

1

Envolventes y cuadros eléctricos

vamos a conocer...

1. Clasificación de las envolventes
2. Aspectos constructivos
3. Elementos de cableado y conexión
4. Elementos para la climatización
5. Elementos auxiliares
6. Compartimentación
7. Entrada de cables
8. Consideraciones técnicas de montaje e instalación para evitar las perturbaciones electromagnéticas

PRÁCTICA PROFESIONAL 1

Preparación de un mazo de cables

PRÁCTICA PROFESIONAL 2

Engastado de terminales de gran sección

MUNDO TÉCNICO

Grados de protección IP

y al finalizar..

- Conocerás qué son las envolventes eléctricas y los elementos que las constituyen.
- Entenderás cuál es la clasificación de los cuadros eléctricos en una instalación.
- Conocerás cuáles son los sistemas habituales de cableado en los cuadros eléctricos.
- Serás capaz de identificar los grados de protección de una envolvente.



situación de partida

A un instalador eléctrico se le ha encargado realizar y poner en marcha la instalación eléctrica de un taller de reparación de vehículos. Dicha instalación estará formada por numerosas canalizaciones que unen cada uno de los cuadros eléctricos encargados de distribuir la energía y controlar la maquinaria utilizada por los operarios para el desarrollo de la actividad diaria del taller.

Las envolventes utilizadas para alojar la aparamenta eléctrica, tanto de distribución como de automatismos, deben adaptarse los diferentes ambientes del taller (túnel de lavado, sala de pintura, elevadores de vehículos, etc.) y por tanto, cumplir la normativa vigente para cada tipo de instalación y exigir de ellas las

máximas garantías seguridad, tanto para las personas como para las infraestructuras.

Todos estos requisitos obligan al instalador electricista a conocer de forma exhaustiva cada uno de los elementos (mecánicos, de cableado interno, aparamenta, ambientales, conexión con canalizaciones, etc.) que configuran y constituyen los cuadros eléctricos. Además de la correcta configuración y distribución de los mismos en la instalación, según los ambientes en los que se vayan a ubicar y la función que se la ha destinado.

En este caso, el manejo de catálogos, normativa y fichas técnicas, es vital para la correcta elección de los elementos que constituyen los cuadros eléctricos.

estudio del caso

Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.

1. ¿Para qué crees que sirve un cuadro eléctrico?
2. ¿Qué diferencias crees que pueden existir entre los cuadros eléctricos de una vivienda y los montados en ambiente industrial?
3. ¿Cuáles son las aplicaciones típicas de los cuadros eléctricos?
4. ¿Qué utilidad tiene la placa del fondo de un armario eléctrico?
5. ¿Qué relación existe entre la armadura y el revestimiento de un cuadro eléctrico?
6. ¿Para qué se utiliza un bornero (conjunto de bornes)?
7. Explica el concepto de compartimentación de un cuadro eléctrico.
8. ¿Crees que tiene alguna importancia que un cuadro eléctrico esté bien climatizado?
9. Nombra los elementos característicos utilizados para la entrada de cables en los cuadros eléctricos.



1. Clasificación de las envolventes

La clasificación de las envolventes puede realizarse de varias formas, atendiendo a su material constructivo, a su montaje funcional y a la aplicación a la que va destinada.

1.1. El material constructivo

Según el material utilizado en su construcción, se pueden distinguir dos tipos de cuadros:

- a) **Metálicos.** Construidos en chapa de acero soldada. Se presentan en forma de cofre estanco o como armarios de fijación mural o apoyados en el suelo.
- b) **Aislantes.** Construidos de poliéster con fibra de vidrio. Suelen ser tipo cofre o armarios de fijación mural bien empotrada o en superficie.

1.2. Montaje funcional

Actualmente las envolventes están basadas en sistemas funcionales de montaje. Esto consiste en formar el cuadro, o el armario, con múltiples módulos individuales denominados **unidades funcionales**.

Según este criterio se pueden clasificar en:

- a) **Cuadros monomodulares.** Son aquellos que se presentan como una sola unidad funcional sin posibilidades de expansión, tanto interna como externamente.

No es aconsejable su utilización en sectores con habituales cambios en su instalación eléctrica.

- b) **Cuadros multimodulares.** Tienen como principal característica las posibilidades de ampliación y acoplamiento con otros módulos del mismo tipo.

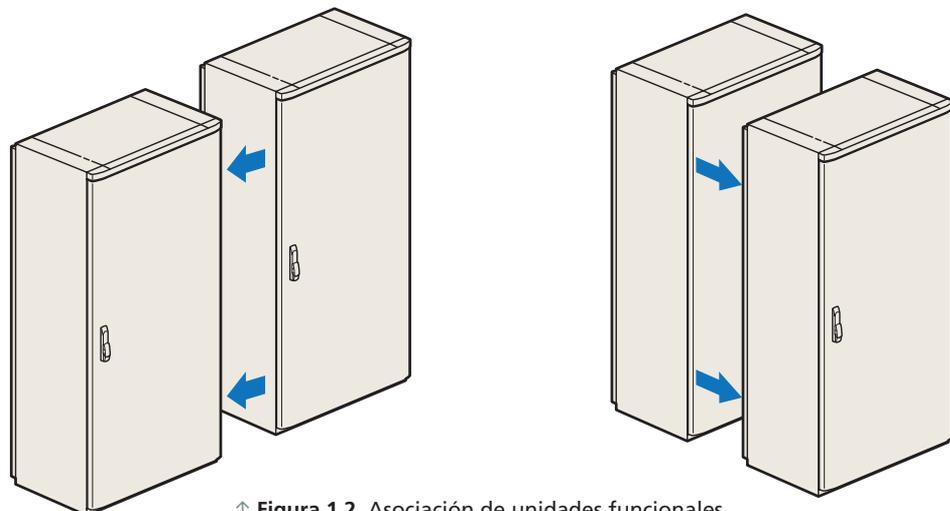
Como ya se ha dicho anteriormente, a cada módulo del conjunto se le denomina unidad funcional.

La unión entre las diferentes unidades funcionales se realiza con un mecanizado mínimo.

Es interesante prever la restitución de unidades funcionales completas del cuadro, aun con el circuito principal bajo tensión.



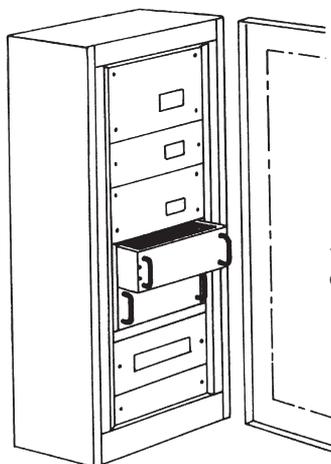
↑ **Figura 1.1.** Cuadro modular (SIEMENS AG).



↑ **Figura 1.2.** Asociación de unidades funcionales.

c) **Cuadros enchufables.** Son aquellos que utilizan unidades funcionales extraíbles. Estas pueden ser conectadas y desconectadas con facilidad del cuadro principal, incluso con tensión. Se utilizan en sectores que necesitan la reposición inmediata de sus elementos para continuar en servicio.

La integración, en el conjunto, se realiza de forma directa presionando la parte enchufable sobre el hueco del armario.



← **Figura 1.3.** Unidad funcional extraíble (MERLIN GERIN).

saber más

Las unidades funcionales extraíbles suelen recibir el nombre de *rack*, y se utilizan para alojar dispositivos electrónicos e informáticos.

1.3. La aplicación

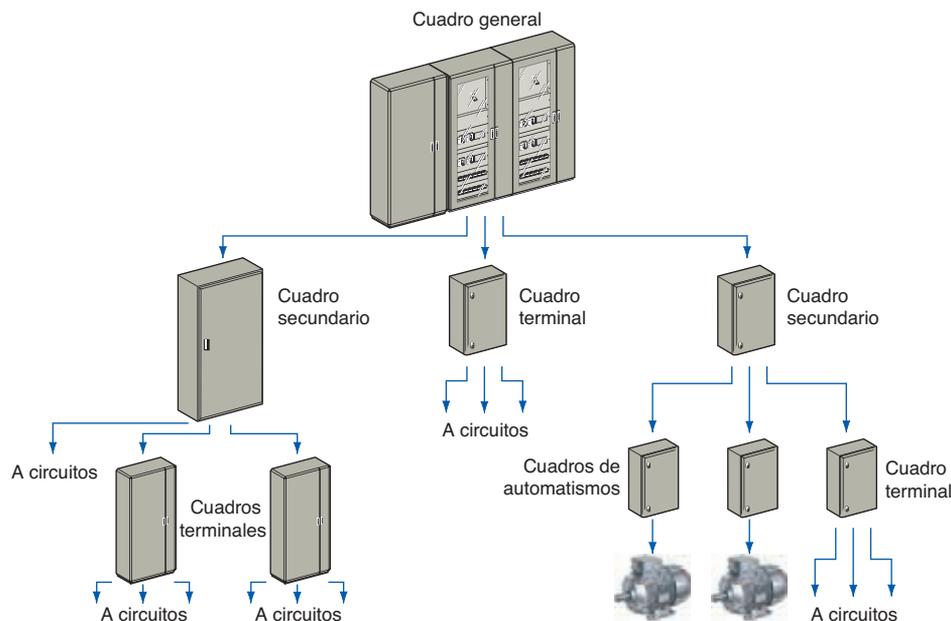
Según la aplicación que se le destine a los envoltentes se pueden clasificar en dos grupos: cuadros de distribución y cuadros de automatismos.

Cuadros de distribución

Son los encargados de alojar los elementos de protección y distribución de las instalaciones eléctricas, tanto domésticas como industriales. Su instalación puede hacerse a diferentes niveles en un determinado sector: como cuadro de distribución general, como cuadro secundario o como cuadro terminal.

caso práctico inicial

Estas son algunas de las aplicaciones que se pueden dar a los cuadros del taller de reparación del caso práctico.



← **Figura 1.4.** Tipología de una instalación de cuadros eléctricos.

Cubrebornes y cajas de abonado

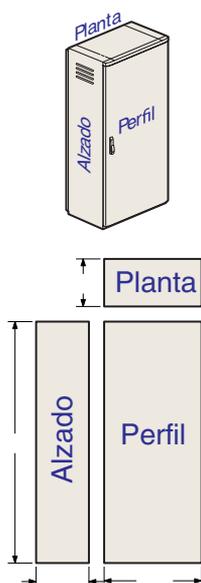
Se utilizan en instalaciones de baja potencia para alojar interruptores o protecciones de equipos domésticos y pequeñas máquinas. Pueden instalarse en superficie o empotrados. En este tipo de cuadros el número de módulos admisible no es elevado, permitiendo de 1 a 24 pasos. Los modelos modulares poseen un sistema de fijación entre cajas que permite su ampliación en altura y anchura.



↑ **Figura 1.5.** Cubre bornes y cajas de abonado (SIEMENS AG).

saber más

Para facilitar su elección e instalación, los fabricantes suelen representar en los catálogos las dimensiones de las tres vistas (planta, alzado y perfil) de sus cuadros eléctricos.



↑ **Figura 1.6.** Vistas de un cuadro eléctrico.

Armarios

De uso en instalaciones del sector terciario e industriales, se sitúa, generalmente, sobre el suelo.

Pueden estar instalados como cuadros generales, secundarios o terminales.

Cuadros de máquina o automatismos

Generalmente son de tipo terminal y alojan los elementos de maniobra y protección necesarios para el funcionamiento de la máquina.



↑ **Figura 1.7.** Cofres para automatismos (SIEMENS AG).

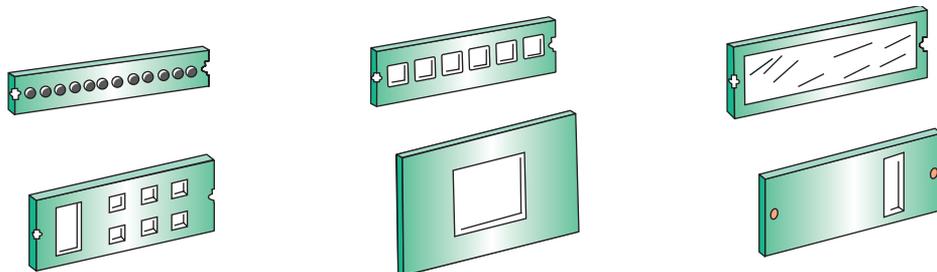
2. Aspectos constructivos

Todas las envolventes están constituidas por los elementos de tipo genérico que son descritos a continuación:

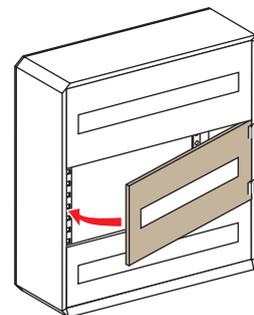
2.1. Tapas

Las tapas tienen como misión ocultar las conexiones eléctricas del interior y dejar al descubierto los elementos de acción, para que el operario pueda maniobrar sobre ellos.

Pueden ser de material plástico o metálicas.



↑ **Figura 1.8.** Diferentes tipos de tapas (MERLIN GERIN).



↑ **Figura 1.9.** Colocación de una tapa en un cuadro eléctrico.

2.2. Puertas

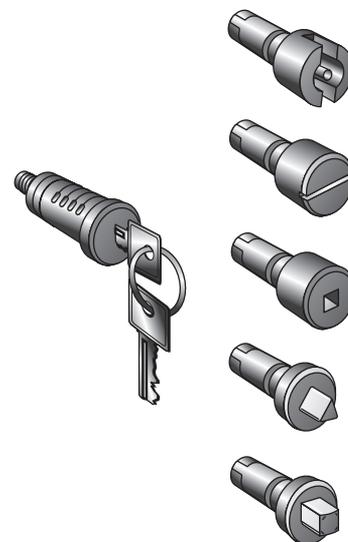
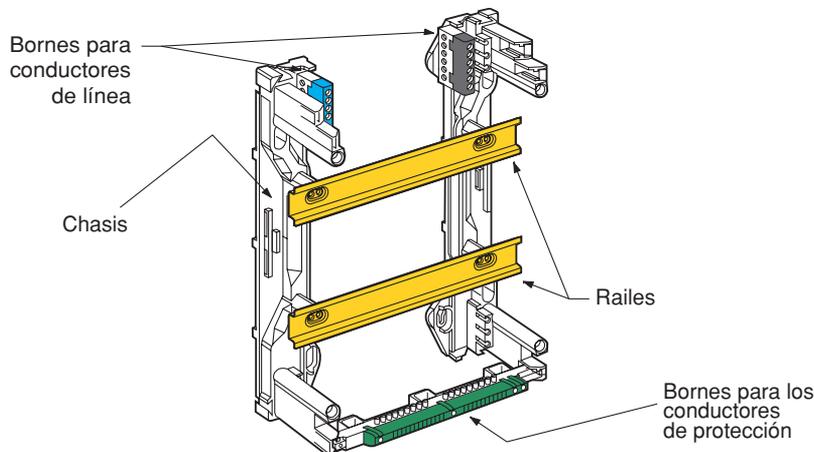
Las puertas sirven para cerrar el armario, evitando el acceso de personas no autorizadas a los aparatos eléctricos del interior. La existencia de elementos de indicación óptica internos, pilotos, aparatos de medida, lámparas, etc., exige utilizar puertas de tipo transparente.

A todas las puertas se les puede acoplar una cerradura.

2.3. Chasis

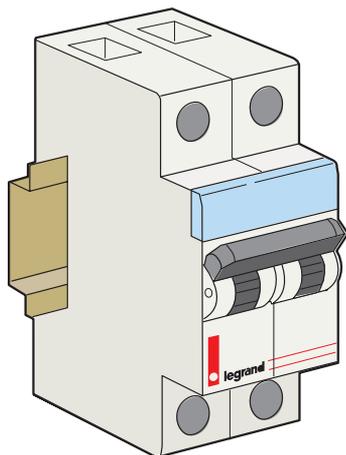
El chasis es la parte metálica de los cuadros donde se fijan los aparatos eléctricos. Puede ser fijo o extraíble, siendo este último el que más flexibilidad aporta a los trabajos de montaje, permitiendo realizar los trabajos eléctricos de forma independiente a los relacionados con su fijación mural.

En algunas envolventes el chasis puede ser regulado a diferentes niveles de profundidad, para adaptarlo a las necesidades de la instalación.



↑ **Figura 1.10.** Diferentes tipos de cierres para las puertas de los cuadros eléctricos.

← **Figura 1.11.** Chasis (LEGRAND).



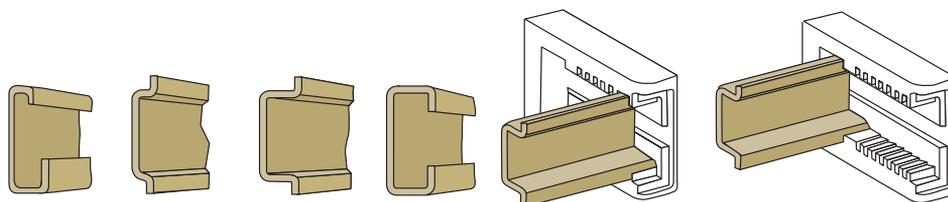
↑ **Figura 1.12.** Detalle de aparato eléctrico fijado sobre perfil.

2.4. Perfiles

El perfil o carril es una pletina doblada que se utiliza para la fijación de elementos en cuadros eléctricos. Se fija en el fondo del armario, o en el chasis, con remaches, tornillos o piezas especiales.

La gama de aparatos que pueden ser situados sobre perfil es muy amplia: interruptores de protección, de maniobra, aparatos de medida, regletas, etc.

La figura 1.13 muestra los diferentes tipos de perfiles que se pueden encontrar en el mercado.

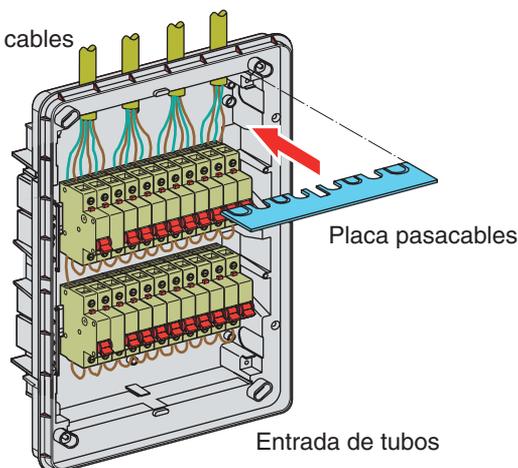


↑ **Figura 1.13.** Perfiles.

2.5. Placas pasacables

Situadas en la parte superior e inferior del cuadro, permiten adaptar fácilmente la entrada de tubos y canaletas de diferentes tamaños.

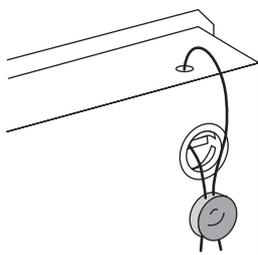
Estas pueden ser extraíbles permitiendo su mecanizado fuera del cuadro.



→ **Figura 1.14.** Placa pasacables (MERLIN GERIN).

saber más

El precintado lo realizan generalmente las compañías distribuidoras de energía, para evitar que los usuarios de las instalaciones accedan a los elementos limitadores y lectores de consumo.



↑ **Figura 1.15.** Precinto.

2.6. Precintos

Se utilizan para el sellado de tapas y puertas cuando es necesario restringir el acceso al interior del cuadro.

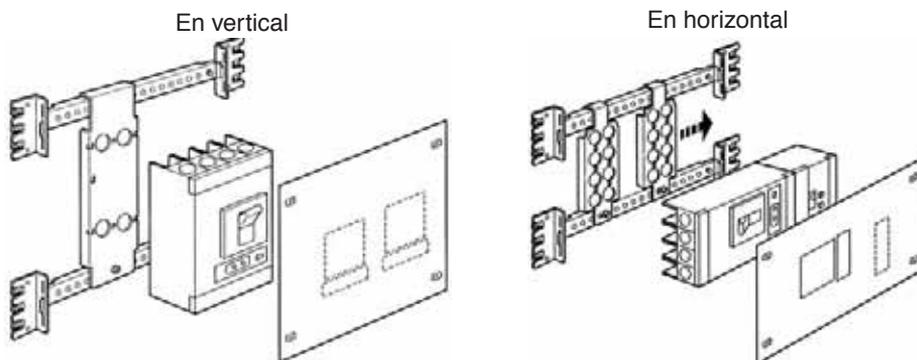
El precintado se realiza en los tornillos que sujetan las tapas o en las esquinas opuestas de las puertas.

2.7. Obturadores

Los obturadores son elementos que permiten tapar los huecos libres de la tapa, una vez que se han instalado todos los aparatos eléctricos en su interior. De esta forma no solo se consigue un buen efecto estético, sino que se evita la introducción de objetos y polvo aumentando el grado de protección IP.

2.8. Elemento de fijación para interruptores de caja moldeada

Cuando la instalación exige la utilización de interruptores de alta potencia en caja moldeada, estos deben ser fijados al chasis del cuadro por piezas especiales que entrega el propio fabricante. Actualmente todos los armarios industriales tienen previsto la incorporación de este tipo de interruptores.

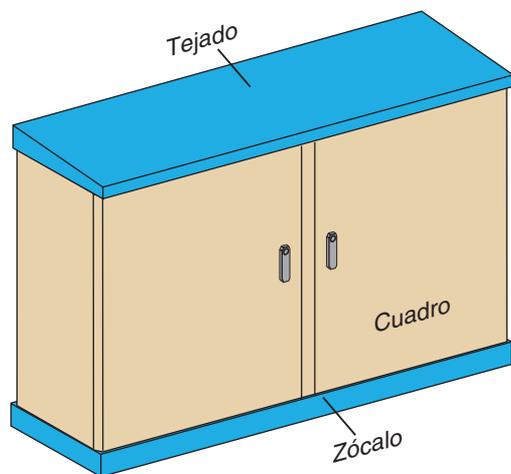


↑ **Figura 1.16.** Fijación de interruptores de caja moldeada (LEGRAND).

2.9. Tejado

Es un elemento metálico, de forma inclinada, que lo cubre por completo y que evita la entrada de agua de forma vertical.

El tejado es obligatorio siempre que el cuadro se encuentre instalado en el exterior.



← **Figura 1.18.** Armario eléctrico con tejado y zócalo. (MERLIN GERIN).

2.10. Zócalo

Permite elevar el armario unos centímetros sobre el suelo. Generalmente se utiliza en cuadros tipo cofre, de instalación mural, para apoyarlos directamente sobre el suelo.

2.11. Placas

Las placas son utilizadas como fondo en armarios tipo cofre para alojar elementos de automatismos, tanto cableados como programados.

saber más

Los interruptores de caja moldeada son elementos de protección de tipo magnetotérmico con un gran poder de corte. Se construyen en cajas de gran tamaño, por lo que necesitan soportes especiales para su instalación.



↑ **Figura 1.17.** Interruptor de caja moldeada.

saber más

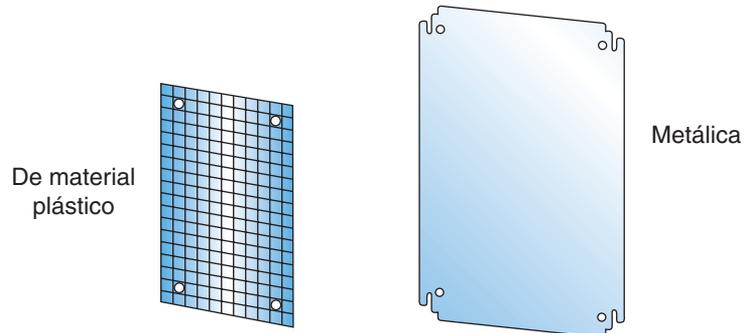
El tejado y el zócalo pueden servir como elementos para la gestión térmica del cuadro por convección natural.

caso práctico inicial

En el fondo se fijan todos los dispositivos eléctricos que no deben estar accesibles desde el exterior

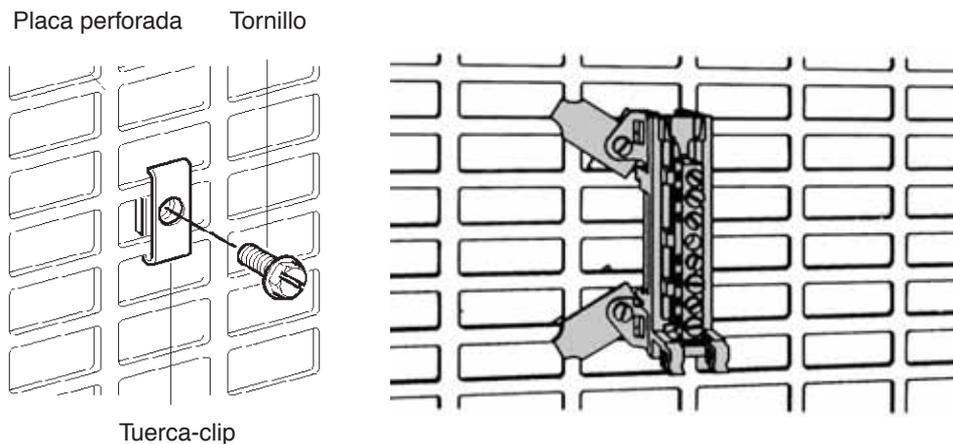
En el mercado existen varios tipos de placas para la fijación de elementos y canalizaciones:

1. **Placa lisa.** De material plástico o metálica. Necesita mecanizado para la fijación de los elementos que intervienen en la composición del cuadro.



↑ **Figura 1.19.** Placa de fondo liso (LEGRAND).

2. **Placa perforada.** Es una placa soporte, de una sola pieza, que no necesita mecanizado. Permite el montaje rápido de los aparatos eléctricos, con unos accesorios llamados tuercas-clip.



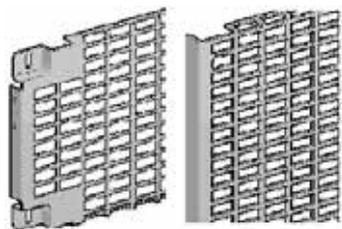
↑ **Figura 1.21.** Placa perforada y tuerca-clip (MERLIN GERIN).

3. **Fondo específico de fabricante.** Algunos fabricantes aportan soluciones propias para que el trabajo sobre el fondo del cuadro sea lo más cómodo y ergonómico posible. En estos casos el diseño del fondo es exclusivo y permite la fijación, de forma sencilla, del aparellaje de la propia marca.

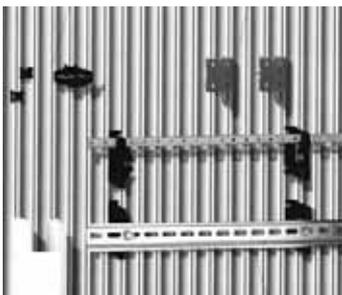
2.12. Armadura

La armadura de los grandes armarios ha de tener una gran resistencia mecánica para soportar las condiciones más agresivas. Es aconsejable que esta sea desmontable para facilitar su instalación y transporte. Además debe permitir fijar el chasis, para la sujeción de los elementos eléctricos, sin necesidad de colocar las paredes y tapas. De esta forma, el revestimiento se realiza una vez terminados todos los trabajos eléctricos y de mecanizado.

Algunos fabricantes, han previsto la unión de varias armaduras en ancho o en profundidad, para ampliar el volumen del armario.



↑ **Figura 1.20.** Detalle de placa perforada.

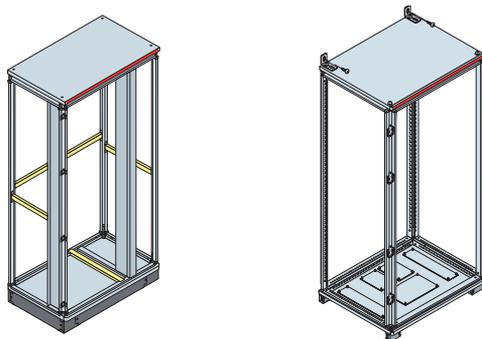


↑ **Figura 1.22.** Fondo activo de la firma LEGRAND.

caso práctico inicial

Sobre la armadura se fija el revestimiento del cuadro eléctrico

Los grandes armarios pueden ser desmontados completamente para su transporte y cambio de sector. Todas las partes de la armadura y el revestimiento se pueden separar individualmente.

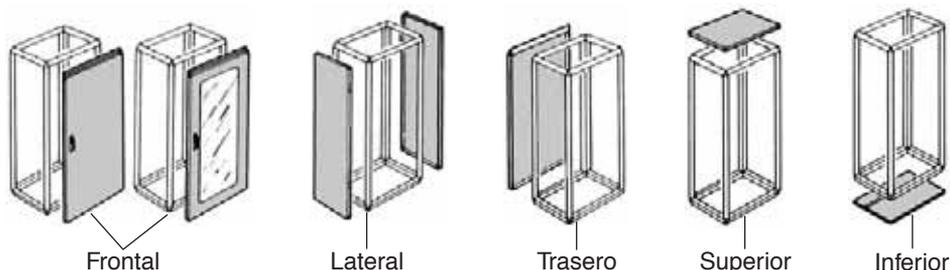


↑ Figura 1.23. Armaduras (ABB).

2.13. Revestimiento

Está formado por los diferentes paneles, metálicos o de material plástico, que cubren la armadura del cuadro. Pueden ser fijos o abatibles. Los primeros se atornillan directamente a la estructura y necesitan herramientas para su colocación. Los segundos poseen un sistema de anclajes y bisagras que permite su retirada, de forma sencilla, para operaciones de mantenimiento en el interior.

El grado de protección, IP-IK, dependerá directamente del tipo de revestimiento.



saber más

La colocación de dos o más cáncamos sobre la estructura facilita las tareas de transporte cuando el cuadro está montado.



↑ Figura 1.24. Cáncamos de elevación.

saber más

Para conocer qué es el grado de protección IP-IK, consulta las páginas finales de esta unidad.

← Figura 1.25. Revestimiento de un armario (MERLIN GERIN).

2.14. Soportes para la fijación mural

En cuadros de poco peso, la fijación mural se realiza por inserción de tornillos en los orificios del fondo destinados a tal fin.

Cuando el peso del cuadro es elevado, la fijación se realiza por soportes especiales que el fabricante suministra. Estos se atornillan a la pared antes de colgar el cuadro.

ACTIVIDADES

1. Fíjate en tres cuadros eléctricos de tu entorno (vivienda, aula-taller, pasillos del centro en el que estudias, la calle, etc.) y anota en tu cuaderno de trabajo lo siguiente:
 - a) La ubicación en la que se encuentra.
 - b) El tipo de material constructivo de la envolvente.
 - c) El tipo de montaje funcional.
 - d) La posible aplicación del mismo (es pronto para que lo sepas, pero intenta deducirlo).
 - e) Nombra algún detalle que te haya llamado la atención sobre su aspecto constructivo y elementos auxiliares.



caso práctico inicial

Los borneros se utilizan para alimentar los diferentes receptores de potencia del taller de reparación y todos los dispositivos de actuación y captación que se encuentran fuera de las envolventes

saber más

Los conductores de gran sección requieren bornes de dimensiones adecuadas como los de la figura.



↑ Figura 1.26.

→ Figura 1.27. Regletero (SIEMENS AG).

3. Elementos de cableado y conexión

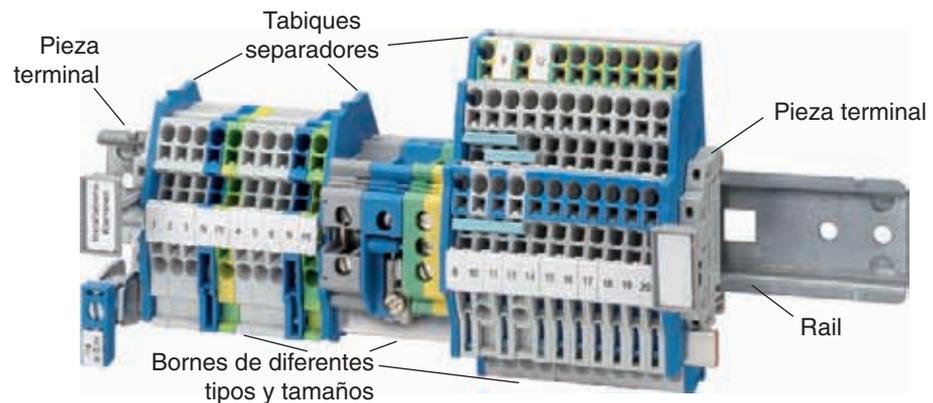
Los elementos para el cableado y conexión permiten realizar la unión eléctrica entre los aparatos eléctricos del interior del cuadro y los situados en el exterior.

3.1. Regletero

Es la parte del cuadro donde se encuentran las regletas o bornes de conexión. Se fijan en perfiles normalizados con pestañas tipo clip. La conexión de los cables es lateral y su fijación se realiza desde la parte superior con los tornillos de apriete.

Su composición se realiza por bloques de bornes unidas lateralmente, separadas por tabiques aislantes que facilitan su identificación. El atornillado de topes de fijación en los extremos evita el desplazamiento lateral de los elementos del regletero. Una pieza terminal, de material aislante, situada en uno de los laterales, evita el contacto directo con zona conductora de la última borna.

La elección del color se hace en función del tipo de conductor: azul para el neutro y verde-amarillo para el conductor de protección.

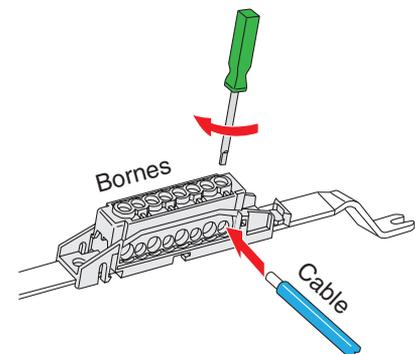
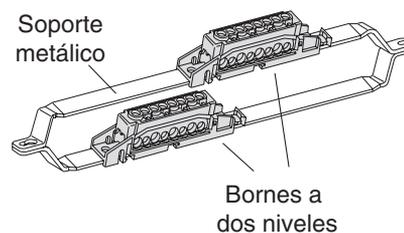
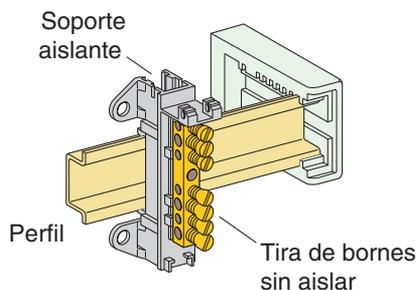


3.2. Tiras de bornes

Los conductores de neutro y protección pueden tener bornes con múltiples agujeros para conectar a ellos cables de diferentes secciones. Generalmente se presentan sin aislar, aunque es posible la colocación de una tapa protectora.

Los cuadros pequeños suelen tener una tira de bornes fija en la propia caja, destinada a la conexión del conductor de toma de tierra. Los armarios mayores permiten la fijación de bornes en perfiles normalizados o sobre soportes especiales.

↓ Figura 1.28. Bornes y soporte para bornes (MERLIN GERIN).



3.3. Marcado de bornes

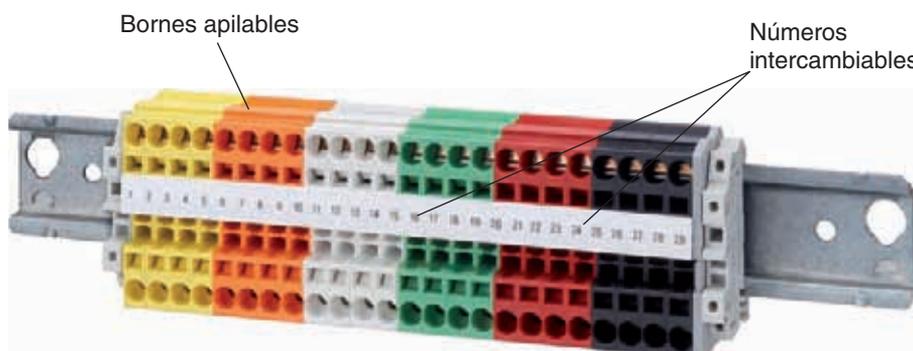
Cada borna o regleta ha de ser identificada en el plano y en el cuadro para facilitar las operaciones de montaje y mantenimiento.

El marcaje se realizará por etiquetas identificativas de material plástico o con rotuladores de tinta inalterable. Todas las regletas se identificarán por un código presentado de la siguiente forma: Xn , donde X indica que es una borna y n el número que hace en el cuadro. Así todos los elementos que se encuentran en el exterior del cuadro estarán representados en el plano entre círculos etiquetados con Xn .

En las próximas unidades, se tratará con detenimiento los diferentes métodos utilizados para el marcado de bornes.



↑ **Figura 1.29.** Detalle de conexión de cable en bornes.



↑ **Figura 1.30** Numeración de bornes (SIEMENS AG).

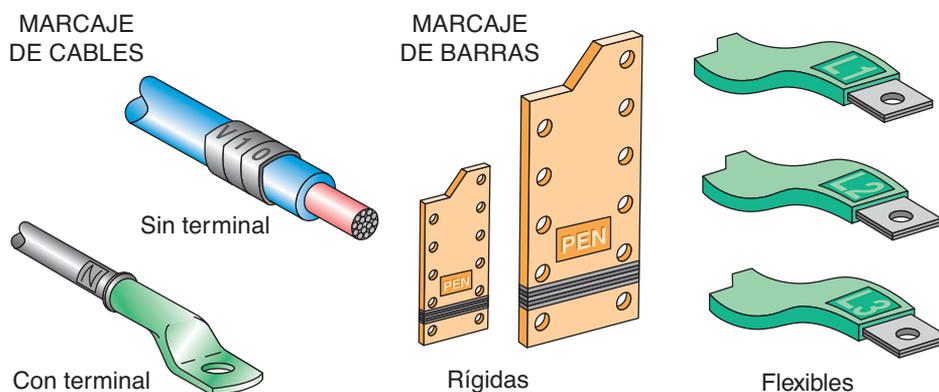
3.4. Marcado de cables

El marcado de cables permite identificar cada conductor respecto al plano de montaje. Esto facilita la construcción y el posterior mantenimiento del cuadro.

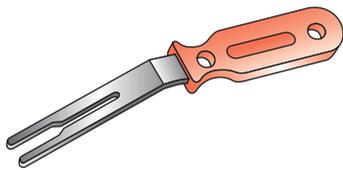
La señalización puede hacerse de forma alfabética, numérica o alfanumérica. Los elementos utilizados para el marcaje pueden ser:

- **Etiquetas** de plástico con caracteres individuales que se colocan en las puntas de los conductores. Las de tipo **anilla** se han de colocar antes de conexionar el cable a marcar y las de tipo **brazalete** se fijan una vez que ha sido conectado al aparato eléctrico.

Existen modelos **termorretráctiles** que se encogen, abrazando el cable, una vez que se les ha aplicado calor.

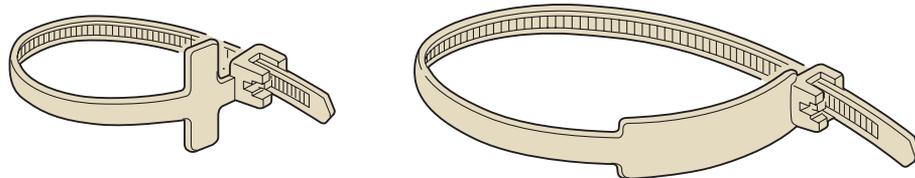


↑ **Figura 1.31.** Numeración de cables y bornes (LEGRAND).



↑ **Figura 1.32.** Herramienta auxiliar para la inserción de anillas para el etiquetado de conductores.

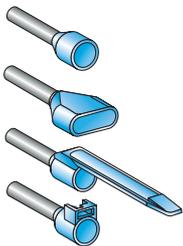
- **Bridas de identificación** con zona de marcaje manual para escribir el referenciado con rotuladores de tinta inalterable. Se utilizan para el marcado de mazos de cables y mangueras.



↑ **Figura 1.33.** Bridas para marcaje de mazos de cables y mangueras (LEGRAND).

saber más

Las herramientas para crimpar se encargan de fijar las punteras y terminales a los conductores por simple presión sobre la pipa de estas, garantizando una correcta y fiable conexión eléctrica.



↑ **Figura 1.34.** Tipos de punteras.



↑ **Figura 1.36.** Tenaza de engastar terminales con mordazas intercambiables.

3.5. Terminación de cables

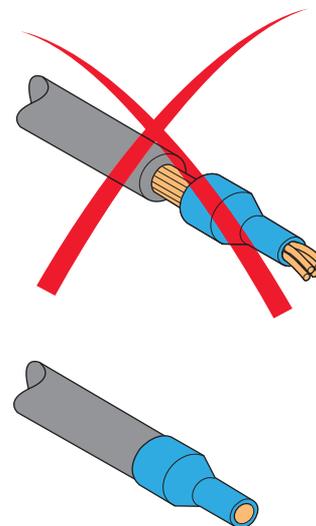
Los conductores que se encuentran en el cuadro, además de estar identificados por etiquetas, deben tener una buena terminación que evite desconexiones o falsos contactos. Para esto se utilizan piezas terminales de diferentes tipos:

- Casquillos o punteras.** Son piezas cilíndricas de cobre estañado en cuyo interior se inserta el extremo del conductor. La fijación del casquillo al cable se hace por presión con tenazas especiales de crimpar.

Pueden estar desnudos o con cubierta de material plástico de varios colores, que facilita su identificación y codificación.



↑ **Figura 1.35.** Crimpado de punteras o casquillos.



- Terminales.** De la misma forma que los casquillos o punteras, los terminales permiten realizar una correcta conexión de los cables, en los bornes de los aparatos y embarrados.

Los de pequeña sección se utilizan con cubiertas codificadas por colores para su identificación. Su fijación se realiza con la tenaza de terminales o pinza de crimpar.

Según su forma, los terminales pueden ser:

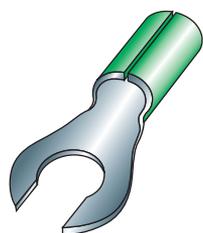
- **De ojal.** Es de tipo cerrado. El tornillo de fijación al borne ha de ser introducido por el orificio en forma de ojal, que se encuentra en la superficie de conexión. Este tipo de terminal es el aconsejado para conductores de grandes secciones (hasta 300 mm²).
- **De horquilla.** Es de tipo abierto con la superficie de conexión en forma de U. El tornillo al que va fijado no necesita extracción para su conexionado.
- **De pin afilado.** Su aspecto es similar al de las punteras. Con la diferencia que el conductor no se encuentra presionado por la pipa del adaptador.

Se utilizan en cableados de cuadros de automatismo.

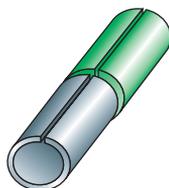
- **De lámina.** La superficie de conexión tiene forma plana. Están especialmente diseñados para su conexión con hembras tipo Faston.
- **Manguitos de empalme.** Permiten realizar conexiones fiables entre los extremos de dos conductores. Se utilizan para realizar prolongaciones de cables en espacios reducidos, donde no se pueden aplicar regletas de conexión, como canaletas o tubos. Pueden estar aislados o desnudos. Se aconseja su utilización en operaciones provisionales de reparación, siendo necesario su sustitución por un conductor sin empalmes en un tiempo breve.



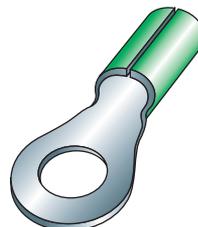
↑ **Figura 1.37.** Fijación de un terminal en un cable.



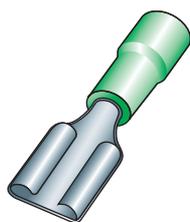
De horquilla



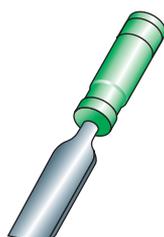
Manguito de empalme



Terminal de ojal



Tipo Faston



De lámina



De pin afilado

↑ **Figura 1.38.** Tipos de terminales.

ACTIVIDADES

2. Prepara un cable flexible de 1,5 mm² para conectar en él un terminal tipo de horquilla o Faston.

Pela el cable con cuidado de no cortar ninguno de sus hilos de cobre (la longitud a pelar debe ser la adecuada). No debe sobresalir en exceso por delante de la puntera o estar demasiado dentro. Tampoco debe verse cobre entre el aislante del conductor.



3.6. Sistemas de conexión rápida

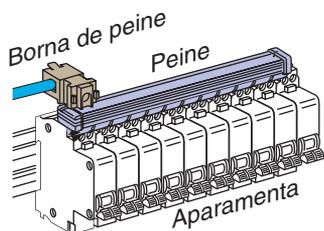
Cada vez están más extendidos los elementos de conexión rápida en aparatos y bornes para cuadros. Estos permiten fijar los conductores sin herramientas, por simple presión. Así, el tiempo empleado en los trabajos de montaje y mantenimiento se reduce considerablemente.

Peines

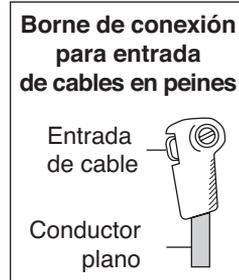
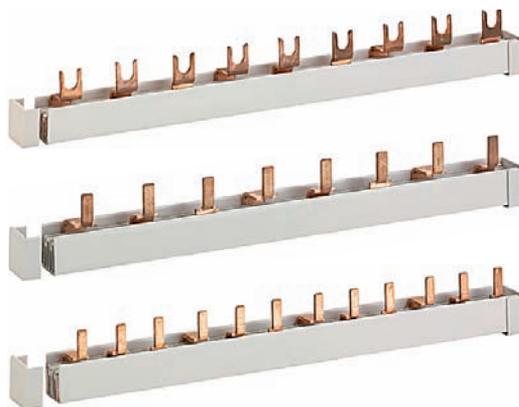
Son piezas longitudinales que **se utilizan para conectar varios elementos de protección**, como magnetotérmicos o interruptores de caja moldeada, sin utilizar cables. Están formados por piezas de cobre, que puentean elementos comunes entre un grupo de aparatos, por ejemplo las fases de entrada en los aparatos de protección de un sector.

Una de las características más importantes de los peines es que permiten desconectar un aparato modular sin quitar la alimentación de los contiguos.

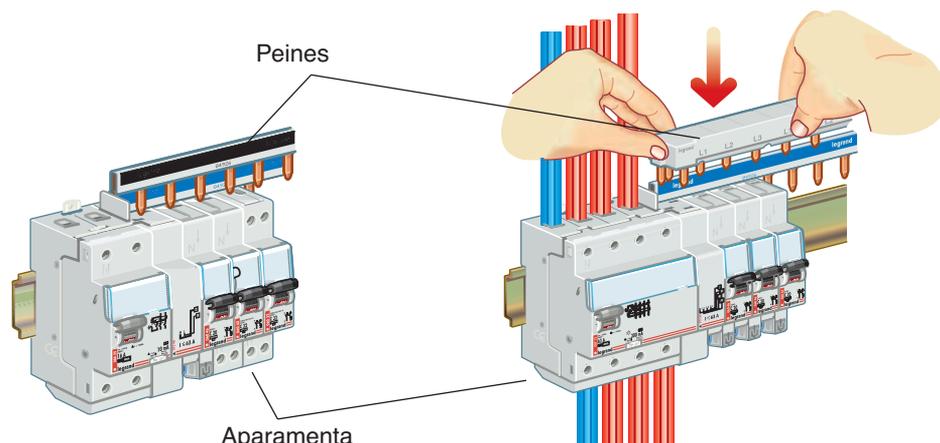
Los peines para interruptores de potencia están preparados para su conexión directa sobre el embarrado.



↑ **Figura 1.39.** Conexión de un peine monofásico a una red de magnetotérmicos monopolares (MERLIN GERIN).



→ **Figura 1.40.** Peines.



→ **Figura 1.41.** Ejemplo de conexión de peines a interruptores automáticos (LEGRAND).

Bornes de reparto de inserción directa

Permite realizar la conexión de cables sin tornillo. Cada orificio solamente admite un conductor, bien de tipo flexible o rígido sin puntera. Se sitúan sobre perfil normalizado y su aspecto es similar a las bornes de los regleteros. La unión entre varias bornes de este tipo, se realiza con pequeños embarrados o cables con terminales.



↑ Figura 1.42. Borna de inserción rápida (MERLIN GERIN).

3.7. Fijación del cableado

La correcta organización de los cables que forman un cuadro es esencial para su óptimo funcionamiento y operaciones de mantenimiento. Un cableado inadecuado puede generar situaciones de peligro para el operario, además de averías inesperadas por calentamiento y falsos contactos. Siempre que sea posible se evitarán las mangueras o mazos de cable con conductores de potencia.

En los cuadros en los que existan circuitos de maniobra y fuerza, se canalizarán independientemente.

A continuación se exponen los elementos más usados para la fabricación del cableado.

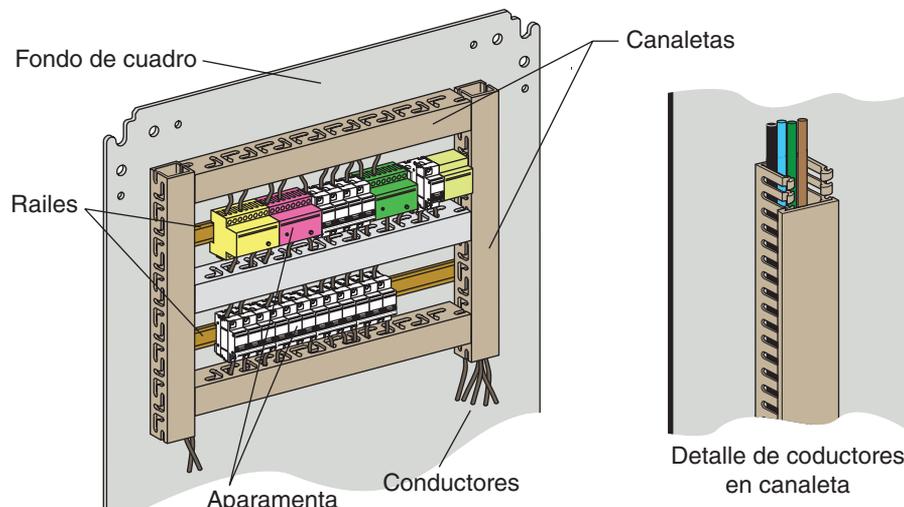
Canaletas

Se utilizan para fijar los conductores eléctricos que no superen los 10 mm² de sección, por el interior del cuadro, sin elementos auxiliares de sujeción. El reparto de cables, a los diferentes aparatos y regletas, se hace por las perforaciones realizadas en sus laterales. Con este tipo de canalización, la ampliación o modificación de los cableados resulta sencilla, ya que el acceso al interior, una vez retirada la tapa, se hace en toda su longitud. Así, la visualización y manipulación de los conductores es idónea.

Su fijación al cuadro se realiza por remaches o tornillos.

saber más

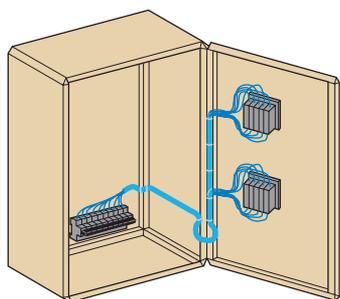
No se aconseja que el llenado de las canaletas supere el 70 %.



← Figura 1.43. Canaletas (MERLIN GERIN).

saber más

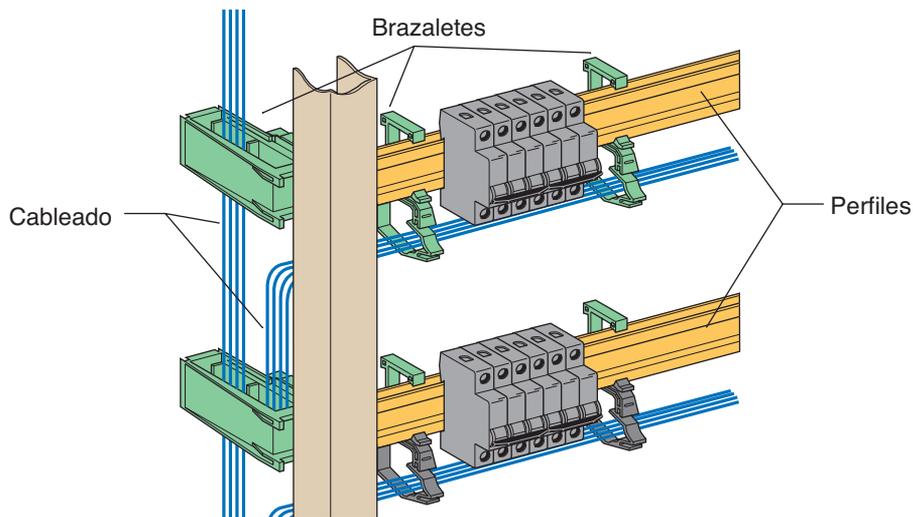
Siempre que sea posible, se evitará la formación de mangueras con conductores de potencia para favorecer su aireación.



↑ **Figura 1.45.** Cableado de los elementos situados en la puerta de un cuadro eléctrico.

Brazaletes

Sirven para realizar cableados al aire, con mangueras de conductores de gran sección, que necesitan una buena disipación térmica.



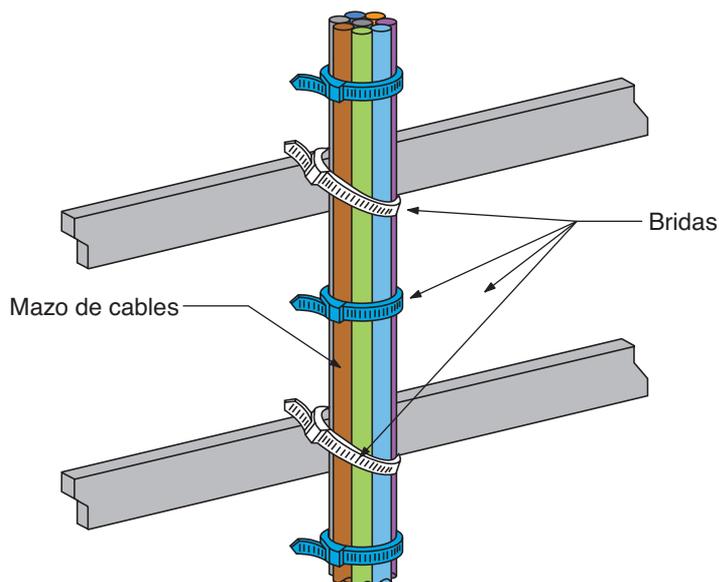
↑ **Figura 1.44.** Brazaletes (MERLIN GERIN).

Se enganchan directamente sobre perfiles normalizados, pasando los conductores por su interior. Es aconsejable utilizar un brazaletes cada 10 o 15 cm, para evitar el curvado excesivo de los cables debido a su propio peso.

Bridas

Son cintas de nailon, estriadas por una cara, que poseen en un extremo una cabeza con trinquete. Cuando el extremo libre se pasa por la cabeza, se realiza el cierre de forma permanente, no permitiendo su extracción.

Se utilizan para la sujeción de cables en cuadro o la formación de mangueras de conductores.



↑ **Figura 1.46.** Bridas (MERLIN GERIN).

Espirales

Son cintas plásticas tubulares que permiten la creación de mangueras por enrollamiento en forma de espiral.

Se utilizan en cuadros de automatismos para dar libertad de movimientos a las puertas o portezuelas.

3.8. Embarrados

Los embarrados son los encargados de suministrar la energía eléctrica al cuadro. Están formados por un determinado número de barras que dependerá del sistema de alimentación así, por ejemplo, un sistema trifásico con neutro dispondrá de cuatro barras, tres para las fases y una para el neutro.

Las dimensiones de las barras estarán en relación directa con la potencia que suministrará el cuadro a la instalación. Es muy importante realizar una correcta instalación del embarrado, ya que el buen funcionamiento del cuadro dependerá en gran medida de esta operación.

Debido a que, por lo general, las barras no están cubiertas de material aislante, se ha de prestar gran atención en las tareas de mantenimiento y reparación.

Barras fijas y flexibles

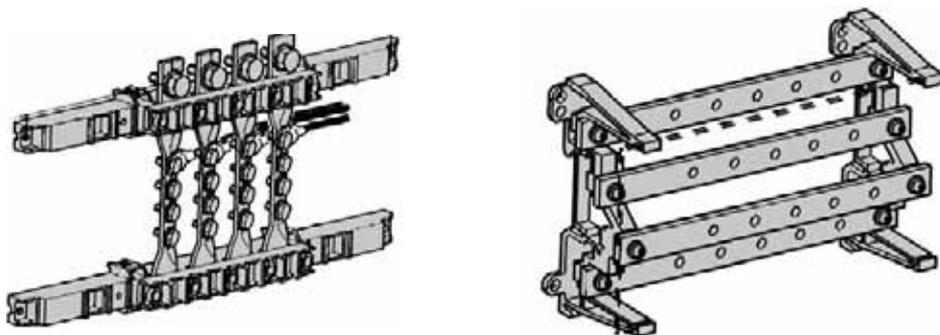
Las barras fijas son pletinas de cobre macizas, con orificios en toda su longitud para las conexiones de los elementos al cuadro. Es aconsejable utilizarlas siempre en tramos rectos, tanto en vertical como en horizontal.

Las barras flexibles están formadas por un alma conductora de láminas de cobre y recubiertas de material aislante. Este tipo admite replegado, por lo tanto permite su desdoblado y posterior plegado para su reutilización en el mismo cuadro si existen modificaciones. Se utilizan para atacar bornes de aparatos y otros embarrados donde es imposible colocar barras de tipo recto.

Algunos fabricantes diseñan barras específicas para sus cuadros con perfiles de conexión rápida.

Bornes de entrada y salida

Si el cuadro posee embarrado, la entrada de cables se puede hacer directamente sobre él. Si no dispone de este sistema, los cables de entrada se conectarán sobre un borne especial escalado, formado por pequeñas barras de cobre apoyadas sobre soportes aislantes.



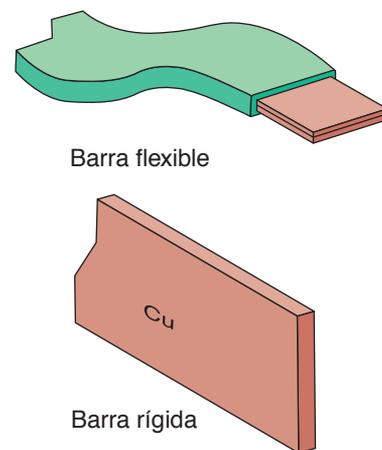
↑ Figura 1.50. Bornes de entrada y salida (MERLIN GERIN).



↑ Figura 1.47. Espiral.



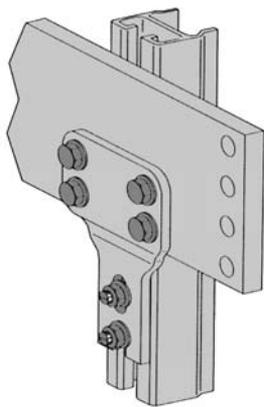
↑ Figura 1.48. Detalle de un embarrado de un cuadro de distribución (ABB).



↑ Figura 1.49. Barras fijas y flexibles (MERLIN GERIN).



↑ Figura 1.51. Lijado de la superficie de una barra para su conexión eléctrica.



↑ **Figura 1.52.** La salidas con cable de un embarrado se hacen siempre con terminales fijados por tornillos y tuercas.

Identificación

Todas las barras, desnudas o aisladas, han de identificarse en los extremos y en los puntos de conexión. La codificación será la misma que para los cables:

L1, L2, y L3 para las fases activas, N (escrito en azul claro) para el neutro y PE (escrito en verde-amarillo) para el conductor de protección.

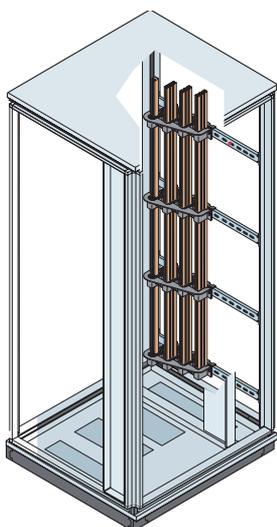
El perno de conexión de la masa del armario estará identificado con el símbolo de toma de tierra.

Situación de los embarrados

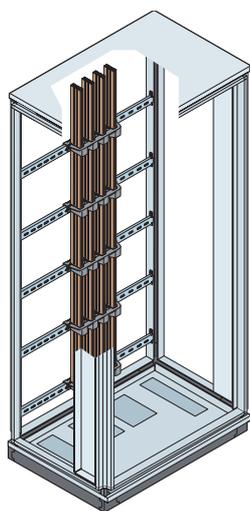
La colocación de las barras conductoras se realizará, en gran medida, dependiendo del tipo de armario y el espacio reservado para tal fin.

Cuando el espacio no sea determinante, las barras se colocarán en una celda adosada al armario principal. Esto permite que, en los trabajos con tensión, no existan riesgos de contactos indirectos.

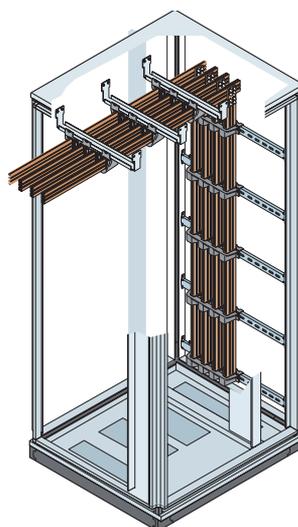
Si las dimensiones del armario no permiten la configuración anterior, se hace necesario colocar el sistema de barras de forma vertical en fondo. El trabajo de instalación y conexión se ha de realizar con el revestimiento trasero retirado.



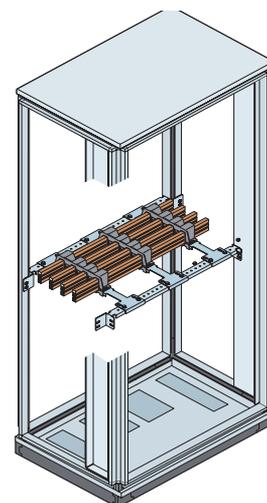
Embarrado vertical lateral



Embarrado vertical en fondo

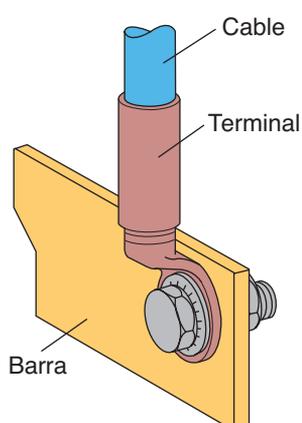


Embarrado horizontal y vertical

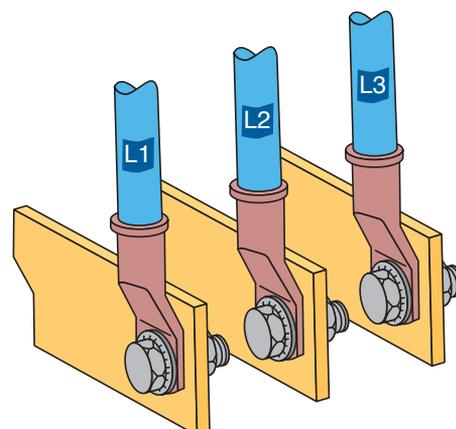


Embarrado horizontal

↑ **Figura 1.53.** Diferentes formas de ubicar los embarrados (ABB).



→ **Figura 1.54.** Conexión de cables a barras (MERLIN GERIN).



4. Elementos para la climatización

Los armarios situados en lugares con condiciones climáticas adversas deben estar proyectados con los elementos necesarios para su correcta climatización. Conseguir una temperatura idónea, evitar la condensación y reducir el calentamiento excesivo serán los principales objetivos de estos elementos. Los problemas de una incorrecta climatización pueden estar causados tanto por las altas como por las bajas temperaturas. Las elevadas temperaturas, generadas en gran medida por el calor de los propios aparatos del interior del cuadro, pueden provocar el calentamiento excesivo de los elementos y su posterior destrucción. Por otro lado, las bajas temperaturas pueden producir la formación de agua por condensación y, en algunos casos, hielo en el interior que afectaría gravemente al aparellaje del cuadro.

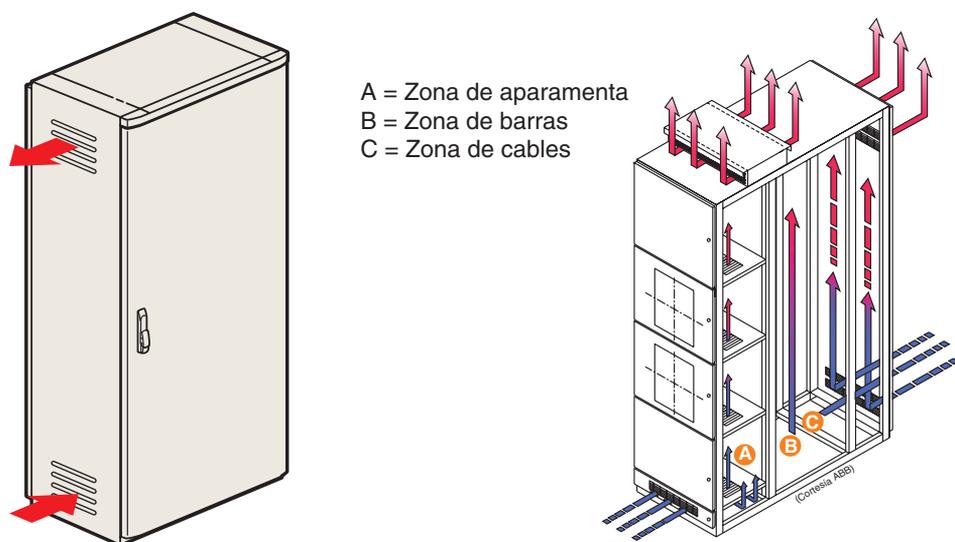
Dependiendo de las características del armario y el lugar en el que esté instalado, la gestión de su temperatura, puede realizarse de forma natural o forzada.

4.1. Climatización natural

Consiste en instalar adecuadamente elementos pasivos en el interior y paredes del armario, para conseguir la climatización por convención natural. De esta forma se logra la aireación y temperatura adecuada en el interior del cuadro, sin costosos aparatos auxiliares.

caso práctico inicial

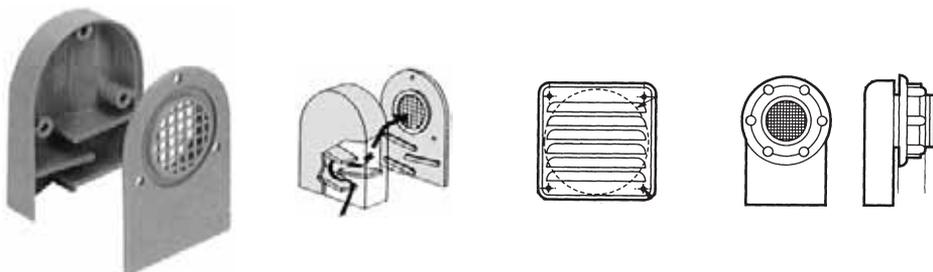
Es importante mantener adecuadamente la temperatura del interior de un cuadro eléctrico ya que de este factor depende la mayor o menor durabilidad de su aparellaje.



← Figura 1.55. Climatización natural.

Ventanas y rejillas de ventilación

Se utilizan en todos los armarios que necesiten ventilación, tanto forzada como pasiva. Se colocan en caras opuestas para favorecer la ventilación natural.

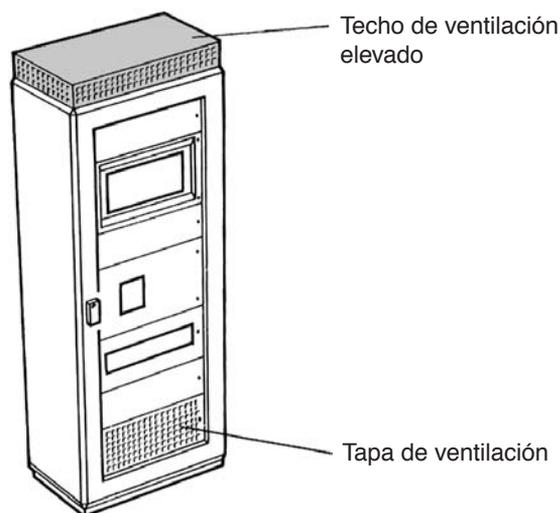


← Figura 1.56. Ventanas para ventilación pasiva en armarios.



Techo de ventilación

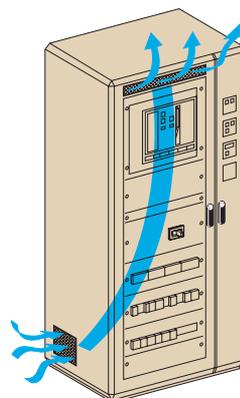
Mejora la ventilación natural o forzada del cuadro. Se instala sobre la parte superior del armario, apoyado directamente sobre la armadura. Si se desea aumentar el grado de protección IP, se ha de colocar un filtro entre el armario y el techo.



↑ **Figura 1.57.** Techo de ventilación (MERLIN GERIN).

4.2. Climatización forzada

En aquellos armarios en los que la climatización por convención natural no sea suficiente, deberá utilizarse la climatización forzada con elementos de tipo activo, que los diferentes fabricantes proponen para sus envolventes.



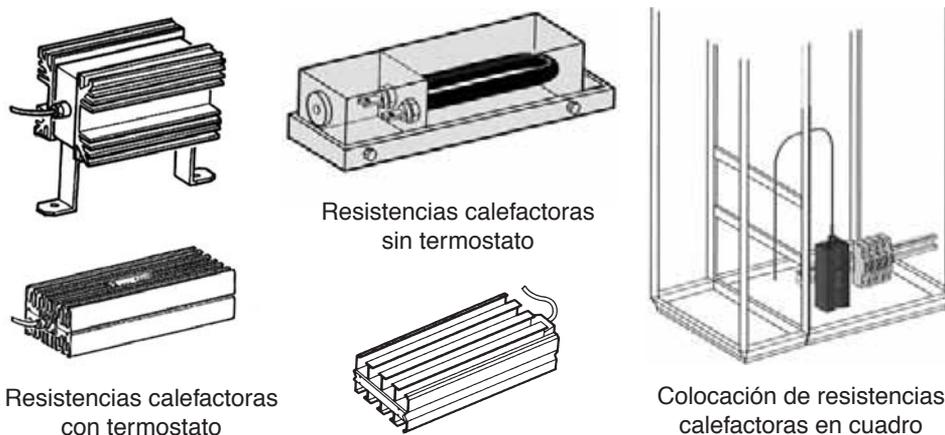
↑ **Figura 1.58.** Climatización forzada.

Resistencias calefactoras

Permiten elevar la temperatura del cuadro, evitando la condensación interior cuando la temperatura externa es muy baja.

Pueden ser de montaje horizontal o vertical, con aletas de aluminio o en forma de horquilla. Su alimentación se realiza en el interior del cuadro directamente a la red de 230 V.

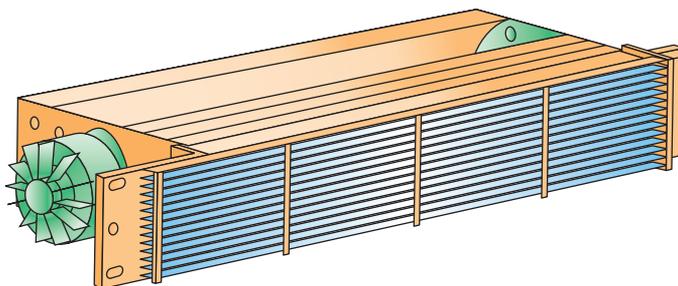
Las resistencias no se instalarán cerca de los demás aparatos del cuadro, para evitar su calentamiento por proximidad.



↑ **Figura 1.59.** Resistencias.

Ventiladores

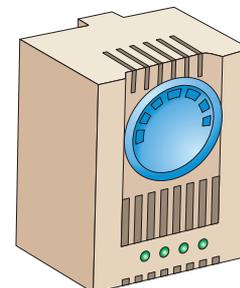
Permiten la ventilación forzada en el interior del cuadro. Son necesarios en armarios cuya temperatura interior es elevada.



↑ **Figura 1.60.** Ventiladores para ventilación forzada de armarios (MERLIN GERIN).

Termostatos

Regulan la temperatura interior del cuadro, gestionando el funcionamiento de las resistencias calefactoras y/o ventiladores.



↑ **Figura 1.61.** Termostato (MERLIN GERIN).

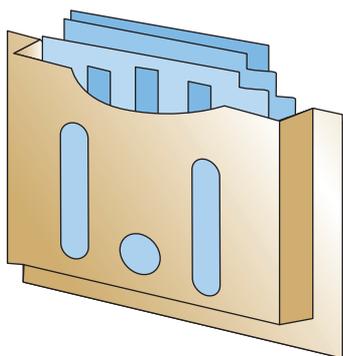
5. Elementos auxiliares

Los elementos auxiliares no modifican las características técnicas de las envolventes, pero aumentan sus prestaciones, haciendo más cómodos los trabajos de mantenimiento y reparación.

5.1. Iluminación

En los grandes armarios de distribución o de automatismos, es conveniente instalar iluminación para facilitar la visualización del interior. Además, se hace obligatoria en aquellos casos en los que el cuadro se encuentra situado en lugares oscuros, que dificultan las tareas de mantenimiento.

El encendido de la iluminación interior se puede realizar de forma manual, por un interruptor que accionará el operario, o de forma automática, con un contacto que se activa al abrir la puerta.



↑ **Figura 1.62.** Portaplanos.

5.2. Portadocumentos

El portadocumentos es un bolsillo metálico, o de material plástico, que se añade a la puerta del cuadro por el interior. Sirve para alojar los esquemas eléctricos y la documentación técnica.

5.3. Portaetiquetas

De la misma forma que el referenciado de cables y regletas permite la rápida identificación de los conductores, el etiquetado de los elementos, en la puerta del cuadro, es aconsejable cuando el número de estos es elevado. Los portaetiquetas permiten la representación de textos y símbolos sobre una banda de papel protegida con una tapa transparente. La fijación al armario se hace por tornillos o por cintas adhesivas de doble cara.

6. Compartimentación

caso práctico inicial

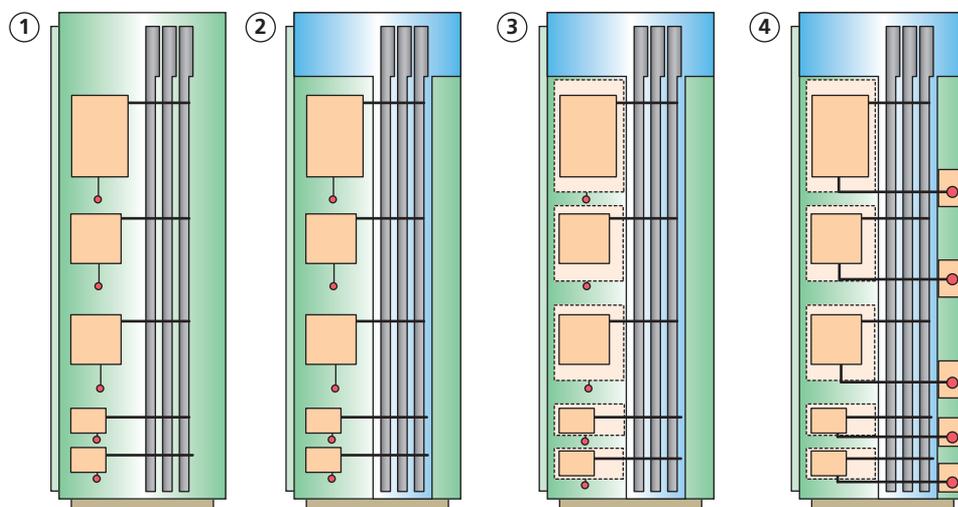
Concepto de compartimentación.

En muchos casos es necesaria la separación, a diferentes niveles, de las unidades funcionales que intervienen en un armario. Esta operación recibe el nombre de compartimentación y tiene como misión evitar los siguientes efectos:

- Contactos indirectos con las partes adyacentes en tareas de mantenimiento y reparación.
- El riesgo de la creación de corrientes de defecto.
- Entrada de cuerpos extraños de unas unidades en otras.

La norma UNE-EN 60439.1 establece cuatro formas diferentes de compartimentación:

- Forma 1: no existe compartimentación.
- Forma 2: la unidad funcional del embarrado es separada de las demás.
- Forma 3: la unidad funcional del embarrado y todas las demás unidades que intervienen en el cuadro están separadas entre sí.
- Forma 4: idéntica a la anterior, pero separando incluso los bornes de salida y entrada.



→ **Figura 1.63.** Compartimentación.

7. Entrada de cables

La llegada y salida de conductores en el armario dependerá del tipo de canalización utilizada.

En cuadros empotrados se realiza por tubos de plástico o acero, alojados en la pared o el suelo.

En los cuadros de fijación mural la entrada puede hacerse con tubos, canaletas o bandejas de cables de montaje superficial.

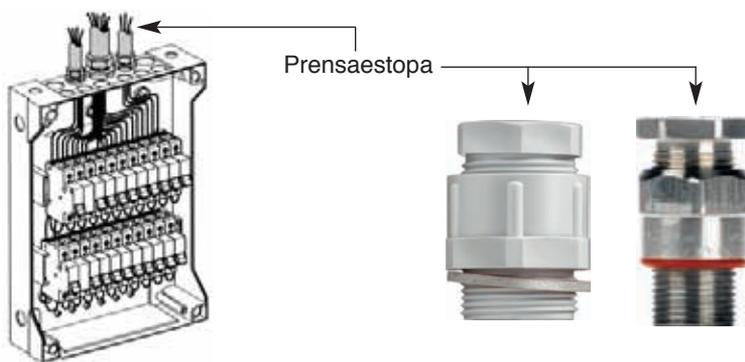
Se ha de prestar especial atención en mantener el grado de protección IP, con cualquiera de los métodos empleados.

A continuación se describen los accesorios para la unión de canalizaciones con las envolventes.

7.1. Unión de tubos

La fijación de tubos al cuadro se realiza por los elementos llamados **prensaestopas**.

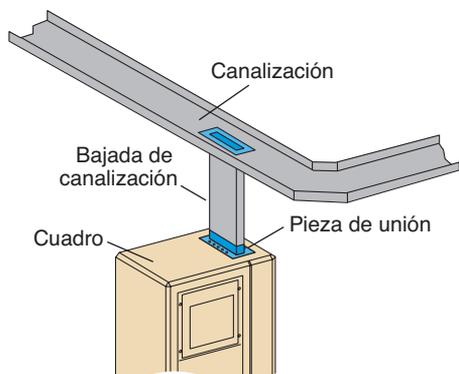
Son piezas metálicas, o de material plástico, que se alojan en orificios, previamente realizados, en los laterales de los cuadros, con una tuerca de gran tamaño.



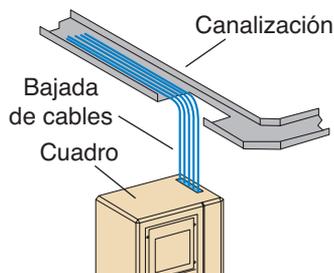
↑ **Figura 1.65.** Entrada de cables por tubo.

7.2. Unión de canaletas y bandejas

La llegada de canaletas y bandejas se realiza con piezas terminales que permiten mantener el grado de protección IP del cuadro. Estas se fijan en los laterales con tornillos o remaches.



↑ **Figura 1.66.** Canaleta.



↑ **Figura 1.67.** Entrada de cables por canalización.

caso práctico inicial

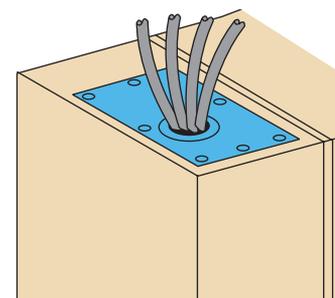
En este epígrafe se descubren los elementos utilizados para la entrada de cables

saber más

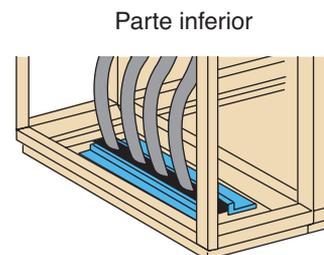
Los racores son piezas para la unión de canalizaciones con tubo de acero flexible a las envolventes eléctricas. Su aspecto es similar al de los prensaestopas.



↑ **Figura 1.64.** Racor.



Parte superior



Parte inferior

↑ **Figura 1.68.** Detalle de entrada de cables en un cuadro eléctrico.



8. Consideraciones técnicas de montaje e instalación para evitar las perturbaciones electromagnéticas

Todo circuito eléctrico con elementos de funcionamiento electrónico, autómatas, temporizadores, contadores, etc., puede estar afectado por las perturbaciones electromagnéticas.

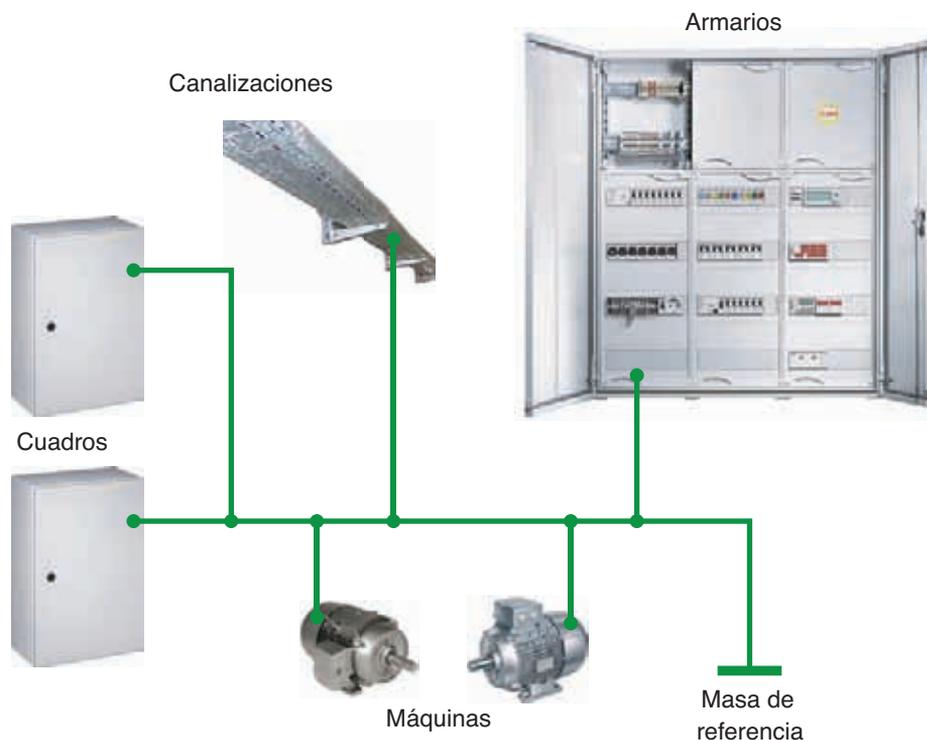
Una perturbación electromagnética es una deformación de la señal enviada por un elemento de captación, detector, final de carrera, etc. hacia un aparato electrónico de lógica programada. Esta señal es recibida con un valor de estado diferente, al que el captador envió, provocando una acción no deseada.

Las principales fuentes de perturbaciones electromagnéticas son: los motores eléctricos, el alumbrado fluorescente, variadores electrónicos de velocidad, rectificadores y equipos informáticos.

El diseño y construcción de armarios ha de hacerse de tal forma que se eviten este tipo de perturbaciones. Para ello se han de tomar las siguientes precauciones en el momento de la instalación.

8.1. Masa de referencia

Todas las partes metálicas de la instalación y del cuadro han de estar interconectadas entre sí, para crear una masa de referencia.



↑ **Figura 1.69.** Ejemplo de conexión de masa de referencia.

Se prestará especial atención a que los contactos sean metal-metal, limpiando las superficies adecuadamente en los casos que sea necesario.

8.2. Entrada de cables en el armario

La entrada de cables en el armario se puede hacer por bandejas metálicas y/o por tubos. En ambos casos, se separarán los cables de potencia de los cables de mando que proceden de los captadores.

Los prensaestopas y piezas que unen las canalizaciones con el armario tendrán un buen blindaje a masa.

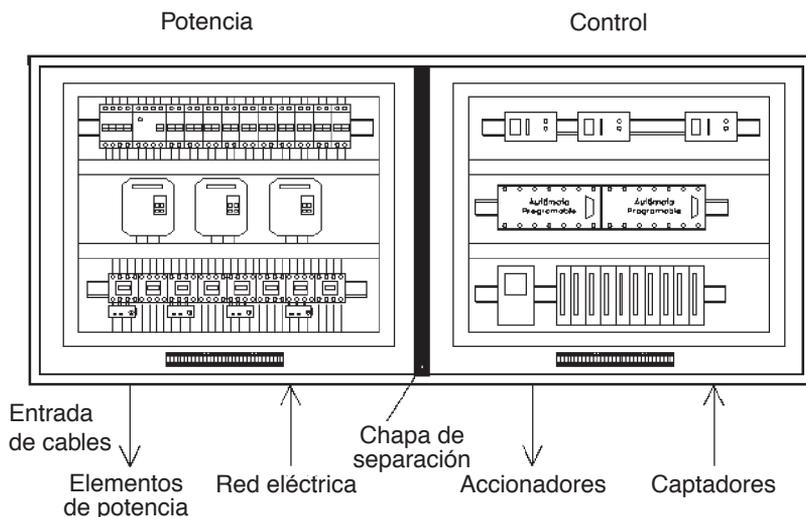
Se evitará la iluminación con lámparas fluorescentes o de descarga en cuadros de automatismos programados.

En el interior del cuadro, los elementos de control estarán separados de los de potencia por una chapa metálica. Si el cuadro es muy grande, se hace aconsejable separar el mando de la potencia en habitáculos diferentes.

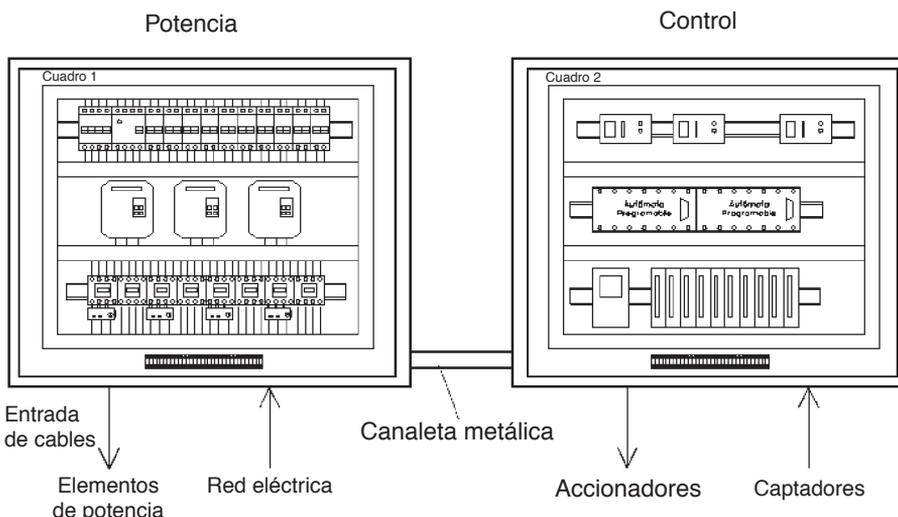
saber más

La iluminación de cuadros con lámparas de descarga puede producir perturbaciones electromagnéticas en aparatos de mando electrónico. En los cuadros en los que se utilicen estos elementos se sustituirán por lámparas incandescentes.

CUADROS PEQUEÑOS



CUADROS GRANDES



↑ **Figura 1.70.** Separación de los dispositivos de control de los de potencial.

↑ **Figura 1.71.** Detalle de conexión del conductor de protección a la puerta de un cuadro eléctrico.



ACTIVIDADES FINALES

- 1. Utilizando catálogos comerciales y sus tarifas, elabora un presupuesto, en las mejores condiciones económicas, de un armario de dos unidades funcionales, el cual estará apoyado sobre el suelo, dispondrá de un sistema trifásico de barras y estará ventilado de forma forzada.

No debes tener en cuenta los dispositivos eléctricos que en su momento irán alojados en su interior.

Las dimensiones estarán entorno a los 2 metros de altura y 1m de ancho de cada unidad funcional.

- 2. Revisa las tablas de la sección Mundo Técnico y di qué significan los siguientes grados de protección IP IK:
 - a. IP20 IK02
 - b. IP32 IK02
 - c. IP68 IK07
 - d. IP10 IK05
 - e. IP33 IK01
- 3. En catálogos que has utilizado en actividades anteriores, localiza el código IP-IK de algunas de las envolventes. Observa cuál es el motivo por el que algunos cuadros eléctricos pueden disponer de diferentes códigos IP-IK.
- 4. Ojea los catálogos y enumera los diferentes sistemas de fijación de los dispositivos eléctricos dentro de la envolvente. ¿Cuál de ellos es el más utilizado?
- 5. ¿Cuáles son los sistemas mayoritariamente utilizados para la entrada y salida de cables de los cuadros eléctricos? Localiza los diferentes tipos en catálogos de material eléctrico.
- 6. Dibuja un croquis con la topología de la instalación de cuadros eléctricos necesaria para el taller de reparación de vehículos propuesto en el caso práctico inicial, sabiendo que se deben electrificar las siguientes estancias y máquinas:
 - Túnel de lavado (*).
 - Sala de pintura
 - Elevadores de vehículos (*)
 - Puente grúa (*)
 - Taller de chapa (*)
 - Alumbrado general
 - Fuerza general para tomas de corriente
 - Fuerza y alumbrado de las oficinas y almacén.

Se debe instalar un cuadro general a la entrada del taller.

Lo marcado con asterisco (*) dispondrá de cuadros de automatismos.

entra en internet

- 7. Consigue en papel, o en formato electrónico, los catálogos y tarifas de tres fabricantes de envolventes y cuadros eléctricos. Para ello puedes ayudarte de las siguientes páginas web:
 - a. www.legrand.es
 - b. www.schneiderelectric.es
 - c. www.himel.es
 - d. www.pinazo.com
 - e. www.delvalle.es
 - f. www.squadraelectric.es

Nota: si alguno de estos enlaces no funciona, prueba introducir el nombre de la empresa en una buscador de página web.

- 8. Entra en la web de algún fabricante de envolventes y descarga el software de diseño de cuadros eléctricos que dispongan de forma gratuita . Instálalo en un ordenador y, siguiendo las pautas marcadas por tu profesor, prueba sus posibilidades.
- 9. Busca las diferentes soluciones que dan los fabricantes para la instalación de interruptores de caja moldeada en los cuadros eléctricos.
- 10. Busca información de los sistemas electrónicos utilizados para medir la temperatura en el interior de un cuadro eléctrico. ¿Crees que tienen utilidad?
- 11. Elabora una lista de al menos 15 fabricantes de envolventes y accesorios para los cuadros eléctricos.

PRÁCTICA PROFESIONAL 1

HERRAMIENTAS

- Tijeras de electricista
- Tenaza de engastar (crimpar) terminales

MATERIAL

- 1,5 m de cable flexible de 1,5 mm²
- 1 m de cable flexible de 2,5 mm²
- 1 m de cable flexible de 4 mm²
- 2 m de cinta helicoidal
- 14 terminales y punteras para las secciones de los conductores utilizados en la actividad

Preparación de un mazo de cables

OBJETIVO

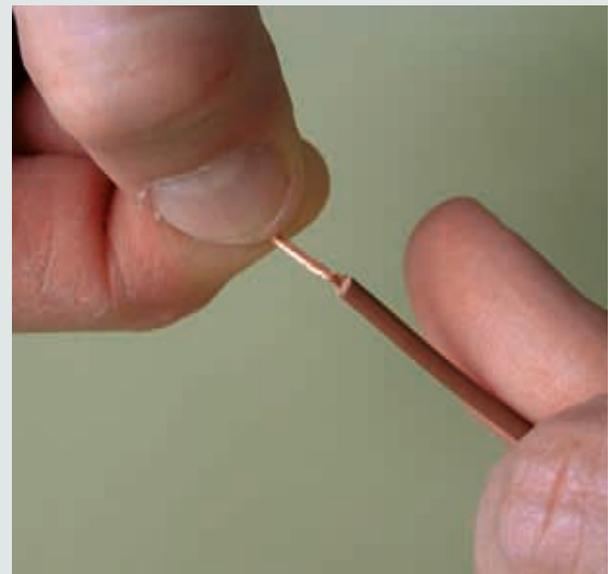
Realizar un mazo de cables con cinta helicoidal, que presumiblemente debería ir en el interior de un cuadro eléctrico, y preparar todas las terminaciones de los conductores con terminales y punteras.

PRECAUCIONES

- Pelar las terminaciones de cada uno de los cables con la medida adecuada al terminal o puntera que se va a colocar en ellas.
- No dejar fuera del terminal ninguno de los finos hilos de cobre de los conductores.

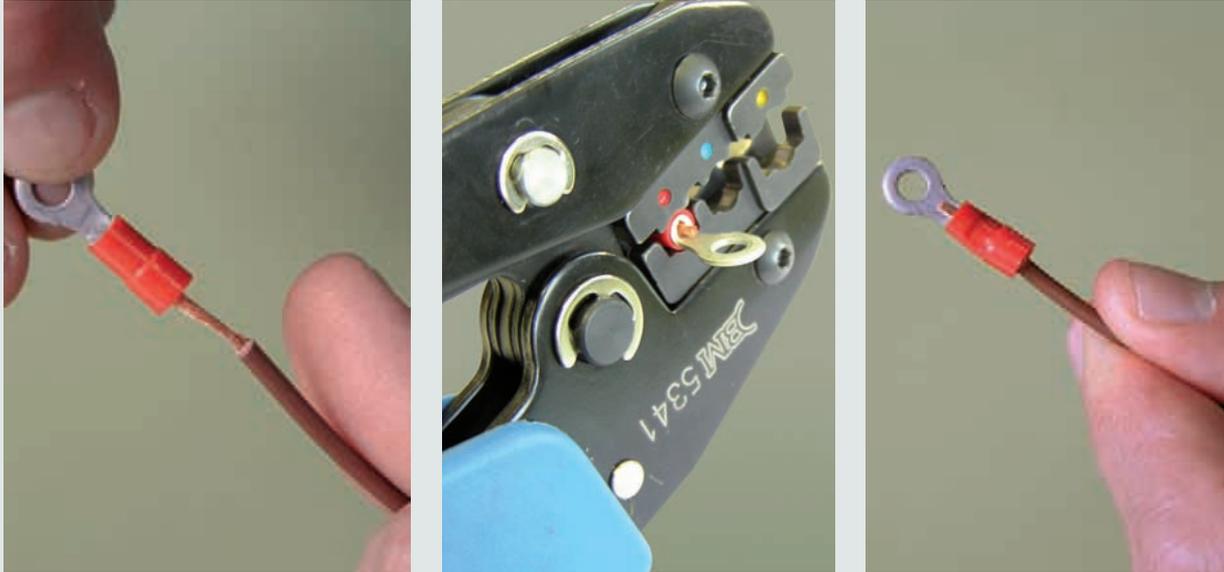
DESARROLLO

1. Cortar los cables con las siguientes medidas:
 - Tres tramos de 50 cm cada uno del conductor de 1,5 mm²
 - Dos tramos de 50 cm cada uno del conductor de 2,5 mm²
 - Dos tramos de 50 cm cada uno del conductor de 4 mm²
2. Pelar las terminaciones de ambos extremos de los conductores y agrupar todos los hilos de cobre de cada uno de las terminaciones, retorciéndolos ligeramente con los dedos.



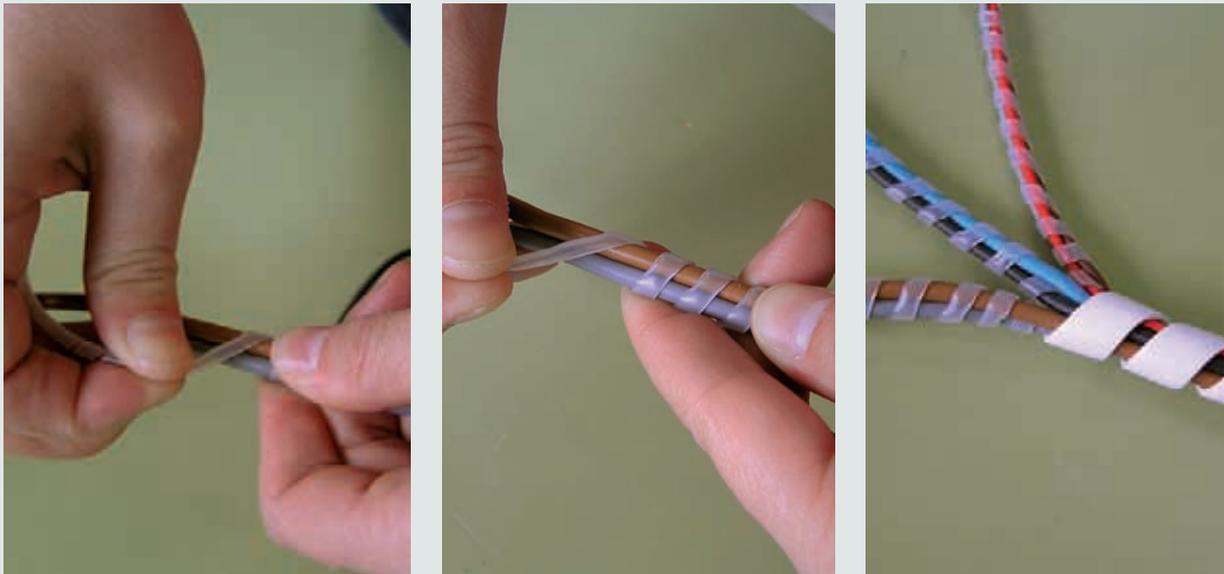
↑ **Figura 1.72.** Pelado y preparación del conductor.

- Colocar el terminal adecuado en cada una de las terminaciones y crimparlo con la tenaza de engastar.



↑ **Figura 1.73.** Engastado del terminal.

- Colocar la cinta helicoidal de forma que en los primeros 25 cm el mazo agrupe todos conductores y los 25 cm siguientes, sean bifurcaciones (3 en total) separando los conductores por secciones.



↑ **Figura 1.74.** Colocación de cinta helicoidal.



PRÁCTICA PROFESIONAL 2

HERRAMIENTAS

- Tijeras de electricista
- Cortacables
- Navaja de electricista
- Tenaza de engastar terminales
- Peladora de cables de gran sección

MATERIAL

- 50 cm de cable flexible 10 mm²
- 2 terminales de ojal para cable de 10 mm²

Engastado de terminales de gran sección

OBJETIVO

Fijar terminales en conductores de gran sección.

PRECAUCIONES

- No introducir el dedo en la boca de la tenaza en el proceso de engastado.

DESARROLLO

1. Utilizando el cortacables, cortar un tramo de cable de 10 mm².



↑ **Figura 1.75.** Cortacables.

2. Con la tijera electricista (o herramienta específica), pelar las terminaciones del cable en las que van a fijar los terminales.



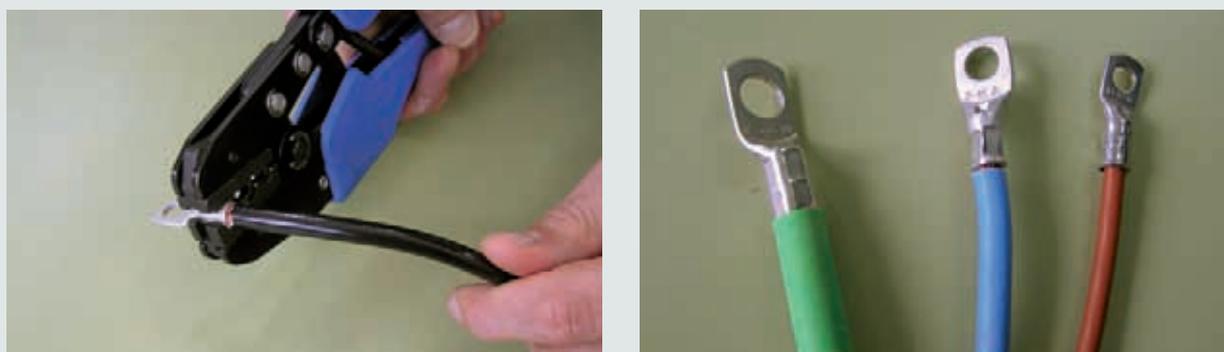
↑ **Figura 1.76.** Pelado de cables.

3. Agrupar todos los hilos de cobre de cada una de las terminaciones, retorciéndolos ligeramente con los dedos y colocar el terminal adecuado en cada una de las terminaciones



↑ **Figura 1.77.** Colocación del terminal.

4. Crimpar el terminal con la tenaza de engastar.



↑ **Figura 1.78.** Engastado de terminales.

5. Para cables de gran sección se debe utilizar un tenaza de terminales de tamaño adecuado.



↑ **Figura 1.79.** Tenaza de terminales de gran tamaño.

MUNDO TÉCNICO

Grados de protección IP

La norma EN 60529 establece los grados de protección para las envolventes eléctricas ante las siguientes influencias externas: presencia de cuerpos sólidos, presencia de agua y choques mecánicos.

El grado de protección se indica con un sistema de codificación de la siguiente forma:

IP xx – IK xx

Donde el índice IP hace referencia, con 2 cifras, al grado de protección contra cuerpos sólidos y líquidos, y el índice IK hace referencia, también con 2 cifras, el grado de protección contra choques mecánicos. Para una correcta interpretación de grado IP, cada cifra ha de ser leída individualmente.

Tablas para la identificación de los grados IP e IK

ÍNDICES DE PROTECCIÓN

1. Protección contra los cuerpos sólidos y líquidos:

Índices de protección – IP

Grados de protección de las envolventes de los materiales eléctricos

según las normas: CEI 529 y EN 60529

1.ª cifra: protección contra los cuerpos sólidos		2.ª cifra: protección contra los líquidos	
IP	tests	IP	tests
0	Sin protección	0	Sin protección
1	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)	1	Protección contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)
2	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm (ej.: dedos de la mano)	2	Protección contra las caídas de agua hasta 15° de la vertical
3	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas, tornillos)	3	Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical
4	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: herramientas finas, pequeños cables)	4	Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones
5	Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5	Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones
6	Totalmente protegido contra el polvo	6	Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes de mar
		7	Protegido contra inmersión
		8	Protegido contra los efectos prolongados de inmersión en condiciones especificadas

2. Protección contra los choques mecánicos:

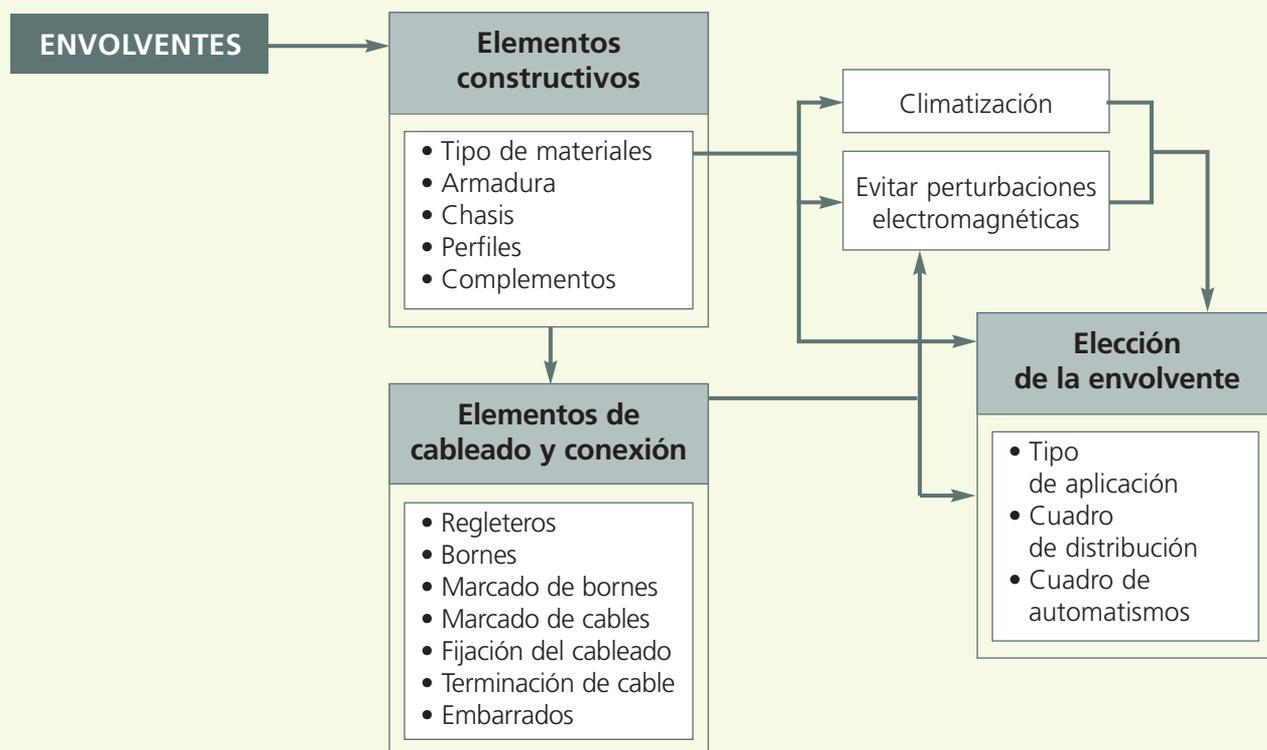
Índice de protección - IK

Según : UNE EN 50 102/96

IK	Energía de choque (julios)	Antiguo 3.ª cifra IP
00	0	0
01	0,15	
02	0,20	
(1)	0,225	1
03	0,35	
04	0,50	3
05	0,70	
06	1	
07	2	5
08	5	
(2)	6	7
09	10	
10	20	9

• También permite conocer la correspondencia con la antigua 3.ª cifra IP.

EN RESUMEN



EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

- Los índices de protección de las envolventes están definidas según la norma
 - IEC 1131.
 - UNE 4026.
 - EN 60529.
 - EN 60452.
- Se denomina revestimiento de una envolvente:
 - A la armadura.
 - Al fondo del cuadro.
 - A los paneles que cubren el cuadro.
 - Al sistema de fijación de elementos eléctricos dentro del cuadro.
- La operación de crimpado o engastado consiste en:
 - Ponerle punteras, o terminales, a los cables.
 - Desbastar un elemento metálico.
 - Fijar los componentes eléctricos a un perfil normalizado.
 - Cablear un cuadro eléctrico.
- La compartimentación es:
 - Pasar educadamente las herramientas al compañero de trabajo.
 - Compartir una zona de un cuadro eléctrico.
 - Separación, a diferentes niveles, de las unidades funcionales de un cuadro eléctrico.
 - Separar los elementos puramente electrónicos de los electromecánicos.
- Una perturbación electromagnética es:
 - El ruido que emite un componente eléctrico.
 - Una deformación de una señal enviada por un elemento de captación.
 - La puesta en marcha de un actuador eléctrico.
 - Un componente que está en el interior de un cuadro eléctrico.