

Manual Técnico del Electricista

Cálculo de secciones

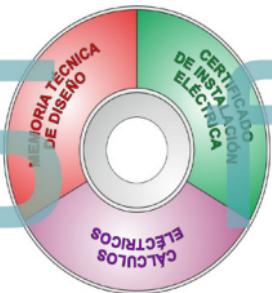
ACTUALIZADO
UNE-HD 60364-5-52
Y
CPR 

CS



C/ Toledo, 176
28005-MADRID
Telf.: 913 660 063
www.plcmadrid.es

AUTOMATIZACIÓN AVANZADA Y FORMACIÓN



ia



SOFtware para Instaladores Autorizados Para realizar certificados eléctricos

© P.L.C. Madrid®

C/ Toledo 176

28005-Madrid Tf: 913 660 063

Fax: 913 664 655

www.plcmadrid.es

plcmadrid@plcmadrid.es

JOSÉ MORENO GIL.

ALEJANDRO PINDADO RUIZ.

CARLOS FERNÁNDEZ GARCÍA.

RUBÉN MONTERRUBIO CÉSPEDES.

© Reservados todos los derechos de la obra

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de P.L.C. MADRID®.

Edita P.L.C. MADRID®

Depósito Legal M-6419-2017

I.S.B.N. 84-95357-76-3

INDICE DE CONTENIDOS:

Presentación.....	2
Material y disposición de los conductores.....	3
Aislamiento de los conductores.....	4
Características de los conductores.....	5
Coordinación entre conductores y protecciones.....	6
Criterios para el cálculo de sección.....	10

Criterio de Intensidad Máxima admisible

Tabla 1 - Tipos de instalación.....	13
Tabla 2 - Intensidades máximas admisibles Cobre.....	22
Tabla 2 - Intensidades máximas admisibles Aluminio.....	24
Factores de corrección para instalaciones al aire.....	26
Tabla 5 - Intensidades máximas admisibles Cobre.....	32
Tabla 5 - Intensidades máximas admisibles Aluminio.....	33
Factores de corrección para instalaciones enterradas.....	34

Criterio de Caída de Tensión Máxima

Tabla 11 - Distribución de la caída de tensión.....	42
Tabla 12 - Cálculo directo de la caída de tensión.....	42
Fórmulas para el cálculo de sección.....	44

Criterio de cortocircuito

Cálculo de Sección coordinado con l. automático.....	48
Cálculo de Sección coordinado con fusible.....	49
Tabla valor de la constante K.....	53
Designación de conductores eléctricos.....	54
Reglamento de productos de la construcción (CPR).....	56

PRESENTACIÓN

Saber calcular correctamente la sección de los conductores en los distintos tipos de instalaciones forma parte del conocimiento del instalador electricista. Para la realización de los cálculos no sólo es preciso conocer las fórmulas matemáticas a emplear, sino también saber ahondar en la normativa aplicable en cada caso para utilizar con precisión el concepto de caída de tensión, y los distintos factores de corrección y/o simultaneidad en su caso.

En este manual se desarrollan los tres métodos más usuales de cálculo para las secciones de los conductores, prestando especial interés a la correcta aplicación de los preceptos que marca el R.E.B.T y la Norma UNE-HD 60.364-5-52.

Para su aplicación se han considerado estos tres métodos:

- Cálculo por caída de tensión.
- Cálculo por intensidad máxima admisible.
- Cálculo de cortocircuito.

También se incluye el cálculo del diámetro de los tubos en función del número de conductores.

El manual técnico facilita la aplicación de fórmulas y cálculos, extracta y sintetiza variados y múltiples datos técnicos en cuadros de consulta rápida y hace fácil la comprensión con sencillos esquemas y numerosos ejemplos.

En suma, creemos que con esta colección de guías del Instalador Electricista en el bolsillo, cualquier profesional del sector va a tener una importante herramienta de consulta para su trabajo cotidiano. También creemos que van a ser muy útiles a los estudiantes de electricidad de cualquier nivel educativo.

MATERIAL DE LOS CONDUCTORES

Material	Foto	Definición
Cobre		El cobre, después de la plata, es el material con mayor conductividad, lo que junto a su longevidad y sus notables ventajas mecánicas y eléctricas hace que sea idóneo para su uso frente a otros metales.
Aluminio		El aluminio es un material entre cuyas características se encuentra la de ser un material más ligero que el cobre, con lo que es el ideal para emplearlo en la distribución de energía eléctrica.
Almelec		Conductor compuesto de una aleación de aluminio, magnesio y silicio, para fortalecer la dureza del aluminio al ser un material liviano, que se instala combinado con conductores de aluminio para producir una mayor fortaleza en las instalación aéreas.

DISPOSICIÓN DE LOS CONDUCTORES

Disposición	Foto	Definición
Unipolar		Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislamiento y con o sin cubierta protectora.
Manguera		Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislante y con una o más cubiertas protectoras comunes.

AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Tipos de aislamiento de los conductores			
Material	Foto	Temp. Max.	Definición
Polietileno reticulado (XLPE)		90°C	Compuesto por materiales termostables, lo cual quiere decir que no se deforman con el aumento de la temperatura (al menos hasta los niveles en que opera la alta tensión). El XLPE es absorbente de agua, por lo que no es válido para ambientes húmedos o para instalarlos bajo el agua, aunque no presentan inconvenientes en alta y baja tensión.
Etileno-propileno (EPR)		90°C	Pertenece al grupo de los aislamientos termostables y sus características son similares al XLPE. Posee mayores propiedades mecánicas e impide que el agua penetre en ellos, por lo que son válidos para ambientes húmedos.
Policloruro de vinilo (PVC)		70°C	El PVC es un material termoplástico, cuya principal característica reside en que, a partir de una temperatura, pierde su resistencia mecánica y se deforma. Su uso solo es para baja tensión.
Poliolefina (Z1)		70°C	Para instalaciones con características concretas como las derivaciones individuales o los locales de pública concurrencia. Además de las intensidades máximas admisibles también necesitan cumplir con exigencias como la toxicidad y opacidad del humo en caso incendio; algunas de las clasificaciones son: <ul style="list-style-type: none">• Cables no propagadores de la llama.• Cables no propagadores del incendio.• Cables resistentes al fuego.

CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES

Concepto	Definición	
Resistividad		Es la resistencia que oponen los cuerpos al paso de la corriente eléctrica a través de este, su unidad se mide a partir de un conductor de un metro de largo y de una sección de un milímetro cuadrado ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

Resistividad a diferentes temperaturas

Material	Coeficiente de temperatura ($^{\circ}\text{-}1$)	Resistividad 20° ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	Resistividad 70° ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	Resistividad 90° ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
Cobre	0,00392	0,018	0,021	0,023
Aluminio	0,00403	0,029	0,033	0,036
Almelec	0,0036	0,032	0,038	0,041

Concepto	Definición	
Conductividad	$\text{Conductividad} = \frac{1}{\text{Resistividad}}$	Es la facilidad que tienen los cuerpos para permitir el paso de la corriente eléctrica a través de estos; esta característica de los conductores es la inversa de la resistividad ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$).

Conductividad a diferentes temperaturas

Material	Resistividad 20° ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)	Resistividad 70° ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)	Resistividad 90° ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Almelec	31	26	24

COORDINACIÓN ENTRE CONDUCTORES Y PROTECCIONES

Para dimensionar adecuadamente una instalación eléctrica, deben coordinarse las protecciones con la sección de los conductores, de forma que la **corriente de diseño** (intensidad de cálculo) (I_b) debe ser menor que la **intensidad nominal de la protección** (I_n) a utilizar para proteger el circuito, y esta también deberá ser menor que la **intensidad máxima admisible por el conductor** (I_z).

Explicado de forma más breve, la **intensidad del cable** debe ser la mayor, la **intensidad de la protección** debe encontrarse entre las intensidades del cable y la intensidad del receptor a alimentar y por último la **intensidad del receptor** debe ser la menor de los 3 valores.

Los dispositivos deberán estar previstos para interrumpir las sobrecargas en los conductores. Estos deben cumplir estas dos condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b Intensidad utilizada en el circuito.

I_n Intensidad nominal o de regulación.

I_z Intensidad admisible en la canalización Según UNE-HD 60.364-5-52

I_2 Intensidad que asegura el funcionamiento de la protección.

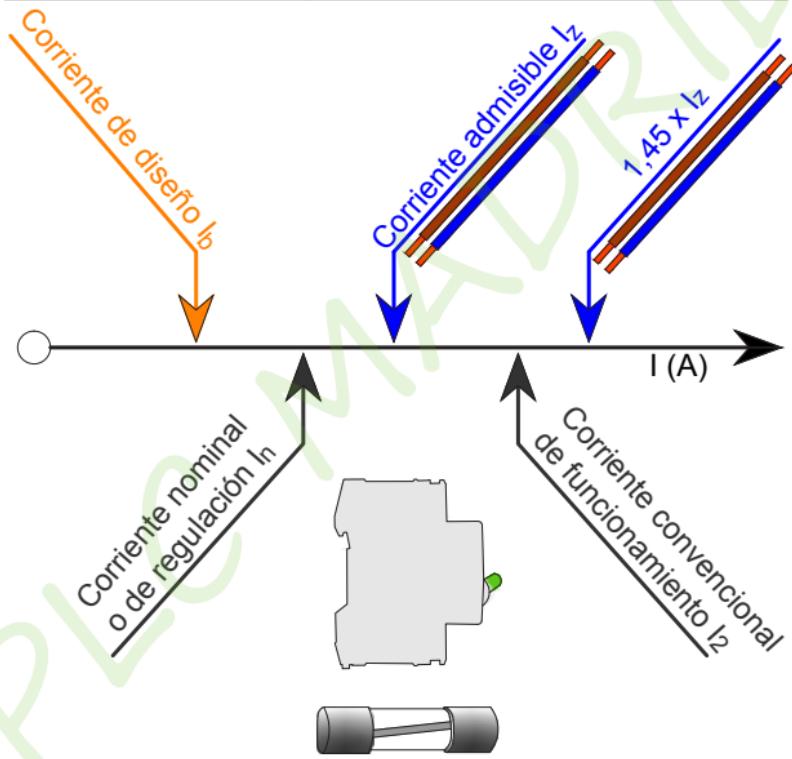
Es decir:

Que la corriente nominal del dispositivo de protección (I_n) debe ser igual o superior a la intensidad de empleo (I_b) e igual o inferior a la intensidad admisible en la canalización (I_z), y además,

Que la intensidad convencional de funcionamiento del dispositivo de protección (I_2) es igual o inferior a **1,45** veces la intensidad admisible en la canalización (I_z) o **1,30** veces en el caso de ser no ser de tipo doméstico.

Valores de referencia de las canalizaciones

Cargas	Conductores



Protección térmica

Características del dispositivo de protección

Ejemplo de aplicación 1:

Con una intensidad utilizada en un circuito $I_b = 38 \text{ A}$, calcular la protección y la sección del conductor que debe instalarse para cumplir con la coordinación entre conductores y protecciones, para calcular la intensidad máxima del conductor y la sección se utilizará la **TABLA 2** columna 6a:

Las fórmulas que tenemos que aplicar son las siguientes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

1º Paso: Calcular la intensidad nominal de la protección:

$$I_b = 38 \text{ A} \leq I_n = 40 \text{ A}$$

La intensidad nominal de la protección será de 40 A.

2º Paso: Calcular la intensidad máxima admisible del conductor:

$$I_n = 40 \text{ A} \leq I_z = 46 \text{ A} = 10 \text{ mm}^2$$

La intensidad máxima admisible del conductor será de 46 A y la sección correspondiente de 10 mm².

3º Paso: Calcular la intensidad de disparo

Tipo doméstico (UNE EN 60.898), soportará en un tiempo máximo de 1 hora:

$$I_2 = 1,45 \times I_n = 1,45 \times 40 \text{ A} = 58 \text{ A}$$

Tipo industrial (UNE EN 60.947-2) soportará en un tiempo máximo de 2 horas:

$$I_2 = 1,30 I_n = 1,30 \times 40 \text{ A} = 52 \text{ A}$$

Ejemplo de aplicación 2:

De una lavadora que consume **12 A**, se pretende conocer si se cumple el criterio de la protección magnetotérmica y la sección correspondiente para este receptor.

Ésta se alimenta con un conductor de una sección de **2,5 mm²** que soporta una intensidad máxima de **18 A** y esta protegida con un magnetotérmico de **20 A**.

1º Paso: Comprobar si se cumplir con el criterio de sobrecargas, aplicable tanto a la protección como al conductor.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$12 \text{ A} \leq 20 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$$

La protección ante sobrecargas está cubierta, la intensidad de cálculo ($I_b=12 \text{ A}$) es inferior a la intensidad nominal de la protección ($I_n=20 \text{ A}$).

Sin embargo la intensidad máxima admisible del cable ($I_z=18 \text{ A}$) es menor que la de la protección ($I_n=20 \text{ A}$), será necesario disminuir la intensidad de la protección para cumplir con el criterio de sobrecarga.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$12 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$$

En este caso tanto la intensidad nominal de la protección ($I_n=16 \text{ A}$), como la intensidad máxima admisible del cable ($I_z=18 \text{ A}$) cumplen con el criterio de sobrecargas.

La intensidad nominal de la protección para cumplir con este criterio será de 16 A.

CRITERIOS DE CÁLCULO DE SECCIÓN

El empleo de criterios en el cálculo de secciones de líneas eléctricas es un método de cálculo para obtener la sección idónea del conductor a emplear, siendo este capaz de:

- Transportar la potencia requerida con total seguridad.
- Que dicho transporte se efectúe con mínimo de pérdidas de energía.
- Mantener los costes de instalación en unos valores aceptables.

Siendo los siguientes criterios de cálculo los llevados a cabo a continuación:

Criterios de Cálculo de los conductores		
Número	Criterio	Normativa
1º	Intensidad máxima admisible	UNE-HD 60.364-5-52
2º	Caída de Tensión	REBT-ITC 14, 15 y 19
3º	Cortocircuito	UNE-HD 60.364-4-43

CRITERIOS DE CÁLCULO DE SECCIÓN

Para facilitar el manejo del manual, cada capítulo referente a un criterio de cálculo, utilizará en el título de cada tabla dedicada a uno de los puntos siguientes un color identificativo, siendo estos los siguientes:

1º Criterio: Intensidad máxima admisible

Con este método conseguimos obtener la intensidad de diseño que necesita nuestra instalación, con lo que obtenemos un valor de sección cotejándolo con los valores de las tablas UNE-HD 60.364-5-52 a las que corresponda según su instalación.

2º Criterio: Caída de tensión

El siguiente criterio a utilizar para el cálculo de la sección de los conductores es la caída de tensión, este efecto se produce debido a la resistencia que ofrece el conductor al transportar la corriente eléctrica.

3º Cálculo de cortocircuito

El valor de intensidad superior a aquel para el que los conductores y los elementos de la instalación han sido calculados, son denominados sobreintensidades y cortocircuitos por lo que debemos elegir un conductor en base a este criterio además de los anteriores.

CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima admisible es el valor máximo en amperio que puede soportar el conductor antes de deteriorarse, este efecto se produce mediante el calor emitido por la fricción de los electrones que circulan a través del conductor de Cobre, Alumino u otros compuestos de diferentes aleaciones.

Estos valores de intensidad máxima se pueden ver reflejados en las tablas de la Norma UNE-HD 60.364-5-52, que dividirá la instalación de los conductores en 2 familias:

- Instalaciones al aire.
- Instalaciones enterradas.

Las tablas dedicadas a la instalación al aire son las siguientes:

TABLA 2. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A).

**TABLA 3. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS
AMBIENTE DIFERENTES DE 40°C**

**TABLA 4. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA GRUPOS DE VARIOS
CIRCUITOS O DE VARIOS CABLES MULTIPOLARES.**

Las tablas dedicadas a la instalación enterrada son las siguientes:

TABLA 5. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A).

**TABLA 6. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS
AMBIENTE DEL TERRENO DE 25°C**

TABLA 7. TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K·m/W.

**TABLA 9. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO,
CABLES EN CONDUCTOS ENTERRADOS – MÉTODO D1**

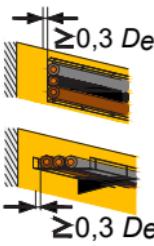
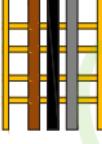
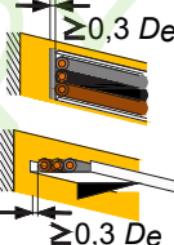
**TABLA 10. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO,
CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS - MÉTODO D2**

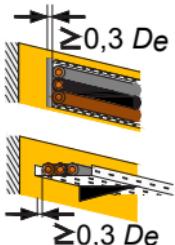
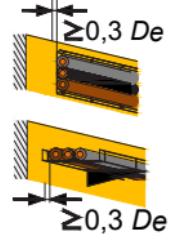
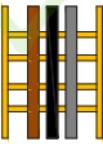
TABLA 1 - TIPOS DE INSTALACIÓN (Tabla A.52.3)

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
1		Conductores aislados o cables unipolares en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante ^{a, c}	A1
2		Cables multipolares en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante ^{a, c}	A2
3		Cable multipolar en el interior de una pared térmicamente aislante ^{a, c}	A1
4		Conductores aislados o cables unipolares en tubo sobre pared de madera o de mampostería, o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo ^c	B1
5		Cable multipolar en un tubo sobre pared de madera o de mampostería, o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo ^c	B2
6 7		Conductores aislados o cables unipolares en canales (incluyendo canales de múltiples compartimentos) sobre una pared de madera o mampostería: – en recorrido horizontal ^b – en recorrido vertical ^{b, c}	B1

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
8 9		Cable multipolar en canales (incluyendo canales de múltiples compartimentos) sobre una pared de madera o mampostería: – en recorrido horizontal ^b – en recorrido vertical ^{b, c}	B2 En estudio
10		Conductores aislados o cables unipolares en canales suspendidos ^b	B1
11		Cable multipolar en canales suspendidos ^b	B2
12		Conductores aislados o cables unipolares en molduras ^{c, e}	A1
15		Conductores aislados en tubo o cables unipolares o multipolares en arquitrabe ^{c, f}	A1
16		Conductores aislados en tubo o cables unipolares o multipolares en marcos de ventana ^{c, f}	A1
20		Cables unipolares o multipolares: – fijados sobre una pared de madera o mampostería o separados de la pared menos de 0,3 veces el diámetro del cable ^c	C
21		Cables unipolares o multipolares: – fijados directamente bajo un techo de madera o mampostería	C

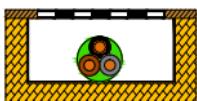
Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
22		Cables unipolares o multipolares: – separados del techo	E En estudio
23		Instalación fija de un receptor suspendido	C
30		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas no perforadas en recorrido horizontal o vertical c, h	C
31		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas perforadas en recorrido horizontal o vertical c, h	E o F

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
32		Cables unipolares o multipolares: Sobre soportes o rejillas en recorrido horizontal o vertical <small>c, h</small>	E o F
33		Cables unipolares o multipolares: Separados de la pared más de 0,3 veces el diámetro del cable	E o F o método G ^g
34		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas de escalera <small>c</small>	E o F
30		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas no perforadas en recorrido horizontal o vertical <small>c, h</small>	C

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
31		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas perforadas en recorrido horizontal o vertical ^{c, h}	E o F
32		Cables unipolares o multipolares: Sobre soportes o rejillas en recorrido horizontal o vertical ^{c, h}	E o F
33		Cables unipolares o multipolares: Separados de la pared más de 0,3 veces el diámetro del cable	E o F o método G ^g
34		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas de escalera ^c	E o F
35		Cable unipolar o multipolar suspendido o incorporando un cable fiador o arnés	E o F

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
36		Conductores desnudos o aislados sobre aisladores	G
40	D_e	Cables unipolares o multipolares en un hueco de la construcción c, h, i	$1,5De \leq V < 5De$ B2 $5De \leq V < 20 De$ B1
41	D_e	Conductores aislados en tubo en un hueco de la construcción c, i, j, k	$1,5De \leq V < 20De$ B2 $V \geq 20De$ B1
42	D_e	Cables unipolares o multipolares en tubo un hueco de la construcción c, k	$1,5De \leq V < 20De$ B2 $V \geq 20De$ B1 En estudio
43	D_e	Conductores aislados en conductos cerrados de sección no circular en un hueco de la construcción c, i, j, k	$1,5De \leq V < 20De$ B2 $V \geq 20De$ B1
44	D_e	Cables unipolares o multipolares en conductos cerrados de sección no circular un hueco de la construcción c, k	$1,5De \leq V < 20De$ B2 $V \geq 20De$ B1 En estudio
45	V	Conductores aislados en conducto cerrado de sección no circular empotrado en mampostería, de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W c, h, i	$1,5De \leq V < 5De$ B2 $5De \leq V < 50De$ B1

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
46		Cables unipolares o multipolares en conducto cerrado de sección no circular empotrado en mampostería, de resistividad térmica no superior a $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}^{\circ}$	$1,5 \text{ De} \leq V < 20 \text{ De}$ B2 $V \geq 20 \text{ De}$ B1 En estudio
47		Cables unipolares o multipolares: – en hueco en el techo – en suelo suspendido ^{h, i}	$1,5 \text{ De} \leq V < 5 \text{ De}$ B2 $5 \text{ De} \leq V < 50 \text{ De}$ B1
50		Conductores aislados o cable unipolar en canales empotrados en el suelo	B1
51		Cable multipolar en canales empotrados en el suelo	B2
52		Conductores aislados o cable unipolar en canal empotrada ^c	B1
53		Cable multipolar en canal empotrada ^c	B2
54		Conductores aislados o cables unipolares en tubo en canal de obra no ventilada, en recorrido horizontal o vertical ^{c, i, l, n}	$1,5 \text{ De} \leq V < 20 \text{ De}$ B2 $V \geq 20 \text{ De}$ B1

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
55		Conductores aislados en tubo en canal de obra abierta o ventilada en el suelo ^{m, n}	B1
56		Cable unipolar o multipolar con cubierta en canal de obra abierta o ventilada en recorrido horizontal o vertical	B1
57		Cable unipolar o multipolar empotrado directamente en mampostería, de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W Sin protección mecánica complementaria ^{o, p}	C
58		Cable unipolar o multipolar empotrado directamente en mampostería, de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W Con protección mecánica complementaria ^{o, p}	C
59		Conductores aislados o cables unipolares en tubo empotrado en mampostería ^p	B1
60		Cable multipolar en tubos empotrado en mampostería ^p	B2
70		Cable multipolar en tubo o en conducto cerrado de sección no circular en el suelo	D1

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
71		Cable unipolar en tubo o en conducto cerrado de sección no circular en el suelo	D1
72		Cables unipolares o multipolares con cubierta en el suelo: – sin protección mecánica complementaria ^q	D2
73		Cables unipolares o multipolares con cubierta en el suelo: – con protección mecánica complementaria ^q	D2

NOTA 1 Las ilustraciones no intentan describir productos o prácticas de instalación reales, pero son indicativos del método descrito.

- a La capa interior de la pared tiene una conductividad térmica no inferior a $10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- b Los valores dados para los métodos B1 y B2 son válidos para un solo circuito. En el caso de varios circuitos en el canal se aplican los factores de reducción por agrupamiento.
- c Se debe tener cuidado cuando el cable discurre verticalmente y la ventilación es limitada.
- d Se pueden usar los valores para método de referencia B2.
- e Para construcción térmicamente equivalente a las referencias 6 o 7, puede usarse el método B1.
- f Cuando la construcción es térmicamente equivalente a las referencias 6, 7, 8 o 9, pueden usarse los métodos B1 o B2.
- g También se pueden usar los factores de la tabla B.52.17.
- h D_e es el diámetro externo de un cable multipolar:
 - 2,2 x el diámetro del cable cuando tres cables unipolares están unidos al tresbolillo; o
 - 3 x el diámetro del cable cuando tres cables unipolares se tienden en disposición plana.
- i V es la dimensión más pequeña o el diámetro de un conducto o hueco de mampostería, o la profundidad vertical de un conducto rectangular, un hueco de suelo o techo o una canal de obra.
- j D_e es el diámetro exterior del tubo o profundidad vertical del conducto cerrado no circular.
- l D_e es el diámetro exterior del tubo. Para cable multipolar instalado en el método 55, utilizar el tipo B2.
- m Para el cable multipolar instalado en el método 55, utilícese el método de referencia B2.
- n Se recomienda que sólo se utilicen en zonas de acceso restringido a personas autorizadas.
- o Para los conductores no mayores de 16 mm^2 , la corriente puede ser mayor.
- p Si la resistividad térmica de la mampostería no es mayor que $2 \text{ K}\cdot\text{m/W}$, se toma el término "mampostería" para incluir ladrillo, hormigón, yeso y similares (excepto materiales térmicamente aislantes).
- q Para resistividades del terreno inferiores a $2,5 \text{ K}\cdot\text{m/W}$, la corriente de los cables directamente enterrados es mayor que para los cables en conductos.

TABLA 2. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A). COBRE

Método de instalación	Número de conductores								
	A1	3PVC	2PVC				3XLPE		
A2	3PVC	2PVC			3XLPE		2XLPE		
B1				3PVC			2PVC		
B2			3PVC	2PVC					
C						3PVC			
E								3PVC	
F									
Sección	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	
Cobre (No enterrado)	1,5 mm ²	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16
	2,5 mm ²	15	15,5	17	18	19	20	20	21
	4 mm ²	20	20	22	24	25	26	28	29
	6 mm ²	25	26	29	31	32	34	36	37
	10 mm ²	33	36	40	43	45	46	49	52
	16 mm ²	45	48	53	59	61	63	66	69
	25 mm ²	59	63	69	77	80	82	86	87
	35 mm ²	—	—	—	95	100	101	106	109
	50 mm ²	—	—	—	116	121	122	128	133
	70 mm ²	—	—	—	148	155	155	162	170
	95 mm ²	—	—	—	180	188	187	196	207
	120 mm ²	—	—	—	207	217	216	226	240
	150 mm ²	—	—	—	—	—	247	259	276
	185 mm ²	—	—	—	—	—	281	294	314
	240 mm ²	—	—	—	—	—	330	345	368

Temperatura ambiente 40°C. (Tabla C.52.1 Bis.)

cargados y tipo de aislamiento

2XLPE										
	3XLPE						2XLPE			
3XLPE		2XLPE								
	2PVC			3XLPE				2XLPE		
			2PVC				3XLPE		2XLPE	
	3PVC				2PVC			3XLPE		2XLPE
7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	—	
22	23	24	26	27	26	28	30	32	—	
30	31	32	34	36	36	38	40	44	—	
39	40	41	44	46	46	49	52	57	—	
54	54	57	60	63	65	68	72	78	—	
72	73	77	81	85	87	91	97	104	—	
91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	
114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	
139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	
178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	
216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	
251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	
289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	
329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	
385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	

TABLA 2. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A). ALUMINIO

Método de instalación	Número de conductores								
	A1		3PVC	2PVC				3XLPE	
A2	3PVC	2PVC			3XLPE		2XLPE		
B1				3PVC			2PVC		
B2			3PVC	2PVC					
C						3PVC			
E								3PVC	
F									
Sección	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	
Alumino (No enterrado)	2,5 mm ²	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17
	4 mm ²	15	16	17	19	20	21	22	22
	6 mm ²	20	20	22	24	25	27	29	28
	10 mm ²	26	27	31	33	35	38	40	40
	16 mm ²	35	37	41	46	48	50	52	53
	25 mm ²	46	49	54	60	63	63	66	67
	35 mm ²	—	—	—	74	78	78	81	83
	50 mm ²	—	—	—	90	94	95	100	101
	70 mm ²	—	—	—	115	121	121	127	130
	95 mm ²	—	—	—	140	146	147	154	159
	120 mm ²	—	—	—	161	169	171	179	184
	150 mm ²	—	—	—	—	—	196	205	213
	185 mm ²	—	—	—	—	—	222	232	243
	240 mm ²	—	—	—	—	—	261	273	287

Temperatura ambiente 40°C. (Tabla C.52.1 Bis.)

cargados y tipo de aislamiento

2XLPE										
		3XLPE					2XLPE			
3XLPE		2XLPE								
	2PVC			3XLPE				2XLPE		
			2PVC				3XLPE		2XLPE	
	3PVC				2PVC			3XLPE		2XLPE
7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	—	
23	24	25	26	28	27	29	31	34	—	
30	31	32	33	35	36	38	40	44	—	
41	42	44	46	49	50	52	56	60	—	
55	57	60	63	66	66	70	76	82	—	
70	72	75	78	81	84	88	91	98	110	
87	89	93	97	101	104	109	114	122	136	
106	108	113	118	123	127	132	140	149	167	
136	139	145	151	158	162	170	180	192	215	
166	169	177	183	192	197	206	219	233	262	
192	196	205	213	222	228	239	254	273	306	
222	227	237	246	257	264	276	294	314	353	
254	259	271	281	293	301	315	337	361	406	
300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	

FACTORES DE CORRECCIÓN INSTALACIONES AL AIRE

Cuando las condiciones de la instalación para instalaciones al aire son distintas a las estándar implicadas en la **tabla C.52.1 Bis** expuesta anteriormente:

- Temperatura ambiente de **40 °C**,
- o si hay **más de un circuito** dentro de la misma canalización, existe otro agrupamiento de conductores cercanos,

Se utilizaran las tablas con los factores de corrección expresados a continuación:

TABLA 3. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DIFERENTES DE 40°C (Tabla B.52.14 Bis.)

Aislamiento	Temperatura ambiente (°C)				
	10	15	20	25	30
PVC	1,14	1,34	1,29	1,22	1,15
XLPE o EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10

Aislamiento	Temperatura ambiente (°C)				
	35	45	50	55	60
PVC	1,08	0,91	0,82	0,7	0,57
XLPE o EPR	1,05	0,96	0,9	0,83	0,78

TABLA 4. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA GRUPOS DE VARIOS CIRCUITOS O DE VARIOS CABLES MULTIPOLARES. (Tabla C.52.3.)

Pto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares			
		1	2	3	4
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75
3	Capa única fijada directamente al techo	0,95	0,80	0,70	0,70
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridás de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80

Pto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares				
		6	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	0,70	0,70	—	—	—
3	Capa única fijada directamente al techo	0,65	0,60	—	—	—
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	0,75	0,70	—	—	—
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridás de amarre, etc.	0,80	0,80	—	—	—

FORMA CORRECTA DE UTILIZAR LOS FACTORES DE CORRECCIÓN

Los factores de corrección son condiciones de instalación que difieren de las indicaciones que marca la tabla de referencia y que debemos de tener en cuenta para igualarlas entre la instalación eléctrica real y la tabla.

Para hallar la intensidad máxima admisible del conductor:

$$I_{\max} = I_{\text{tabla}} \times F_{C_{\text{temperatura}}} \times F_{C_{\text{agrupamiento}}}$$

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor con las condiciones reales de la instalación

I_{tabla} = Intensidad obtenida de la TABLA 2 o TABLA 5

$F_{C_{\text{temperatura}}}$ = Valor obtenido de la TABLA 3

$F_{C_{\text{agrupamiento}}}$ = Valor obtenido de la TABLA 4

Para hallar la sección correspondiente a un cálculo:

$$I_{\text{busqueda}} = \frac{I_{\text{cálculo}}}{(F_{C_{\text{temperatura}}} \times F_{C_{\text{agrupamiento}}})}$$

I_{busqueda} = Intensidad máxima admisible del conductor con las condiciones de la TABLA 2 o TABLA 5

$I_{\text{cálculo}}$ = Intensidad obtenida de la protección

$F_{C_{\text{temperatura}}}$ = Valor obtenido de la TABLA 3

$F_{C_{\text{agrupamiento}}}$ = Valor obtenido de la TABLA 4

Ejemplo de aplicación 3:

Hallar la intensidad admisible mediante la **TABLA 2 y TABLA 3** de un cable multiconductor monofásicos de **50 mm²** de Cu con aislamiento **XLPE, fijado sobre pared**, a una temperatura ambiente de **45°C**.

1º Paso: Conocer el método de instalación: **C**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento: **2XLPE**

3º Paso: Buscar en la tabla la intensidad máxima soportada: **140 A**

4º Paso: Aplicar el factor de corrección de la **TABLA 3: 0,96**

$$I_{\max} = I_{\text{tabla}} \times Fc = 140 \text{ A} \times 0,96 = 134,4 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible es de 134,4 A

Ejemplo de aplicación 2:

Hallar la sección correspondiente a una intensidad de **50 A** mediante la **TABLA 2 y TABLA 4** de un cable multiconductor monofásicos de **A1** con aislamiento **PVC, en canal no perforada, junto a otros 2 conductores**.

1º Paso: Conocer el método de instalación: **B2**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento: **2PVC**

3º Paso: Aplicar el factor de corrección de la **TABLA 4: 0,80**

$$I_{\text{busqueda}} = I_{\text{tabla}} / Fc = 50 \text{ A} / 0,80 = 62,5 \text{ A}$$

4º Paso: Buscar en la tabla la sección correspondiente: **35 mm²**

La sección es 35 mm²

Ejemplo de aplicación 4:

Se pretende hallar la intensidad admisible de una manguera monofásica de **Cu** cuyo tipo de aislamiento es **PVC**, instalada **bajo tubo en superficie**, de sección **4 mm²** a una temperatura ambiente de **40°C**.

La tabla a utilizar será la TABLA 2 ya que se trata de una instalación al aire a una temperatura de 40°C, donde seguiremos los pasos siguientes:

1º Paso: Conocer el método de instalación.

La instalación se ha ejecutado con manguera bajo tubo en superficie.

El método de instalación es el: **B2**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento y de suministro del conductor:

Al trata de una línea monofásica con aislamiento PVC (Policloruro de vinilo).

La configuración es: **2PVC**

3º Paso: Buscar en la tabla la intensidad máxima soportada

La **TABLA 2** para Cobre en su columna 5a (2PVC) indica:

La intensidad máxima admisible: **24 A**

4º Paso: En caso de ser preciso aplicar cualquier factor de corrección de los indicados en:

TABLA 3 - Temperatura ambiente diferente a **40°C**

TABLA 4 - Agrupamiento de varios conductores

La intensidad máxima admisible para una sección de 4 mm² de Cu son 24 A.

Ejemplo de aplicación 5:

Se pretende hallar la intensidad admisible de un circuito de conductores unipolares monofásicos de **Al** con un aislamiento termoestable, instalada **bajo tubo empotrado**. Sección de **16 mm²** a una temperatura ambiente de **30°C**.

La tabla a utilizar será la TABLA 2 ya que se trata de una instalación al aire y LA TABLA 3 al ser una temperatura diferente a 40°C, donde seguiremos los pasos siguientes:

1º Paso: Conocer el método de instalación.

La instalación se ha ejecutado con manguera bajo tubo en superficie.

El método de instalación es el: **B1**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento y de suministro del conductor:

Al trata de una línea monofásica con aislamiento termoestable, considerado (XLPE o EPR).

La configuración es: **2XLPE**

3º Paso: Buscar en la tabla la intensidad máxima soportada

La **TABLA 2** para Alumino en su columna 10b (2XLPE) indica:

La intensidad máxima admisible: **70 A**

4º Paso: En caso de ser preciso aplicar cualquier factor de corrección.

Al ser la temperatura ambiente diferente a **40°C**, es preciso aplicar el factor de corrección indicado en la **TABLA 3**.

El factor de corrección es: **1,10**

$$I_{max} = I_{tabla} \times F_c = 70 \text{ A} \times 1,10 = 77 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para una sección de 16 mm² de Al son 77 A.

TABLA 5. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A). COBRE

Método de instalación	Sección	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		2PVC	3PVC	2XLPE	3XLPE
D1/D2 Cobre (Enterrado)	1,5 mm ²	20	17	24	21
	2,5 mm ²	27	22	32	27
	4 mm ²	36	29	42	35
	6 mm ²	44	37	53	44
	10 mm ²	59	49	70	58
	16 mm ²	76	63	91	75
	25 mm ²	98	81	116	96
	35 mm ²	118	97	140	117
	50 mm ²	140	115	166	138
	70 mm ²	173	143	204	170
	95 mm ²	205	170	241	202
	120 mm ²	233	192	275	230
	150 mm ²	264	218	311	260
	185 mm ²	296	245	348	291
	240 mm ²	342	282	402	336
	300 mm ²	387	319	455	380

Temperatura en el terreno 25°C.

Resistividad térmica del terreno 2,5 K·m/W.

Profundidad 0,70 metros.

(Tabla C.52.2 Bis.)

TABLA 5. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A). ALUMINO

Método de instalación	Sección	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		2PVC	3PVC	2XLPE	3XLPE
D1/D2	Alumino (Enterrado)	2,5 mm ²	20	17,5	24
		4 mm ²	27	22	32
		6 mm ²	34	28	40
		10 mm ²	45	38	53
		16 mm ²	58	49	70
		25 mm ²	76	62	89
		35 mm ²	91	76	107
		50 mm ²	107	89	126
		70 mm ²	133	111	156
		95 mm ²	157	131	185
		120 mm ²	179	149	211
		150 mm ²	202	169	239
		185 mm ²	228	190	267
		240 mm ²	263	218	309
		300 mm ²	297	247	349
					295

Temperatura en el terreno 25°C.

Resistividad térmica del terreno 2,5 K·m/W.

Profundidad 0,70 metros.

(Tabla C.52.2 Bis.)

FACTORES DE CORRECCIÓN INSTALACIONES ENTERRADAS

Cuando las condiciones de la instalación para instalaciones al aire son distintas a las estándar implicadas en la **tabla C.52.1 Bis** expuesta anteriormente:

- Temperatura ambiente de **25 °C**,
- o la resistividad del terreno es diferente de **2,5 K·m/W**,
- o si hay **más de un circuito** dentro de la misma zanja, o existe otro agrupamiento de conductores cercanos,

Se utilizaran las tablas con los factores de corrección expresados a continuación:

TABLA 6. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DEL TERRENO DE 25°C (Tabla B.52.15 Bis.)

Aislamiento	Temperatura del terreno (°C)						
	10	15	20	30	35	40	45
PVC	1,16	1,11	1,06	0,94	0,88	0,81	0,75
XLPE o EPR	1,11	1,08	1,05	0,97	0,93	0,86	0,83

Aislamiento	Temperatura del terreno (°C)						
	50	55	60	65	70	75	80
PVC	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
XLPE o EPR	0,79	0,74	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39

**TABLA 7. TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K·m/W.
(Tabla B.52.16)**

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

NOTA 1 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60287.

TABLA 8. RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO EN FUNCIÓN DE SU NATURALEZA Y HUMEDAD

Resistividad térmica	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,50 K·m/W	Muy húmedo
0,70 K·m/W	Húmedo
1,00 K·m/W	Seco
1,50 K·m/W	Arenoso muy seco
2,00 K·m/W	De piedra arenisca
2,50 K·m/W	De piedra caliza
3,00 K·m/W	De piedra granítica

TABLA 9. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO, CABLES EN CONDUCTOS ENTERRADOS – MÉTODO D1 (Tabla B.52.19)

Número de cables	Distancia entre cables ^(a)			
	Cables en contacto	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0,70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82

^(a) Cables multipolares

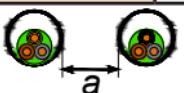


TABLA 9. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO, CABLES EN CONDUCTOS ENTERRADOS – MÉTODO D1 (Tabla B.52.19)
B) Cables unipolares en conductos individuales no magnéticos

Número de cables	Distancia entre conductores ^(b)			
	Cables en contacto	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90
7	0,53	0,66	0,76	0,87
8	0,50	0,63	0,74	0,87
9	0,47	0,61	0,73	0,86
10	0,45	0,59	0,72	0,85
11	0,43	0,57	0,70	0,85
12	0,41	0,56	0,69	0,84
13	0,39	0,54	0,68	0,84
14	0,37	0,53	0,68	0,83
15	0,35	0,52	0,67	0,83
16	0,34	0,51	0,66	0,83
17	0,33	0,50	0,68	0,82
18	0,31	0,49	0,68	0,82
19	0,30	0,48	0,67	0,82
20	0,29	0,47	0,63	0,81

(b) Cables unipolares

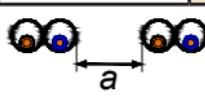
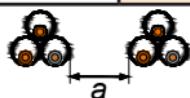
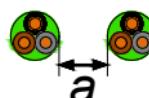
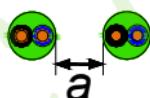


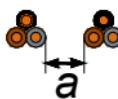
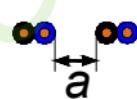
TABLA 10. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO, CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS - MÉTODO D2 (Tabla B.52.18)

Número de circuitos	Distancia entre cables ^(a)				
	Cables en contacto	a = diámetro del cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

^(a) Cables multipolares



^(a) Cables unipolares



NOTA 1 Los valores indicados se aplican para una profundidad de instalación de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K·m/W. Estos valores están promediados para las dimensiones de los cables y los tipos de las tablas B.52.2 a B.52.5. Los valores medios, redondeados, pueden comportar un error de hasta el ±10% en ciertos casos. (Si son necesarios valores más precisos, pueden calcularse por los métodos de la Norma IEC 60287-2-1).

NOTA 2 En caso de una resistividad térmica menor que 2,5 K·m/W los factores de corrección en general se pueden incrementar y se pueden calcular con los métodos indicados en la Norma IEC 60287-2-1.

NOTA 3 Si un circuito consta de m conductores paralelos por fase, para determinar el factor de reducción, este circuito debería considerarse como m circuitos.

Ejemplo de aplicación 6:

Se pretende hallar la intensidad admisible de una manguera trifásica de **Cu** con aislamiento **XLPE**, instalada **bajo tubo** a una profundidad de **0,8 metros**, con una sección de **25 mm²** a una temperatura del terreno de **25°C** y una resistividad de **2,5 K·m/W**.

La tabla a utilizar será la TABLA 5 ya que se trata de una instalación enterrada con las condiciones de la tabla:

1º Paso: Conocer el método de instalación.

El conductor se ha instalado enterrado bajo tubo.

El método de instalación es el: **D1**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento y de suministro del conductor:

Al trata de una línea trifásica con aislamiento XLPE.

La configuración es: **3XLPE**

3º Paso: Buscar en la tabla la intensidad máxima soportada

La **TABLA 5** para Cobre en su columna 3XLPE indica:

La intensidad máxima admisible: **96 A**

4º Paso: En caso de ser preciso aplicar cualquier factor de corrección de los indicados en:

TABLA 6 - Temperatura ambiente diferente a **25°C**

TABLA 7 - Resistividad del terreno diferente de **2,5 K·m/W**

TABLA 9 - Agrupamiento de varios conductores bajo tubo

TABLA 10 - Agrupamiento de varios conductores directamente enterrados

La intensidad máxima admisible para una sección de 25 mm² de Cu son 96 A.

Ejemplo de aplicación 7:

Se pretende hallar la sección para una manguera monofásica de **Cu** con aislamiento **EPR**, instalada **directamente enterrada** para una intensidad de **50 A** a una temperatura del terreno de **25°C** y una resistividad de **1 K·m/W**.

La tabla a utilizar será la TABLA 5 y TABLA 7 ya que se trata de una instalación enterrada con las condiciones de la tabla:

1º Paso: Conocer el método de instalación.

El conductor se ha instalado directamente enterrado.

El método de instalación es el: **D2**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento y de suministro del conductor:

Al trata de una línea monofásica con aislamiento PVC.

La configuración es: **2XLPE**

3º Paso: Aplicar el factor de corrección correspondiente:

TABLA 7 - Resistividad del terreno diferente de **2,5 K·m/W**:

Factor de corrección: **1,5**

$$I_{\text{busqueda}} = I_{\text{tabla}} / F_c = 50 \text{ A} / 1,5 = 33,3 \text{ A}$$

4º Paso: Buscar en la tabla la sección correspondiente:

La **TABLA 5** para Cobre en su columna 2XLPE indica:

La sección correspondiente es: **4 mm²**

La sección es 4 mm² para soportar una intensidad de 50 A con una resistividad del terreno de 1 K·m/W.

CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión es el efecto que se produce debido a la resistencia que ofrece el conductor al transportar la corriente eléctrica, este efecto provoca una pérdida de potencia transportada por el cable, que la tensión que llega al receptor sea menor que la tensión en su origen, probocando un aumento de la intensidad consumida e incluso que los receptores no funcionen correctamente.

Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

Para conocer los valores máximos de caída de tensión en las diferentes partes de la instalación utilizamos la **TABLA 11** que se divide en instalación de enlace e instalación interior.

Mediante las fórmulas se puede conocer la sección mínima para garantizar que la caída de tensión no sobrepase los valores que garanticen la tensión marcada por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) para los receptores.

Tras hallar la sección mínima para garantizar la caída de tensión y la sección para transportar la intensidad de cálculo estos dos valores se compararán eligiendo el valor más desfavorable (el de mayor sección).

TABLA 11. DISTRIBUCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

DISTRIBUCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA PERMITIDA SEGÚN EL R.E.B.T.						
FORMA DE INSTALACIÓN DE LOS CONTADORES (ITC-12)	INSTALACIÓN DE ENLACE (ITC-12 a 15)		INSTALACIÓN INTERIOR (ITC-19) (ITC-52)			
	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (L.G.A.) (ITC-14)	DERIVACIÓN INDIVIDUAL (D.I.) (ITC-15)	VIVIENDAS		NO VIVIENDAS ⁽¹⁾	
			OTROS USOS	IRVE ⁽³⁾	ALUMBRADO	OTROS USOS
PARA UN SOLO USUARIO	No existe L.G.A.	1,5 %	3 %	5 %	3 %	5 %
PARA DOS USUARIOS ALIMENTADOS DESDE EL MISMO LUGAR	0,5 %	1 %				
CONTADORES TOTALMENTE CENTRALIZADOS	1 %	0,5 %				
TOTAL EN EL CONJUNTO DE LA INSTALACIÓN	1,5 %	4,5 %	6,5 %	4,5 %	6,5 %	
INSTALACIONES INDUSTRIALES ALIMENTADAS DIRECTAMENTE EN AT. MEDIANTE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN AT/BT PROPIO ⁽²⁾		-----		4,5 %	6,5 %	

(1) Se entiende como "NO VIVIENDA" cualquier local, oficina, industria, etc.
 (En general todo aquél con uso distinto a vivienda)

(2) Se considera que la instalación interior (BT) tiene su origen en la salida del transformador.

(3) (IRVE) Infraestructura para la Recarga de Vehículos Eléctricos.

TABLA 12. CÁLCULO DIRECTO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE EN VOLTIOS Y % DE ACUERDO AL REBT

MONOFÁSICO 230V						TRIFASICO 400V					
%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V
6,5	14,95	4,5	10,35	2,4	5,52	6,5	26	4,5	18	2,4	9,6
6,4	14,72	4,4	10,12	2,3	5,29	6,4	25,6	4,4	17,6	2,3	9,2
6,3	14,49	4,3	9,89	2,2	5,06	6,3	25,2	4,3	17,2	2,2	8,8
6,2	14,26	4,2	9,66	2,1	4,83	6,2	24,8	4,2	16,8	2,1	8,4
6,1	14,03	4,1	9,43	2	4,6	6,1	24,4	4,1	16,4	2	8
6	13,8	4	9,2	1,9	4,37	6	24	4	16	1,9	7,6
5,9	13,57	3,9	8,97	1,8	4,14	5,9	23,6	3,9	15,6	1,8	7,2
5,8	13,34	3,8	8,74	1,7	3,91	5,8	23,2	3,8	15,2	1,7	6,8
5,7	13,11	3,7	8,51	1,6	3,68	5,7	22,8	3,7	14,8	1,6	6,4
5,6	12,88	3,6	8,28	1,5	3,45	5,6	22,4	3,6	14,4	1,5	6
5,5	12,65	3,4	7,82	1,4	3,22	5,5	22	3,4	13,6	1,4	5,6
5,4	12,42	3,3	7,59	1,3	2,99	5,4	21,6	3,3	13,2	1,3	5,2
5,3	12,19	3,2	7,36	1,2	2,76	5,3	21,2	3,2	12,8	1,2	4,8
5,2	11,96	3,1	7,13	1,1	2,53	5,2	20,8	3,1	12,4	1,1	4,4
5,1	11,73	3	6,9	1	2,3	5,1	20,4	3	12	1	4
5	11,5	2,9	6,67	0,9	2,07	5	20	2,9	11,6	0,9	3,6
4,9	11,27	2,8	6,44	0,8	1,84	4,9	19,6	2,8	11,2	0,8	3,2
4,8	11,04	2,7	6,21	0,7	1,61	4,8	19,2	2,7	10,8	0,7	2,8
4,7	10,81	2,6	5,98	0,6	1,38	4,7	18,8	2,6	10,4	0,6	2,4
4,6	10,58	2,5	5,75	0,5	1,15	4,6	18,4	2,5	10	0,5	2

TABLA 13. FORMULAS PARA CALCULAR LA SECCIÓN

Conocida la	Monofásica	Trifásica
Potencia	$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot e \cdot U}$	$S = \frac{L \cdot P}{C \cdot e \cdot U}$
Intensidad	$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot e}$	$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot e}$

LEYENDA:

S = Sección de los conductores en mm². P = Potencia que se transporta, en vatios.

L = Longitud de la línea, en metros. e = Caída de tensión, en voltios.

C = Conductividad, (m/Ω mm²).

U = Tensión, en voltios

Para tomar el valor de la conductividad (C) se tendrá en cuenta el tipo de material y la temperatura máxima de servicio.

TEMPERATURA (en °C)	70°	90°
TIPO DE AISLAMIENTO	PVC	XLPE ó EPR
MATERIAL	Cobre	48
	Aluminio	30
		44
		28

Para el caso de **derivaciones individuales** los cables serán no propagadores del incendio y con baja emisión de humos y opacidad reducida, según UNE 211002 para conductores de 450/750 V (ES07Z1-K, H07Z1-K) y según UNE 21123-4 (RZ1-K), o UNE 21123-5 (DZ1-K) para 0,6/1 kV.

Factor de potencia

(Cosφ a considerar en ausencia de datos a efectos del cálculo de sección)

Cos φ = 1 Acumuladores para tarifa nocturna o lámparas incandescentes (circuitos resistivos)

Cos φ = 0,7 a 0,9 Para motores.

Cos φ = 0,85 Para lámparas fluorescentes con condensador (compensadas)

Cos φ = 0,8 Para lámparas de descarga (de sodio y vapor de mercurio)

Cos φ = 0,3 a 0,6 Para lámparas fluorescentes sin condensador (sin compensar)

Factores de corrección

(aplicables a receptores, a efectos del cálculo de sección)

Motores solos (ITC 47.3) Potencia x 1,25

Varios Motores(ITC 47.3) Potencia x 1,25 (Sólo el de mayor potencia)

Motores de elevación y transporte (ITC 47.6) Potencia x 1,3 (Todos los motores)

Lámparas de descarga(ITC 09.3), (ITC 44.3) Potencia x 1,8

Ejemplo de aplicación 8:

Hallar la sección de una línea general de alimentación (**LGA**), cuya previsión de potencias es **130.500 W**. El conductor a instalar tendrá cables unipolares de **Cu 0,6/1 kV**, será **RZ1-K**, instalados en el interior de **tubo empotrado en obra**, a temperatura ambiente de **40°C** y de longitud de **20 metros**, la instalación de los contadores es totalmente centralizada y su tensión de alimentación es de **400/230 V**.

La tabla a utilizar será la TABLA 11 y las fórmulas para el cálculo de la sección:

1º Paso: Aplicar el criterio de Intensidad máxima admisible.

Sección correspondiente: **189 A = 120 mm²**

2º Paso: Obtener los valores de la caída de tensión (Cdt) y la conductividad.

Cdt: Contadores totalmente centralizados: **0,5 %**

Mediante la **TABLA 12** conocemos el valor en voltios: **2 V**

Se debe considerar la caída de tensión para la temperatura máxima de trabajo del conductor **90°C** en Cobre: **44**

3º Paso: Cálculo de la sección por caída de tensión máxima permitida.

$$S = \frac{L \times P}{C \times e \times U} = \frac{20 \text{ m} \times 130.500 \text{ W}}{44 \times 2 \text{ V} \times 400 \text{ V}} = 74,14 \text{ mm}^2 = 95 \text{ mm}^2$$

4º Paso: Comparar entre los dos criterios.

La sección correspondiente a la $I_{admisible}$ es: **120 mm²**

La sección correspondiente a la caída de tensión es: **95 mm²**

La sección ha instalar será 120 mm² para soportar una intensidad de 189 A y garantizar la tensión mínima que debe llegar a los receptores.

Ejemplo de aplicación 9:

Hallar la sección de un conductor que alimentará una estación de recarga para un vehículo eléctrico (**IRVE**), cuya previsión de potencias es **3.680 W**. El conductor a instalar tendrá cables unipolares de **Cu** con aislamiento de **PVC**, instalados en el interior de **tubo empotrado en obra**, a temperatura ambiente de **40°C** y de longitud de **45 metros**, la instalación de los contadores es totalmente centralizada y su tensión de alimentación es de **230 V**.

La tabla a utilizar será la **TABLA 11** y las fórmulas para el cálculo de la sección:

1º Paso: Aplicar el criterio de Intensidad máxima admisible.

Sección correspondiente: **16 A = 2,5 mm²**

2º Paso: Obtener los valores de la caída de tensión (Cdt) y la conductividad.

Cdt: Infraestructura para la recarga de vehículos electricos (IRVE): **5 %**

Mediante la **TABLA 12** conocemos el valor en voltios: **11,5 V**

Se debe considerar la caída de tensión para la temperatura máxima de trabajo del conductor **70°C** en Cobre: **48**

3º Paso: Cálculo de la sección por caída de tensión máxima permitida.

$$S = \frac{2 \times L \times P}{C \times e \times U} = \frac{2 \times 45 \text{ m} \times 3.650 \text{ W}}{48 \times 11,5 \text{ V} \times 230 \text{ V}} = 2,6 \text{ mm}^2 = 4 \text{ mm}^2$$

4º Paso: Comparar entre los dos criterios.

La sección correspondiente a la $I_{\text{admisible}}$ es: **2,5 mm²**

La sección correspondiente a la caída de tensión es: **4 mm²**

La sección ha instalar será 4 mm² para soportar una intensidad de 16 A y garantizar la tensión mínima que debe llegar a los receptores.

CRITERIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

En este apartado se presentarán las fórmulas aplicables para el cálculo de las intensidades de cortocircuito, así como algunos ejemplos de aplicación.

Todo el planteamiento teórico que se expone a continuación es aplicable independientemente del tipo del material conductor (cobre, aluminio o aleación de aluminio).

La mayoría de los ejemplos se centran en los cálculos de caídas de tensión en instalaciones interiores, aunque la teoría es también aplicable a instalaciones de enlace.

CÁLCULOS DE SECCIÓN/COORDINACIÓN CON EL I. AUTOMÁTICO

Fórmula	Leyenda	Fórmula
Sobrecargas	$I_b = \text{Intensidad de diseño}$	Monofásico $I_b = \frac{P}{U \times \cos\phi}$
Coordinación entre los conductores y los dispositivos de protección $I_b \leq I_n \leq I_z$	$U = \text{Tensión de fase}$	Trifásico $I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$
	$I_n = \text{Intensidad nominal del dispositivo de protección}$	Ver Manual Protecciones eléctricas
	$I_z = \text{Intensidad máxima admisible por el conductor}$	Ver tablas 2 ó 5 Intensidad máxima admisible
Cortocircuito	$I_2 = \text{Intensidad que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección}$	$I_2 = 1,45 I_n$
$I_m \leq I_{cc_{min}}$	$I_m = \text{Intensidad mínima de disparo magnetotérmico}$	$I_{cc_{min}} = \frac{0,8 \times U}{2R_{DI} + 2R_{LGA} + 2R_{CI}}$ Resistividad temp. máxima
$I_{cn} \geq I_{cc_{max}}$	$I_{cn} = \text{Intensidad máxima que puede cortar la protección}$ $I_{cc_{max}} = \text{Intensidad de cortocircuito máximo}$	$I_{cc_{max}} = \frac{0,8 \times U}{2R_{DI} + 2R_{LGA}}$ Resistividad temp. 20°
$I_{cc} = \frac{S \times K}{\sqrt{t}}$	$I_{cc} (I_s) = \text{Intensidad de cortocircuito máxima permitida por el conductor}$	Ver tabla 14 para hallar K
$L_{max} = \frac{0,8 \times U \times S_f}{\sqrt{3} \times I_n \times \rho}$	$L_{max} = \text{Longitud máxima que garantiza el disparo de la protección}$	Resistividad Cobre $\rho_{Cu20^\circ} = 0,018 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ $\rho_{Cu70^\circ} = 0,022 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ $\rho_{Cu90^\circ} = 0,0206 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

R_{DI} =Res. Derivación individual R_{LGA} =Res. Linea General Alimentación R_{CI} =Res. Circuito interior

CÁLCULOS DE SECCIÓN/COORDINACIÓN CON EL FUSIBLE

Fórmula	Leyenda	Fórmula
Sobrecargas	$I_b = \text{Intensidad de diseño}$	Monofásico $I_b = \frac{P}{U \times \cos\varphi}$
Coordinación entre los conductores y los dispositivos de protección $I_b \leq I_n \leq I_z$	$U = \text{Tensión de fase}$	Trifásico $I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$
	$I_n = \text{Intensidad nominal del dispositivo de protección}$	Ver Manual Protecciones eléctricas
	$I_z = \text{Intensidad máxima admisible por el conductor}$	Ver tablas 2 ó 5 Intensidad máxima admisible
Cortocircuito	$I_f = \text{Intensidad que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección}$	Ver Manual Protecciones eléctricas
$I_f \leq 1,45 I_z$	$I_{nf} = \text{Intensidad mínima de disparo del fusible}$	$I_{cc_{min}} = \frac{0,8 \times U}{2R_{DI} + 2R_{LGA} + 2R_{CI}}$ Resistividad temp. máxima
$I_{nf} \leq I_{cc_{min}}$	$I_{cc_{min}} = \text{Intensidad de cortocircuito mínimo}$	
$I_{cn} \geq I_{cc_{max}}$	$I_{cn} = \text{Intensidad máxima que puede cortar la protección}$ $I_{cc_{max}} = \text{Intensidad de cortocircuito máximo}$	$I_{cc_{max}} = \frac{0,8 \times U}{2R_{DI} + 2R_{LGA}}$ Resistividad temp. 20°
$I_{cc} = \frac{S \times K}{\sqrt{t}}$	$I_{cc} (I_s) = \text{Intensidad de cortocircuito máxima permitida por el conductor}$	Ver tabla 14 para hallar K
$L_{max} = \frac{0,8 \times U \times S_f}{\sqrt{3} \times I_f \times \rho}$	$L_{max} = \text{Longitud máxima que garantiza el disparo de la protección}$	Resistividad Cobre $\rho_{Cu20^\circ} = 0,018 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ $\rho_{Cu70^\circ} = 0,022 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ $\rho_{Cu90^\circ} = 0,0206 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$
$R_{DI} = \text{Res. Derivación individual}$ $R_{LGA} = \text{Res. Linea General Alimentación}$ $R_{CI} = \text{Res. Circuito interior}$		

Ejemplo de aplicación 10:

De una lavadora que consume 12 A, se pretende conocer la protección magnetotérmica y el comportamiento frente a los cortocircuitos. Ésta se alimenta con un conductor de una sección de 2,5 mm² que soporta una intensidad máxima de 18 A y tiene una longitud de 23 metros:

- Datos DI: 16 mm²; longitud 20 metros
- Datos LGA: 70 mm²; longitud 7 metros

1º Paso: Cumplir con el criterio de sobrecargas.

$$\begin{aligned} I_b &\leq I_n \leq I_z \\ 12 \text{ A} &\leq 16 \text{ A} \leq 18 \text{ A} \end{aligned}$$

La protección ante sobrecargas esta cubierta, la intensidad de cálculo ($I_b=12 \text{ A}$) es inferior a la intensidad nominal de la protección ($I_n=16 \text{ A}$) y esta a su vez menor que la intensidad máxima admisible del cable ($I_z=18 \text{ A}$).

La intensidad nominal para cumplir con este criterio será de 16 A.

2º Paso: Cumplir con los criterios de cortocircuito.

2.1 Intensidad para garantizar el disparo.

$$\begin{aligned} I_2 &= 1,45 I_n \\ I_2 &= 1,45 \times 16 \text{ A} = 23,2 \text{ A} \\ I_2 &\leq 1,45 I_z \\ 23,2 \text{ A} &\leq 1,45 \times 18 \text{ A} = 26,1 \text{ A} \end{aligned}$$

El primer criterio esta cubierto al ser I_2 (23,2 A) menor que 1,45 veces la intensidad máxima admisible del conductor (26,1 A).

2.2 Poder de corte del interruptor magnetotérmico.

$$I_m \leq I_{cc\min}$$

El magnetotérmico elegido es de tipo "C" por lo tanto su curva de disparo actúa a un valor de 10 veces su intensidad nominal.
(Ver Tabla Curvas de disparo magnético)

$$I_m = 10 \times 16 \text{ A} = 160 \text{ A}$$

$$I_{cc\min} = \frac{0,8 \times U}{2R_{DI} + 2R_{LGA} + 2R_{CI}}$$

Para calcular los valores resistivos máximos de los conductores y hallar la Intensidad de cortocircuito mínimo se optará por la temperatura máxima admisible del conductor, 70° (Z1) para la derivación individual (DI), 90° (XLPE) para la linea general de alimentación (LGA) y 70° (PVC) para el receptor más lejano (CI).

$$R_{DI} 70^\circ = 0,022 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \times 20 \text{ m} / 16 \text{ mm}^2 = 0,0275 \Omega$$

$$R_{LGA} 90^\circ = 0,0206 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \times 7 \text{ m} / 70 \text{ mm}^2 = 0,00206 \Omega$$

$$R_{CI} 70^\circ = 0,022 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \times 23 \text{ m} / 2,5 \text{ mm}^2 = 0,2024 \Omega$$

$$I_{cc\min} = \frac{0,8 \times 230 \text{ V}}{2 \times 0,0275 \Omega + 2 \times 0,00206 \Omega + 2 \times 0,2024 \Omega} = 396,62 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_m &\leq I_{cc\min} \\ 160 \text{ A} &\leq 396,62 \text{ A} \end{aligned}$$

Se cumple con este criterio al ser menor la intensidad de disparo del interruptor ($I_m = 160 \text{ A}$) que la intensidad mínima de cortocircuito ($I_{cc\min} = 396,62 \text{ A}$)

2.3 Intensidad de disparo mínima del interruptor magnetotérmico.

$$I_{cn} \geq Icc_{max}$$

$$Icc_{max} = \frac{0,8 \times U}{2R_{DI} + 2R_{LGA}}$$

Para calcular la resistencia del conductor y hallar la intensidad de cortocircuito máximo, se utilizarán los valores resistivos mínimos, utilizando la temperatura de los conductores a 20º.

$$R_{DI} 20^\circ = 0,018 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \times 20 \text{ m} / 16 \text{ mm}^2 = 0,0225 \Omega$$

$$R_{LGA} 20^\circ = 0,018 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \times 7 \text{ m} / 70 \text{ mm}^2 = 0,0018 \Omega$$

$$Icc_{max} = \frac{0,8 \times 230 \text{ V}}{2 \times 0,0225 \Omega + 2 \times 0,0018 \Omega} = 3369,96 \text{ A}$$

$$I_{cn} \geq Icc_{max}$$

$$4500 \text{ A} \geq 3369,96 \text{ A}$$

Para cumplir con el criterio de intensidad de cortocircuito máximo, el poder de corte del interruptor magnetotérmico debe ser de 4500 A.

Este criterio está cubierto al ser mayor el poder de corte del interruptor ($I_{cn} = 4500 \text{ A}$) que la intensidad máxima de cortocircuito ($Icc_{max} = 3369,96 \text{ A}$)

El magnetotérmico seleccionado es de 16 A tipo C y con un poder de corte de 4500 A

TABLA 14. VALORES PARA LA CONSTANTE K: PARA UN CONDUCTOR ACTIVO

	Aislamiento del conductor							Mineral	
	PVC 70°C ≤300 mm ²	PVC 70°C >300 mm ²	PVC 90°C ≤300 mm ²	PVC 90°C >300 mm ²	XLPE EPR	Caucho 60°C	Con PVC	Desnudo	
	70	70	90	90	90	60			
Temperatura inicial C°	70	70	90	90	90	60	70	105	
Temperatura final C°	160	140	160	140	250	200	160	250	
Material del conductor Cobre	115	103	100	86	143	141	115*	135	
Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-	
Conexiones soldadas con estaño para los conductores de cobre	115	-	-	-	-	-	-	-	

* Este valor se debe utilizar para cables desnudos expuestos al contacto.

Sección mínima de los conductores para soportar un cortocircuito:

Las líneas eléctricas deben soportar corrientes de cortocircuito de corta duración hasta que actúen los elementos de protección. Un valor elevado de ésta tiene 2 efectos:

- Aumento del calor producido
- Aumento del campo magnético

$$I_{cc} = \frac{S \times K}{\sqrt{t}}$$

t = Duración del cortocircuito (Segundos) = 5 s

K = Constante del conductor

S = Sección del conductor

DESIGNACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

DESIGNACIÓN NORMALIZADA PARA CABLES DE TENSIÓN ASIGNADA Uo/U.- 450/750 V
CONFORME A UNE 21031 UNE 21027 UNE 211002

N	DESCRIP.	CÓDIGO	SIGNIFICADO
1	Estado de armonización	H ES O ES-N A	Cable tipo armonizado Cable tipo nacional Cable tipo nacional autorizado por CENELEC
2	Tensión asignada	01 03 05 07	Uo/U.- 100/100 V Uo/U.- 300/300 V Uo/U.- 300/500 V Uo/U.- 450/750 V
3	Tipo de aislamiento	V V2 V3 V4 B G N2 R S Z Z1	Policloruro de vinilo (PVC) Mezcla de PVC (servicio a 90°C) Mezcla de PVC (servicio a baja temperatura) PVC reticulado Goma de etileno propileno Etíleno-acetato de vinilo Mezcla de policloropreno Goma de estireno-butadieno Goma de silicona Mezcla reticulada de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos Mezcla termoplástica de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos
4	Cubierta	V V2 V4 V5 B G N N4 N8 Q J R S Z	Policloruro de vinilo (PVC) Mezcla de PVC (servicio a 90°C) PVC reticulado Mezcla de PVC (resistente al aceite) Goma de etileno propileno Etíleno-acetato de vinilo Policloropreno Polietileno clorosulfurado Policloropreno resistente al agua Poluretano Trenaza de fibra de vidrio Goma de estireno-butadieno Goma de silicona Mezcla reticulada de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos
5	Forma del conductor (separado por un guión)	-U -R -F -H -K -D -E	Rígido circular de un solo alambre (clase 1) Rígido circular de varios alambres (clase 2) Flexible para servicios móviles (clase 5) Extraflexible (clase 6) Flexible para instalación fija (clase 5) Flexible para utilizar en máquinas de soldar Muy flexible para utilizar en máquinas de soldar
6	Número de conductores y sección	N X G mm ²	Número de conductores (1,2,3...,n) "X" si no existe conductor amarillo / verde (conductor de protección) "G" si existe conductor amarillo / verde (conductor de protección) Sección nominal
7	Resistencia al fuego	AS AS+	No propagador de la llama, ni incendios, con baja emisión de humos, libre de halógenos + corrosividad de gases Además de cumplir AS debe ser resistente al fuego

EJEMPLOS DE CABLES NORMALIZADOS

H 05 VV-F 5 G 4 mm ²					
H	05	VV	-F	5 G	4 mm ²
Cable tipo armonizado	Tensión nominal de aislamiento Uo.-300/500 V	Aislamiento y cubierta PVC	Cable flexible para servicios móviles (Clase 5)	5 Conductores Amarillo / verde Marrón Negro Gris Azul	Sección 4 mm ²



H 05 W-F 5 G 4 mm²

ES 06/1 Z1-K 3 G 16 mm ²					
ES	06/1	Z1	-K	3 G	16 mm ²
Cable tipo nacional	Tensión nominal de aislamiento Uo.-0,6/1 kV	Mezcla termoplástica de Poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos	Cable flexible para instalación fija(Clase 5)	3 Conductores Amarillo / verde Negro Azul	Sección 16 mm ²



ES 06/1KV Z1-K 3G16 mm²

ES 06/1 SZ1-K 2 x 25 mm ²					
ES	06/1	SZ1	-K	2 x	25 mm ²
Cable tipo nacional	Tensión nominal de aislamiento Uo.-0,6/1 kV	Goma de silicona y Mezcla termoplástica de Poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos	Cable flexible para instalación fija(Clase 5)	3 Conductores Negro Azul	Sección 25 mm ²



ES SZ1 -K 0,6/1 KV (AS+) 2x 25 mm²

REGLAMENTO DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN (CPR)

DESIGNACIÓN NORMALIZADA PARA CABLES POR EL REGLAMENTO (UE) Nº 305/2011 CONFORME A UNE-EN 60.332-1-2, UNE-EN 61.034-2, UNE EN 60.754-2 y UNE-EN 50.399			
N	DESCRIP.	CÓDIGO	SIGNIFICADO
1	Reacción y resistencia al fuego	A _{ca} B1 _{ca} B2 _{ca} C _{ca} D _{ca} E _{ca} F _{ca}	Cables que no contribuyen al incendio (EN ISO 1.716) Cables no propagadores del incendio (UNE-EN 60.332-1-2) Cables no propagadores del incendio (UNE-EN 60.332-1-2) Cables no propagadores del incendio (UNE-EN 60.332-1-2) Cables no propagadores de la llama (UNE-EN 60.332-1-2) Cables no propagadores de la llama (UNE-EN 60.332-1-2) Cables sin determinación de comprobamiento
2	Producción de humo	s1a s1b s2 s3	Escasa producción y lenta propagación de humo y transparencia de humos superior al 80% (UNE-EN 61.034-2) Escasa producción y lenta propagación de humo y transparencia de humos inferior al 80% y superior al 60% (UNE-EN 61.034-2) Valores intermedios de producción y propagación de humo Cables sin determinación de comprobamiento
3	Partículas Inflamadas	d0 d1 d2	Sin caída de gotas y partículas inflamadas durante 1200 s (UNE-EN 50.399) Sin caída de gotas y partículas inflamadas durante más de 10 s (UNE-EN 50.399) Cables sin determinación de comprobamiento
4	Acidez	a1 a2 a3	Baja acidez (UNE EN 60.754-2 > conductividad < 2,5µS/mm y pH > 4,3) Baja acidez (UNE EN 60.754-2 > conductividad < 10µS/mm y pH > 4,3) Cables sin determinación de comprobamiento

EJEMPLOS DE CABLES NORMALIZADOS (CPR)

Para los cables **A_{ca}**, **E_{ca}** ó **F_{ca}** solo se indicará el primer código.

E_{ca}			
E_{ca}			
Cables no propagadores de la llama	Cables sin determinación de comprobamiento	Cables sin determinación de comprobamiento	Cables sin determinación de comprobamiento



Para los cables **B1_{ca}**, **B2_{ca}**, **C_{ca}** ó **D_{ca}**, se indicarán los 4 códigos.

C_{ca} - s1b, d1, a1			
C_{ca}	- s1b	d1	a1
Cables no propagadores del incendio	Escasa producción y lenta propagación de humo y transparencia entre el 60% y 80%	Sin caída de gotas y partículas inflamadas durante 10 s	Baja acidez



INSTRUCCIONES AFECTADAS POR EL CPR

ITC	TIPO DE INSTALACION		REBT	CPR	
14	Instalaciones de enlace	Línea general de alimentación	RZ1-K (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1	
15		Derivación individual			
		Centralización de contadores			
16					
20	Instalaciones interiores o receptoras	Bajo tubo	450/750 V	H07V-K	E _{ca}
			0,6/1 kV	H07Z1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
				RV-K	E _{ca}
				RZ1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
		Sobre las paredes		RV-K	E _{ca}
				RZ1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
		Empotrado estructura		RV-K	E _{ca}
				RZ1-K (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
		Huecos construcción	tubo ó canal	H07V-K	E _{ca}
				H07Z1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
			directo	RZ1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
		Canal apertura herramienta		H07V-K	E _{ca}
				H07Z1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
		Canal apertura sin herramienta		H07Z1-K(AS)	E _{ca}
				H07ZZ-F (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
		Bajo molduras		H07V-K	E _{ca}
				H07Z1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
		En bandeja		RV-K	E _{ca}
				RZ1-K (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1

INSTRUCCIONES AFECTADAS POR EL CPR

ITC	TIPO DE INSTALACION		REBT	CPR
26	Instalaciones en viviendas, oficinas y locales	General	H07V-U; H07V-K	E _{ca}
			H07Z1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
27	Locales con bañera o ducha		H07V-U; H07V-K	E _{ca}
			H05VV-F	
			H07ZZ-F (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
28	Locales de pública concurrencia	General	H07Z1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
			RZ1-K(AS)	
		Servicios móviles	H07ZZ-F (AS)	
		Circuitos de servicios de seguridad	Cables (AS+)	
29	Locales con riesgo de incendio o explosión	Alimentación de equipos portátiles	H07RN-F	E _{ca}
			H07ZZ-F (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
		Instalación fija bajo tubo	H07Z1-K (AS)	
		Cables con protección mecánica	RZ1MZ1-K (AS)	

INSTRUCCIONES AFECTADAS POR EL CPR

ITC	TIPO DE INSTALACION		REBT	CPR	
30	Instalaciones especiales	Local húmedo	bajo tubo	H07V-K	
				E _{ca}	
			canal aislante	H07Z1-K (AS)	
				C _{ca} -s1b, d1, a1	
			sin tubo protector	H05VV-F	
				E _{ca}	
				H07ZZ-F (AS)	
			RVMV-K	C _{ca} -s1b, d1, a1	
		Local mojado		RZ1MZ1-K (AS)	
				E _{ca}	
		bajo tubo	H07V-K		
			E _{ca}		
		canal aislante	H07Z1-K (AS)		
			C _{ca} -s1b, d1, a1		
		RV-K	E _{ca}		
			RZ1-K(AS)		
		H07RN-F	C _{ca} -s1b, d1, a1		
			E _{ca}		
		H07ZZ-F (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1		
			Locales a temperatura elevada		Consultar al fabricante
			Locales a temperatura baja		E _{ca}
31	Instalaciones especiales	Piscinas	bajo tubo	H07V-K	
				E _{ca}	
			canal aislante	H07Z1-K (AS)	
				C _{ca} -s1b, d1, a1	
			RV-K	E _{ca}	
				RZ1-K(AS)	
			H07RN-F	C _{ca} -s1b, d1, a1	
				E _{ca}	
		Fuentes	bajo tubo	H07V-K	
				E _{ca}	
			canal aislante	H07Z1-K (AS)	
				C _{ca} -s1b, d1, a1	
			RV-K	E _{ca}	
				RZ1-K(AS)	
			H07RN-F	C _{ca} -s1b, d1, a1	
				E _{ca}	



Mucho más que
un reglamento



plcmadrid.es/rebt

ACTUALIZADO SEGÚN

RD 1053/2014 ITC-BT 52 (IRVE)



UNE-HD 60.364-5-52 (Sección de los conductores)



CPR (Reacción al fuego de los cables eléctricos)



“EL MEJOR REGLAMENTO DEL MERCADO”

PLC MADRID

El portal del instalador electricista

Servicio de Gestión al Instalador



Ofrecemos el mejor servicio integral para el instalador electricista.

sgi@plcmadrid.es



Librería electrotécnica



Librería especializada para estudiantes y profesionales de la electricidad.

info@libreriaplcmadrid.es



SOFIA



Software para la realización de certificados de instalaciones eléctricas.

sofia@plcmadrid.es



La tienda del instalador electricista



Tu tienda on-line.

www.elinstaladorelectricista.es



Cursos especialmente pensados para el profesional de la electricidad

Grupos reducidos - Horarios flexibles: Mañanas, tardes, noches, fines de semana

Servicio de asesoramiento técnico a profesionales



Toledo, 176 (Gta. De las Pirámides)
Tfno.: 91 366 00 63 – Fax: 91 366 46 55
www.plcmadrid.es
E-mail: plcmadrid@plcmadrid.es
28005 Madrid. Metro PIRÁMIDES

P.V.P.: 5 €