra nueva, y debido a la falta de locales que puedan alojar el CT, es muy frecuente recurrir a este tipo de modelo prefabricado. Tienen múltiples ventajas como su tamaño reducido, una mayor optimización del espacio y de los sistemas de seguridad, su resistencia a los agentes atmosféricos y su fácil transporte e instalación. Podemos encontrarnos CT prefabricados de superficie o subterráneos.

Compactos: son un tipo de CT prefabricados, cuya principal diferencia radica en que no son accesibles, sino que todas las maniobras y operaciones de mantenimiento se realizan desde el exterior a través de puertas independientes que permiten un acceso directo a la apertura de AT y BT. Pueden ser de dos tipos:

c. Compactos semienterrados: construcciones prefabricadas, de reducidas dimensiones, con un equipamiento completo desde fábrica. Se colocan en una excavación de la cual sobresalen 1,5 m sobre el nivel de pavimento terminado. Podemos encontrarnos este tipo de CT tanto en zonas industriales como en zonas residenciales.

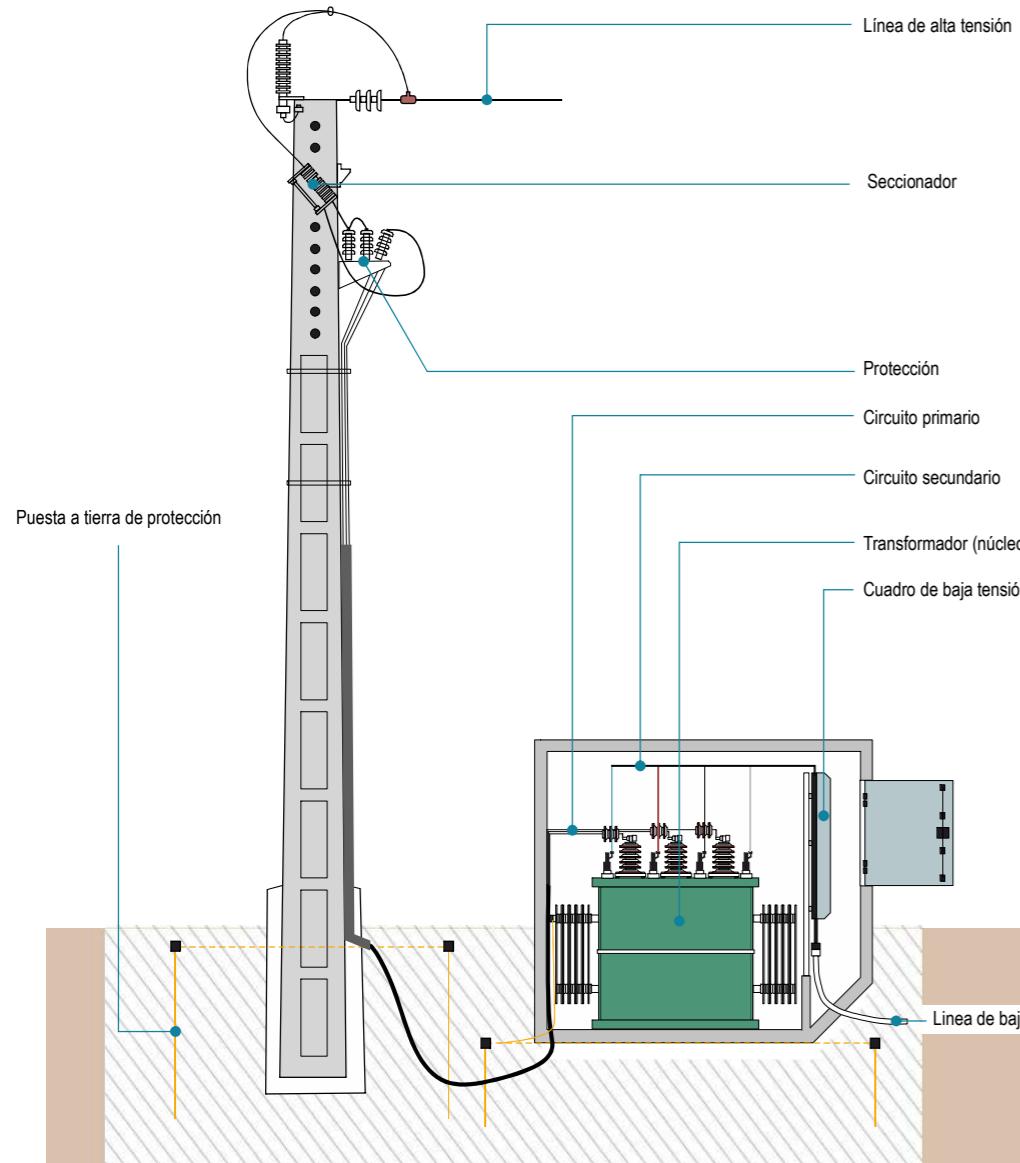
d. Compacto de superficie: análogos a los anteriores, son CT tipo monoblock que, en lugar de quedar semienterrados en una excavación, son diseñados para su instalación en superficie. Gracias a sus reducidas dimensiones y su fácil posicionamiento y conexión podemos encontrarnos este tipo de CT tanto en instalaciones permanentes como temporales.

SEGÚN SU EMPLAZAMIENTO

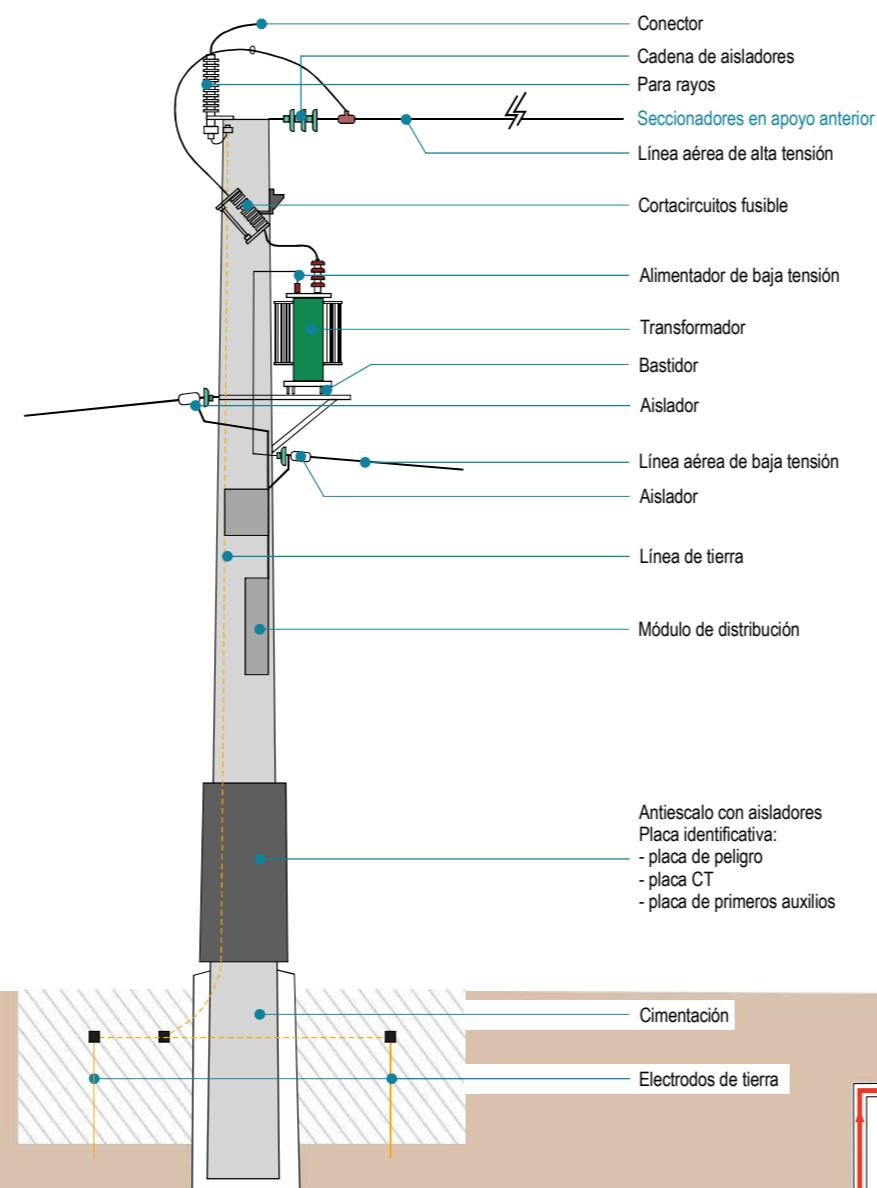
1. De intemperie o Aéreo: está formado por un transformador de pequeña potencia, protegido por fusibles y seccionadores, e instalado sobre un bastidor anclado a un soporte metálico o de hormigón. Con este tipo de CT se reducen gastos evitando la construcción de edificios específicos. Podemos encontrarnoslos en zonas rurales, suministros provisionales, obras o en instalaciones que dan servicio a clientes aislados.

2. Interior: se trata de CT alojados en el interior de recintos cerrados, existen dos tipos:
De superficie: normalmente instalados en pequeñas construcciones de obra aisladas o locales dentro de los edificios.
Subterráneo: instalado bajo la vía pública o en los sótanos de un edificio, se accede a ellos a través de trampillas o compuertas en el suelo.

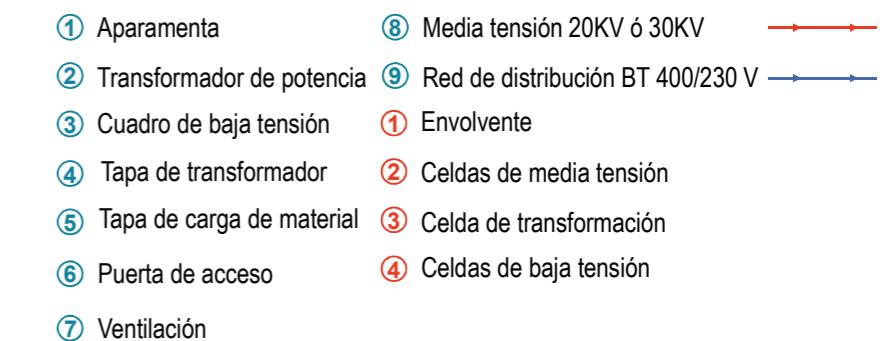
C.T. COMPACTO DE SUPERFICIE CON BAJADA DE LÍNEA AÉREA DE A.T. A SUBTERRÁNEA DE B.T.



C.T. INTEMPERIE AÉREO



C.T. INTERIOR SUBTERRÁNEO



5.3. REDES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

La Baja Tensión queda regulada en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT 01 a 53). Este reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en BT con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Entendemos como BT aquellas instalaciones eléctricas en los siguientes límites de tensión nominal según el tipo de corriente eléctrica con la que funcionan:

- **Corriente Alterna**: igual o inferior a 1.000 Voltios (1 kV).
- **Corriente Continua**: igual o inferior a 1.500 Voltios (1.5 kV).

Dentro de esta definición podemos subdividir las instalaciones eléctricas de BT según las tensiones nominales que se les asignen, de la forma siguiente:

CORRIENTE ALTERNA (valor eficaz)	CORRIENTE CONTINUA (valor aritmético)
MUY BAJA TENSIÓN	$Un^* \leq 50 \text{ V}$
TENSIÓN USUAL	$50 < Un \leq 500 \text{ V}$
TENSIÓN ESPECIAL	$500 < Un \leq 1000 \text{ V}$
	$750 < Un \leq 1500 \text{ V}$

* Un = tensión nominal (V)

CONDUCTOR NEUTRO

El neutro nace en los CT del punto común de la conexión de las 3 fases en estrella. Se trata de un conductor con potencial 0 que sirve para crear un desequilibrio o una diferencia de potencial que permite la existencia de corriente eléctrica cuando este se junta con la fase a través de una resistencia.

El REBT considera como **conductores activos** en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna y a los conductores polares y al compensador en corriente continua. El neutro por lo tanto es considerado un conductor activo susceptible de generar un riesgo eléctrico.

Si el neutro falla se producirían desequilibrios de carga que provocarían sobretensiones en los receptores conectados a la red quemando sus aparatos e instalaciones. Por lo tanto **el conductor neutro NUNCA podrá ser interrumpido** en las redes de distribución ni en el interior de las instalaciones receptoras, salvo que ésta interrupción sea realizada con alguno de los dispositivos siguientes:

1. **Interruptores o seccionadores omnipolares** que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
2. **Uniones amovibles** en el neutro, próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas, y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas. No debiendo ser seccionado el neutro antes que las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

Sección mínima del conductor neutro

El neutro podrá ser de cobre (1, en la siguiente página), aluminio o aleaciones como el ALMELEC (2, en la siguiente página) (aluminio magnesio y silicio) y dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución, la sección mínima del conductor neutro será:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: como mínimo de 10 mm² para cobre y de 16 mm² para aluminio y normalmente en redes subterráneas de una sección inferior a la de las fases.

Identificación del conductor neutro

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. En el caso de los conductores aislados se puede identificar al neutro por ir marcado con alguna señal como la letra "N", por el color azul de la camisa del conductor o por alguna marca de ese color. También se puede diferenciar de las fases por su tamaño (puede ser de una sección inferior) o por su posición relativa frente a las fases (el neutro va debajo o ligeramente separado de los otros tres conductores).

Puesta a tierra del neutro

En las líneas aéreas de redes de distribución el neutro se conectará a tierra en la Subestación de alimentación o CT correspondiente. Además deberá estar puesto a tierra en otros puntos a lo largo de la red de distribución, y como mínimo una vez cada 500 metros de longitud de línea. Para efectuar ésta puesta a tierra se elegirán, con preferencia, los puntos desde donde parten las derivaciones importantes.



5.3.1. LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN

Adía de hoy las redes aéreas de BT están siendo sustituidas progresivamente por redes subterráneas, que son más seguras y causan menor impacto visual, no obstante, podemos seguir encontrándonos este tipo de redes en la mayoría de los centros urbanos y en las zonas rurales. En el REBT las redes aéreas de distribución en BT se regulan en la ITC-BT-06.

Los responsables de estas líneas son las compañías distribuidoras, en el caso del Ayuntamiento de Madrid estas son i-DE de Iberdrola y Unión Fenosa distribución.

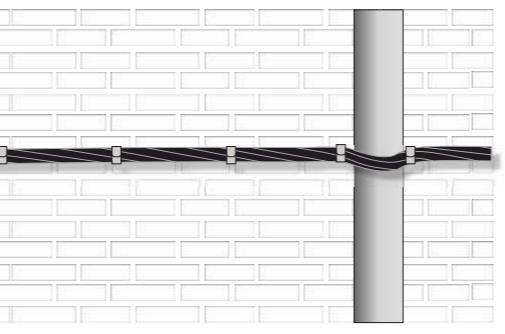
Los conductores utilizados en las redes aéreas pueden ser de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones con características eléctricas y mecánicas similares y adecuadas. Podrán discurrir aislados o desnudos, siendo los primeros la opción preferente según el REBT.

CONDUCTORES AISLADOS

Se considera un conductor aislado aquel que tenga un recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y satisfaga las exigencias especificadas en la norma UNE 21.030. La tensión asignada a un conductor aislado será mayor o igual a 0,6/1kV. La sección mínima permitida en los conductores de aluminio será de 16 mm², y en los de cobre de 10 mm². Las redes aéreas aisladas pueden discurrir, tanto posadas en fachada como tensadas sobre apoyos metálicos, de hormigón o de madera.

Redes aéreas posadas

Los conductores van directamente anclados sobre fachadas o muros, mediante abrazaderas fijadas a los mismos. En general deberá respetarse una altura mínima al suelo de 2,5 metros. Aquellos recorridos por debajo de esta altura (por ejemplo en el caso de acometidas) deberán protegerse mediante elementos adecuados (según ITC BT 11) y en su trazado deberá evitarse el paso por delante de huecos en muros y fachadas.



Red trenzada posada sobre fachada

Redes aéreas tensadas

Se trata de redes tensadas entre piezas especiales colocadas sobre apoyos (metálicos, de hormigón o postes de madera), fachadas o muros. La fijación y el tensado de la red podrá realizarse mediante dos sistemas de montaje:

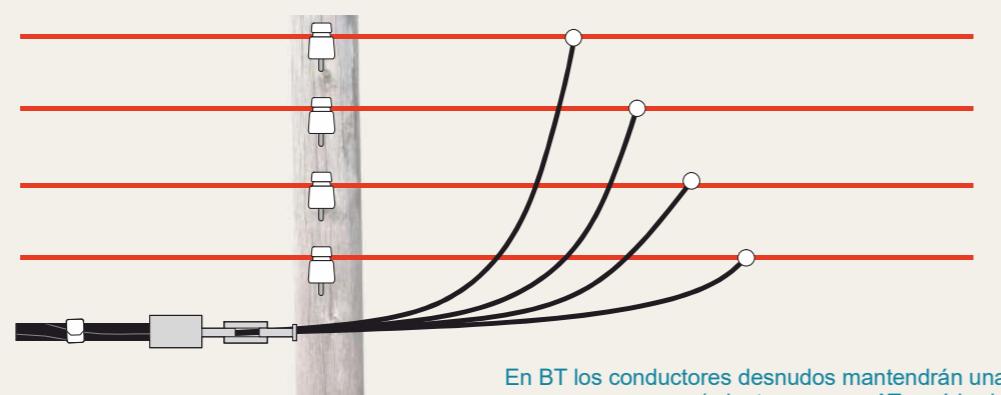
- **Con neutro portante:** el neutro, fabricado en una aleación de aluminio y acero, es el que soporta el haz fijándose a los anclajes.
- **Con cable fiador:** se utilizarán cables fiadadores de acero galvanizado a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados los conductores aislados. Estos cables tendrán una resistencia mínima a la rotura de 800 daN.



Red trenzada tensada

CONDUCTORES DESNUDOS

Los tendidos aéreos desnudos están prácticamente en desuso. Su utilización tendrá carácter especial debidamente justificado y en ningún caso se instalarán en zonas arboladas o donde exista riesgo de incendio. Se considerarán conductores desnudos aquellos conductores aislados para una tensión nominal inferior a 0,6/1 kV.



En BT los conductores desnudos mantendrán una configuración VERTICAL (mientras que en AT será horizontal).

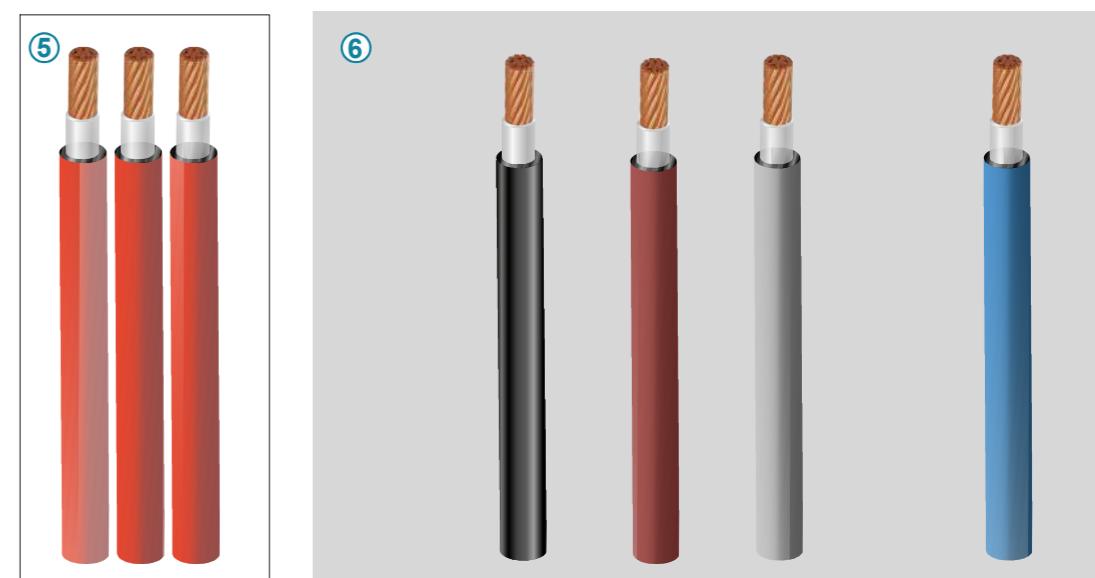
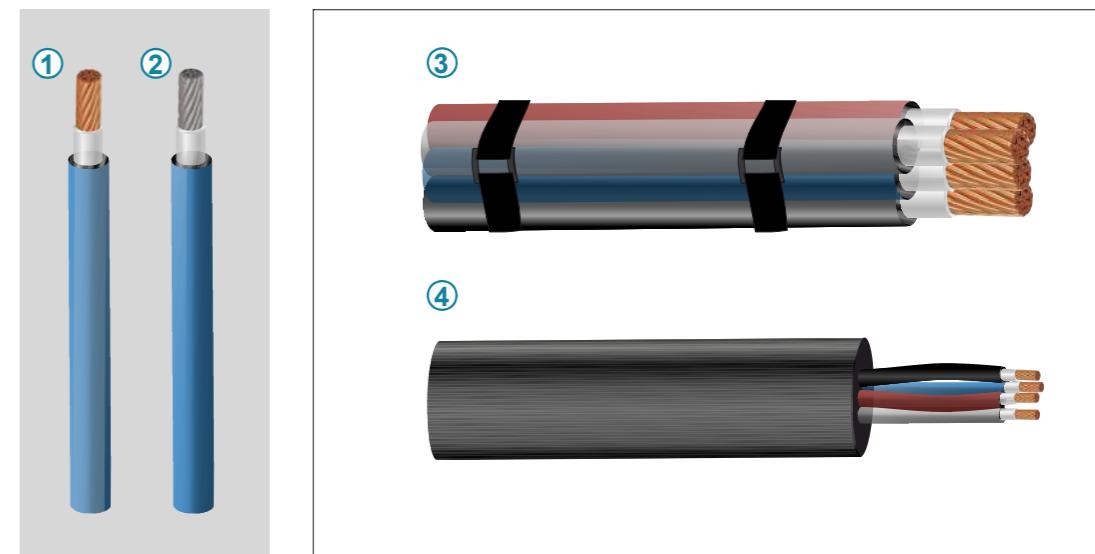
5.3.2. IDENTIFICACIÓN DE REDES DE BAJA TENSIÓN

La red de distribución de BT pertenece a las compañías suministradoras, nace en los CT y transcurre por el medio urbano alimentando las distintas instalaciones eléctricas de los consumidores a través de sus acometidas. La distribución se puede hacer a través de redes aéreas o subterráneas.

Para identificar las redes de BT deberemos fijarnos en sus cuatro conductores. En las redes de distribución actuales los cables deberán ser unipolares, con sus cuatro conductores en mazo (3) pero todavía podemos encontrarnos cables tetrapolares, redes de una única manguera (4) que en su interior alberga los 4 conductores. De igual manera también podemos encontrarnos redes de distribución aérea sin aislamiento que no deberemos confundir con la AT.

Mientras que las redes de AT suelen ser 3 conductores de color rojo (5), en BT los cables se pueden identificar por los colores negro, marrón y gris para las fases y azul para el neutro (6), aunque no siempre es así.

Antiguamente no existía una legislación al respecto, por lo que cada compañía eléctrica usaba sus propios colores de identificación. A partir de la publicación del REBT se unificaron los colores que debían tener tanto las instalaciones interiores de las viviendas como las de distribución. Aun así, todavía podemos encontrarnos redes antiguas identificadas según lo hacía cada compañía.



5.3.3. SEPARACIÓN CON OTRAS INSTALACIONES O INFRAESTRUCTURAS

Existen muchas intervenciones en la ciudad con motivo de cables caídos o descolgados sobre ventanas, balcones, carreteras, aceras, etc. Estos cables pueden originar un riesgo si no se encuentran aislados o, si alguno de sus extremos está desnudo. Como la mayor parte de la distribución aérea dentro de los núcleos urbanos se encuentra aislada, solucionaremos este tipo de intervenciones reasegurando la red trenzada a sus soportes correspondientes mediante bridás, alambre u otro método similar. Deberemos mantener las medidas oportunas de seguridad y usar el maletín de emergencia eléctrica si fuera necesario.

El REBT, en líneas generales, estipula las siguientes alturas mínimas que deben mantenerse sobre el suelo para:

- Cables posados: 2,5 m.
- Cables tensados: 4 m.
- Conductores desnudos: 4m.

También establece unas condiciones generales para cruzamientos y paralelismos de las líneas eléctricas con diferentes infraestructuras o instalaciones que se encuentran en la vía pública.

5.3.4. REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

Reguladas por la ITC-BT-07, en la que se establece que los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o de aluminio y deberán estar aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y en ningún caso será inferior a 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² para los de aluminio.

Instalaciones de cables aislados

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y, a poder ser, paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Los cables aislados podrán instalarse de cualquiera de las maneras indicada a continuación:

- Directamente enterrados.
- Entubadas en canalizaciones.
- En galerías.
- En atarjeas o canales revisables.
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared.
- En circuitos con cables en paralelo.

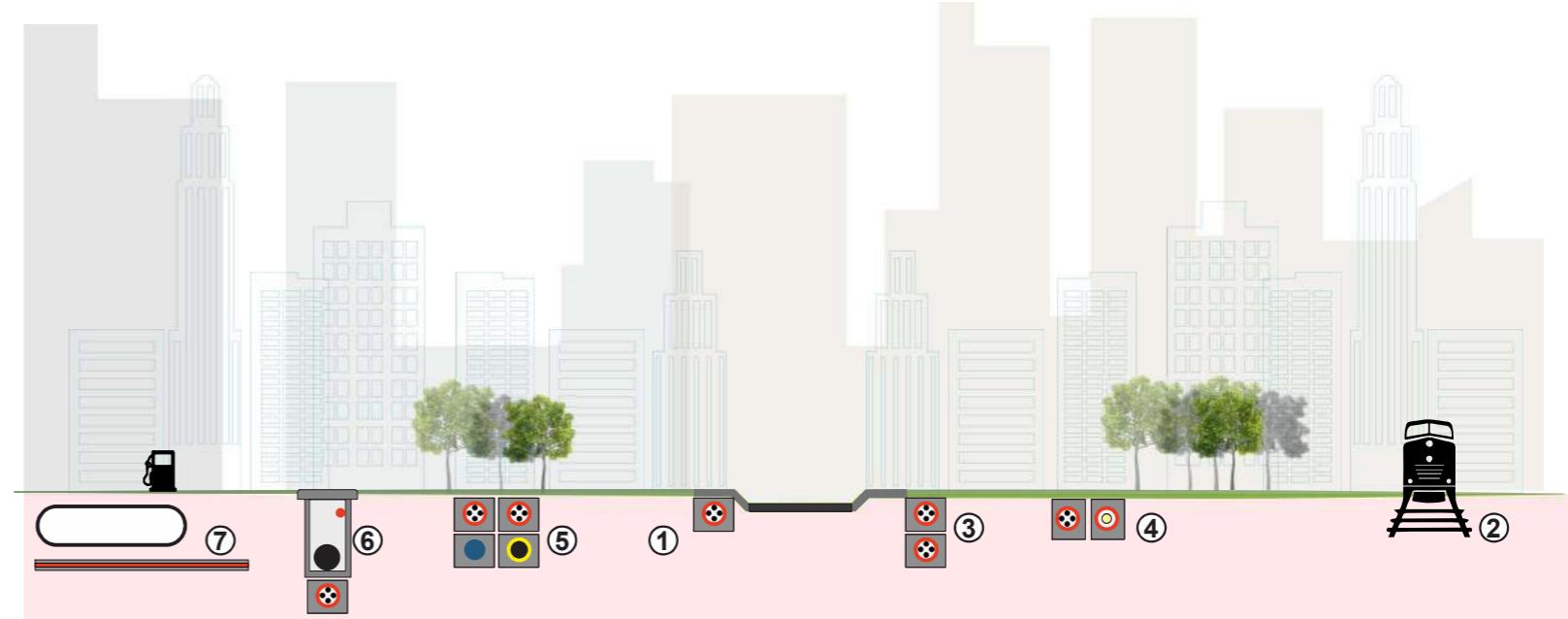
El REBT establece las mismas condiciones para la ejecución de las instalaciones de BT que el RAT lo hace para las líneas de AT, por lo que pasaremos directamente a las condiciones que se establecen para el cruzamiento, proximidades y paralelismo de las RD de BT con otras instalaciones, ya que estas condiciones sí que difieren de las estipuladas para la AT.

CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos, cuando estén enterrados directamente en el terreno, deberán cumplir, además de los requisitos reseñados en el REBT, las condiciones que pudieran imponer otros organismos competentes cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de BT. Las siguientes condiciones no son aplicables en el caso de cables dispuestos en galerías, en canales, en bandejas, en soportes, en palomillas o directamente sujetos a la pared. La disposición de los mismos en estas instalaciones se hará a criterio de la empresa que los explote.

CRUZAMIENTOS

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de BT directamente enterrados:



1. Calles y carreteras:

los cables se colocarán en el interior de tubos protectores recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

2. Ferrocarriles:

los cables se colocarán en el interior de tubos protectores recubiertos de hormigón. Siempre que sea posible perpendiculars a la vía, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

3. Otros cables de energía eléctrica:

siempre que sea posible, se procurará que los cables de BT discurren por encima de los de AT. La distancia mínima entre un conductor de BT será de 0,25 m con cables de AT y 0,10 m con otros cables de BT.

4. Cables de telecomunicaciones:

la separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas.

5. Canalizaciones de agua y gas:

siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m.

6. Conducciones de alcantarillado:

se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior pero si se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas.

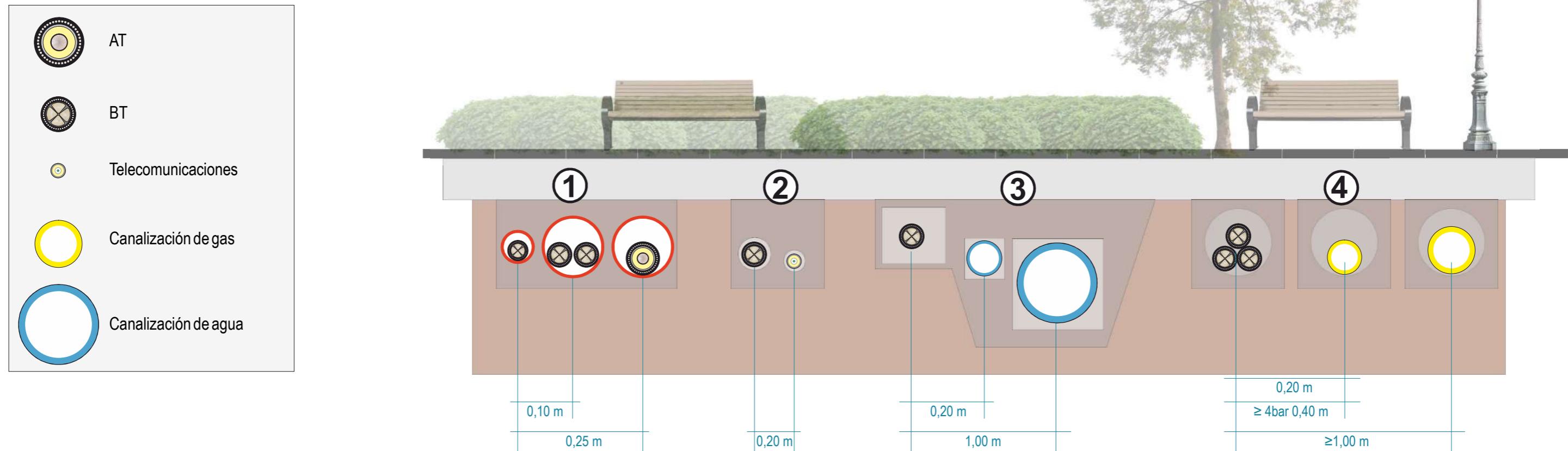
7. Depósitos de carburante:

los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos de BT directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones:

- Otros cables de energía eléctrica:** los cables de BT podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de BT y 0,25 m con los cables de AT. En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.
- Cables de telecomunicación:** la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m.
- Canalizaciones de agua:** la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de BT.
- Canalizaciones de gas:** la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de BT.
- Acometidas (conexiones de servicio):** En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzcan en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

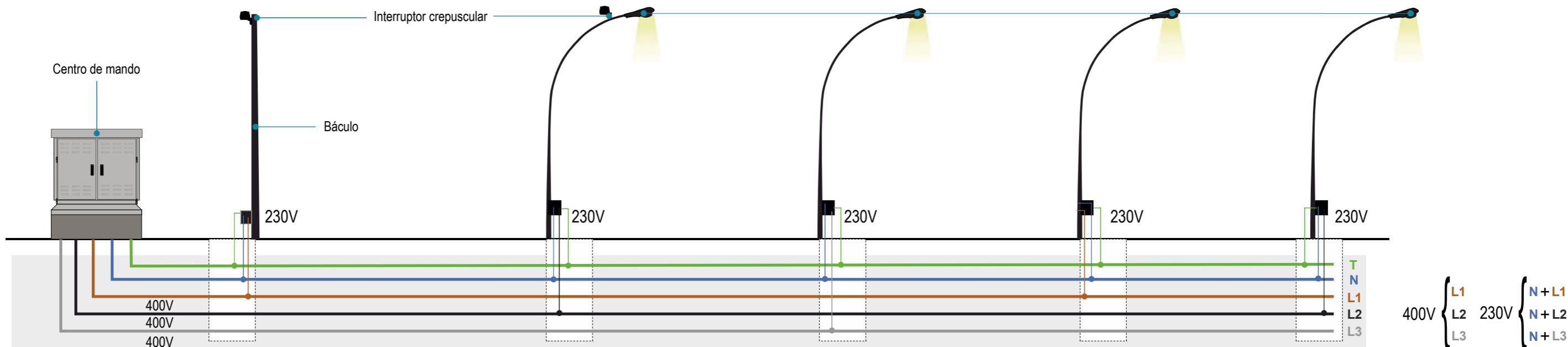


6. ALUMBRADO PÚBLICO

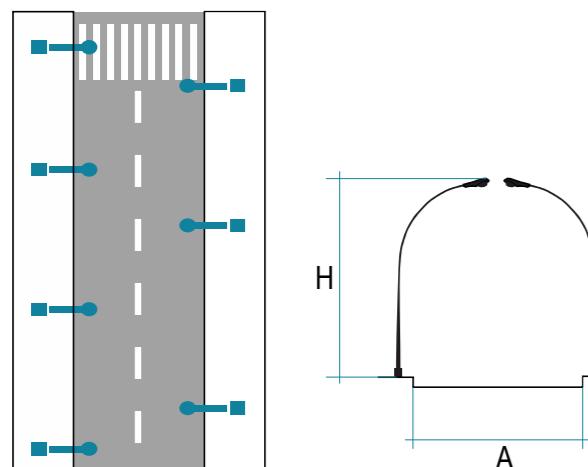
Desde los CT nace la Red de Distribución en BT que suministra, tanto a las acometidas de los edificios como a la instalación de alumbrado público dentro de cada municipio. El servicio de alumbrado público, también conocido como de alumbrado exterior, está destinado a iluminar zonas tales como carreteras, calles, plazas, parques, monumentos, jardines y demás espacios de libre circulación dentro del ámbito municipal.

La instalación de alumbrado público es propiedad del municipio. Desde los centros de mando nace la línea trifásica que da suministro con una tensión de 400 / 230 V a los distintos elementos del alumbrado. Como podemos ver en el dibujo, la instalación se desarrolla conectando los puntos de luz en paralelo a la línea de alimentación alterando la fase a la que conectamos puntos de luz consecutivos. De esta manera obtenemos una compensación de fases, manteniendo el sistema trifásico equilibrado y evitando sobrecargar una fase respecto a las demás.

Según el REBT, la puesta a tierra de los soportes se realizará por una conexión de puesta a tierra común para todas las líneas que partan del mismo centro de mando. En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra (o pica) cada 5 soportes de luminarias y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Asimismo, todas las farolas (tanto las de báculo como las de mural) tendrán una toma de tierra conectada a esa red.

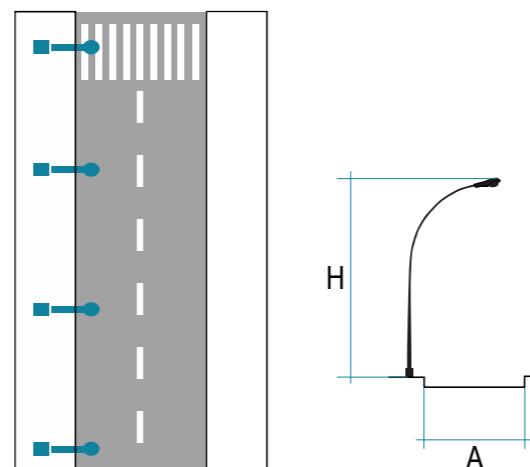


6.1. TIPOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO (según montaje)



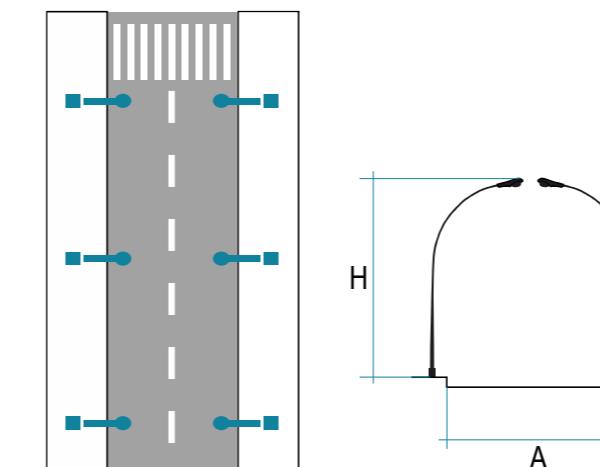
Bilateral tresbolillo

Cuando los puntos de luz se sitúan en ambos lados de la vía de tráfico a tresbolillo o en zigzag. Se utilizará principalmente cuando la anchura de la calzada A sea de 1 a 1'5 veces la altura H de montaje de las luminarias, considerándose más idóneo el intervalo de 1 a 1'3 H.



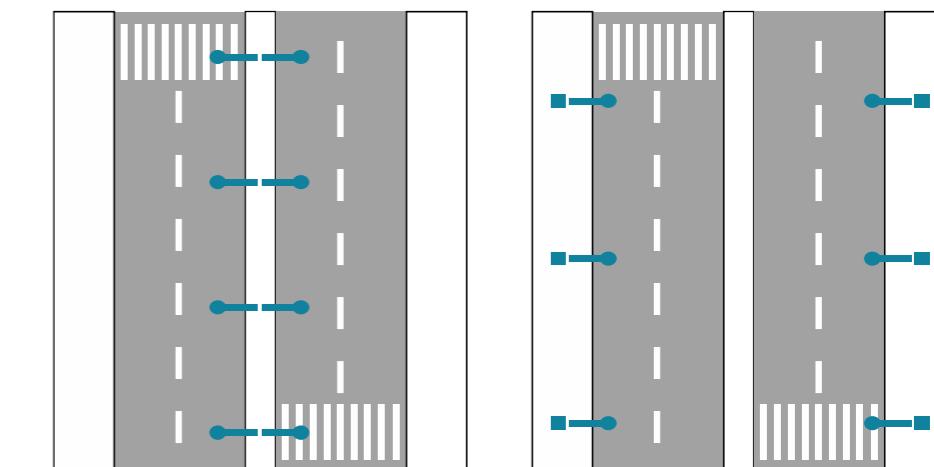
Unilateral

Cuando los puntos de luz se sitúan en un mismo lado de la vía de tráfico. Se utilizará generalmente cuando la anchura A de la calzada sea igual o inferior a la altura H de montaje de las luminarias.



Bilateral pareada

Cuando los puntos de luz se sitúan en ambos lados de la vía de tráfico, uno opuesto al otro. Se utilizará normalmente cuando la anchura A sea mayor de 1'5 veces la altura H de montaje de las luminarias, considerándose más adecuado utilizarlo cuando la anchura supere 1'3 veces la altura H.



Central o axial

En las vías de tráfico con mediana de separación entre los dos sentidos de circulación, los puntos de luz se implantarán en columnas o báculos de doble brazo, situados en la mediana central, cuando la anchura de ésta esté comprendida entre 1 y 3 m. Para anchuras de medianas superiores a 3 m no se utilizarán báculos dobles. En cualquier caso, la disposición se estudiará como si se tratara de dos calzadas independientes.

6.2. CENTROS DE MANDO DEL ALUMBRADO PÚBLICO

Los centros de mando para alumbrado exterior (o cuadro de protección, medida y control según el REBT en su ITC-BT-09) son los elementos de la instalación de alumbrado público que hacen de central para todo el sistema. En su interior se alojan los mecanismos eléctricos que regulan, protegen y distribuyen las líneas que dan servicio a los puntos de luz del municipio.

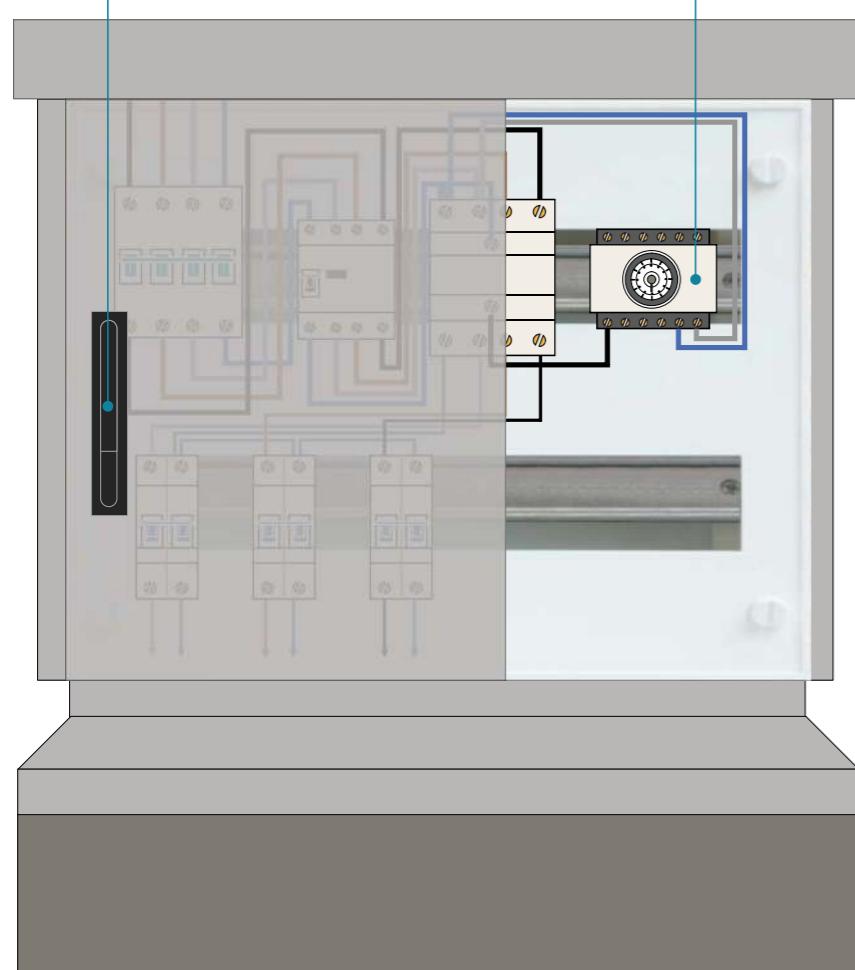
El sistema de accionamiento del alumbrado se realiza a través de interruptores horarios, sensores fotoeléctricos de cambio de luz o en remoto a través de sistemas de telecontrol. Se dispondrá además, en el interior de los centros de mando, de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema con independencia de los dispositivos citados.

ESTRUCTURA Y COMPONENTES

Interruptor horario

Conocido como programador, es un dispositivo que permite controlar automáticamente el encendido y apagado del alumbrado en los días y horas deseados.

SISTEMA DE CIERRE ANTIVANDÁLICO

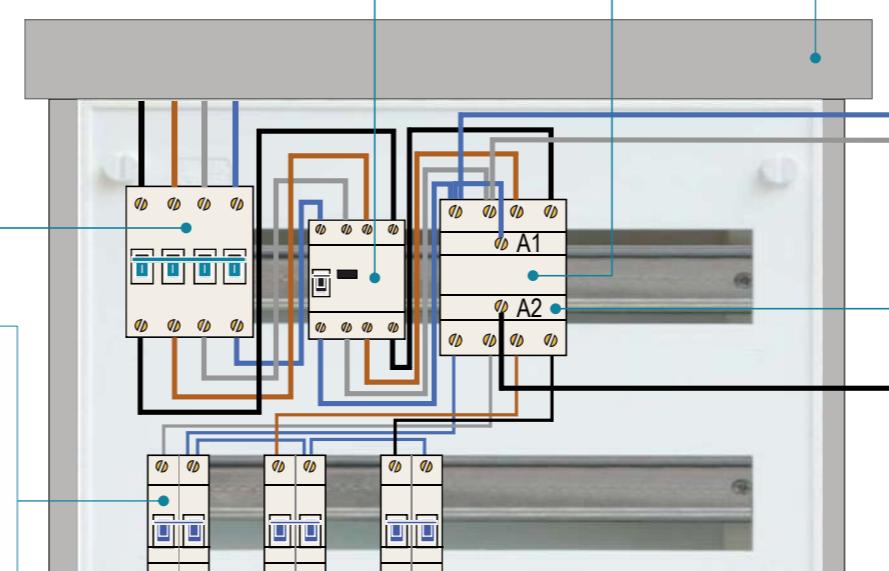


CENTRO DE MANDO CON INTERRUPTOR HORARIO

Automático general

Interruptor diferencial

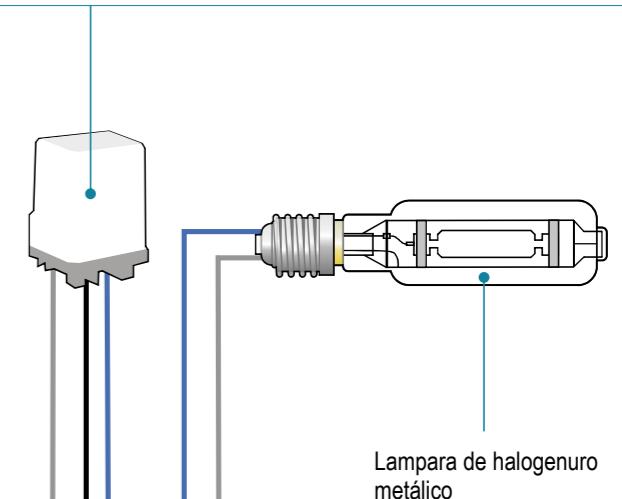
La intensidad de defecto o umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA (ITC-BT-09). Antiguamente se instalaban ID de media sensibilidad (300-500mA) con la única intención de proteger la instalación y con el objetivo de que bajo cualquier circunstancia el alumbrado público funcionase. Esto provocaba descargas eléctricas por contactos indirectos al tocar farolas o arquetas puestas accidentalmente bajo tensión, ya que el ID del centro de mando no era capaz de detectar esas fugas. A día de hoy los ID son de alta sensibilidad (30mA).



CENTRO DE MANDO CON INTERRUPTOR CREPUSCULAR

Interruptor crepuscular o sensor fotovoltaico

Es un dispositivo electrónico que responde al cambio de la intensidad de la luz según regulemos el potenciómetro del dispositivo para hacer funcionar su relé de salida. Este potenciómetro activado por la luminosidad se utiliza generalmente para hacer funcionar un circuito de alumbrado (de una o múltiples lámparas) cuando hay poca luz o cuando cae la noche; estos podrán ir colocados sobre un poste (báculo), o sobre la luminaria.



Contactor

Elemento electromecánico que tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente de una carga a través de la bobina (A1/A2) que es activada por elementos auxiliares externos como por ejemplo interruptores horarios, crepusculares, botoneras manuales etc. La cual puede cerrar el circuito o abrirlo dependiendo de si recibe tensión o no.

6.3. PUNTOS DE LUZ

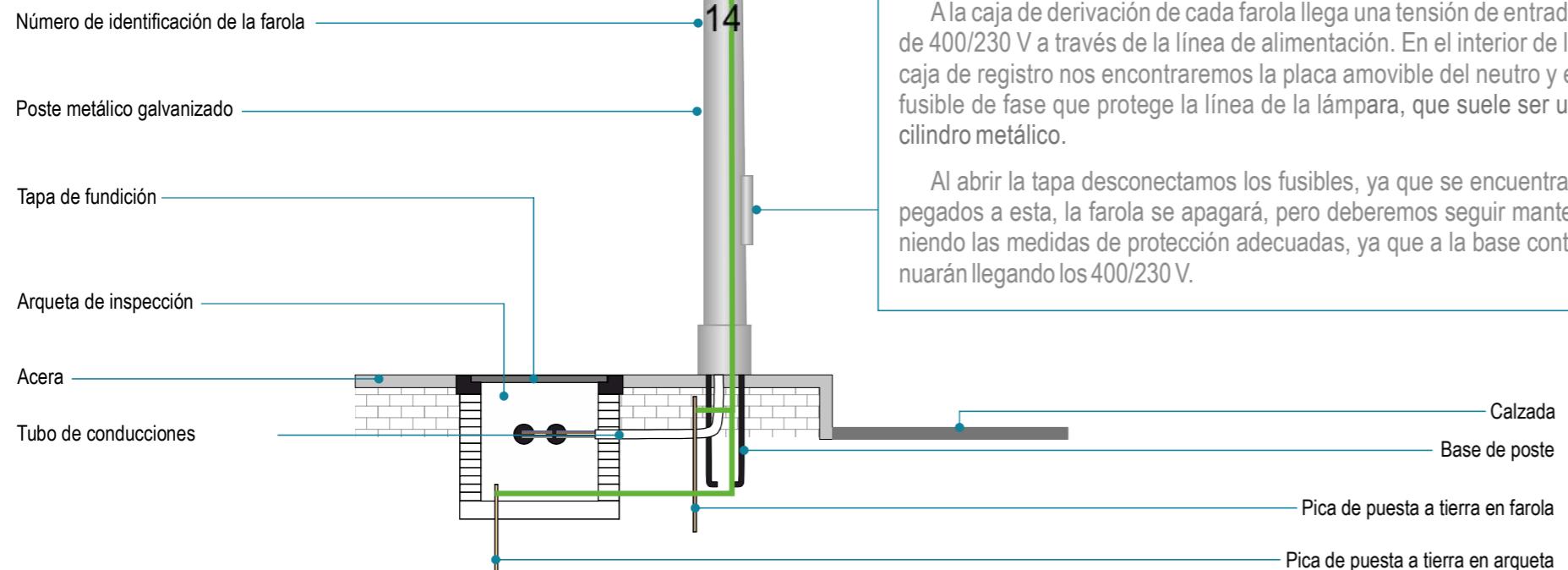
Los puntos de luz son aquellos elementos de la instalación de alumbrado público encargados de transformar la energía eléctrica en energía lumínica. Los puntos de luz están formados por dos partes: la lámpara es el dispositivo que produce la luz, mientras que la luminaria es el conjunto de todos los elementos necesarios para el soporte, fijación y protección de una o varias lámparas.

Aunque también podemos encontrarnos puntos de luz en fachadas, semáforos o marquesinas, los mayores representantes de esta familia dentro del mobiliario urbano son las farolas. Elementos que además, nos generan intervenciones relativamente frecuentes como Cuerpo de Bomberos.

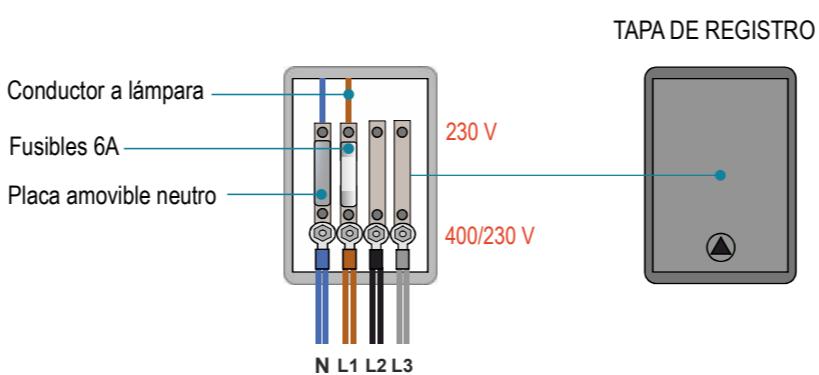
NOTAS:

A diferencia de las farolas, Los semáforos no tienen cajetín portafusibles, los cables van directamente desde el cuadro de mando. No se recomienda manipular los cables de alimentación de los semáforos, se puede desconfigurar un cruce de calles provocando accidentes.

Las marquesinas tienen en su lateral izquierdo un bastidor con un automático, un diferencial y las tomas de tierra de las masas metálicas de la marquesina. Aunque no estén iluminadas, a efectos de seguridad, nosotros las consideraremos siempre bajo tensión.



CAJA DE DERIVACIÓN



A la caja de derivación de cada farola llega una tensión de entrada de 400/230 V a través de la línea de alimentación. En el interior de la caja de registro nos encontraremos la placa amovible del neutro y el fusible de fase que protege la línea de la lámpara, que suele ser un cilindro metálico.

Al abrir la tapa desconectamos los fusibles, ya que se encuentran pegados a esta, la farola se apagará, pero deberemos seguir manteniendo las medidas de protección adecuadas, ya que a la base continuarán llegando los 400/230 V.

TIPOS DE LÁMPARAS

Según estadísticas del Ayuntamiento de Madrid las lámparas que más habitualmente nos encontraremos en nuestro municipio serán de dos tipos: lámparas de LED y lámparas de vapor de sodio de alta presión.

- Lámparas de LED (imagen de la izquierda)

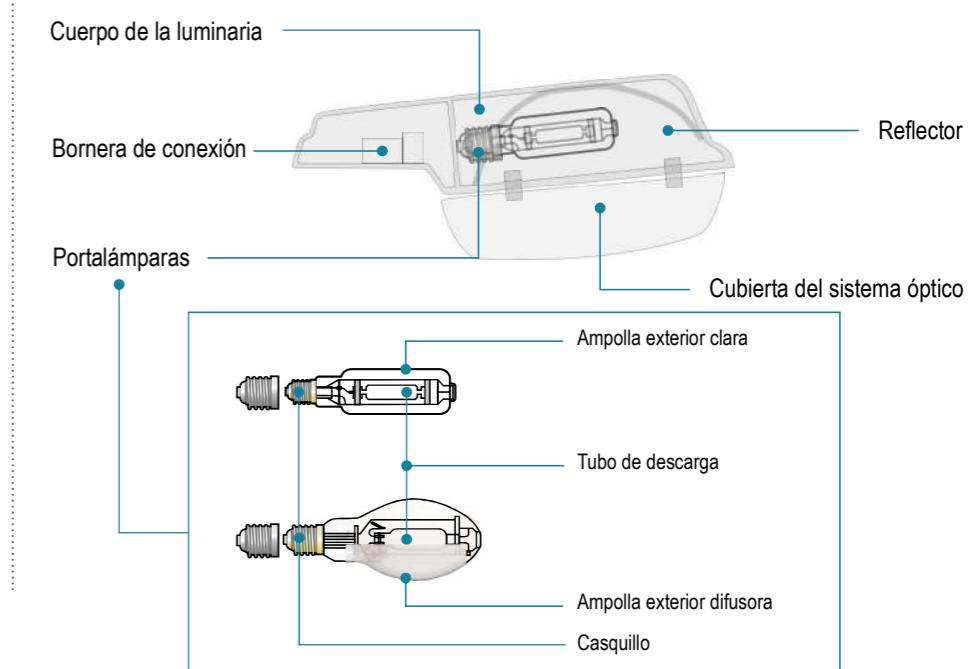
Los led son diodos emisores de luz constituidos por chips semiconductores con un índice de refracción muy alto que reflejan la luz emitida en su interior presentando una gran eficiencia y reduciendo el consumo energético. Estos diodos se agrupan en placas led utilizadas en las lámparas del alumbrado público.

A diferencia de la iluminación convencional, la iluminación led no va conectada directamente a la corriente eléctrica, si no que lo hace a través de un driver encargado de transformar la corriente alterna (Ac) en corriente continua (Dc). Los driver o controladores de led son la fuente de alimentación para este sistema, al igual que un cebador lo es para un sistema de iluminación fluorescente, de forma que convierte la corriente alterna entrante a la tensión de corriente continua adecuada.

- Lámpara de vapor de sodio a alta presión (SAP)

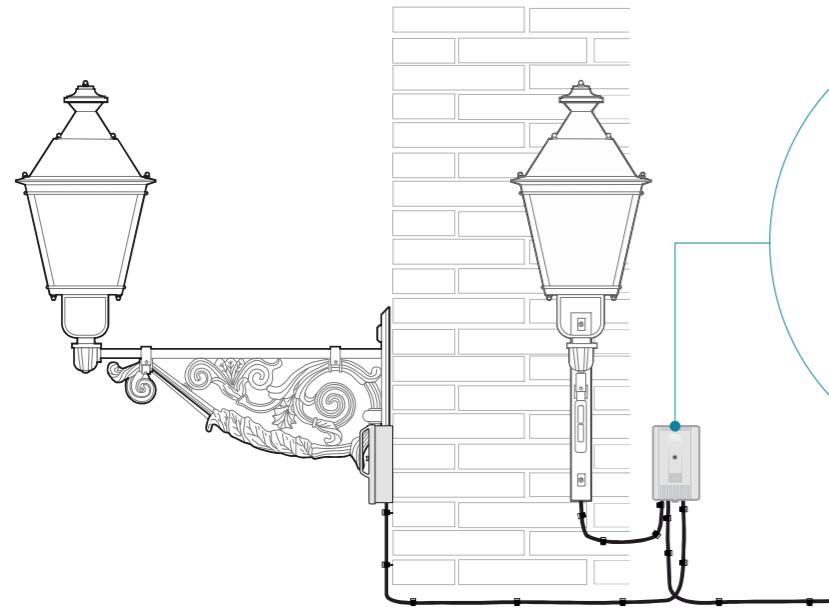
Es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz. Son una de las fuentes de iluminación actuales más eficientes y la más utilizada en nuestro municipio, ya que proporcionan gran cantidad de lúmenes por vatios. El color de la luz que producen es amarillo brillante.

El foco de vapor de sodio está compuesto por un tubo de descarga de cerámica translúcida que soporta la alta corrosión del sodio y las altas temperaturas que se generan. Al necesitar de una tensión muy elevada para su arranque, se requiere de un balasto y un arrancador o ignitor con dos electrodos que generan la chispa para encender el vapor de sodio, generalmente también se le agrega un capacitor cuya función es únicamente corregir el factor de potencia de la lámpara...

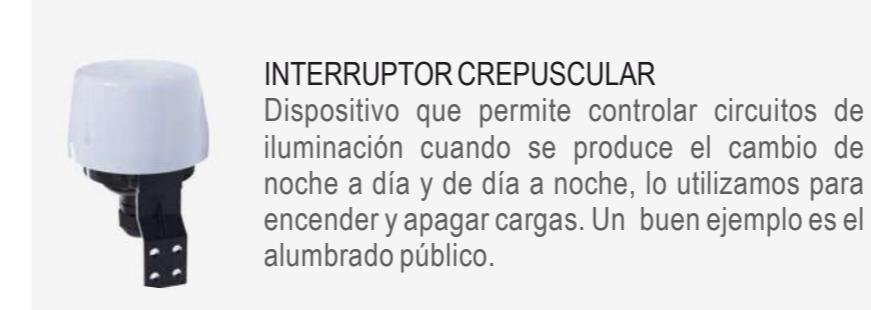
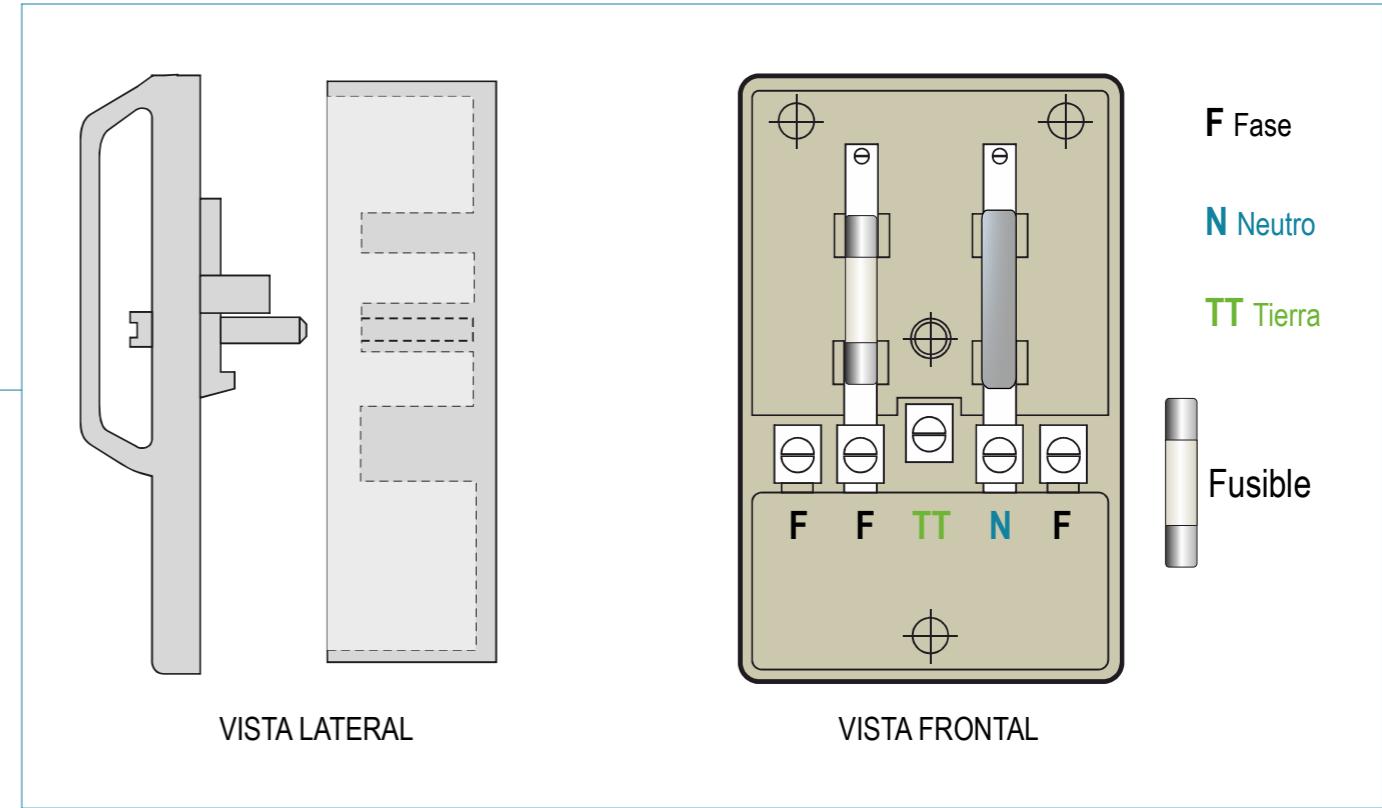


RECONOCIMIENTO DEL MATERIAL ELÉCTRICO

En el caso de puntos de luz anclados a las fachadas, la caja de derivación nos la encontraremos lo más cerca posible a la base del anclaje.



CAJA DE CONEXIÓN Y PROTECCIÓN PARA FACHADAS (báculo y candelabro)



INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOS EDIFICIOS

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS EDIFICIOS



1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Tipos de Suministro
- 1.2. Sistemas de Distribución

2. ACOMETIDA

3. INSTALACIÓN DE ENLACE

- 3.1. Caja General de Protección
 - 3.1.1 Tipos de CGP
 - 3.1.2 Cajas de Protección y Medida (CPM)
- 3.2. Línea General de Alimentación
- 3.3. Contadores Eléctricos y Derivación Individual
 - 3.3.1 Formas de colocación
 - 3.3.2 Centralización de Contadores y Derivación Individual
- 3.4. Dispositivos Generales de Mando y Protección
- 3.5. Grado de electrificación y previsión de potencia en viviendas
- 3.6. Reconocimiento del material eléctrico

4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS ADICIONALES

- 4.1. Instalaciones Fotovoltaicas
 - 4.1.1 Elementos de una instalación fotovoltaica

Última modificación 09/2025

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS EDIFICIOS

1. INTRODUCCIÓN

Una vez que hemos estudiado las infraestructuras eléctricas que componen la Red de Transporte y Distribución, y antes de pasar a ver las instalaciones de los edificios, es importante conocer y definir los siguientes conceptos recogidos por el REBT:

Conductor activo: se consideran como conductores activos en toda la instalación los destinados normalmente a la transmisión de energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna y a los conductores polares y al compensador en corriente continua.

Conductor neutro: conductor conectado al punto de una red y capaz de contribuir al transporte de energía eléctrica.

Conductor de protección: conductor requerido en ciertas medidas de protección contra choques eléctricos y que conecta masas, elementos conductores, bornes de tierra, tomas de tierra o puntos de la fuente de alimentación unida a tierra o a un neutro artificial.

Masa: conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas. Las masas comprenden normalmente:

- Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional, susceptibles de ser puestas en tensión debido a un defecto del aislamiento funcional o de los sistemas de fijación y de protección.
- Las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de Clase II (que incluyen un doble aislamiento o aislamiento reforzado), las armaduras metálicas de los cables y las conducciones metálicas de agua, gas, etc...
- Los elementos metálicos en conexión eléctrica o en contacto con las superficies exteriores de materiales eléctricos, que estén separadas de las partes activas por aislamientos funcionales, lleven o no, estas superficies exteriores, algún elemento metálico.

Por tanto son masas: las piezas metálicas que forman parte de las canalizaciones eléctricas, los soportes de aparatos eléctricos con aislamiento funcional y las piezas colocadas en contacto con la envoltura de estos aparatos.

Por extensión, también conviene considerar como masas todo objeto metálico situado en la proximidad de partes activas no aisladas que pueda, de forma accidental, entrar en contacto con estas partes activas. (p.ej. rotura de un conductor, desprendimiento de un terminal de conexión, etc.).

Conexión equipotencial: conexión eléctrica que pone al mismo potencial (o a potenciales prácticamente iguales) a las partes conductoras accesibles y elementos conductores. Un conductor equipotencial es un conductor de protección que asegura una conexión equipotencial.

Contacto directo: contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos.

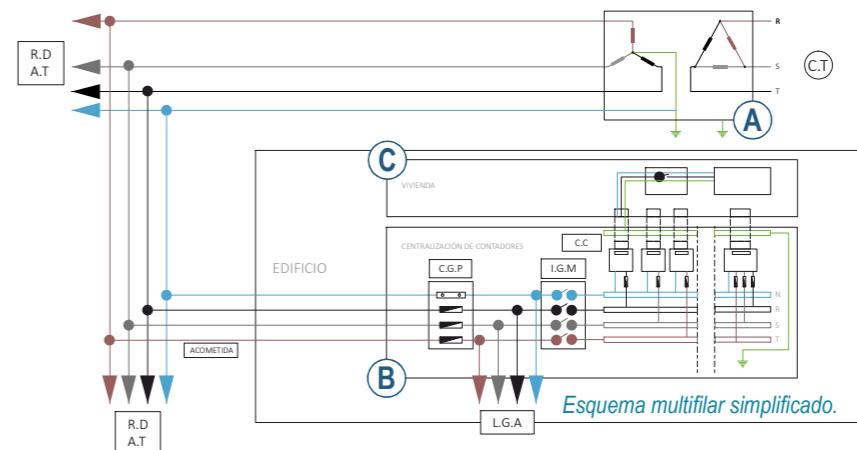
Contacto indirecto: contacto de personas o animales con partes no activas que accidentalmente han quedado bajo tensión.

NOTA: estas definiciones han sido ligeramente modificadas del texto original del REBT para facilitar su comprensión y lectura.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA

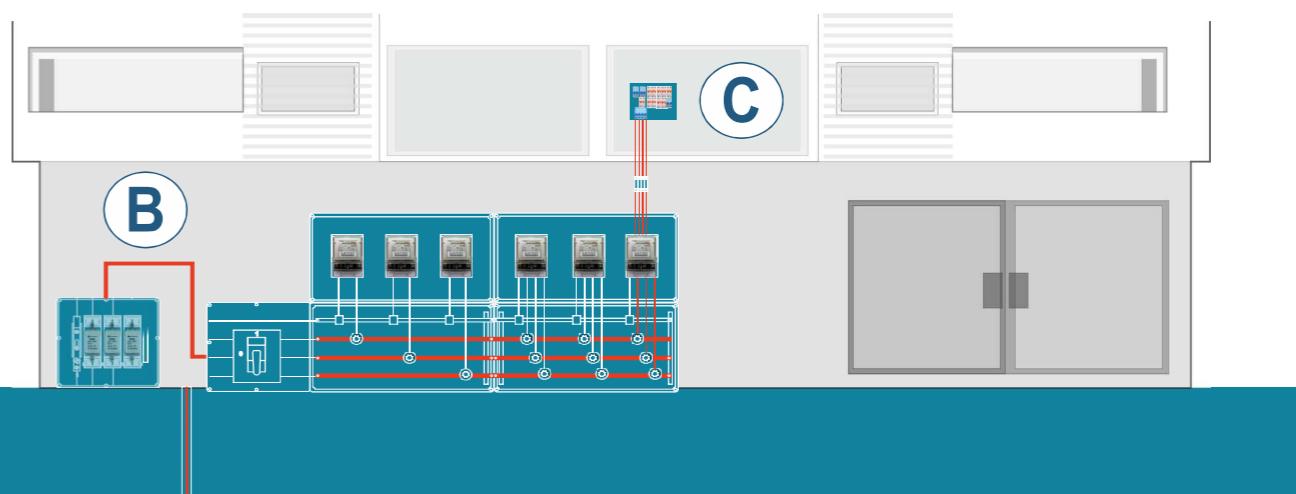
Se entiende por instalación eléctrica todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica. En este tema nos centraremos en las instalaciones eléctricas domiciliarias formadas por el conjunto de circuitos eléctricos que tienen como objetivo dotar de energía eléctrica a edificios de viviendas, incluyendo los equipos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes.



Como podemos ver en el esquema, toda instalación eléctrica que da servicio a edificios de viviendas o locales está formada por tres partes diferenciadas: la acometida, la instalación de enlace y la instalación interior o receptora. Desde los CT nace la red de distribución en BT que suministra energía eléctrica a las acometidas de los edificios. Las acometidas (A) son la parte de la distribución que une la red con las instalaciones de cada edificio. Pertenecen a la compañía distribuidora, siendo esta la encargada de su correcto funcionamiento.

Una vez dentro de los límites de la propiedad nos encontramos la instalación de enlace (B), que une la caja o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario. Las IE se componen de: caja general de protección (CGP) , línea general de alimentación (LGA), elementos para la ubicación de contadores (CC), derivación individual (DI), caja para el interruptor de control de potencia (ICP) y dispositivos generales de mando y protección (DGMP).

Las instalaciones de enlace dan paso a la instalación receptora o instalación interior de la vivienda (C), la cual tiene como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica.



1.1. TIPOS DE SUMINISTRO

Según el artículo 10 del REBT, existen dos tipos de suministros clasificados en normales y complementarios.

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

Suministros complementarios o de seguridad son los que, a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal. Estos suministros podrán realizarse por dos empresas diferentes, por una única empresa o por el usuario mediante medios de producción propios. Se considera suministro complementario aquel que, aun partiendo del mismo transformador, dispone de línea de distribución independiente a la del suministro normal. Se clasifican en:

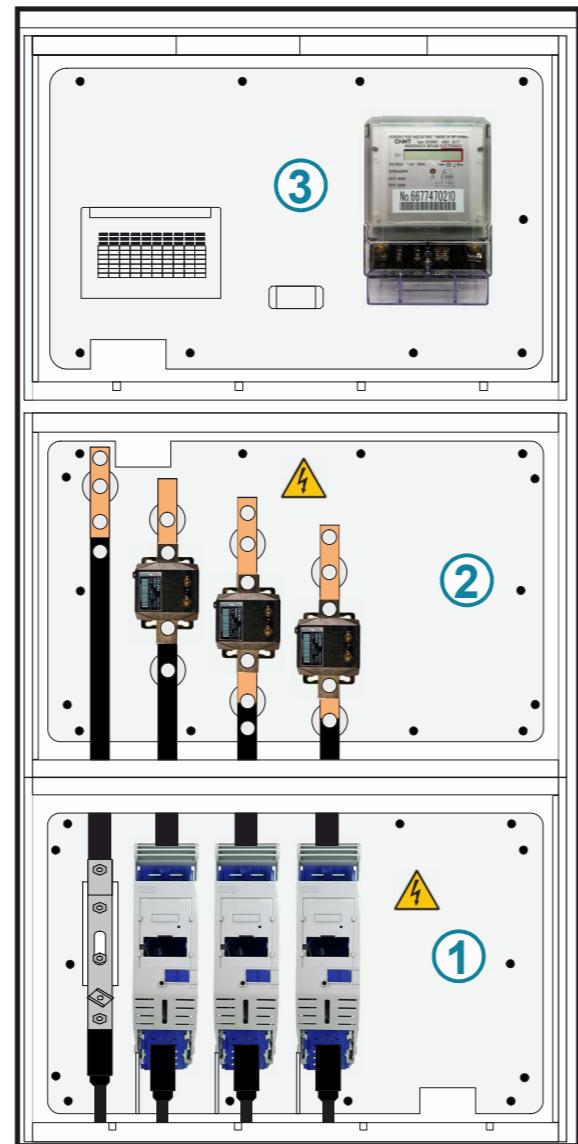
1. [Suministro de socorro](#) es el que está limitado a una potencia receptora mínima equivalente al 15% del total contratado para el suministro normal.
2. [Suministro de reserva](#) es el dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una potencia mínima del 25% de la potencia total contratada para el suministro normal.
3. [Suministro duplicado](#) es el que es capaz de mantener un servicio mayor del 50% de la potencia total contratada para el suministro normal.

Ala mayoría de edificios les llega un suministro de energía eléctrica en BT, sin embargo podemos encontrarnos casos en los que por necesidad de las instalaciones, actividades que se realicen en ellos o debido a las dimensiones del edificio, se demandan potencias que sobrepasan las capacidades de la BT por lo que el suministro debe ser en AT.

Hay muchos grandes consumidores como edificios de pública concurrencia, centros comerciales, EGAs o naves industriales que necesitan suministros especiales de más de 100 kW, en estos casos la compañía proporciona una acometida de AT que alimenta un CT en el propio edificio o incluso varios CT que dan servicio a varias plantas dentro del mismo.

A los clientes con gran consumo pero con unas necesidades menores a 100 kW, la empresa está obligada a suministrarles en BT, normalmente con una línea proveniente del CT exclusiva para su suministro.

En lugar de las CGP habituales, en estos casos nos encontraremos con un armario de 3 cuerpos con módulos en los que se instalarán de abajo a arriba los fusibles (1), los transformadores de intensidad (2) y el aparato de medida respectivamente (3).



1.2. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Las compañías de distribución de electricidad en BT están obligadas a suministrar una corriente alterna con una frecuencia de 50 Hz y una tensión nominal de 230V, pero esta energía se puede distribuir a los consumidores en dos sistemas de tensiones actualmente en funcionamiento simultáneo: el B1 y el B2. La tensión nominal de cada sistema se designa en función de su tensión simple (medida entre fase y neutro) y su tensión compuesta (medida entre fases):

Sistema B1 (220/127 V) Tensión simple 220 V F-N

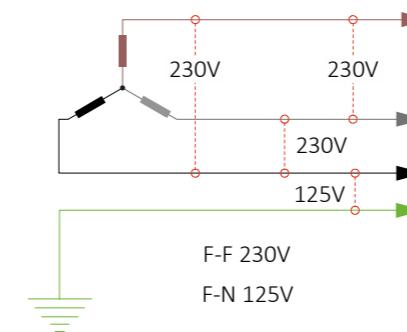
Sistema B2 (400/230 V) Tensión compuesta 400 V F-F-F

En los años 50 los receptores monofásicos funcionaban a una tensión de 125-127 V y los trifásicos a 220 V. La potencia a suministrar era muy reducida entonces, por lo que se utilizaba de manera satisfactoria el sistema trifásico de tres conductores B1 (220/127 V). Con los años, la demanda de potencia ha ido aumentando y ha sido necesario desarrollar el sistema trifásico de cuatro conductores B2 que inicialmente suministraba energía eléctrica a 380/220 V. Más tarde, por cuestiones de unificación con el resto de la UE y por imposición del REBT del 2002, se estableció para el sistema B2 los valores modernos de tensión en 400/230 V.

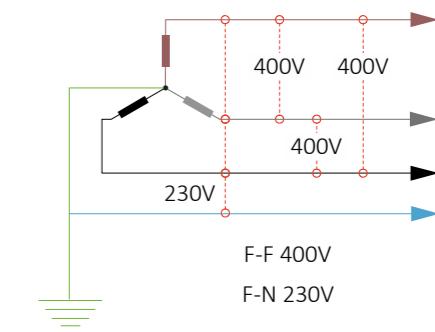
Los sistemas de distribución antiguos producen y suministran energía eléctrica con 3 conductores mientras que la reglamentación moderna exige la construcción de nuevas líneas de distribución de BT con conductor neutro desde los CT en un sistema B2. Actualmente conviven ambos sistemas de tensión aunque la tendencia es unificar, de forma gradual, todas las redes al sistema moderno.

Por lo tanto, cada vez son menos las redes de BT que se mantienen en B1. En algunas zonas donde ya se ha modificado el sistema de la red de distribución aún quedan suministros en B1. Una solución para estos edificios es la instalación de **autotransformadores** de BT para convertir la tensión en su acometida manteniendo la instalación interior adecuada al sistema antiguo. Un método más sencillo es el de cambiar una de las fases de la instalación por el neutro que viene de la red de distribución, de esta manera los aparatos seguirán funcionando a 230V y no será necesaria ninguna instalación adicional. A día de hoy la mayoría de las instalaciones funcionan con 230V, si un cliente al que le llega B1 solicita 230 V se le alimenta desde dos fases, si por el contrario, por la razón que sea, necesita de una tensión de 400V se le monta un autotransformador que aumenta la tensión de la línea a 400 V en la CC. Un sistema u otro depende de cómo esté diseñado el circuito secundario del transformador del CT.

R. TRIFÁSICA 3 conductores



R. TRIFÁSICA 4 conductores

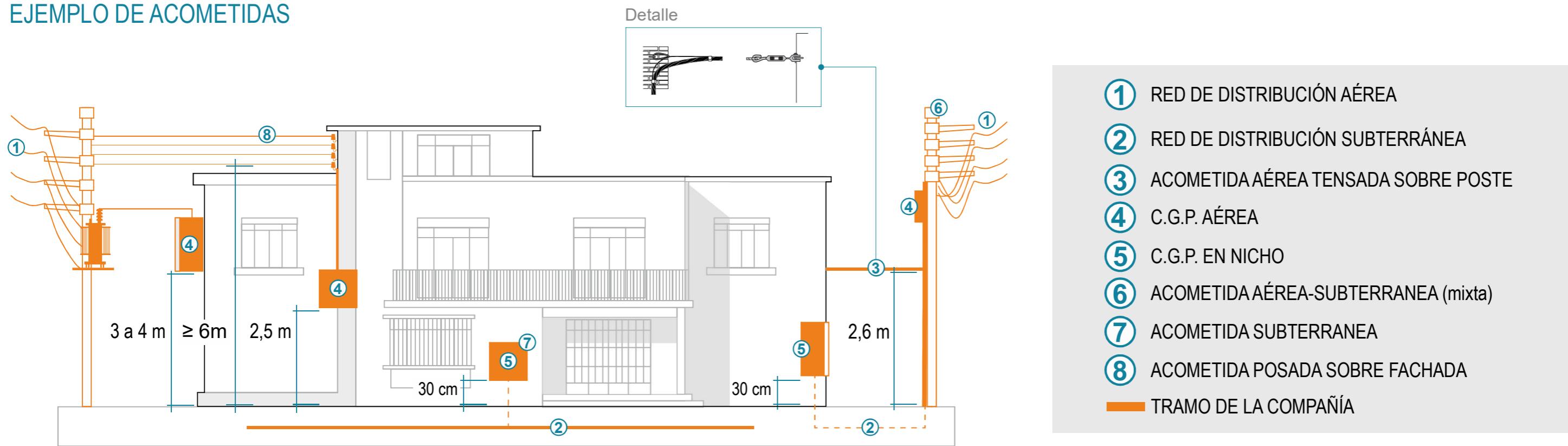


2. ACOMETIDA

El REBT define la acometida, en su ITC-BT-11, como la parte de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección (CGP) sin incluirlas. La acometida es el final de la red eléctrica de distribución. En general se dispondrá de una sola acometida por finca o edificio, excepto en suministros complementarios o si la potencia requerida es elevada. Podrán ser acometidas monofásicas (hasta 14.490 kW) o trifásicas para edificios con muchos puntos de consumo o aparatos que así lo requieran, como por ejemplo ascensores o bombas.

Atendiendo a su trazado, al sistema de la instalación y a las características de la red podrán ser: **aéreas** (posada sobre fachada o tensada sobre poste), **subterráneas** (con entrada y salida o en derivación desde la red de distribución) o **mixtas aero-subterráneas**.

EJEMPLO DE ACOMETIDAS



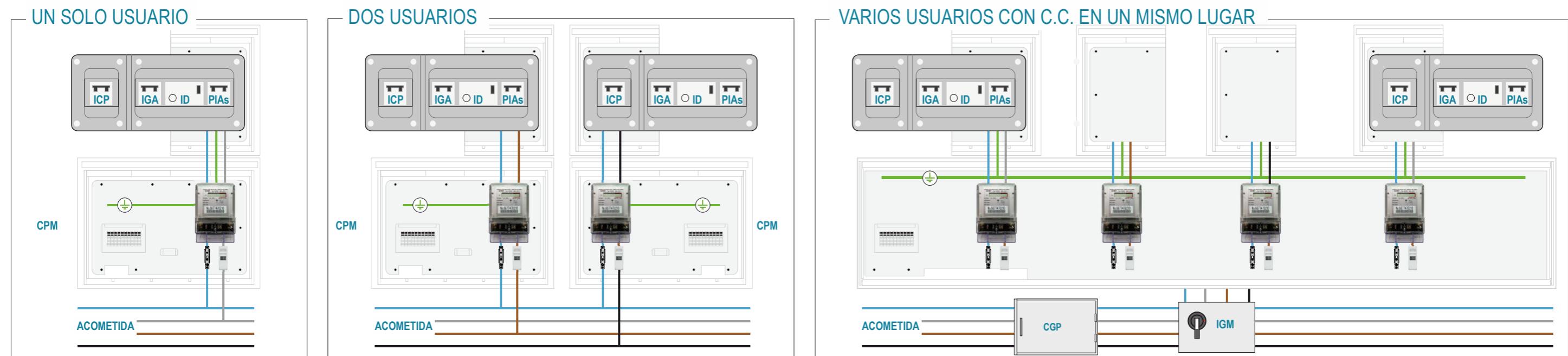
3. INSTALACIÓN DE ENLACE (IE)

La red de distribución termina en la **Caja General de Protección (CGP)** o en la **Caja de Protección y Medida (CPM)** (cuando se trata de uno o dos usuarios), punto de partida de la instalación de enlace. Las **instalaciones de enlace** unen la CGP con las instalaciones interiores o receptoras de cada usuario. Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los **Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)**. Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común, siendo propiedad del usuario, que responderá de su conservación y mantenimiento.

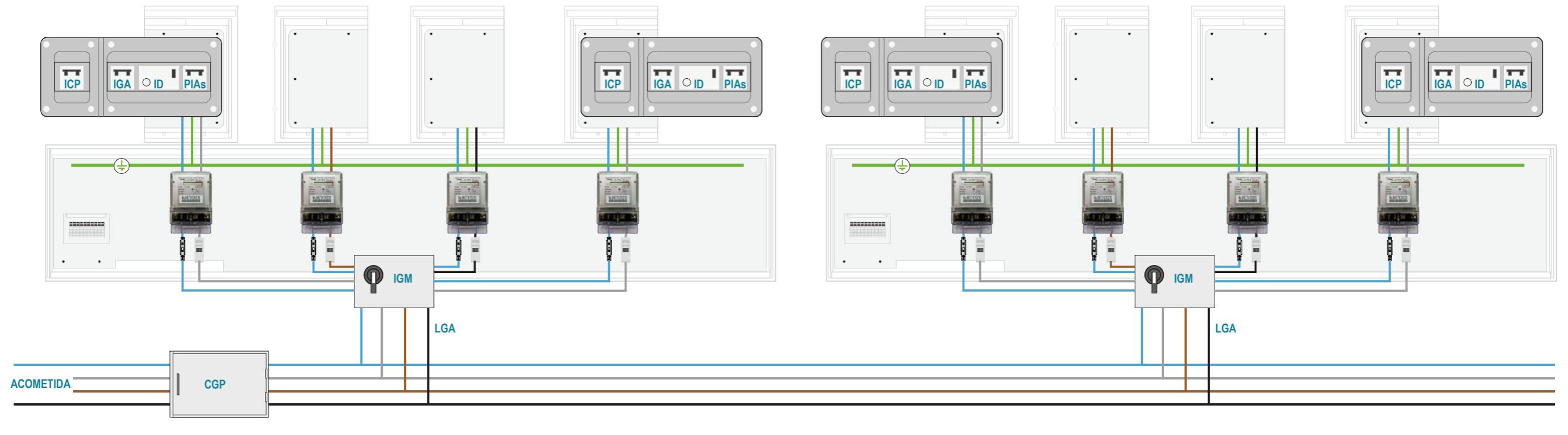
- Caja General de Protección (CGP).
- Línea General de Alimentación (LGA).
- Centralización de Contadores (CC).
 - Interruptor General de Maniobra (IGM).
 - Embarrado General y Fusibles.
 - Contadores.
 - Embarrado de protección.

- Derivación Individual (DI).
- Caja para el Interruptor de Control de potencia (ICP).
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP).
 - Interruptor General Automático (IGA).
 - Interruptor Diferencial (ID).
 - Pequeños Interruptores Automáticos (PIAs).

PARTES CONSTITUYENTES DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE



VARIOS USUARIOS CON C.C. EN MÁS DE UN LUGAR



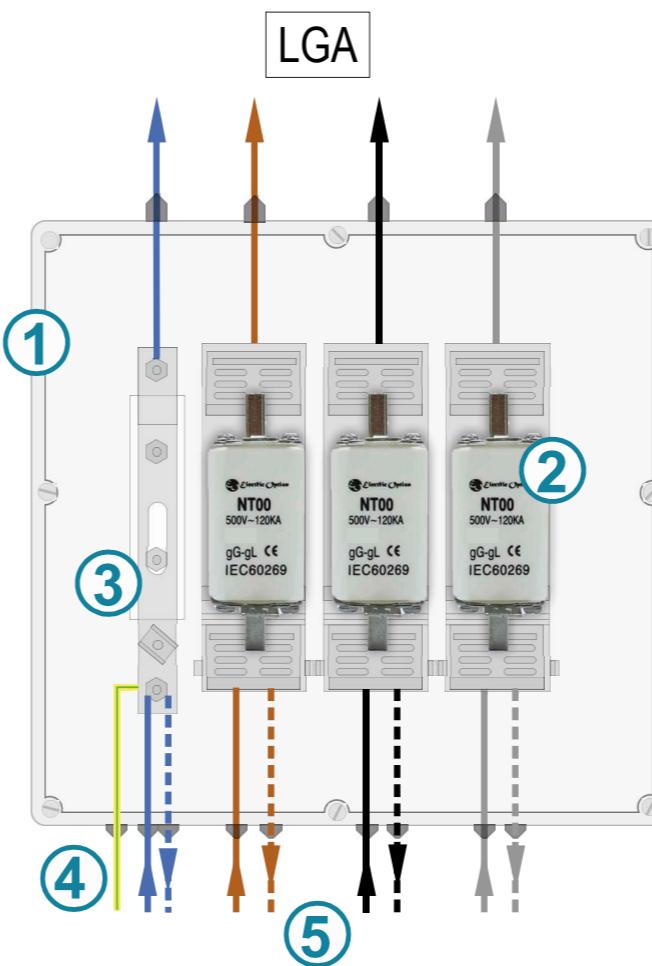
3.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13)

Las **Cajas Generales de Protección** o CGP (1) son el primer elemento de la instalación de enlace. Alojan en su interior los elementos de protección (fusibles) de las LGA y señalan el principio de la propiedad de los usuarios.

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios o en los límites de la parcela, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la compañía suministradora. En el caso de edificios que alberguen en su interior un CT para distribución en BT, los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho centro podrán utilizarse como protección de la LGA, desempeñando la función de CGP. En este caso, la propiedad y el mantenimiento de los elementos de protección serán de la empresa suministradora.

Dentro de la CGP se instalarán cortacircuitos fusibles (2) para proteger todas las fases. Nos podremos encontrar fusibles de cuchilla al desnudo o, en el caso de instalaciones más modernas, en el interior de un portafusibles tipo BUC (Base Unipolar Cerrada) con dispositivo de extinción de arco que lo disipa al realizar la maniobra de apertura del circuito. El neutro contará con una conexión amovible (3) generalmente situado a la izquierda de las fases. Esta pletina del neutro podrá disponer de un borne de conexión para puesta a tierra (4) si procede.

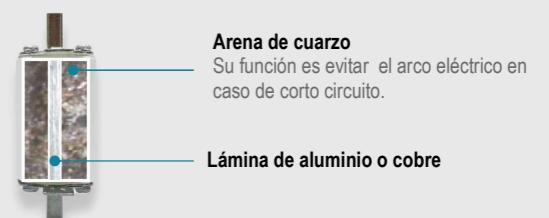
Las CGP se conectan en paralelo a la red de distribución, dependiendo del lugar en donde se haga esa conexión podemos encontrarnos dos sistemas de alimentación de las CGP: en **derivación** y en **entrada-salida**. En el primer caso, la CGP es alimentada únicamente por cuatro cables (R,S,T y N) provenientes de una arqueta cercana o una red aérea donde se realiza la derivación desde la línea de BT a través de un manguito de conexión. En el segundo caso, la conexión de la CGP a la distribución se produce en la propia caja. En las CGP en entrada y salida existen cuatro cables que las alimentan (5) y otros cuatro que salen de la misma para continuar aguas abajo de la red de distribución. **L1-L2-L3-N**.



DETALLE

FUSIBLE DE CUCHILLA

Los fusibles de cuchilla están compuestos en su interior por, lámina interior de cobre o aluminio y arena de cuarzo.



PORTAFUSIBLES

Se trata de un dispositivo encargado de salvaguardar en su interior el fusible. Concretamente es el dispositivo encargado de proteger los demás componentes contra sobrecargas.



3.1.1. TIPOS DE CGP

Podemos clasificar las CGP según el tipo de acometida que tenga el edificio (áerea o subterránea) o según el número de usuarios al que dan servicio (monofásicas, trifásicas, BTP o BTV y las CPM).

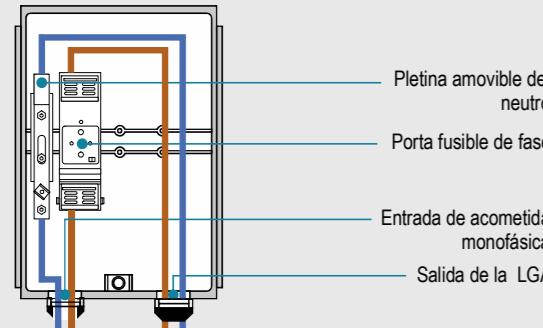
SEGÚN SU ACOMETIDA

① Acometida aérea:

Cuando la acometida sea aérea podrá instalarse en montaje superficial a una altura sobre el suelo comprendida entre 3 m y 4 m. Suelen ser cajas en derivación desde la red aérea. Cuando se trate de una zona en la que esté previsto el paso de la red aérea a red subterránea, la CGP se situará como si se tratase de una acometida subterránea.

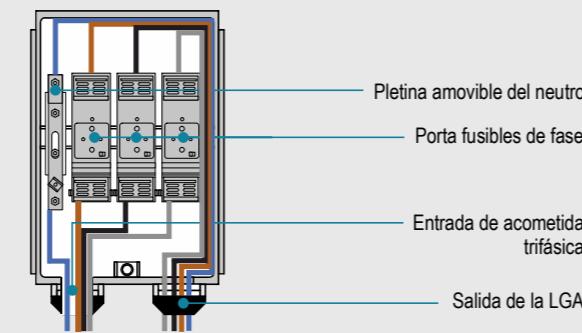
CGP monofásica aérea

La entrada de la acometida y salida de la LGA se realizan por la parte inferior de la CGP, y estará compuesta por fase y neutro.



CGP trifásica aérea

La entrada de la acometida y salida de la LGA se realizan por la parte inferior de la CGP, y estará compuesta por tres fases y neutro.

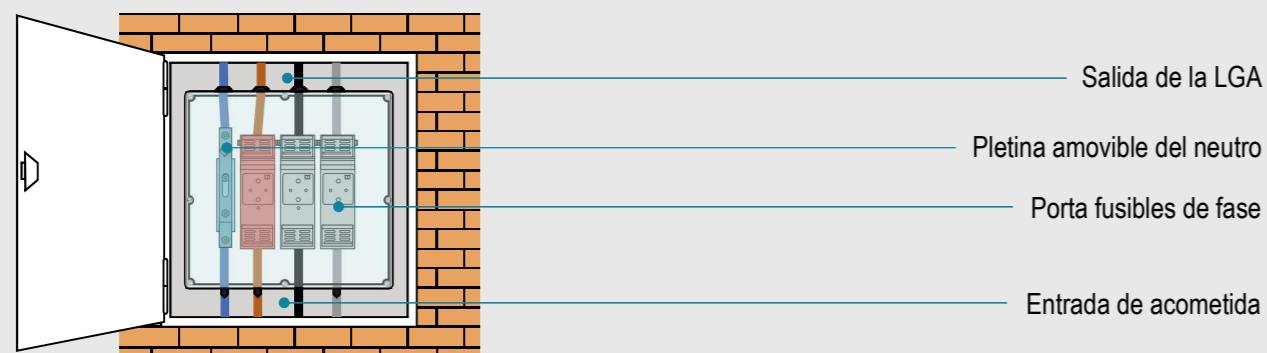


② Acometida subterránea:

La entrada de la acometida se realiza por la parte inferior de la CGP y la salida de la LGA se realiza por la parte superior de la misma. En acometidas subterráneas, la CGP obligatoriamente deberá ir ubicada en un nicho.

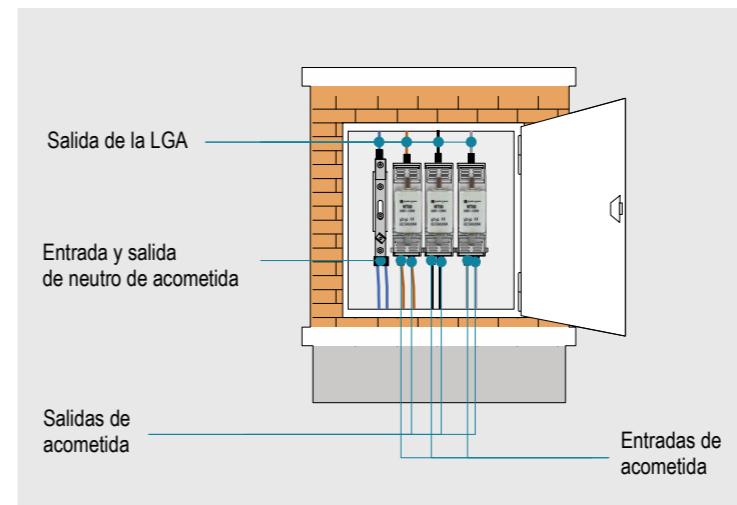
NOTA: En algunas CGP nos encontramos dos cables que llegan a la placa amovible del neutro. Esto es para asegurar la continuidad del neutro. Uno de los cables viene del cuadro de BT del CT, y el otro va directamente a una pica a tierra para absorber los desequilibrios de la red en caso de que el N de la red de distribución falle.

TRIFÁSICA ENCASTRADA EN NICHO

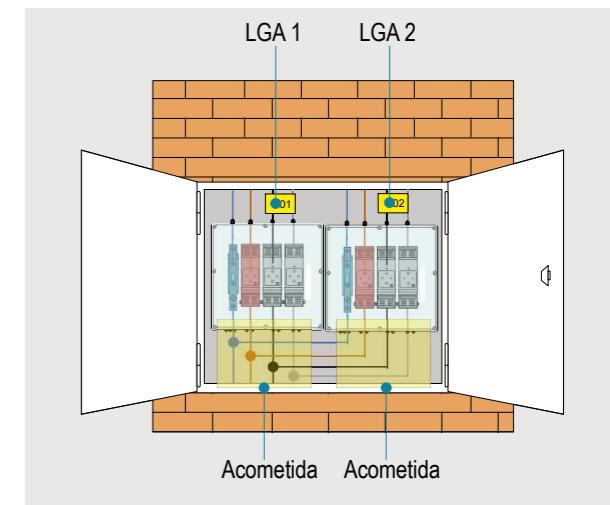


SEGÚN EL NÚMERO DE USUARIOS QUE ALIMENTA

③ Individuales o aisladas.



② Dobles.



No se alojarán más de dos CGP en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada LGA.



④ Armarios de medida.

Múltiples

Cuando para un suministro se precisen más de dos cajas, podrán utilizarse otras soluciones técnicas como por ejemplo el uso de una **Base Tripolar Equivalente (BTP)** o una **Base Tripolar Equivalente Vertical (BTV)**.

Muy utilizadas en España durante la época del boom de la construcción para reducir espacios, a día de hoy hay algunas compañías que tienen prohibida su instalación por motivos de prevención, ya que en muy poco espacio y con muy fácil acceso se concentra una carga muy elevada con distintas líneas provenientes de los CT.

3.1.2. CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

Para el caso de suministros de uno o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar, al no existir prácticamente LGA o considerarse esta inexistente debido a su corta longitud, podrá simplificarse la instalación colocando un único elemento que haga las veces de CGP y de equipo de medida, este elemento se denomina Caja de Protección y Medida o CPM. Son fácilmente reconocibles por disponer de un contador en su interior. En las CGPM el fusible de la caja puede hacer las funciones de fusible de derivación o fusible de seguridad de la DI.

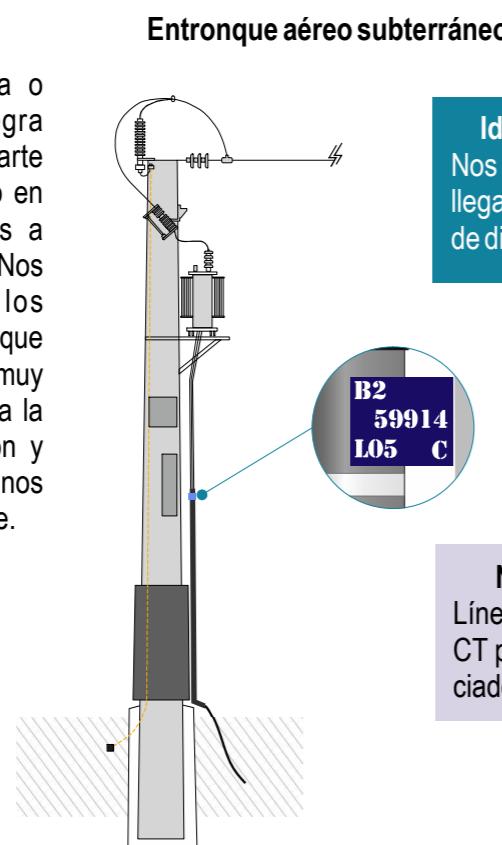


ETIQUETA INFORMATIVA

Se trata de una pegatina o etiqueta de color azul o negra alojada normalmente en la parte interna de la tapa de la CGP o en transiciones de líneas aéreas a subterránea de BT, o viceversa. Nos da información acerca de los conductores eléctricos sobre la que está colocada y puede resultar muy útil de cara a una intervención a la hora de identificar la instalación y comunicar la información que nos aporta a la compañía responsable.

Es una etiqueta obligatoria.

B1
09914
L00 a



Entronque aéreo subterráneo

Identificación de suministro
Nos indica el valor de tensión que le llega a ese edificio según el sistema de distribución de la zona (B1 o B2).

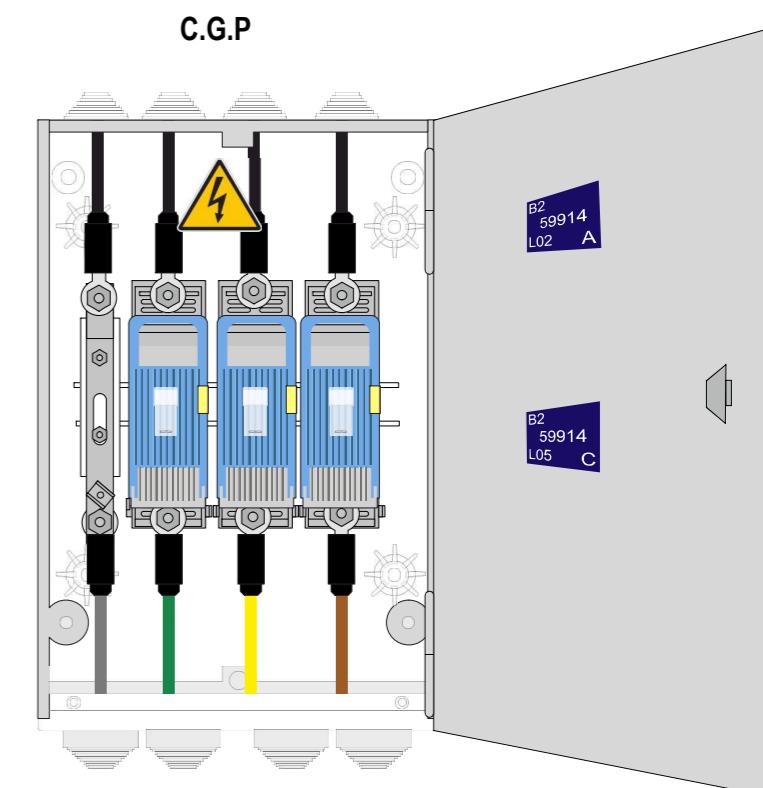
B2
59914
L02 A

Número de CT
Por el que se identifica el CT que alimenta la CGP.

Número de Línea
Línea de BT que sale del CT previamente referenciado.

B2
59914
L05 C

Letra A o C
Se trata de dos letras que nos indican si la línea a la que se refieren está conectada a la CGP o, si por el contrario, se mantiene desconectada y en espera. La C de "Cerrada" nos señala que es esta la línea que alimenta a la CGP. En el caso de tener otra línea que acomete a esa CGP se señalará con la letra A de "Abierta", que nos indica que se trata de una línea a la espera.



3.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN 1

En la CGP nace la Línea General de Alimentación (LGA) que da servicio a la centralización de contadores (CC) de los edificios.

Su trazado será lo más corto y recto posible. De una misma LGA pueden hacerse derivaciones para distintas CC y de igual manera, en el caso de CC de grandes dimensiones, podrán existir varias líneas repartidoras que suministren energía a un grupo de contadores dentro de la centralización. Cada una de estas LGA contará con su IGM correspondiente para dejar sin tensión al grupo de contadores que alimenta.

Estarán constituidas por 4 conductores de cobre o aluminio, unipolares y aislados, sin obligatoriedad de seguir un código de colores

3.3. CONTADORES ELÉCTRICOS Y DERIVACIÓN INDIVIDUAL 2

Los contadores son los elementos destinados a la medida del consumo de energía eléctrica de cada abonado. Serán propiedad de la compañía distribuidora y podrán ir alojados en módulos, paneles o armarios desde los que nacen las derivaciones individuales (DI).

Cada derivación individual debe llevar en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad (A), con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalarán antes del contador y en cada uno de los hilos de fase o polares que van a este, tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Los cables serán de una sección mínima de 6 mm² y de una tensión asignada de 450/750 V. Aquí el REBT ya sí establece la obligatoriedad del uso de un código de colores: marrón, negro y gris para las fases y azul para el neutro. En caso de disponer de circuitos de mando y control para la aplicación de diferentes tarifas, se contará con un hilo de mando de color rojo y 1.5 mm² de sección mínima.

3.3.1. FORMAS DE COLOCACIÓN

El REBT establece dos posibilidades de colocación de los conjuntos de medida: de forma **individual** y de forma **concentrada**.

1 INDIVIDUAL

Esta disposición se utilizará únicamente para suministros a un único usuario independiente o a dos desde la misma alimentación. Se hará mediante el uso de una CPM de la que hemos hablado con anterioridad. En este caso los fusibles de seguridad coinciden con los generales de protección.

2 CONCENTRADOS

Se trata de la disposición obligatoria para instalaciones con más de 2 contadores. Nos la podemos encontrar en edificios de viviendas y locales comerciales, en edificios comerciales o en edificios destinados a una concentración de industrias.

Nos encontraremos tantos contadores como viviendas o locales haya, y como mínimo uno, normalmente trifásico, para las zonas comunes del edificio (ascensores, iluminación, grupo de presión...). Podremos localizar estas CC en función del número de contadores y plantas del edificio. En edificios de hasta 12 plantas se situarán en la PB, entresuelo o primer sótano. En edificios superiores a 12 plantas se podrá concentrar por plantas intermedias, comprendiendo cada CC los contadores de 6 o más plantas. A su vez, podrá hacerse una CC por plantas si en cada planta existiesen más de 16 contadores.

SITUACIÓN DE LA CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES (C.C.)

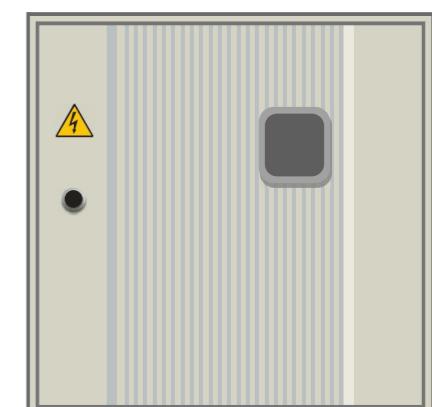
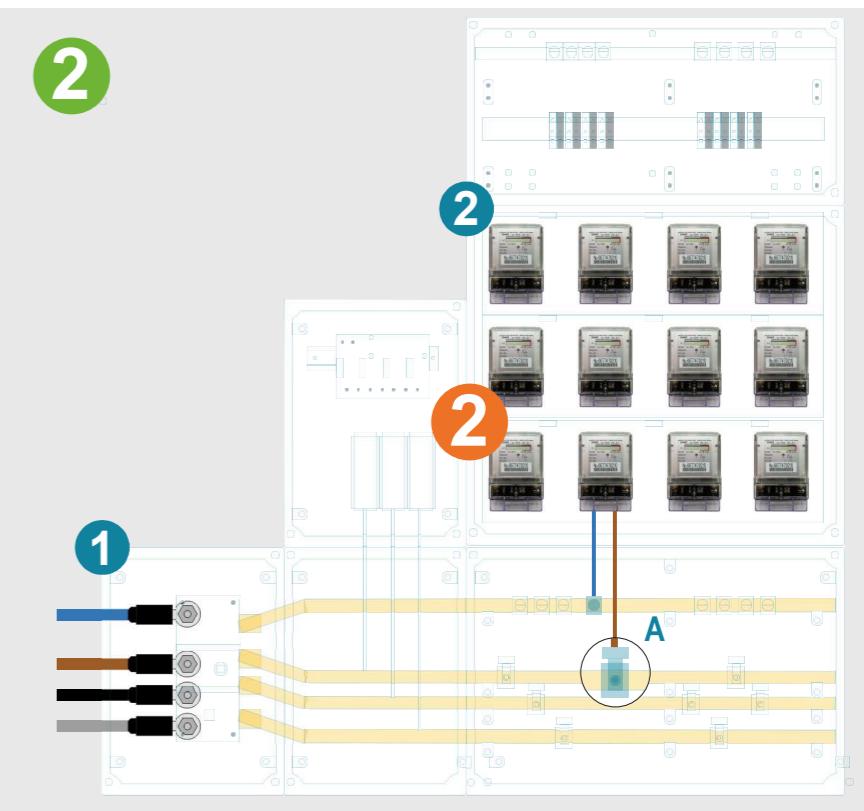
Según el número de contadores a instalar, la centralización se puede realizar en locales o en armarios.

1 LOCAL: en el caso de edificios de más de 16 contadores la centralización se hará obligatoriamente en un local destinado única y exclusivamente a ese fin. Se permitirá albergar en su interior, por necesidades de la compañía eléctrica, un equipo de comunicación y adquisición de datos para el control de suministros, así como el CGMP de las zonas comunes del edificio.

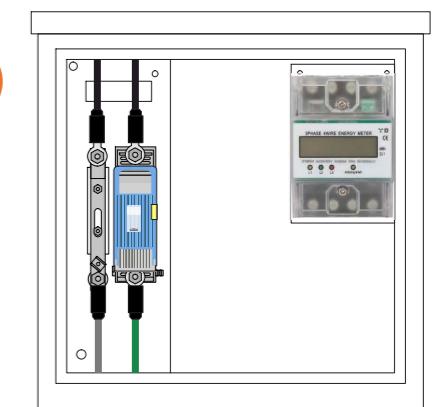
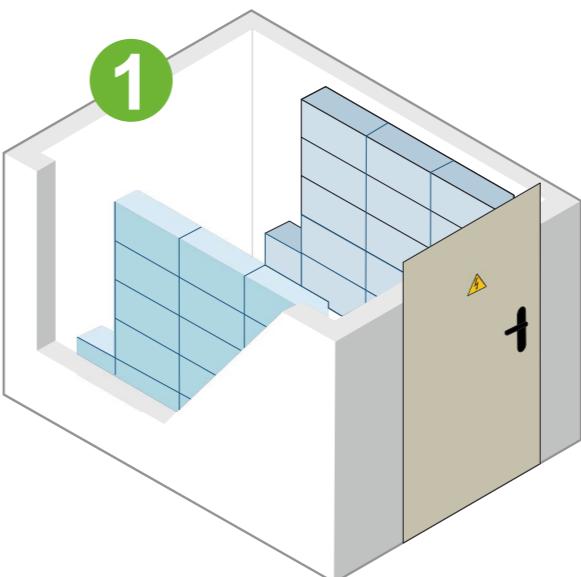
2 ARMARIO: si el número de contadores a centralizar es igual o inferior a 16, además de poderse instalar en un local de las características descritas anteriormente, la concentración podrá ubicarse en un armario destinado única y exclusivamente a este fin.

Estas CC estarán situadas en la PB, entresuelo o primer sótano del edificio (salvo cuando exista una centralización por plantas), en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales.

Las puertas de acceso abrirán hacia el exterior y estarán equipadas con un cerradura normalizada de la empresa distribuidora. A su vez, en el exterior del local o armario, y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B cuya instalación y mantenimiento correrá a cargo de la propiedad.



Puerta con visor de lectura

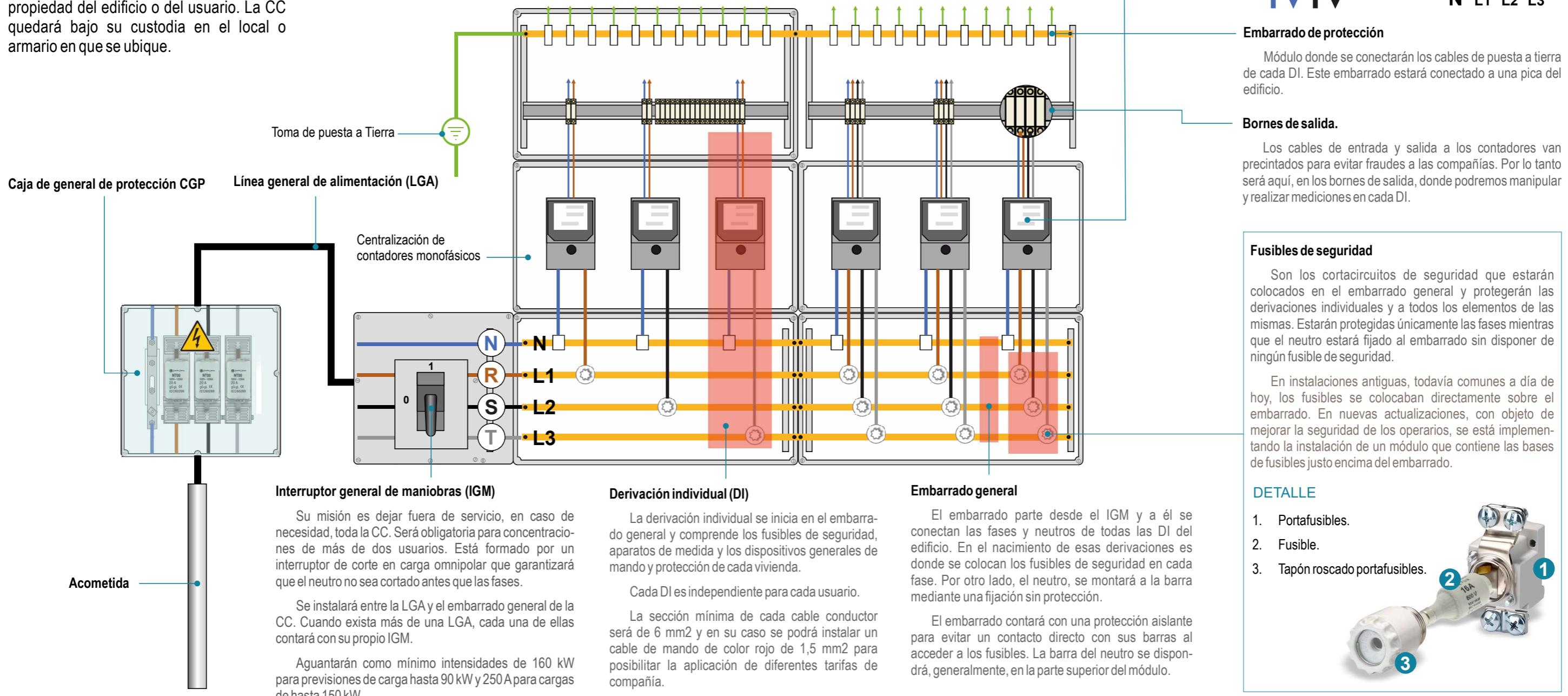


Interior de C.P.M individual

3.3.2. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES (C.C.) Y DERIVACIÓN INDIVIDUAL (D.I.)

Las centralizaciones de contadores están concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración. Cuando en los contadores existan envolventes, estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan toda manipulación interior a la vez que permiten una fácil y correcta identificación del suministro al que corresponden.

La responsabilidad del quebranto de los precintos y de la alteración de los elementos instalados será responsabilidad de la propiedad del edificio o del usuario. La CC quedará bajo su custodia en el local o armario en que se ubique.



3.4. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN

El Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), o cuadro de distribución, alberga los dispositivos generales de mando y protección de la instalación particular (IGA, ID y PIAs). Las dimensiones del CGMP dependerán del grado de electrificación y por lo tanto, del número de circuitos independientes, previsto para la vivienda o local. El CGMP es el último elemento de la instalación de enlace y da paso a la instalación receptora.

Estará ubicado lo más cerca posible de la puerta de entrada de la vivienda a una altura entre 1,4 y 2 m en viviendas y de 1 m en locales comerciales.

SEGURIDAD Y PROTECCIÓN ELÉCTRICAS

En las instalaciones domésticas existen elementos encargados de proteger tanto a la instalación y sus componentes como a los usuarios de la misma. Estos son:

- **Fusibles:** es un dispositivo de protección compuesto por un filamento de plomo que protege los conductores frente a cortocircuitos. Al superar cierta intensidad se calienta y el plomo se derrite abriendo el circuito y cortando el paso de corriente. Los encontraremos en las CGP y en las fases de las derivaciones individuales que parten de las centralizaciones de contadores.
- **Interruptores Diferenciales:** Son dispositivos electromagnéticos cuya principal función es interrumpir inmediatamente la corriente cuando detecta una fuga en el circuito. Se accionan cuando detecta una diferencia de corriente entre la entrada y la salida del circuito eléctrico.
- **Interruptores Automático Magnetotérmicos:** se trata de un dispositivo de protección automático que, al igual que los anteriores, está destinado a proteger los conductores frente a cortocircuitos y sobreintensidades.

Su **funcionamiento**, radica en dos efectos:

- **Efecto térmico:** se basa en el efecto Joule, en caso de existir sobreintensidades en la instalación se provocaría un aumento de la temperatura en una pieza formada por dos metales de naturaleza distinta soldados entre sí. Al someter esa pieza a una temperatura elevada uno de los metales se expande mientras que el otro permanece inalterable, provocando una deformación que dispara el interruptor.
- **Efecto electromagnético:** en caso de cortocircuito se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente eléctrica que genera un campo magnético dentro del aparato extremadamente grande. La fuerza electromagnética empuja el interruptor cortando la corriente al abrir el circuito.

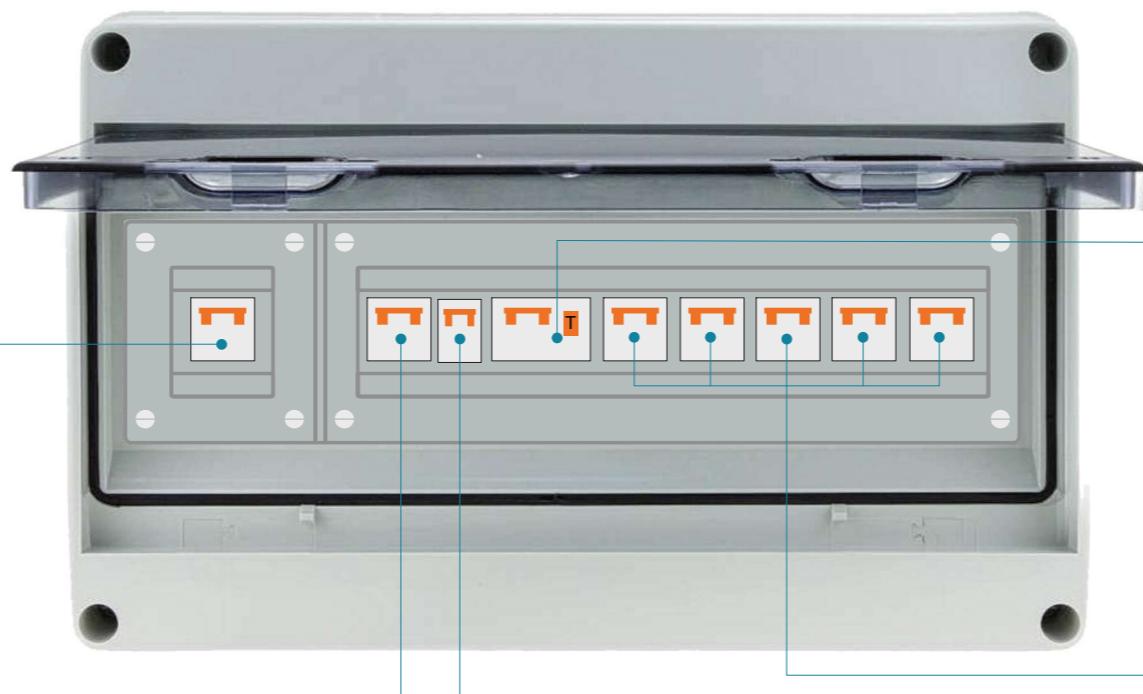
Existen 3 tipos de interruptores automáticos magnetotérmicos: los **ICP**, los **IGA** y los **PIA**.

I.C.P

Es un interruptor de control de potencia, normalmente de corte unipolar, que no se considera un elemento de protección sino que sirve para controlar la potencia demandada por la instalación en todo momento. Si la potencia demandada es superior a la contratada el ICP "salta" cortando el paso de corriente eléctrica.

La compañía instala al usuario un ICP según la potencia contratada, independientemente de que la instalación esté preparada para soportar mayor carga. Si por cualquier razón el usuario quisiese contratar más potencia la compañía únicamente tendría que sustituir el ICP.

Este interruptor se aloja en una caja aparte o compartimentada dentro del cuadro general de mando y protección, lo más cerca posible a la entrada de la ID en el local o vivienda. En los contadores electrónicos más modernos se sustituye el ICP por un amperímetro telecomandado.



IGA (Interruptor general automático)

Protege de sobrecargas y cortocircuitos a toda la instalación y sus receptores. Se trata de un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar con accionamiento manual (para rearms o cortes de corriente en caso de reparación). La intensidad nominal mínima de un IGA será 25A y tendrá un poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación (de 4.500 A como mínimo).

Es importante saber diferenciar entre la desconexión omnipolar y la protección omnipolar que tienen estos interruptores magnetotérmicos. En los IGA la protección podrá ser omnipolar o unipolar independientemente de la desconexión, que siempre será omnipolar (actuará sobre la fase y el neutro, o sobre ambas fases en sistemas B1).

ID (Interruptor diferencial)

Protege a las personas, animales y cosas de contactos indirectos y algún contacto directo. Son fácilmente identificables dentro de un CGMP por su botón de Test (T), el cual provoca una derivación para comprobar el correcto funcionamiento del ID.

La sensibilidad mínima de los ID en viviendas es de 30mA (ID de Alta Sensibilidad), esta es la intensidad de fuga que provoca el disparo y no se debe confundir con la intensidad nominal o de calibre (In), que es la máxima intensidad que soporta el interruptor diferencial.

El ID debe estar asociado a un IGA de forma que $In (ID) \geq In (IGA)$. El ID tiene que soportar más intensidad que el IGA para que, en caso de avería, esta sea detectada por el IGA antes que por el ID. Al ser más sensible cortará el paso de corriente a la instalación evitando que se nos queme el ID. Para su correcto funcionamiento es condición indispensable que corte el neutro, por lo que los diferenciales deberán ser siempre de corte omnipolar.

PIAs (pequeños interruptores automáticos)

Protegen cada uno de los circuitos interiores de la vivienda de forma independiente.

Limitador de sobretensiones

Es el elemento destinado a proteger la instalación contra sobretensiones transitorias o permanentes. Se instala en caso de necesidad entre IGA y el ID.

3.5. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE POTENCIA EN VIVIENDAS

Según el artículo 12 del REBT, antes de iniciar las obras, los titulares de edificaciones en proyecto de construcción deberán facilitar a la empresa suministradora toda la información necesaria para calcular las necesidades energéticas del edificio. Esto ayudará a las compañías a adecuar con antelación suficiente el crecimiento de sus redes y las previsiones de carga en sus CT, asegurando a los propietarios una acometida acorde a sus necesidades.

Para calcular la carga total correspondiente a un edificio de viviendas tendremos que sumar la carga de todas las viviendas, locales comerciales y servicios generales del edificio (iluminación de zonas comunes, garajes, ascensores, grupo de presión, etc.). En las viviendas se establecerán los **grados de electrificación básica y elevada** según la potencia mínima de consumo capaz de soportar por su instalación interior. El grado de electrificación dotará a cada vivienda de una potencia y un número mínimo de circuitos independientes para dar servicio a todos los aparatos eléctricos que se prevean usar en su interior.

En cualquier caso, la previsión de potencia se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida ésta por la intensidad del IGA colocado en su CGMP. Los IGA comercializados son los que determinan las potencias máximas dentro de cada grado de electrificación, siendo el de 63A el que marca la potencia máxima permitida para acometidas monofásicas. Es importante en este punto no confundir la función del ICP con la del IGA. El IGA protege a la instalación y establece una intensidad máxima de potencia que esta puede asumir y el ICP lo instalan las compañías suministradoras para poner límite al consumo instantáneo de la instalación aunque esta físicamente pueda soportar más potencia.

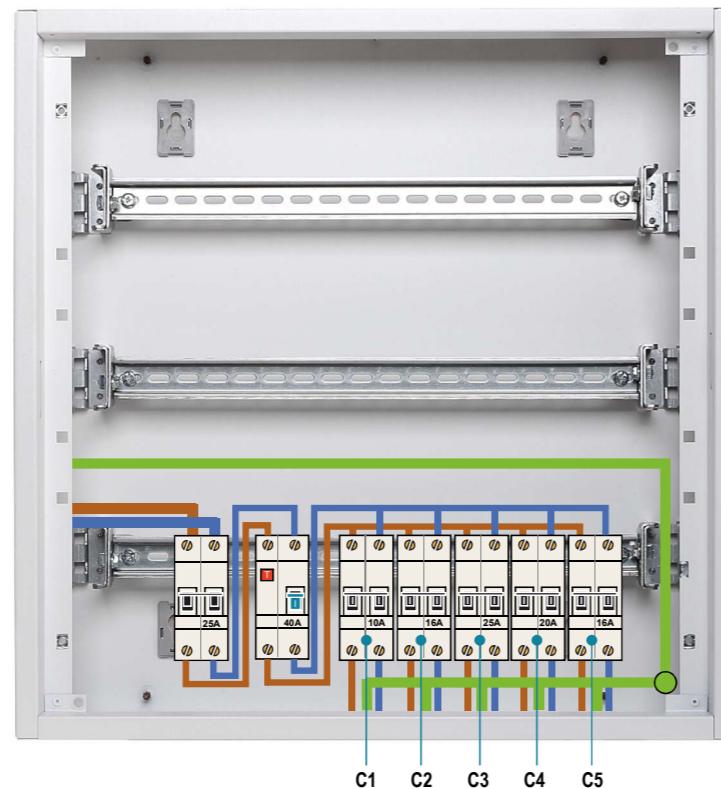
ELECTRIFICACIÓN BÁSICA

Se trata del grado de electrificación mínimo que se puede instalar en las viviendas. Cubre las necesidades de los aparatos electrodomésticos de uso común sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

Existen dos niveles dentro de la electrificación básica según el IGA instalado para proteger la instalación: el de 5750 W y el de 7360 W.

Con un IGA de 25A (el más pequeño en el mercado) a 230V se alcanza la previsión de potencia mínima de 5750 W que deben cumplir todas las viviendas. El siguiente nivel es el que establece un IGA de 32A que permite una potencia de 7360 W (230V x 32A) en nuestra instalación.

A la hora del montaje del cuadro se deberá instalar un diferencial por cada cinco circuitos.



CIRCUITO/INTENSIDAD	C-1 ALUMBRADO 10A	C-2 BASES 16A	C-COCINA/HORNO 25A	C-4 LAV-LVV-TERMO 20A	C-5 BASES BAÑO-COCINA 16A
SECCIÓN (FyN+T)	2X1,5+1,5 (mm ²)	2X2,5+2,5 (mm ²)	2X6+6 (mm ²)	2X4+4 (mm ²)	2X2,5+2,5 (mm ²)
MÁX. N° TOMAS	30	20	2	3	6

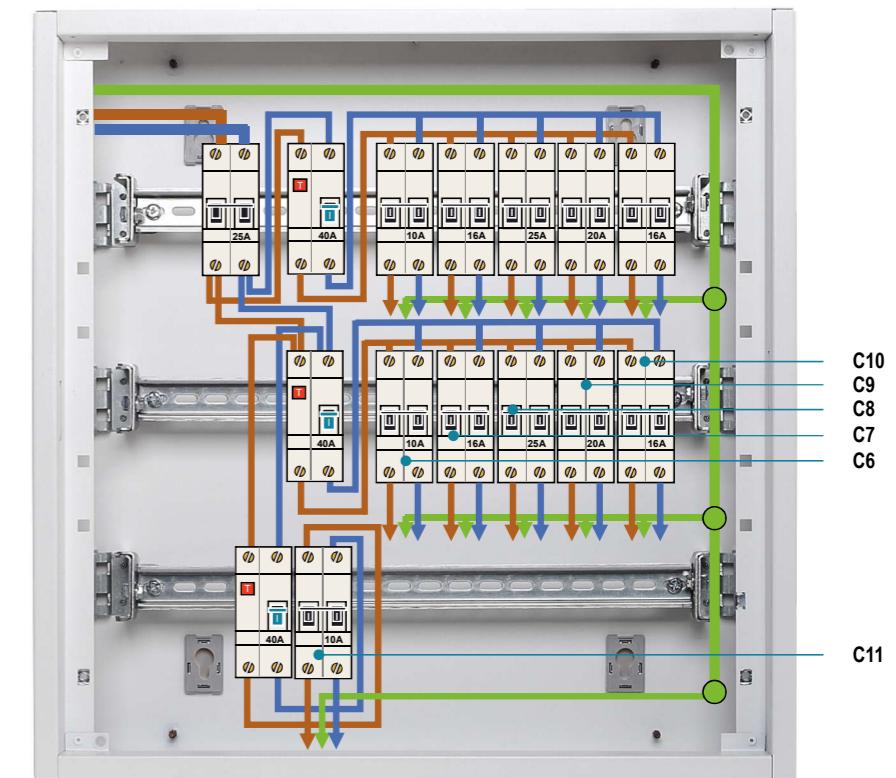
Con desdoblamiento del C-4:

CIRCUITO/INTENSIDAD	C-1 ALUMBRADO 10A	C-2 BASES 16A	C-3 COCINA-HORNO 25A	C-4a LAVADORA 16A	C-4b LAVAVAJILLAS 16A	C-4c TERMO 16A	C-5 BASES BAÑO-COCINA 16A
SECCIÓN (FyN+T)	2X1,5+1,5 (mm ²)	2X2,5+2,5 (mm ²)	2X6+6 (mm ²)	2X4+4 (mm ²)	2X4+4 (mm ²)	2X4+4 (mm ²)	2X2,5+2,5 (mm ²)
MÁX. N° TOMAS	30	20	2	1	1	1	6

ELECTRIFICACIÓN ELEVADA

Es la correspondiente a viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar más de un circuito de cualquiera de los de la electrificación básica. También se deberá dotar de un grado de electrificación elevada a viviendas con superficies útiles superiores a 160 m² o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica, aire acondicionado, secadora independiente, automatización (domótica), gestión técnica de energía y seguridad o instalaciones de recarga de vehículos eléctricos en viviendas unifamiliares.

En estos casos, además de los correspondientes a la electrificación básica, se deberán instalar circuitos adicionales correspondientes a la electrificación elevada y al igual que pasaba en la básica, con un interruptor diferencial por cada cinco circuitos instalados.



Se establecen tres modalidades de la electrificación elevada según su previsión de potencia y el IGA instalado:

- Previsión de potencia = 9.200 W (IGA de 40A)
- Previsión de potencia = 11.500 W (IGA de 50A)
- Previsión de potencia = 14.500 W (IGA de 63A)

Convirtiéndose esta última en el suministro de potencia máximo en sistemas monofásicos.

C12*: adicional a los circuitos C3/C4/C5.

C13: Circuito destinado a la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.

CIRCUITO/INTENSIDAD	C-6 ALUMBRADO 10A	C-7 BASES 16A	C8 CALEFACCIÓN 25A	C9 AIRE ACOND. 25A	C10 SECADORA 16A	C-12* BASES 20A	C-13 VEHICULOS ELÉCTRICO
SECCIÓN (FyN+T)	2X1,5+1,5 (mm ²)	2X2,5+2,5 (mm ²)	2X6+6 (mm ²)	2X4+4 (mm ²)	2X6+6 (mm ²)	2X2,5+2,5 (mm ²)	2X4+4 (mm ²)
MÁX. N° TOMAS	C-1>30 +30	C-2>20 +20				1	C-4>3 (+3) C-5>6 (+6)

3.6. RECONOCIMIENTO DEL MATERIAL ELÉCTRICO

GUARDA MOTOR

Interruptor magnetotérmico diseñado para proteger los motores eléctricos dando la posibilidad de arrancar y detener los mismos manualmente, proporcionan protección contra cortocircuitos, sobrecargas y fallos de fase.

FINAL DE CARRERA

Sensor electromecánico que detecta la posición de un elemento móvil mediante accionamiento mecánico. Sensor de contacto también conocido como interruptor de límite, situado al final de un recorrido, como por ejemplo una cinta transportadora o un ascensor, cuyo objetivo es parar el motor al llegar a una posición.

CLAVIJA 25A

Base de enchufe de empotrar en caja de mecanismos, (25A), de 2 polos + tierra, utilizada la instalación en circuito de vivienda C3, (horno vitrocerámica).

CONTADOR TRIFÁSICO

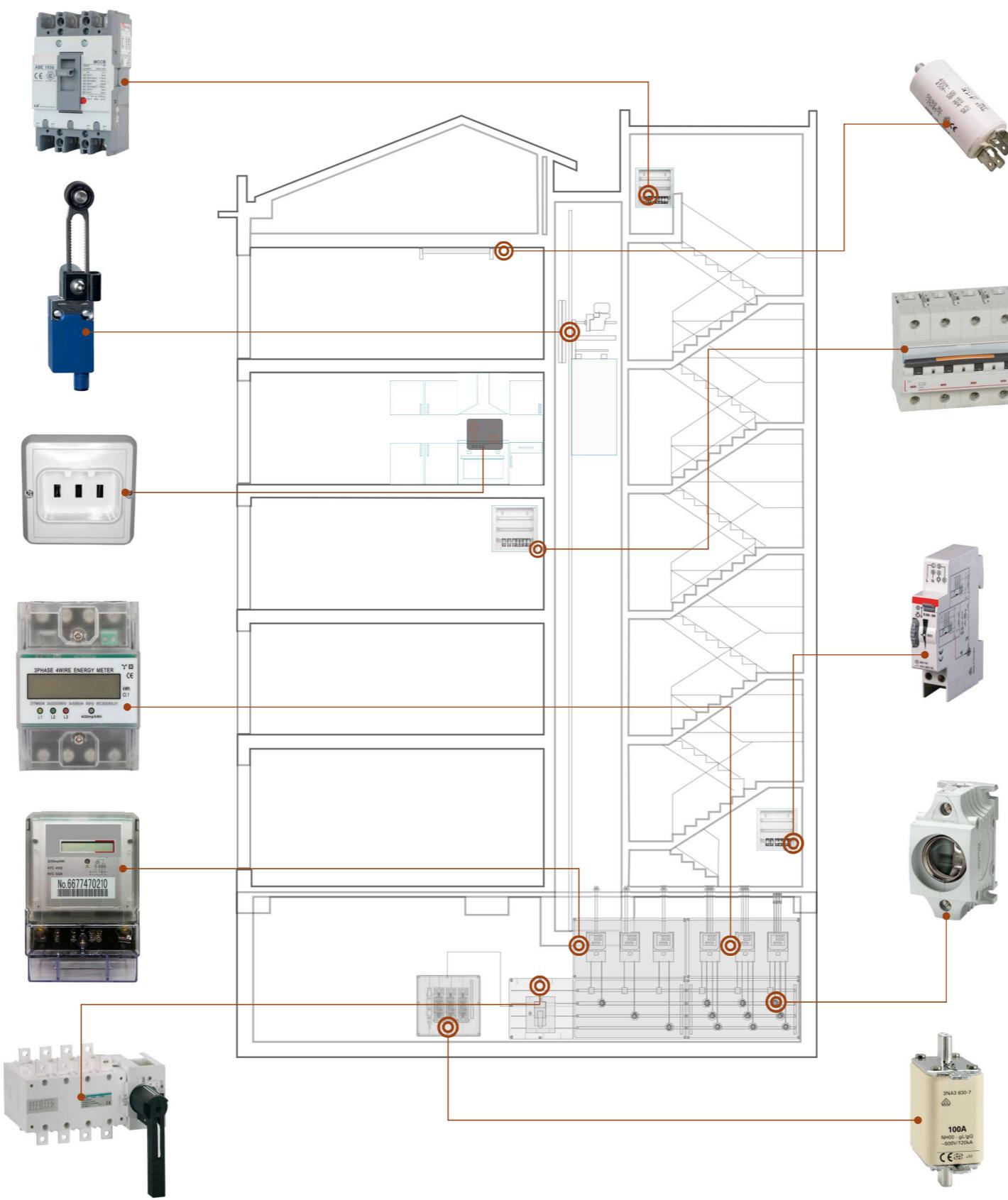
Aparato medidor trifásico utilizado para la medición de las conexiones trifásicas, (R, S, T, N/ L1, L2, L3, N) que alimentan potencias superiores a 6Kw y una tensión de 400/230V y dispone de 8 bornes de conexión.

CONTADOR MONOFÁSICO

Aparato de medida individual monofásico de dos hilos, (240V), que permite medir en KW/h. Se monta en un módulo de medida sobre mural. Dispone de 4 bornes de conexión.

IGM

Interruptor general de maniobra, colocado al final de la línea general de alimentación, (LGA). Dispositivo para dejar fuera de servicio cualquier centralización de contadores, de accionamiento manual y corte omnipolar. Es obligatorio a partir de 2 abonados. Tiene una intensidad nominal de 160 A, 250 A y 400 A, esta última de uso excepcional.



CONDENSADOR

Dispositivo pasivo que es capaz de almacenar energía para utilizarla en un campo eléctrico. Se conecta a una tensión eléctrica externa de voltaje, la corriente circula por el mismo y se carga de la misma tensión hasta que otro circuito utiliza esa tensión, como por ejemplo en circuitos de fluorescencia.

MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLEAR

Interruptor automático de 4 polos que se utiliza como dispositivo de protección de circuitos o aparatos receptores para cortar una sobretensión o cortocircuito. Combina protección térmica y magnética y cuenta con una maneta para la apertura manual del circuito.

AUTOMÁTICO DE ESCALERA

Mecanismo eléctrico que sirve para dotar de temporización al alumbrado de iluminación de cualquier estancia o espacio. Se actúa a través de elementos externos como pulsadores de la misma instalación.

BASE PORTAFUSIBLE

Portafusible seccional de 1 polo para fusibles cilíndricos con una intensidad máxima de 32A.

FUSIBLE DE CUCHILLA

Fusible de cartucho con unas cuchillas en cada extremo para establecer contacto y hacer que discorra por él la tensión. Hecho de un material conductor, el cual posee un punto de fusión bajo. Conectándolo a un circuito, permite interrumpir el paso de corriente en caso de sobretensión. Disponen de un testigo, (color rojo) que indica que está operativo.

4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS ADICIONALES

Lo visto en este tema hasta este punto es la generalidad de las instalaciones eléctricas de las viviendas convencionales, pero en la actualidad también nos podemos encontrar instalaciones modernas como las de apoyo solar o las de recarga de vehículos cuyo montaje está en aumento. A pesar de ser instalaciones nuevas que a día de hoy no generan problemas, su uso cada vez está más extendido en las ciudades y el día de mañana cuando ya no sean instalaciones recientes nos pueden llegar a generar situaciones en las que tengamos que intervenir como bomberos. Por esta razón, es importante que tengamos unas nociones básicas de los componentes y conozcamos el funcionamiento de estas instalaciones adicionales.

4.1. INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS (ITC- 53)

La energía solar fotovoltaica aprovecha la radiación solar mediante el efecto fotovoltaico o fotoeléctrico, que consiste en la capacidad que tienen determinados materiales de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica. Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante que puede producirse en instalaciones que van desde los pequeños generadores para autoconsumo hasta las grandes plantas fotovoltaicas. En este tema nos centraremos en los primeros, cuya instalación cada vez se hace más popular en las viviendas.

Las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo funcionan como una pequeña central de producción eléctrica que da servicio a una vivienda. Parte de la electricidad generada es consumida por el propio productor (el usuario de la vivienda) y la energía sobrante se vierte a la red. De la misma manera, cuando la unidad no es capaz de suministrar suficiente electricidad, el productor toma de la red la energía necesaria para cubrir su demanda. Por lo tanto, las viviendas dotadas con instalaciones fotovoltaicas también contarán con su correspondiente acometida eléctrica de la compañía suministradora (Unión Fenosa, Iberdrola, etc.) con energía eléctrica fluyendo en ambos sentidos.

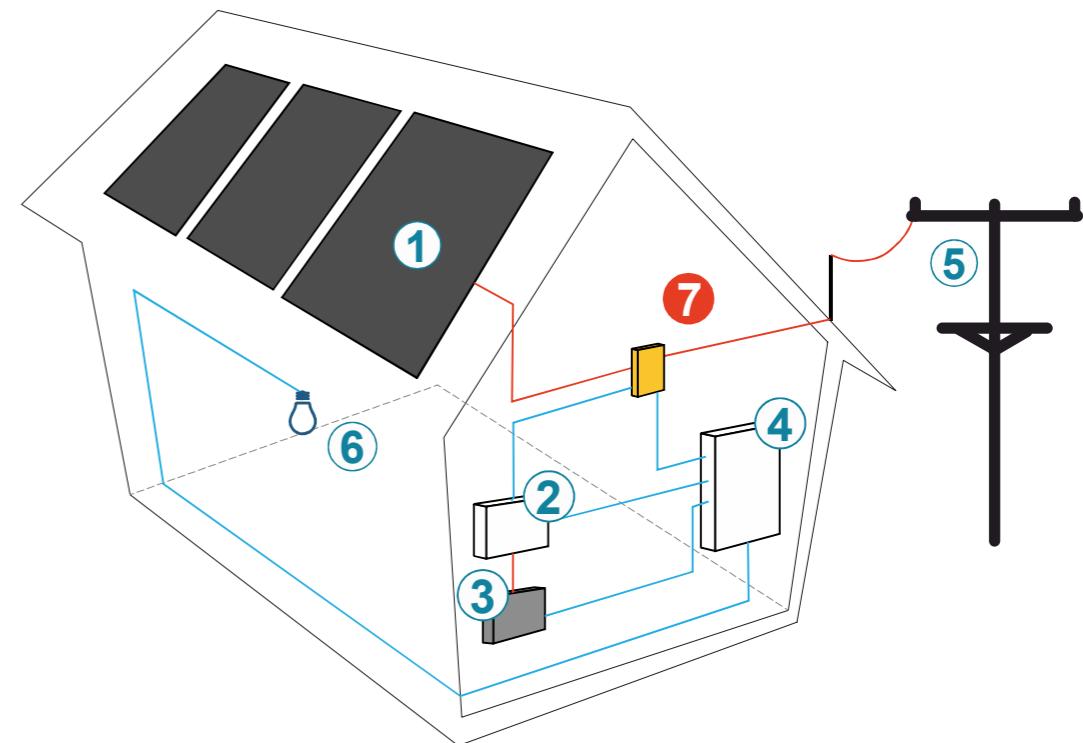
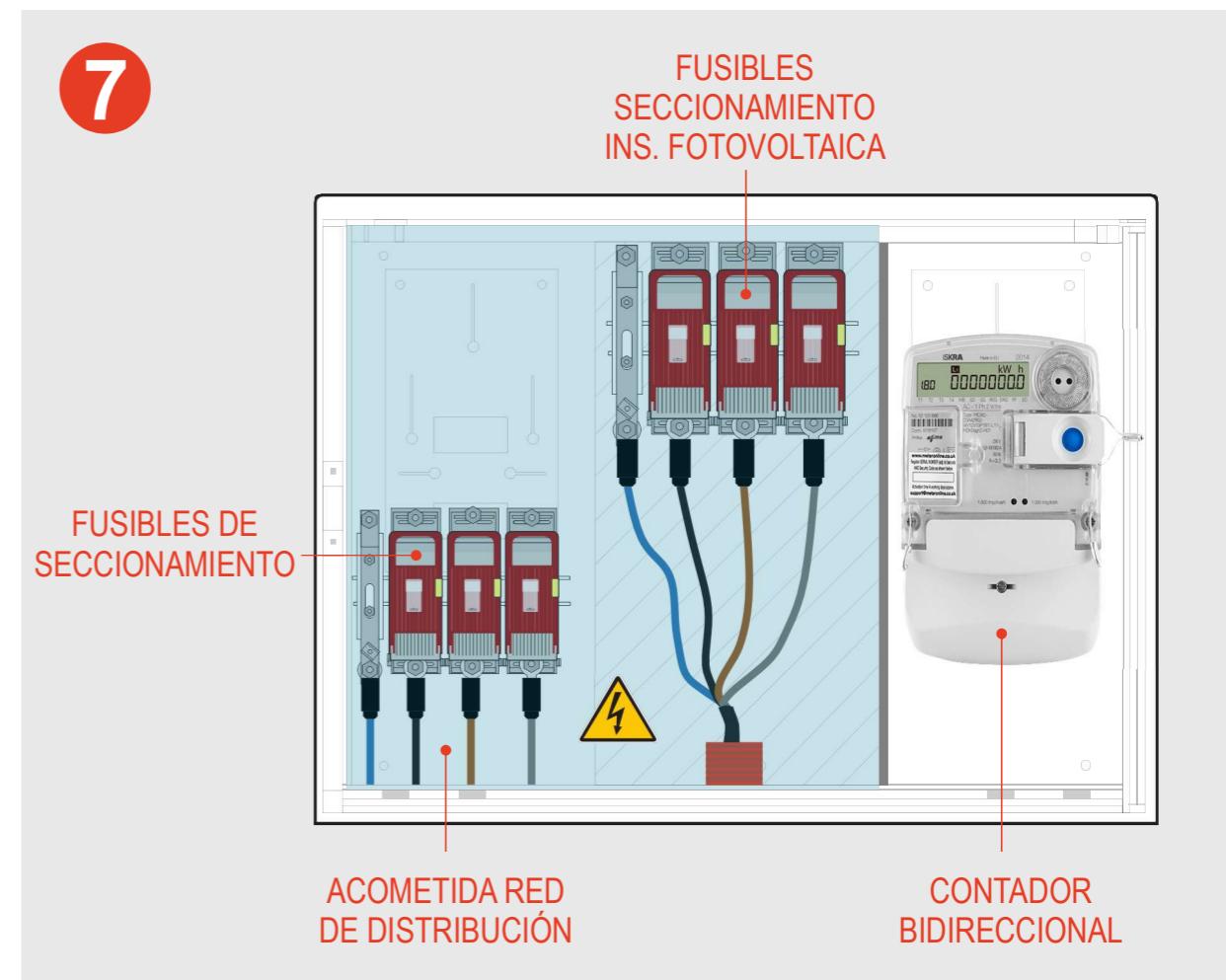
Los rangos de potencia para este tipo de instalaciones están entre 1,5 KW y 100KW, pudiendo ser instaladas en cualquier espacio exterior (tejados, terrazas, suelos, etc).

De la instalación fotovoltaica sale la alimentación a la vivienda controlada por una CPM especial. En las CPM de las viviendas dotadas con este tipo de instalaciones nos encontraremos un juego duplicado de fusibles y un contador bidireccional que cuenta con dos entradas y dos salidas. Estos contadores tienen la función de medir la energía eléctrica que fluye a través de la instalación en dos sentidos: de la red al usuario (energía demandada) y del usuario a la red (energía inyectada).

Se debe tener especial precaución al realizar el corte de suministro en estas CPM, ya que al retirar los fusibles de entrada podemos pensar que hemos seccionado la corriente pero esta puede revertirnos de la instalación fotovoltaica. Cuando la instalación fotovoltaica detecta que no llega corriente de la acometida puede ponerse en servicio para asegurar el suministro, electrificando de nuevo toda la vivienda y pudiendo generarnos un riesgo eléctrico. Para prevenir daños por estos retornos existen los inversores, un elemento que detecta que el seccionamiento se ha realizado en la CPM y detiene el proceso de revertir corriente a la red.

COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

- ① Paneles fotovoltaicos
- ② Regulador de carga
- ③ Acumulador (desconectador, no siempre)
- ④ Inversor de corriente o convertidor
- ⑤ Abastecimiento externo
- ⑥ Consumo / cargas
- ⑦ Protecciones eléctricas



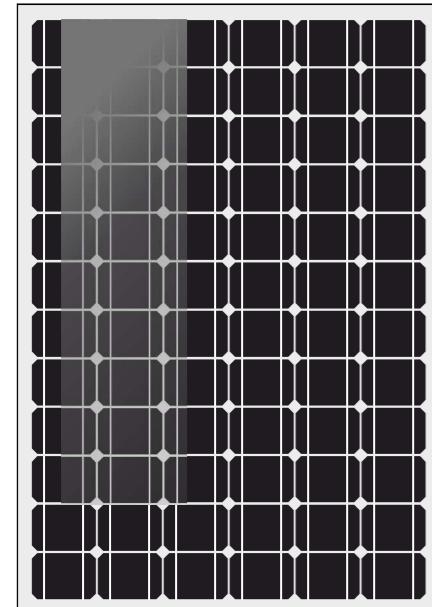
SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO

4.1.1. ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

PANELES FOTOVOLTAICOS

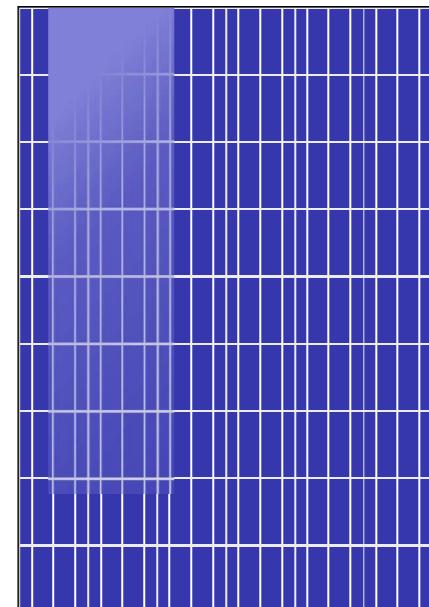
Los paneles fotovoltaicos o placas solares, son el elemento de la instalación encargada de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Están formados por un conjunto de pequeños elementos rectangulares conocidos como células solares, protegidos de las condiciones medioambientales y temperaturas extremas por una lámina de EVA. Estas células fotovoltaicas, fabricadas fundamentalmente con silicio, absorben la luz solar convirtiéndola en corriente continua (DC) en función de la radiación solar y de la temperatura que reciban. Es importante resaltar que la mayoría de la tecnología fotovoltaica está basada en el silicio como material base para su fabricación. Sin embargo, a pesar de que los distintos tipos de paneles sean elaborados con este material, éstos pueden variar en sus formas y sobretodo en su pureza, característica fundamental que determinará la eficiencia del panel solar.

TIPOS DE PANEL



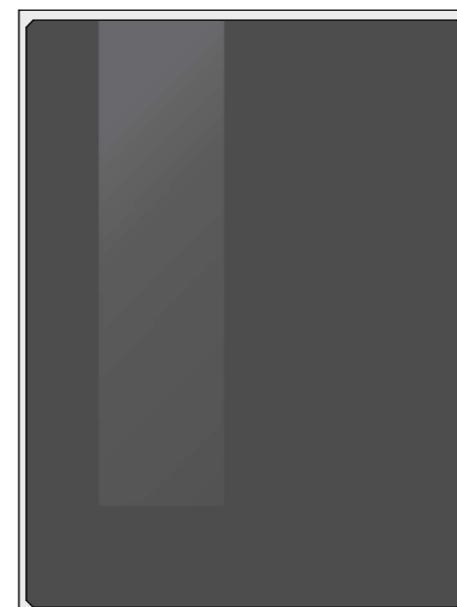
PANEL MONOCRISTALINO

Los paneles monocrystalinos tienen un aspecto uniforme, con una coloración más oscura y fácil de reconocer, lo que indica su alta pureza en silicio. Sus celdas están fabricadas con bloques de silicio con forma octogonal de allí su particular apariencia. Una de las principales cualidades de estos paneles solares es que son más eficientes gracias a su alta pureza de silicio, también, la vida útil que va más allá de los 30 años.



PANEL POLICRISTALINO

La gran diferencia que tiene el policristalino con el monocrystalino es su método de fabricación, es decir, el silicio en bruto es fundido y se vierte en un molde cuadrado, para posteriormente ser enfriado y cortado en láminas perfectamente cuadradas. En comparación con el monocrystalino, al ser sus células cuadradas, se aprovecha la totalidad de la superficie del panel solar, frente a los monocrystalinos que al ser células octagonales, no cubren la totalidad de la superficie del panel.

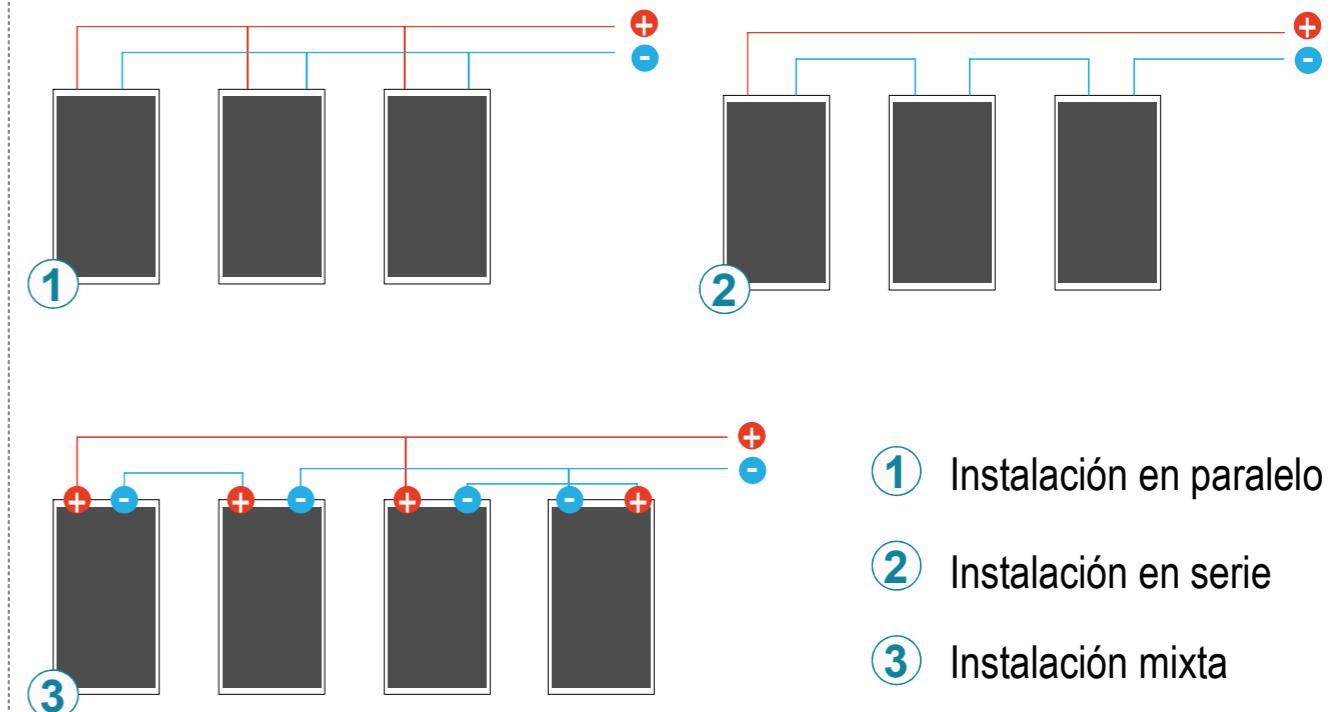


CAPAFINA (Amorfos)

En estos paneles su fundamento es depositar capa tras capa de material fotovoltaico en una misma base. En los paneles solares fotovoltaicos de capa fina, los podemos encontrar no solo de silicio, sino también de teluro de cadmio, de indio, de cobre, de selenio y de galio o células fotovoltaicas orgánicas. Son muy demandados para pequeñas aplicaciones gracias a su enorme potencial para uso doméstico. Son de apariencia homogénea y podemos encontrarlos de tipos flexibles que permiten adaptarse a cualquier superficie, lo que los hace muy útiles en pequeños cargadores solares acoplados a mochilas, pequeñas baterías externas, etc.

TIPOS DE PANELES POR SU TENSIÓN DE SALIDA

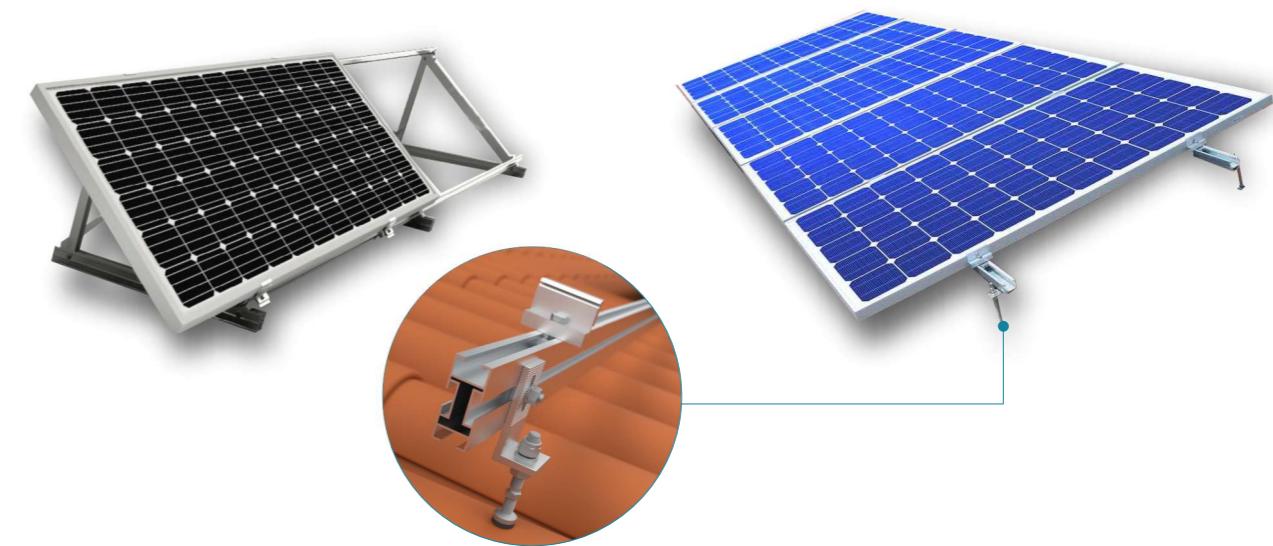
En el mercado nos podemos encontrar paneles de 12V, 24V y 48V. Estos se pueden conectar en serie, en paralelo, o formando una instalación mixta para obtener distintos valores de tensión de acuerdo a la demanda del edificio al que dan servicio. La instalación en serie incrementa la tensión, en paralelo la intensidad y en la mixta aumentamos tanto tensión como intensidad.



- ① Instalación en paralelo
- ② Instalación en serie
- ③ Instalación mixta

ANCLAJES DE LOS PANELES EN CUBIERTA

Podemos encontrarnos diferentes confecciones de anclajes en cubierta. En general los distintos sistemas se basan en una estructura de perfiles metálicos que soportan los paneles solares gracias a unas abrazaderas y que van anclados a la cubierta con unos soportes coplanares atornillados.



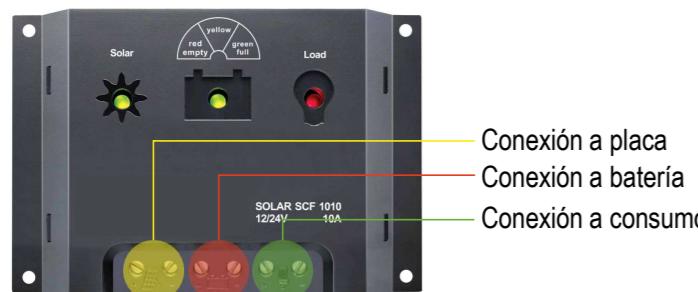
REGULADOR DE CARGA O VOLTAJE

Es necesario disponer de un regulador de carga para controlar la carga y descarga de una batería o acumulador dentro de una instalación solar. Los reguladores de carga van instalados entre los paneles solares y la batería para controlar el estado de carga de las mismas. Protege las baterías contra posibles sobrecargas por parte del módulo fotovoltaico y evita que sea fuertemente descargada durante los consumos de corriente.

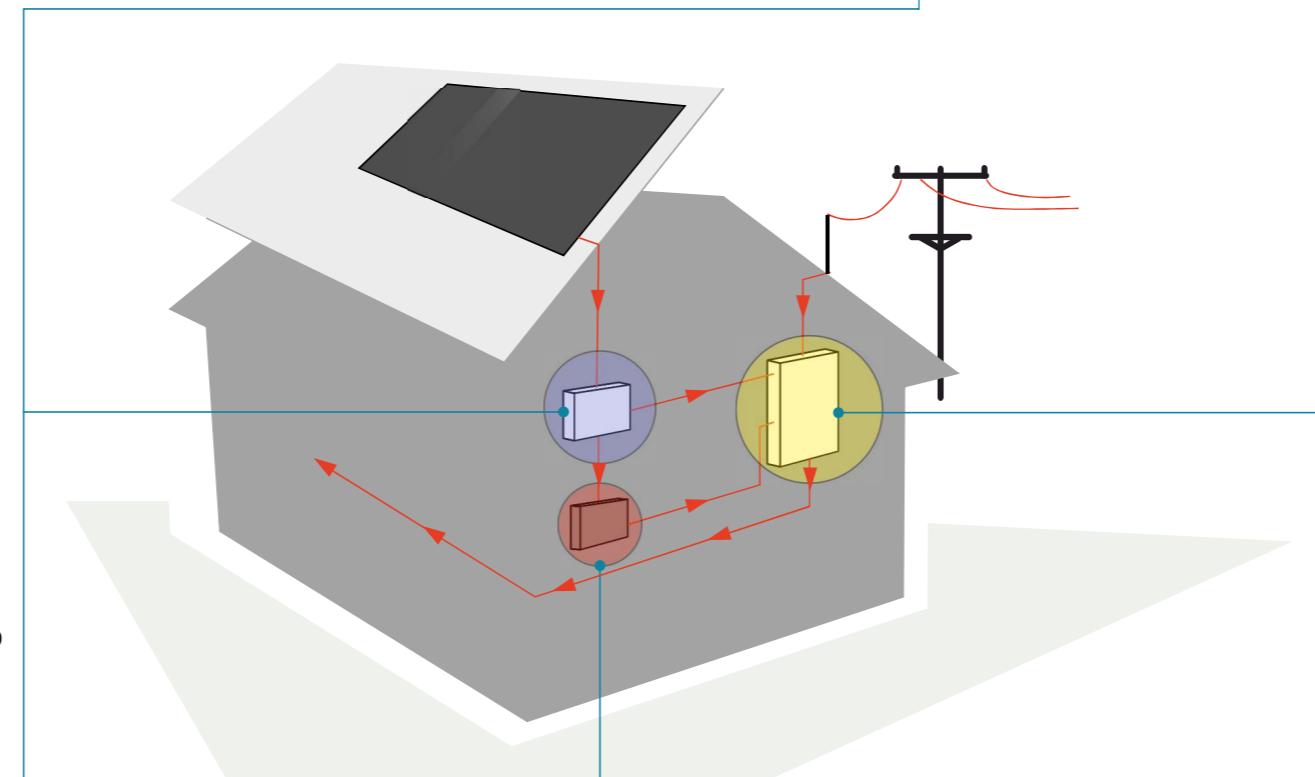
El voltaje de un panel solar suele ser de 12V DC o 24V DC, el regulador controla la entrada de la energía de los paneles solares a las baterías dependiendo del estado en que las baterías se encuentren. A medida que el voltaje de los paneles solares se eleva, el regulador de carga regula la tensión de las baterías para evitar sobrecargas.

TIPOS DE REGULADOR

De carga **MPPT**, (maximum power point tracker), o seguimiento de máxima potencia. El regulador es un conversor DC-DC que adapta la tensión que generan los paneles a la tensión que necesita la batería para cargarse. Busca de manera automática la tensión donde el panel ofrece su máxima potencia. Se dimensionan dependiendo de la potencia fotovoltaica y la tensión en baterías.



De carga **PWM**, son reguladores sencillos que actúan como interruptores entre la placa voltaica y la batería, estos reguladores fuerzan a las placas a trabajar a la tensión de la batería y a diferencia de los otros disponen de un diodo de protección. Se dimensionan dependiendo de la intensidad máxima de placas y tensión de baterías.



BATERÍAS

Dispositivos que permiten almacenar la energía que producen las placas solares con el fin de poder utilizarla durante la noche o en días nublados.

Las baterías más usadas en este tipo de instalaciones son de 12V DC y 24V DC. En ocasiones especiales podemos encontrar baterías de 48V DC en instalaciones de gran tamaño.

Las baterías se podrán conectar en serie, (incrementando así su tensión), en paralelo, (incrementando su intensidad y manteniendo la misma tensión), o mixta (incrementando tensión e intensidad).

TIPOS DE BATERÍA

Baterías **AGM**, indicadas para pequeñas instalaciones y sin necesidad de mantenimiento.



Baterías de **litio**, ligeras y compactas y con rápidos tiempos de carga; pueden ser utilizadas en cualquier instalación.



Baterías **monoblock**, las más habituales, las encontramos en coches y motos.



INVERSOR DE CORRIENTE

Los inversores solares fotovoltaicos son el componente necesario para transformar la corriente continua que genera la instalación solar en corriente alterna.



TIPOS DE INVERSOR

Monofásico: genera una sola fase de voltaje, (F+N).

Trifásico: genera tres fases de voltaje, (L1, L2, L3 + N).

El voltaje de entrada de 12V DC o 24V DC proviene de un sistema de baterías y es convertido al voltaje de salida en corriente alterna (AC) de 400/230 V y 50 Hz.

DESCONECTADOR DE BATERÍA

Desconectador de baterías permite manualmente y de forma sencilla cortar la comunicación de las baterías siempre que se desee o que el sistema lo requiera..

