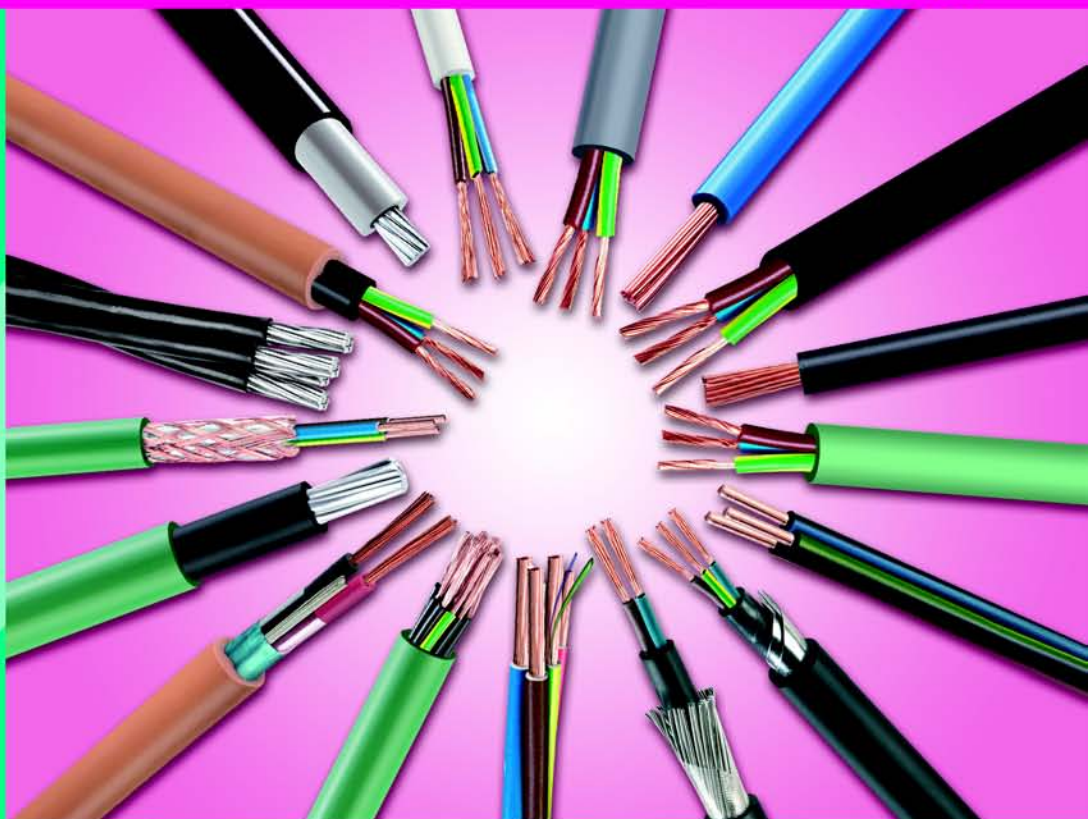




2013



Cables y Accesorios para Baja Tensión

CABLES Y ACCESORIOS PARA BAJA TENSIÓN

ÍNDICE

GUÍAS DE UTILIZACIÓN	5
– Guía orientativa de aplicaciones usuales de los cables para BT	6
– Soluciones Afumex al Reglamento Electrotécnico para BT	8
– Ejemplos de aplicación Afumex Firs (AS+) en pública concurrencia	10
– Tipos de cables Prysmian para Baja Tensión	12
INTRODUCCIÓN TÉCNICA	15
A) Instalaciones interiores o receptoras	17
– Modos de instalación	17
– Intensidades máximas admisibles en instalaciones en edificios	22
– Factores de corrección	24
B) Redes aéreas para distribución o alumbrado exterior en Baja Tensión	29
– Intensidades máximas admisibles	29
– Factores de corrección	31
C) Redes subterráneas para distribución en baja tensión (criterio de la norma UNE 211435)	32
– Intensidades máximas admisibles	32
– Factores de corrección	32
C bis) Redes subterráneas para distribución en baja tensión o alumbrado en Baja Tensión (criterio del REBT)	36
<i>Cables directamente enterrados o enterrados bajo tubo</i>	36
– Intensidades máximas admisibles	37
– Factores de corrección	38
<i>Cables instalados en galerías subterráneas</i>	39
– Intensidades máximas admisibles	40
– Factores de corrección	40
D) Cálculo de la intensidad de corriente	42
E) Cálculo de la sección por caída de tensión	43
– Formulario	43
– Caídas de tensión máximas admisibles en % según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión	45
– Tablas de caídas de tensión	46
F) Intensidades máximas de cortocircuito	48
G) Ejemplos de cálculo de sección en BT	50
– Línea general de alimentación en edificio de viviendas	50
– Derivación individual en edificio de viviendas	51
– Ascensor de un centro comercial	53
H) Radios de curvatura	57
I) Tensiones máximas de tracción durante los tendidos de los cables	59
J) Errores más frecuentes en el cálculo de secciones y la elección del tipo de cable	60
K) Solución a situaciones particulares y frecuentes	71
L) Ensayos de fuego	87
– Normativa según el comportamiento de los cables frente al fuego	90
M) Nuevo cable de aluminio para BT Al Voltalene Flamex (S). Características comparativas frente al diseño tradicional Al Voltalene N (AL RV)	91
N) Cálculos de sección en líneas abiertas de sección uniforme	93
O) Eficiencia energética. Ejemplo de cálculo de sección económica y “amortización ecológica”	95
P) Ejemplo de cálculo de la sección técnica y económica de conductor en una instalación fotovoltaica. “Amortización ecológica”	101

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

Cables Afumex (AS Y AS+)

Afumex Plus 750 V (AS)	ES05Z1-K/H07Z1-K
Afumex DUO 750 V (AS)	H07Z1-K
Afumex Paneles Flexible (AS)	H07Z-K
Afumex Paneles Rígido (AS)	H07Z-R
Afumex 1000 V (AS)	RZ1-K
Afumex Mando 1000 V (AS)	RZ1-K
Afumex Firs 1000 V (AS+)	SZ1-K/RZ1-K mica
Afumex Firs Detec-Signal (AS+)	S0Z1-K
Afumex Múltiple 1000 V (AS)	RZ1-K
Afumex O Signal (AS)	RC4Z1-K
Afumex Expo (AS)	H07ZZ-F
Afumex 1000 V Varinet K Flex (AS)	RZ1KZ1-K
Afumex 1000 V LUX (AS)	RZ1-K
Al Afumex 1000 V (AS)	AL RZ1

Cable flexible 750 V AS	113
Cable flexible 750 V AS con dos fibras ópticas para derivaciones individuales	115
Cable flexible 750 V AS termoestable	117
Cable Rígido 750 V AS para centralizaciones de contadores	119
Cable de 1000 V AS	121
Cable de 1000 V AS para derivaciones individuales	124
Cable resistente al fuego (AS+)	126
Cable resistente al fuego (AS+) para pulsadores, detectores y alarmas (trenzado y apantallado)	129
Cable AS para control y mando	131
Cable AS apantallado para control y mando	133
Cable AS para servicios móviles	135
Cable AS para motores con variadores de frec. (con conductor concéntrico)	139
Cable AS para energía y control de luminarias DALI	141
Cable de 1000 V AS de aluminio	143

Cable para fotovoltaica

P-SUN SP	Cable para instalaciones fotovoltaicas	145
----------	--	-----

Cables con PVC

Wirepol Flexible	H05V-K/H07V-K
Wirepol Rígido	H05V-U/H07V-U/H07V-R
Retenax Flex	RV-K
Retenax Flam N	RV
Euroflam Energía	VV-K
Retenax Flam M Flex (RH)	RVMV-K
Retenax Flam F	RVFV
Retenax Flam Varinet K Flex	RVKV-K
Wirepol Gas	H03VV-F/H05VV-F
Euroflam N	H05VV-F/ES05VV-F
Detec-Signal	V0V-K

Cable flexible 750 V PVC	147
Cable rígido 750 V PVC	149
Flexible PVC 1000 V	151
Rígido PVC 1000 V	154
Cable PVC para control y mando	157
Cable PVC armado con hilos de acero (RH)	159
Cable PVC armado con flejes de acero	164
Cable PVC para motores con variadores de frec. (con conductor concéntrico)	168
Cable manguera blanca PVC 500 V	170
Cable manguera negra PVC 500 V	173
Cable PVC (trenzado y apantallado)	175

Cables de goma

Flextreme	H07RN-F	Cable de goma (provisionales obras, servicios móviles...)	177
Bupreno	DN-K	Cable de goma para instalaciones fijas	182
Solda	H01N2-D	Cable de goma para máquinas de soldar	185
DN-F Bombas Sumergidas	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS	Cable de goma para servicios sumergidos permanentes	189

CABLES PARA REDES SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS (también adecuados para instalaciones interiores o receptoras)

Al Voltalene Flamex (S)	AL XZ1	Cable de Al 1000 V	193
Al Polirret	AL RZ	Cable de Al trenzado (redes aéreas tensadas o posadas)	195
Polirret Feriex	RZ	Cable de Cu trenzado (redes aéreas de alumbrado exterior)	198

Cables especiales

Cables especiales para BT, MT y AT	200
------------------------------------	-----

AFUMEX DUO (incluye guía de instalación y accesorios DUO)

ACCESORIOS PARA BAJA TENSIÓN

Guía de selección de accesorios en Baja Tensión.....		219
Tecplug	Conector fotovoltaica	220
Termospeed PTPF	Tubo termorretráctil	223
Termospeed PTPF-AF	Tubo termorretráctil	225
Termospeed PTPE	Tubo termorretráctil	227
Termospeed PTPM	Tubo termorretráctil	230
Termospeed PTPG	Tubo termorretráctil	232
Termospeed PCC	Capuchón termorretráctil	234
Termospeed PPD	Polifurcación termorretráctil	236
Termospeed PLVKD	Derivación termorretráctil	238
Termospeed PMT	Manta termorretráctil	239
Bicast PBU	Empalme o derivación de resina	241
Cinta de PVC - P1000	Cinta de PVC	242
Cinta PBA-1	Cinta de EPR	243
Lubricante LUTEC		244
Disolvente LIENER		246
Disolvente LICOM		248

GUÍAS DE UTILIZACIÓN

GUÍA ORIENTATIVA DE APLICACIONES USUALES DE LOS CABLES

**RESIDENCIAL**

Gama	Tipo	Tensión nominal (V)	Composición	Conductor/ Aislamiento/ Cubierta / (...)
------	------	---------------------	-------------	---

WIREPOL	FLEXIBLE	450 / 750	UNIPOLAR	CU / PVC
	RÍGIDO			
	GAS	300 / 500	MULTIPOLAR	CU / PVC / PVC

EUROFLAM	N	300 / 500	MULTIPOLAR	CU / PVC / PVC
	ENERGÍA	600 / 1000		

RETENAX	FLEX	600/1000	UNIPOLAR Y MULTIPOLAR	CU / XLPE / PVC
	FLAM N		MULTIPOLAR	CU o AL / XLPE / PVC / armadura / PVC
	FLAM, (F o M)			CU / XLPE / PVC / Pantalla CU / PVC
	FLAM VARINET K FLEX			

POLIRRET	AL	600/1000	MULTIPOLAR	AL / XLPE
	FERIEX			CU / XLPE

AFUMEX	O SIGNAL (AS)	300 / 500	MULTIPOLAR	CU / XLPE / tr CU / AFUMEX
	FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)			CU / Silicona / Pantală cîntă AL-poliéster / AFUMEX
	DUO 750 V (AS)			
	PLUS 750 V (AS)	450 / 750	UNIPOLAR	CU / AFUMEX
	PANELES FLEXIBLE (AS)			
	PANELES RÍGIDO (AS)			
	EXPO (AS)		UNIP. Y MULTIP.	CU / - / AFUMEX
	MANDO 1000 V (AS)	600/1000	MULTIPOLAR	CU / XLPE / AFUMEX
	1000 V (AS)		UNIPOLAR Y MULTIPOLAR	CU /Silicona / AFUMEX CU / XLPE / AFUMEX
	FIRS 1000 V (AS+)			
	MULTIPLE 1000 V (AS)		MULTIPOLAR	CU / XLPE / AFUMEX CU / XLPE / Hilos CU/AFUMEX
	1000 V VARINET K FLEX (AS)			
1000 V LUX (AS)	MULTIPOLAR		CU / XLPE / AFUMEX	
AL (AS)	UNIIPOLAR		AL / XLPE / AFUMEX	

P-SUN SP		600 / 1000	UNIIPOLAR	goma EI6 / mezcla EM5
----------	--	------------	-----------	-----------------------

DETEC-SIGNAL		300 / 500	MULTIPOLAR	CU / PVC / Pantalla cinta AL-poliéster / PVC
--------------	--	-----------	------------	---

SOLDA		100 / 100	UNIPOLAR	CU / PCP
-------	--	-----------	----------	----------

AL VOLTALENE FLAMEX	600 / 1000	UNIPOLAR	AL / XLPE / FLAMEX
---------------------	------------	----------	--------------------

BUPRENO	DN-K	600 / 1000	UNIPOLAR Y MULTIPOLAR	CU / EPR / PCP
	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS			CU / EPR / (PCP) goma de neopreno tipo SE1.

FLEXTREME		450 / 750	UNIP. Y MULTIPOLAR	CU / EPR / PCP
------------------	--	-----------	--------------------	----------------

PÁG.

ACOMETIDA
LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN
CENTRALIZACIÓN CONTADORES
DERIVACIONES INDIVIDUALES
INTERIORES O RECEPTORAS
APARATOS DOMÉSTICOS

149
151
174

177	
161	

153		
157		
163		
172		

201	
204	

Edad (años)	con 2 FO	luminarias DALI
135	Alta	Baja
131	Alta	Baja
115	Alta	Baja
113	Alta	Baja
117	Alta	Baja
119	Alta	Baja
137	Alta	Baja
125	Alta	Baja
121	Alta	Baja
127	Alta	Baja
133	Alta	Baja
141	Alta	Baja
143	Alta	Baja
145	Alta	Baja

147

179

190

199

186	
194	

181

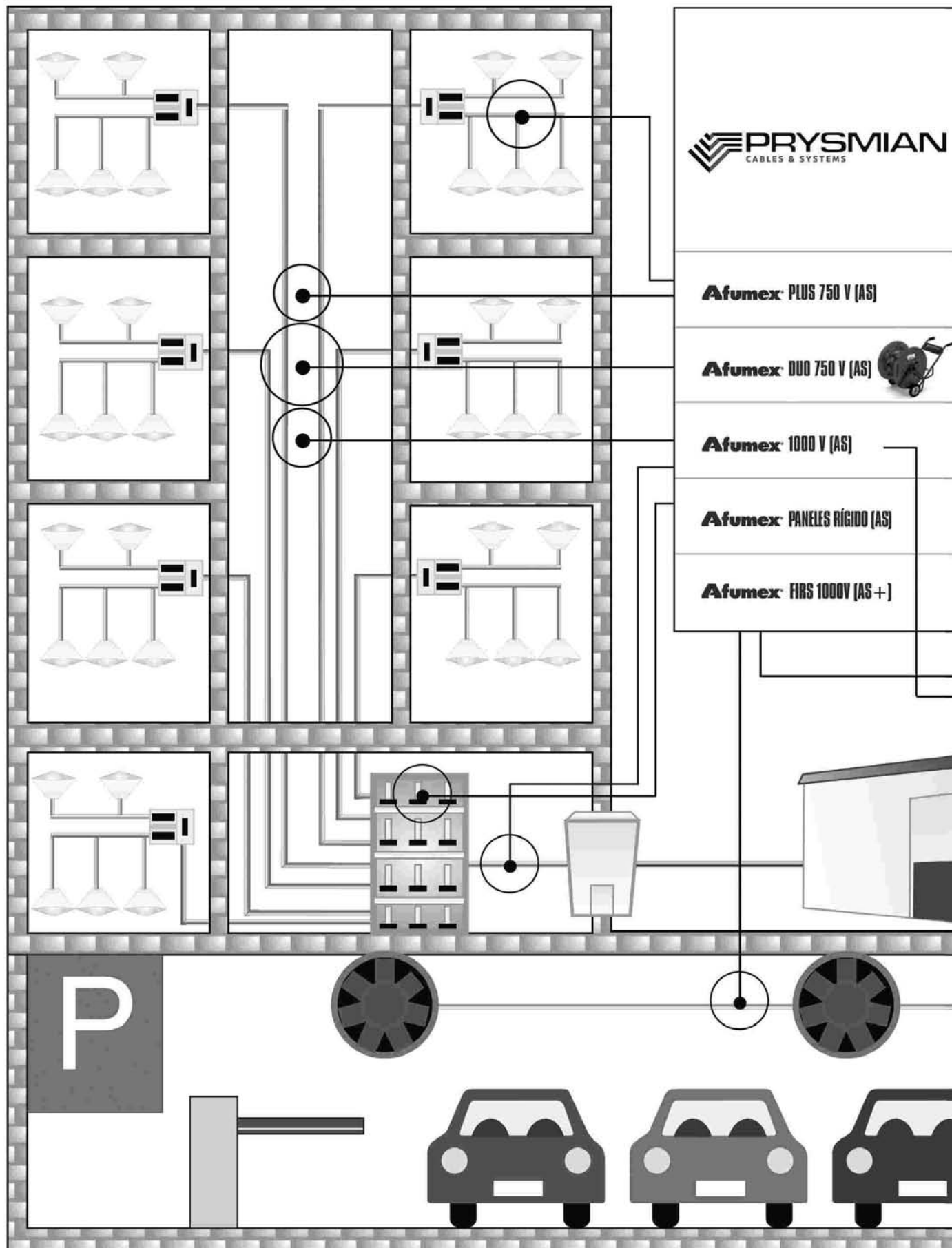


REDES DE DISTRIBUCIÓN BT

[illegible]

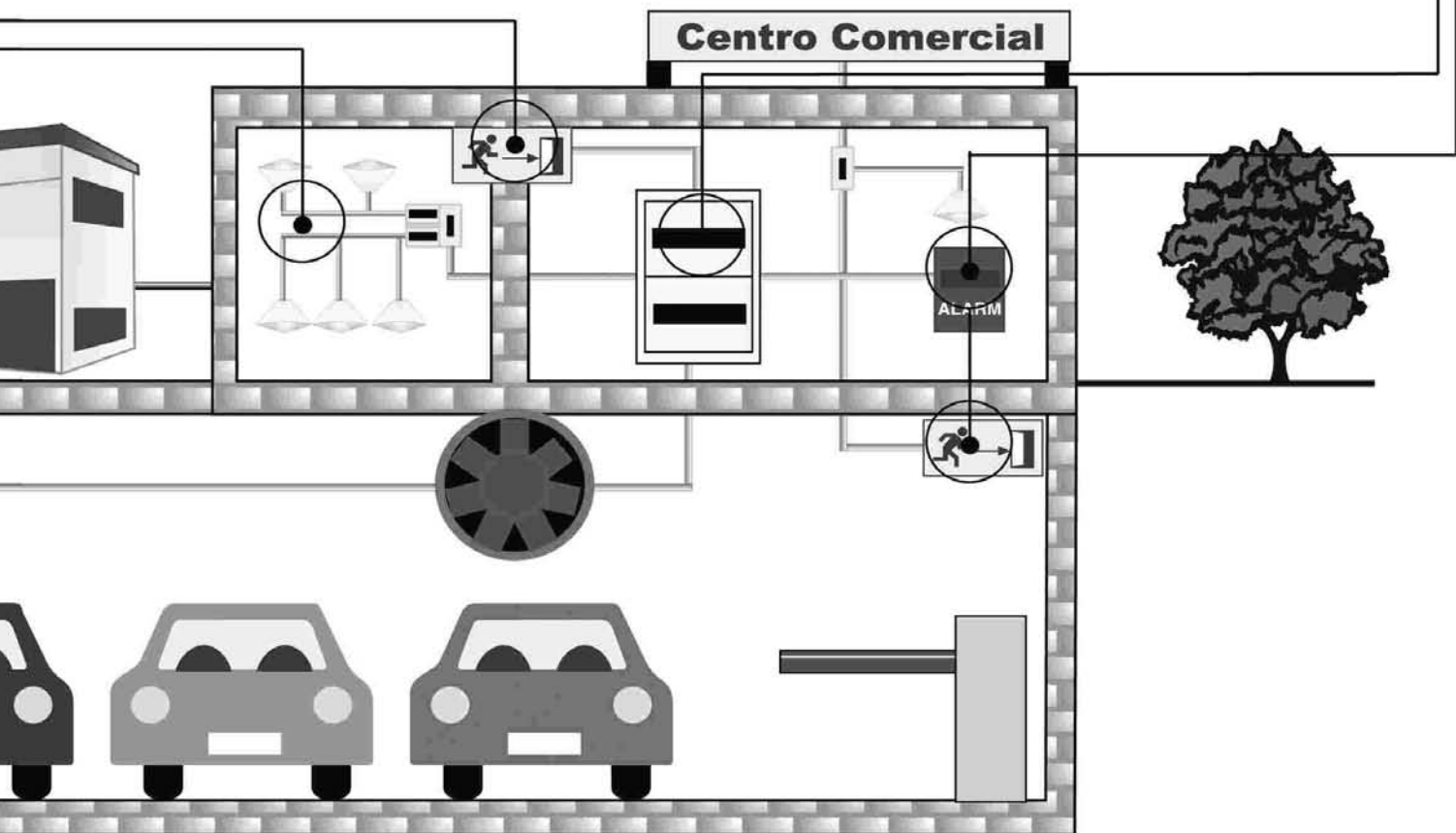
SUBTERRANEAS	POSADAS SOBRE FACHADA	TENSADAS SOBRE APOYOS	USO SEGÚN ITC-BT
			20, 26 y 29
			20, 26 y 29
			33, 43 y 49
			33, 43 y 49
			20
			07, 09 y 20
			07, 09, 20 y 29
			09, 20 y 29 (sólo M)
			20
			06 y 20
			06, 09 y 20
			20
			28
			15
			15, 20, 28 y 29
			28
			16 y 28
			28 y 34
			15
			14, 15, 20, 28 y 29
			28
			20, 28 y 29
			20
			20 y 28
			14, 15, 20, 28 y 29
			—
			—
			—
			07 y 20
			20 y 30
			20 y 42
			30, 33, 34, 35, 41 y 42

SOLUCIONES AFUMEX AL REGLAMENTO

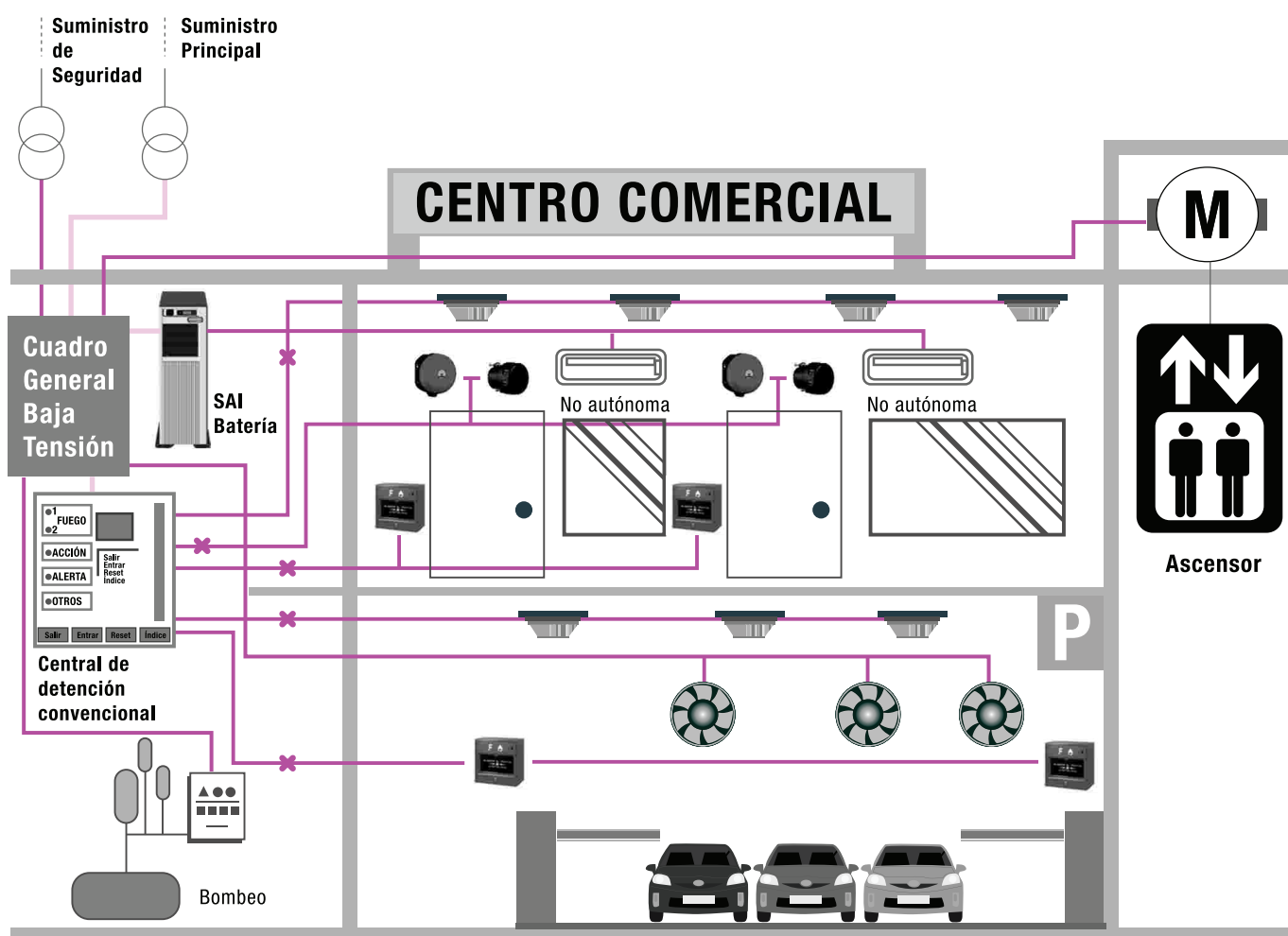


ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN

Circuitos de Servicios de Seguridad en Locales de Pública Concurrencia, (ITC BT 28) "Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE EN 50200, (cables resistentes al fuego); y tendrán emisión de humos y opacidad reducida".	Instalaciones Interiores en Locales de Pública Concurrencia, (ITC BT 28) "Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 partes 4 o 5, o la norma UNE 211002, (según la tensión asignada del cable); cumplen con esta prescripción".	Línea General de Alimentación, (ITC BT 14) La Línea General de Alimentación une la CGP, (caja general de protección); con la CC, (centralización de contadores). "Los cables a emplear serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 partes 4 o 5 cumplen con esta prescripción".	Derivaciones Individuales, (ITC BT 15) La Derivación Individual une el embarrado general, (parte de la Línea General de Alimentación); con la Instalación Interior de Abonado. "Serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 partes 4 o 5; o la norma UNE 211002, (según la tensión asignada del cable); cumplen con esta prescripción".	Centralización de Contadores, (ITC BT 16) En las Centralizaciones de Contadores los cables serán de una tensión asignada 450/750V y los conductores de clase 2, (rígidos). "Serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21027-9 (mezclas termoestables) o a la norma UNE 211002 (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción".
	●		●	
			●	
	●	●	●	
	●		●	●
●				



EJEMPLOS DE APLICACIÓN AFUMEX FIRS (AS+) Y AFUMEX

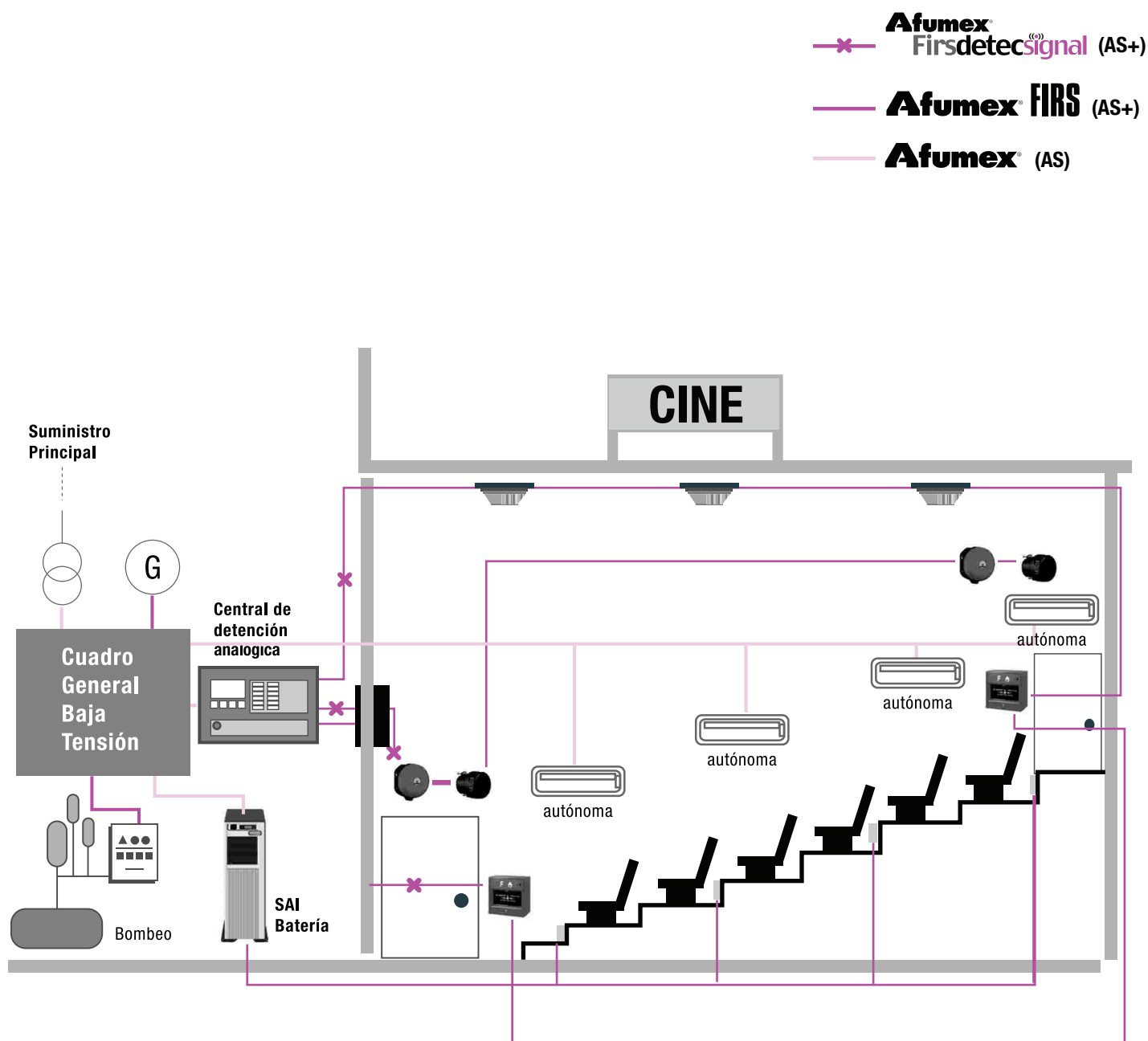


El esquema representado ilustra una instalación posible en un centro comercial con central de detección de incendios convencional. Todos los circuitos que parten de la central están representados con cable Afumex Firs Detec-Signal, (AS+) (color oscuro con aspa).

Los circuitos de color oscuro sin aspa que no parten de la central de detección presentan cable Afumex Firs 1000 V (AS+) por tratarse de servicios de seguridad no autónomos.

En color claro se encuentran el resto de circuitos, los que no precisan ser resistentes al fuego y, por tanto con cable AS (Afumex Plus 750 V (AS) o Afumex 1000 V (AS)), suficiente para realizar estas canalizaciones de acuerdo con la reglamentación.

FIRS DETEC SIGNAL (AS+) EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA



Para el caso de instalaciones contra incendios con central de detección analógica podemos ver que tanto el lazo como las alarmas están alimentados con Afumex Firs Detec-Signal, (AS+). El esquema representado ilustra una instalación posible en un cine.

El cable de las balizas de señalización, del equipo de bombeo y del grupo electrógeno es Afumex Firs 1000 V (AS+) para garantizar la seguridad, y tanto el suministro principal como la alimentación a equipos autónomos (emergencias autónomas, batería y central de detección) presentan cables Afumex Plus 750 V (AS) o Afumex 1000 V (AS). En caso de incendio y cortocircuito en estas canalizaciones o rotura de algún conductor, el servicio a los receptores finales está asegurado por la propia autonomía de los elementos que alimentan.

TIPOS DE CABLES PRYSMIAN PARA BAJA TENSIÓN

	TENSIÓN NOMINAL	NORMA DISEÑO	DESIG. GENÉRICA	APLICACIONES
AFUMEX PLUS 750 V (AS)	450 / 750 V	UNE 211002	ES05Z1-K (AS) H07Z1-K (AS)	Derivaciones individuales, locales de pública concurrencia e industrias, cableado interior de cuadros, locales con riesgo de incendio o explosión y, para todas las instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras.
AFUMEX DUO 750 V (AS)	450 / 750 V	UNE 211002	H07Z1-K (AS)	Derivaciones individuales con 2 fibras ópticas para comunicaciones con ancho de banda ilimitado.
AFUMEX PANELES FLEXIBLE	450 / 750 V	UNE 21027-9	H07Z-K (AS)	Cableado de cuadros, paneles y bastidores de relés.
AFUMEX PANELES RÍGIDO	450 / 750 V	UNE 21027-9	H07Z-R (AS)	Centralización de contadores, cableado de cuadros, paneles y bastidores de relés.
AFUMEX 1000 V (AS)	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	RZ1-K (AS)	Líneas generales de alimentación, derivaciones individuales, locales de pública concurrencia e industrias y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras.
AFUMEX MANDO 1000 V (AS)	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	RZ1-K (AS)	Derivaciones individuales.
AFUMEX FIRS 1000 V (AS+)	0,6 / 1 kV	UNE 211025	SZ1-K (AS+) RZ1-K mica (AS+)	Servicios de seguridad no autónomos, servicios con fuentes autónomas centralizadas, ventiladores en garajes, aparcamientos y cocinas industriales.
AFUMEX FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)	300 / 500 V	UNE 211025	S0Z1-K (AS+)	Circuitos de alarmas, detectores y pulsadores en sistemas contra incendios.
AFUMEX MÚLTIPLE 1000 V (AS)	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	RZ1-K (AS)	Locales de pública concurrencia e industrias y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
AFUMEX O SIGNAL (AS)	300 / 500 V	VDE 0250	RC4Z1-K (AS)	Transmisión de señales de control, regulación, instrumentación y telemando de instalaciones fijas, robótica, servomecanismos, automatismos. Y para aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
AFUMEX EXPO (AS)	450 / 750 V	UNE 21027-13	H07ZZ-F (AS)	Ferias, servicios provisionales, servicios móviles en locales de pública concurrencia y, para servicios móviles en los que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
AFUMEX 1000 V VARINET K FLEX (AS)	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	RZ1KZ1-K (AS)	Alimentación de motores con variadores de frecuencia en instalacines donde se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
AFUMEX 1000 V LUX (AS)	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	RZ1-K (AS)	Alimentación y control de receptores para alumbrado en luminarias DALI.
AL AFUMEX 1000 V (AS)	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	AL RZ1 (AS)	Líneas generales de alimentación, derivaciones individuales, locales de pública concurrencia e industrias y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras.
WIREPOL FLEXIBLE	450 / 750 V	UNE 21031-3	H05V-K H07V-K	Instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos. Instalación fija protegida en el interior de aparatos y en luminarias fijas. Instalaciones interiores o receptoras, interiores en viviendas, en locales con riesgo de incendio o explosión. Instalaciones con recorridos sinuosos*.
P-SUN SP	0,6 / 1 kV	DKE/VDE AK 411.2.3		Instalaciones solares fotovoltaicas.
WIREPOL RÍGIDO	450 / 750 V	UNE 21031-3	H05V-U H07V-U H07V-R	Instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos. Instalación fija protegida en el interior de aparatos y en luminarias fijas. Instalaciones interiores o receptoras, interiores en viviendas, en locales con riesgo de incendio o explosión*.

* Salvo obligación de Afumex (AS).

TIPOS DE CABLES PRYSMIAN PARA BAJA TENSIÓN

	TENSIÓN NOMINAL	NORMA DISEÑO	DESIG. GENÉRICA	APLICACIONES
RETENAX FLEX	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RV-K	Alumbrado exterior subterráneo, instalaciones interiores o receptoras, al aire o enterradas, o instalaciones con recorridos sinuosos*.
RETENAX FLAM N	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RV	Alumbrado exterior subterráneo, instalaciones interiores o receptoras, al aire o enterradas, locales con riesgo de incendio o explosión*.
EUROFLAM ENERGÍA	0,6 / 1 kV	UNE 21123-1	VV-K	Señales de mando*.
RETENAX FLAM M FLEX (RH)	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RVMV-K (RH)	Alumbrado exterior subterráneo, locales con riesgo de incendio o explosión, instalaciones fijas con riesgo de agresión mecánica (roedores, cizalladuras...). Cumple ED P10.00-00 de Repsol*.
RETENAX FLAM F	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RVFV	Alumbrado exterior subterráneo, instalaciones fijas con riesgo de agresión mecánica (roedores...)*.
RETENAX FLAM VARINET K FLEX	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RVKV-K	Alimentación de motores con variadores de frecuencia*.
WIREPOL GAS	300 / 500 V	UNE 21031-5	H03VV-F H05VV-F	En locales domésticos, cocinas, oficinas ; para esfuerzos mecánicos medios. Alimentación de aparatos domésticos (lavadoras, frigoríficos, secamos...), enrolladores de interior, instalaciones en muebles.
EUROFLAM N	300 / 500 V	UNE 21031-5	H05VV-F ES05VV-F	En locales domésticos, cocinas, oficinas ; para esfuerzos mecánicos medios. Alimentación de aparatos domésticos (lavadoras, frigoríficos, secamos...), enrolladores de interior, instalaciones en muebles.
DETEC-SIGNAL	300 / 500 V		V0V-K	Detectores en sistemas contra incendios*.
FLEXTREME	450 / 750 V	UNE 21027-4	H07RN-F	Provisionales y temporales de obras, ferias y stands*, establecimientos agrícolas y hortícolas, caravanas, puertos y marinas para barcos de recreo, prolongadores de exterior o en ambientes industriales, locales húmedos, mojados o a muy baja temperatura. Servicios móviles*.
BUPRENO	0,6 / 1 kV	IEC 60502-1	DN-K	Instalaciones interiores o receptoras. En locales húmedos, mojados o a muy baja temperatura*.
SOLDA	100 / 100 V	UNE 21027-6	H01N2-D	Conexión de pinzas de electrodo en máquinas de soldar.
DN-F BOMBAS SUMERGIDAS		UNE 21166	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS	Alimentación de bombas sumergidas. Tendidos sumergidos.
AL VOLTALENE FLAMEX	0,6 / 1 kV	HD 603-5X-1	AL XZ1	Redes de distribución subterráneas, instalaciones interiores o receptoras*.
AL POLIRRET	0,6 / 1 kV	UNE 21030-1	AL RZ	Redes aéreas de distribución, instalaciones posadas sobre fachadas o tensadas sobre apoyos.
POLIRRET FERIEX	0,6 / 1 kV	UNE 21030-2	RZ	Instalaciones aéreas de alumbrado exterior. Instalaciones posadas sobre fachadas o tensadas sobre apoyos.

* Salvo obligación de Afumex (AS).

INTRODUCCIÓN TÉCNICA

A) INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

El paso del tiempo ha demostrado que había excesiva simplificación para la diversidad de modos de instalaciones eléctricas en edificios, que se utilizan en la práctica, lo que hacía necesarias unas tablas de cargas más ajustadas a la realidad.

Esta necesidad motivó la publicación de la norma UNE 20460 - "Instalaciones Eléctricas en Edificios", que es una adaptación del Documento de Armonización del CENELEC HD-384 que, a su vez, se corresponde con la recomendación del Comité Electrotécnico Internacional IEC 364. La determinación de las intensidades admisibles en los cables descritos en este apartado se ajustará a lo prescrito en la citada norma UNE 20460.

NOTA: En este catálogo figuran tablas en las que se alude a cables tripolares o a tres cables unipolares. Por cable tripolar se entiende cable multiconductor con 3 conductores cargados (típicamente en trifásica). Así por ejemplo un cable 5G16 en una instalación trifásica es un cable tripolar a efectos de las tablas de cargas porque, salvo influencia significativa de los armónicos, sólo llevará cargados los conductores de las 3 fases. Cuando se habla de tres cables unipolares, análogamente nos referimos a una línea con 3 cables activos de un solo conductor, al margen de que en el circuito haya otros conductores considerados no activos (neutro sin armónicos y/o "tierra").

MODOS DE INSTALACIÓN

La tabla 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 (nov. 2004), relaciona los "modos de instalación", haciéndolos corresponder a unas instalaciones "tipo", cuya capacidad de disipación del calor generado por las pérdidas es similar a aquéllos, por lo que se pueden agrupar en una determinada tabla de cargas común (tabla A.52-1 bis) para todos los modos que se adaptan a la misma instalación tipo.

TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES "TIPO"

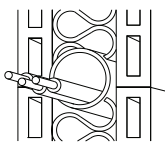
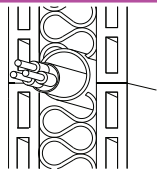
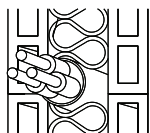
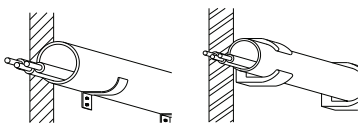
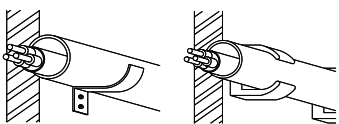
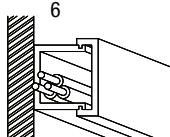
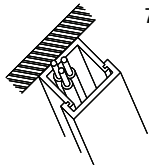
Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
1		Conductores aislados o cables unipolares en conductos empotrados en paredes térmicamente aislantes.	A1
2		Cable multiconductor en conductos empotrados en una pared térmicamente aislante.	A2
3		Cable multiconductor empotrado directamente en una pared térmicamente aislante.	A1
4		Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella.	B1
5		Cable multiconductor en conducto sobre pared de madera o de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...), no espaciado una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conducto de ella.	B2
6 7	 	Conductores aislados o cables unipolares en abrazaderas, (canal protectora) fijadas sobre una pared de madera: – En recorrido horizontal. – En recorrido vertical.	B1

TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)

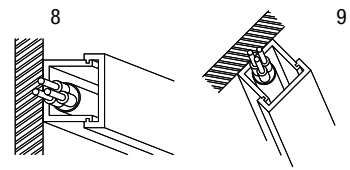
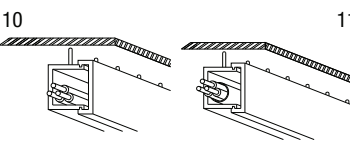
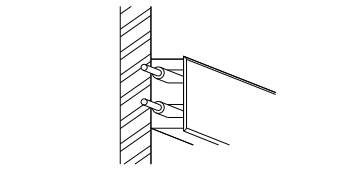
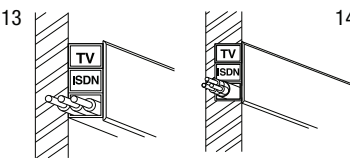
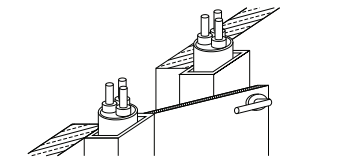
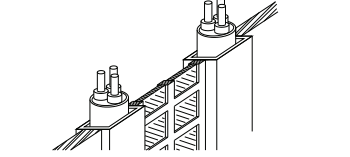
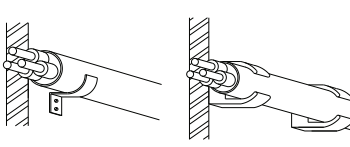
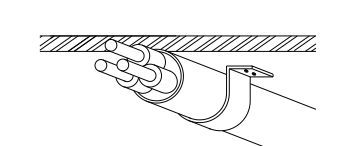
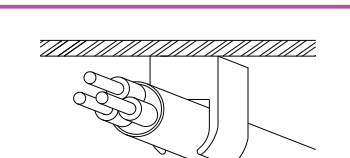
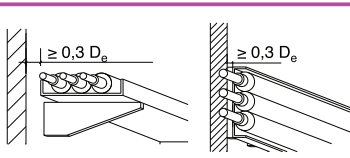
Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
8 9		Cable multiconductor en abrazaderas (canal protectora) fijadas sobre una pared de madera: – En recorrido horizontal. – En recorrido vertical.	B2 B2
10 11		Conductores aislados en abrazaderas (canal protectora) suspendidas. Cable multiconductor en abrazaderas (canal protectora) suspendidas.	B1 B2
12		Conductores aislados o cables unipolares en molduras.	A1
13 14		Conductores aislados o cables unipolares en rodapiés ranurados. Cable multiconductor en rodapiés ranurados.	B1 B2
15		Conductores aislados en conductos o cables unipolares o multipolares en arquitrave.	A1
16		Conductores aislados en conductos o cables unipolares o multipolares en los cercos de ventana.	A1
20		Cables unipolares o multipolares fijados sobre una pared de madera o espaciados menos de 0,3 veces el diámetro del cable de la pared.	C
21		Cables unipolares o multipolares fijados bajo un techo de madera.	C
22		Cables unipolares o multipolares separados del techo.	En estudio (Se recomienda C)
30		Cables unipolares o multipolares sobre bandejas de cables no perforadas.	C

TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)

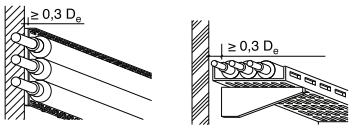
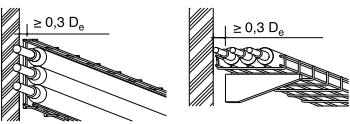
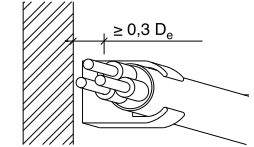
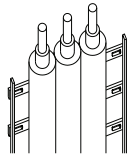
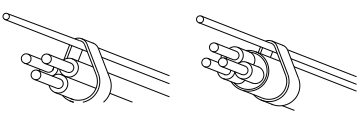
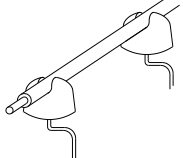
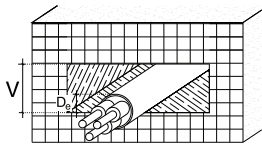
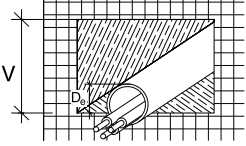
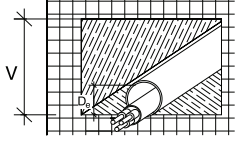
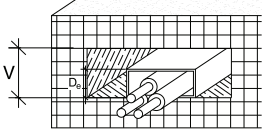
Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
31		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre bandejas de cables perforadas.	E o F
32		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre abrazaderas o rejillas.	E o F
33		Cables unipolares (F) o multipolares (E) separados de la pared más de 0,3 veces el diámetro del cable.	E o F
34		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre escaleras de cables.	E o F
35		Cable unipolar (F) o multipolar (E) suspendido de un cable portador o autoportante.	E o F
36		Conductores desnudos o aislados sobre aisladores.	G
40		Cables unipolares o multipolares en vacíos de construcción.	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
41		Conductores aislados en conductos circulares en vacíos de construcción.	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
42		Cables unipolares o multipolares en conductos circulares en vacíos de construcción.	En estudio (Se recomienda B2)
43		Conductores aislados en conductos no circulares en vacíos de construcción.	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1

TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)

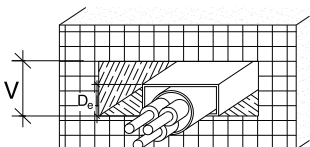
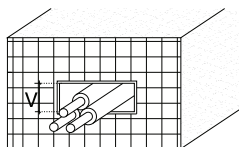
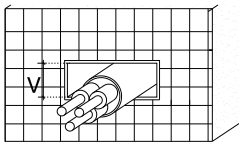
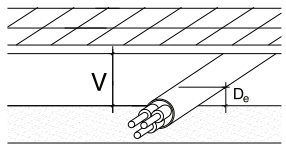
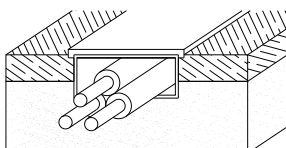
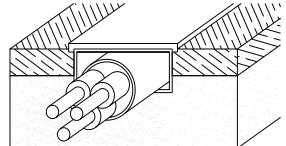
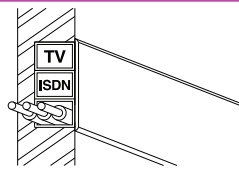
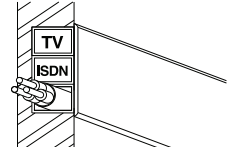
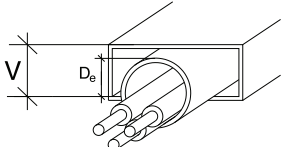
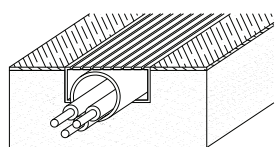
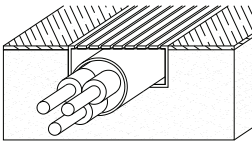
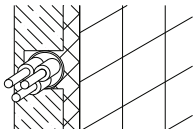
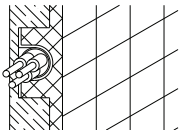
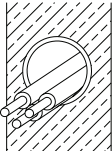
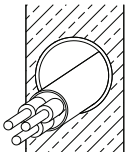
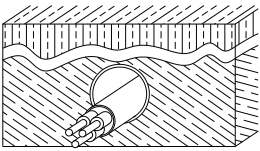
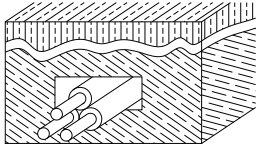
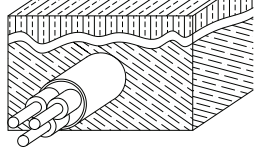
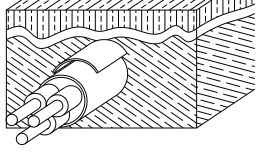
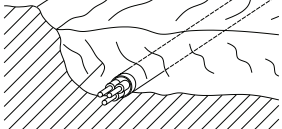
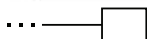
Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
44		Cables unipolares o multipolares en conductos no circulares en vacíos de construcción.	En estudio (Se recomienda B2)
45		Conductores aislados en conductos empotrados en la mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W.	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
46		Cables unipolares o multipolares en conductos empotrados en la mampostería de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W.	En estudio (Se recomienda B2)
47		Cables unipolares o multipolares en los vacíos de techo o en los suelos suspendidos.	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
50		Conductores aislados o cable unipolar en canales empotrados en el suelo.	B1
51		Cable multiconductor en canales empotrados en el suelo.	B2
52		Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados	B1
52		Cable multiconductor en conductos perfilados empotrados.	B2
54		Conductores aislados o cables unipolares en conductos, en canalizaciones no ventiladas en recorrido horizontal o vertical.	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
55		Conductores aislados en conductos, en canalizaciones abiertas o ventiladas en el suelo.	B1

TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)

Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
56		Cables unipolares o multipolares en canalizaciones abiertas o ventiladas de recorrido horizontal o vertical.	B1
57		Cables unipolares o multipolares empotrados directamente en las paredes de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad inferior a 2 K·m/W <u>sin</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	C
58		Cables unipolares o multipolares empotrados directamente en las paredes de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad inferior a 2 K·m/W <u>con</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	C
59		Conductores aislados o cables unipolares en conductos empotrados en una pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).	B1
60		Cables multiconductores en conductos empotrados en una pared de mampostería.	B2
70		Cable multiconductor en conductos o en conductos perfilados enterrados.	D
71		Cables unipolares en conductos o en conductos perfilados enterrados.	D
72		Cables unipolares o multipolares enterrados <u>sin</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	D
73		Cables unipolares o multipolares enterrados <u>con</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	D
80		Cables unipolares o multipolares con cubierta sumergidos en agua.	En estudio (Se recomienda método D con coeficiente de corrección a la alza 1,75. Supuesta resistividad térmica del agua 0,4 K·m/W)



INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

Así pues, sólo habrá que considerar las tablas de carga de las ocho instalaciones "tipo" con las que se identificarán los distintos "modos de instalación" mencionados.

Debe recordarse que el REBT denomina "conductores aislados" a los conductores aislados sin cubierta como, por ejemplo, los cables WIREPOL RÍGIDO, WIREPOL FLEXIBLE ó AFUMEX Plus. Se trata de cables que, en el mejor de los casos presentan un nivel de aislamiento de 450/750 V y siempre serán unipolares, lo que limita su campo de aplicación a su "instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos".

Por otro lado, cuando se alude a los cables, se refiere siempre a conductores aislados con una cubierta adicional como, por ejemplo, los cables RETENAX o AFUMEX 1000 V, tanto unipolares como multipolares. La posibilidad de empleo de uno u otro tipo de cable lo determinará el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, de acuerdo con las características de la instalación.

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN INSTALACIONES EN EDIFICIOS

Como se puede observar, la tabla A.52-1 bis - Intensidades admisibles (en A) al aire (40 °C) de la norma UNE 20460-5-523 (nov. 2004), que se reproduce a continuación, presenta doce columnas entre las que, según cual sea el "tipo" de instalación al que se corresponda el "modo de instalación" adoptado, el número de conductores cargados del circuito y la naturaleza del aislamiento, se tomará la columna de cargas adecuada al caso que se trate.

Estas tablas se han confeccionado para las condiciones estándares de instalaciones al aire: un solo circuito a 40 °C de temperatura ambiente y temperaturas en el conductor de 70 °C para los aislamientos tipo termoplásticos, (PVC, poliolefinas Z1...) y de 90 °C para los termoestables, (XLPE, EPR, poliolefinas Z...).

Se observa que para instalaciones en el interior de edificios, no se distingue entre cables de tensión nominal 750 ó 1000 V, ya que las resistividades térmicas de ambos son comparables y sólo varían de manera notable cuando se compara un "conductor aislado", que sólo tiene aislamiento, y un "cable", que dispone de aislamiento y cubierta, extremo que ya se ha tenido en cuenta al definir la instalación "tipo". Por tanto, para una determinada instalación "tipo", lo que define la tabla de cargas a considerar será el número de conductores activos, dos en monofásico o tres en trifásico, y la naturaleza del material aislante del conductor, termoplástico (PVC o similar) o termoestable (XLPE o similar), que determina la temperatura máxima admisible en el conductor en régimen permanente.

Para elegir correctamente el tipo de cable en la tabla A.52 -1 bis tener en cuenta la siguiente división entre cables termoplásticos (PVC) y termoestables (XLPE):

El número 2 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay dos conductores activos (típicamente fase y neutro de instalaciones monofásicas, el conductor de protección no se considera activo).

El número 3 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay tres conductores activos (típicamente las 3 fases en suministros trifásicos. El neutro y el conductor de protección no se consideran activos normalmente en este tipo de instalaciones). Existe una consideración especial para neutros cargados por la influencia de los armónicos; este aspecto viene detallado en el anexo C de la UNE 20460-5-523 (nov. 2004).

PVC2 o PVC3 (termoplásticos) → 70 °C		XLPE2 o XLPE3 (termoestables) → 90 °C	
AFUMEX PLUS 750 V (AS)	ES05Z1-K/H07Z1-K	AFUMEX PANELES FLEXIBLE (AS)	H07Z-K
AFUMEX DUO 750 V (AS)	H07Z1-K	AFUMEX PANELES RÍGIDO (AS)	H07Z-R
WIREPOL FLEXIBLE	H05V-K/H07V-K	AFUMEX 1000 V (AS)	RZ1-K
WIREPOL RÍGIDO	H05V-U/H07V-U/H07V-R	AFUMEX MANDO 1000 V (AS)	RZ1-K
EUROFLAM ENERGÍA	VV-K	AFUMEX FIRS 1000 V (AS+)	SZ1-K/RZ1-K mica
WIREPOL GAS	H03VV-F/A05VV-F/H05VV-F	AFUMEX FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)	S0Z1-K
EUROFLAM N	H05VV-F/ES05VV-F	AFUMEX MÚLTIPLE 1000 V (AS)	RZ1-K
DETEC-SIGNAL	V0V-K	AFUMEX O SIGNAL (AS)	RC4Z1-K
		AFUMEX EXPO (AS)	H07ZZ-F
		AFUMEX 1000 V VARINET K FLEX (AS)	RZ1KZ1-K
		AL AFUMEX 1000 V (AS)	AL RZ1
		AFUMEX 1000 V LUX (AS)	RZ1-K
		P-SUN SP	
		RETENAX FLEX	RV-K
		RETENAX FLAM N	RV
		RETENAX FLAM M FLEX (RH)	RVMV-K
		RETENAX FLAM F	RVFV
		RETENAX FLAM VARINET K FLEX	RVKV-K
		FLEXTREME	H07RN-F/A07RN-F
		BUPRENO	DN-K
		SOLDA	H01N2-D
		DN-F BOMBAS SUMERGIDAS	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS
		AL VOLTALENE FLAMEX (S)	AL XZ1
		AL POLIRRET	AL RZ
		POLIRRET FERIEIX	RZ

TABLA A. 52-1 bis:
INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

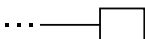
Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C						
A2		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C							
B1					PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C			
B2				PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C					
C						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
F							PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C	
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
Aluminio	185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590
	300	259	285	311	349	396	423	461	516	547	640	674	713
	2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-
	4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-
	6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
	10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
	16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	82
	25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
	35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
	50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
	70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
	95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
	120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293
	150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
	185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
	240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461
	300	-	-	-	285	313	343	383	400	429	462	494	558

NOTAS: Con fondo gris, figuran los valores que no se aplican en ningún caso. Los cables de aluminio no son termoplásticos (PVC2 o PVC3), ni suelen tener secciones inferiores a 16 (estos valores no son necesarios).

Los valores en cursiva no figuran en la tabla original. Han sido calculados con los criterios de la norma UNE 20460-5-523.

* Método D

	Sección mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20,5	27,5	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17	22,5	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24,5	32,5	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21	27,5	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2						70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3						58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295



FACTORES DE CORRECCIÓN

Cuando las condiciones de la instalación son distintas a las estándares tomadas como base para la confección de la tabla A.52-1bis: temperatura ambiente de 40 °C al aire o 25 °C enterrado, hay más de un circuito en la misma canalización, hay influencia de los armónicos o se alimenta a receptores concretos, se tomarán los factores de corrección que siguen.

NOTA: Con el objetivo de facilitar la utilización del catálogo, hemos incluido un icono en el margen derecho de las tablas para ayudar a la rápida localización de/los factor/es de corrección a emplear en los cálculos.

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Ya se ha indicado anteriormente que, cuando la temperatura ambiente (θ_a) es distinta a los 40 °C, las intensidades de la tabla A.52-1 bis o de la tabla básica mencionada anteriormente se deberán multiplicar por un factor de corrección que tenga en cuenta el distinto salto térmico a utilizar en: $I = \sqrt{(\Delta\theta/n \cdot R_E \cdot R_T)}$. Fórmula que nos da la intensidad admisible en un conductor a partir de la ley de Ohm eléctrica y la “ley de Ohm térmica”.

Según la “ley de Ohm térmica” la potencia disipada en forma de calor en un cable:

$$\Delta\theta = P \cdot R_T \Rightarrow P = \frac{\Delta\theta}{R_T}$$

Según la ley de Ohm eléctrica, la potencia generada en forma de calor en un cable con n conductores activos:

$$P = n \cdot R_E \cdot I^2$$

Donde

R_E representa la resistencia óhmica del cable [Ω/m];

R_T la resistencia térmica del ambiente que le rodea [$^{\circ}C \cdot m/W$];

$\Delta\theta$ es la diferencia de temperatura entre el conductor ($T_c = 90^{\circ}C$) y el ambiente que le rodea, T_T [$^{\circ}C$];

n es el número de conductores activos con carga en la línea (3 en el caso de circuitos trifásicos y 2 en monofásico).

Igualando los terminos tenemos la relación de I con la temperatura del ambiente.

$$\frac{\Delta\theta}{R_T} = n \cdot R_E \cdot I^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{\Delta\theta}{n \cdot R_E \cdot R_T}}$$

Y con esta fórmula obtenemos el valor del coeficiente a aplicar según la temperatura del terreno.

$$I' = \sqrt{\frac{\Delta\theta'}{n \cdot R_E \cdot R_T}} \Rightarrow \frac{I'}{I} = \frac{\sqrt{\frac{\Delta\theta'}{n \cdot R_E \cdot R_T}}}{\sqrt{\frac{\Delta\theta}{n \cdot R_E \cdot R_T}}} \Rightarrow \frac{I'}{I} \approx \frac{\sqrt{\Delta\theta'}}{\sqrt{\Delta\theta}}$$

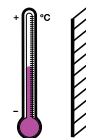
$$I' = K \cdot I \begin{cases} \text{Termoplásticos} & K = \sqrt{\frac{70 - \theta_a}{70 - 40}} \\ \text{Termoestables} & K = \sqrt{\frac{90 - \theta_a}{90 - 40}} \end{cases}$$

Por tanto, este factor de corrección por temperatura valdrá, en el caso de cables con aislamiento termoplástico tipo PVC (soportan 70 °C en régimen permanente): $K = \sqrt{[(70 - \theta_a)/30]}$ y en los de aislamiento termoestable tipo XLPE o EPR (soportan 90 °C en régimen permanente): $K = \sqrt{[(90 - \theta_a)/50]}$.

Sobre la base de estas expresiones se han obtenido los factores de corrección que se indican a continuación:

TABLA 52-D1:

Aislamiento	Temperatura ambiente (θ_a) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

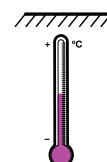


Luego, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 40 °C, la mejor refrigeración de los cables les permitirá transportar corrientes superiores. Recíprocamente, temperaturas ambiente más elevadas deben corresponderse con corrientes más reducidas. Esto es especialmente importante cuando en canalizaciones antiguas se añaden nuevos circuitos a los ya existentes. Si no se tiene en cuenta la mayor temperatura ambiente que suponen estos nuevos cables y se reduce la carga de los circuitos antiguos se pueden producir sobrecalentamientos peligrosos para la instalación. En estos casos hay que recalcular las intensidades de cada circuito teniendo en cuenta el agrupamiento final resultante.

TABLA 52-D2:

FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DEL TERRENO DIFERENTES DE 25 °C A APLICAR PARA CABLES (EN CONDUCTOS ENTERRADOS)

Aislamiento	Temperatura del terreno (θ_g) (°C)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Tipo PVC (termoplástico)	1,16	1,11	1,06	1,00	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,11	1,08	1,05	1,00	0,97	0,93	0,86	0,83	0,79	0,74	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39



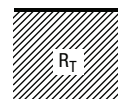
FACTORES DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Una importante novedad de la nueva versión de la UNE 20460-5-523 es considerar la resistividad estándar del terreno de 2,5 K·m/W frente a 1 K·m/W (referencia anterior), lo que supone una drástica reducción de las intensidades admisibles en cables enterrados en instalaciones interiores o receptoras (las que no son redes de distribución) frente al método que se venía utilizando hasta ahora proveniente de la ITC-BT- 07 que a su vez ha sido redactada basándose en la UNE 20435.

TABLA 52-D3:

FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA CABLES (EN CONDUCTOS ENTERRADOS) EN TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K·m / W

Resistividad térmica K·m / W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96



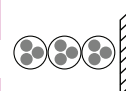
FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

El calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización, obliga a considerar un factor de corrección adicional para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que esta situación equivale a una mayor temperatura ambiente.

Por esta razón, la Norma UNE 20-460-5-523 incluye la tabla A.52-3 en la que se reseñan los factores de corrección a considerar cuando en una canalización se encuentran juntos varios circuitos o varios cables multiconductores. Estos factores deben utilizarse para modificar las intensidades indicadas en la tabla A.52-1 bis o en la tabla básica simplificada antes citada.

TABLA A. 52-3:

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores									
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Empotrados, embutidos (dentro de un mismo tubo, canal o conducto o grapados sobre una superficie al aire)	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	



INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

Cuando los cables vayan dispuestos en varias capas superpuestas, los valores para tales disposiciones deben ser sensiblemente inferiores y han de determinarse por un método adecuado (ver apartado K).

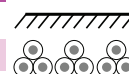
Con el objetivo de ayudar a la hora de aplicar esta tabla o de facilitar factores de corrección de agrupamientos que no se incluyen expresamente en la UNE 20460-5-523 (nov. 2004) recomendamos consultar el apartado K de éste catálogo.

Las tablas 52-E4 y 52-E5 contienen factores de corrección más concretos para diferentes agrupaciones de cables en bandejas, escaleras de cables y similares.

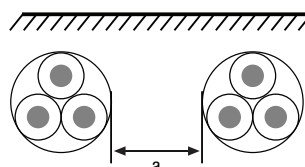
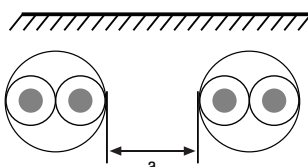
Para agrupamientos de cables enterrados tenemos los siguientes factores:

TABLA 52-E2:
FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE VARIOS CIRCUITOS, CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS (MÉTODO D)

Números de circuitos	Distancia entre cables (a)				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de 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



• Cables multiconductores



• Cables unipolares

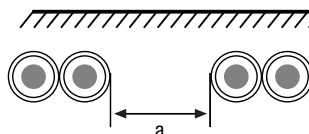
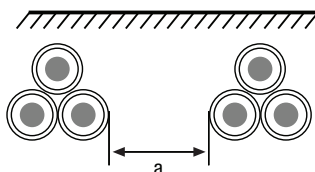
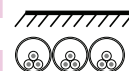
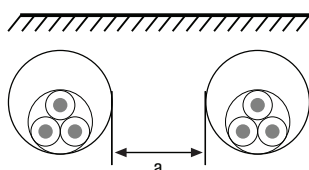


TABLA 52-E3:
A - CABLES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS ENTERRADOS (MÉTODO D) O CABLES UNIPOLARES EN UN SOLO CONDUCTO

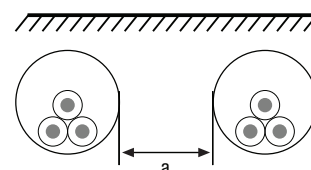
Número de cables multiconductores o de grupos de 2 o 3 cables unipolares (un circuito por conducto)	Distancia entre conductos (a)			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90



• Cables multiconductores



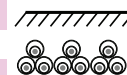
• Cables unipolares



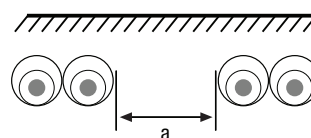
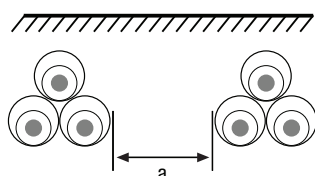
Consideramos suficiente seguridad utilizar éstos valores para circuitos con cables unipolares enterrados bajo tubo o conducto (la norma omite éste frecuente caso).

B - CABLES UNIPOLARES, UN CABLE POR CONDUCTO

Número de circuitos con dos o tres cables unipolares	Distancia entre conductos (a)			
	Nula (conductos 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



• Cables unipolares



* NOTA: Los valores indicados en estas tablas 52-E2 y 52-E3 se aplican para una profundidad de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K-m/W.

TABLA 52-E4:
FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPAMIENTO PARA VARIOS CABLES MULTICONDUCTORES (NOTA 1) A APLICAR A LOS VALORES PARA CABLES MULTICONDUCTORES INSTALADOS AL AIRE (MÉTODO E)

Método de instalación de la tabla 52-B2		Número de bandejas	Número de cables					
			1	2	3	4	6	9
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
		2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
	Cables separados	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	—
		2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	—
		3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	—
Bandejas verticales perforadas (nota 4) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
		2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
	Cables separados	1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	—
		2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	—
		3	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
		2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3) (Instalaciones referencia 32, 33 y 34)	Cables en contacto	3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
		1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	—
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	—
	Cables separados	3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	—
		1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	—
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	—

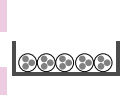
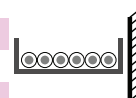


TABLA 52-E5:
FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPAMIENTO PARA VARIOS CABLES UNIPOLARES AL AIRE (MÉTODO F)

Método de instalación de la tabla 52-B2		Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos (nota 2)		
			1	2	3
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto (1 capa)	1	0,98	0,91	0,87
		2	0,96	0,87	0,81
		3	0,95	0,85	0,78
Bandejas perforadas verticales (nota 4) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto (1 capa)	1	0,96	0,86	–
		2	0,95	0,84	–
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3) (Instalaciones referencia 32, 33 y 34)	Cables en contacto (1 capa)	1	1,00	0,97	0,96
		2	0,98	0,93	0,89
		3	0,97	0,90	0,86
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	Circuitos separados al menos dos veces el D del cable (tresbolillo)	1	1,00	0,98	0,96
		2	0,97	0,93	0,89
		3	0,96	0,92	0,86
Bandejas perforadas verticales (nota 4) (Instalación referencia 31)	Circuitos separados al menos dos veces el D del cable (tresbolillo)	1	1,00	0,91	0,89
		2	1,00	0,90	0,86
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3) (Instalaciones referencia 32, 33 y 34)	Circuitos separados al menos dos veces el D del cable (tresbolillo)	1	1,00	1,00	1,00
		2	0,97	0,95	0,93
		3	0,96	0,94	0,94



NOTA 1: Los factores se aplican a capas únicas de cables (o triángulos) pero no pueden aplicarse a cables dispuestos en varias capas en contacto. Los valores para tales disposiciones pueden ser sensiblemente inferiores y deben ser determinados por un método apropiado (ver apartado K, pto.1).

NOTA 2: Para circuitos que incluyen varios cables en paralelo por fase conviene que cada grupo de tres conductores sea considerado como un circuito para la aplicación de esta tabla.

NOTA 3: Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

NOTA 4: Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, con las bandejas montadas espalda contra espalda y al menos a 20 mm entre la bandeja y el muro. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

EFFECTOS DE LAS CORRIENTES ARMÓNICAS

Se deberá aplicar método adecuado cuando la incidencia de las corrientes armónicas sea significativa (ver anexo C en la norma UNE 20460-5-523 (2004)).

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TIPO DE RECEPTOR O DE INSTALACIÓN

Locales con riesgo de incendio o explosión: “La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15 % respecto al valor correspondiente a una instalación convencional.” (ITC-BT 29, pto. 9.1., 6º párrafo).

Instalaciones generadoras de baja tensión: “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador” (ITC-BT 40, pto. 5).

“Para **receptores con lámparas de descarga**, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.” “...será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.” (ITC-BT 44 pto. 3.1, 4º párrafo).

“Los conductores de conexión que alimentan a **un solo motor** deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

En los **motores de rotor devanado**, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque –conductores secundarios– deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el **motor** es **para servicio intermitente**, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga del rotor.” (ITC-BT 47, pto. 3.1).

“Los conductores de conexión que alimentan a **varios motores**, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.” (ITC-BT 47, pto. 3.2).

“En los motores de **ascensores, grúas y aparatos de elevación en general**, tanto de corriente continua como de alterna, se computarán como intensidad normal a plena carga... la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el período de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.” (ITC-BT 47, pto. 6, 5º párrafo).

NOTA: Para caídas de tensión e intensidades de cortocircuito ver apartados E y F.



B) REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR EN BAJA TENSIÓN

INTRODUCCIÓN

Los cables adecuados para estas instalaciones, deberán ser de una tensión nominal de 0,6/1 kV, aislados y cubiertos con materiales poliméricos termoestables adecuados para soportar la acción de la intemperie, de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE 21030 (AL POLIRRET, POLIRRET FERIEX) con una sección adecuada a la corriente que deban transportar y capaces de soportar, en el caso de redes tensadas autoportantes, la tracción mecánica de tensado.

En el caso de utilizar cables de tensiones nominales inferiores, se les considerará como si se tratara de conductores desnudos y se deberán adoptar las precauciones de instalación y servicio adecuadas a este tipo de material.

Estos cables, de tensión nominal 0,6/1 kV, se podrán instalar como:

- Cables posados directamente sobre los muros mediante abrazaderas sólidamente fijadas a los mismos y resistentes a la acción de la intemperie, o sobre cualquier otro soporte que les proporcione análoga robustez.
- Cables tensados.

Los cables con neutro fiador podrán ir tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos, fachadas o muros, con una tensión mecánica adecuada, sin considerar a estos efectos el aislamiento, como elemento resistente. Para el resto de los cables tensados se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado, cuya resistencia a la rotura será, como mínimo, de 800 daN, y a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados los conductores aislados.

La sección mínima será la de 16 mm² en los cables de aluminio y de 10 mm² en los de cobre para redes de distribución aéreas. En el caso de redes aéreas, de alumbrado exterior, la sección mínima será de 4 mm² en cobre.

Los tipos de cable a utilizar en función del modo de tendido serán:

– Redes tensadas:

- autoportantes con neutro fiador de ALMELEC:
AL POLIRRET (con fiador incorporado)
- sin fiador (necesario instalar fiador de acero adicional):
AL POLIRRET (sin fiador)
POLIRRET FERIEX

– Redes posadas:

AL POLIRRET (no necesario fiador)
POLIRRET FERIEX

Las características dimensionales, eléctricas y mecánicas de todos estos cables podrán obtenerse en las páginas correspondientes.

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

En las tablas que siguen figuran las intensidades máximas admisibles en régimen permanente para los cables objeto de este apartado, en condiciones normales de instalación. Se definen como condiciones normales de instalación las que corresponden a un solo cable, instalado al aire libre y a una temperatura de 40 °C. Para otras condiciones distintas se aplicarán los factores de corrección definidos en los apartados correspondientes.

NOTA: Reproducimos a continuación como tabla B.0 las intensidades admisibles para redes de distribución según UNE 211435 (la nueva norma de referencia para circuitos de distribución). Esta norma ha anulado y sustituido a la anterior UNE 20435, por lo que la citada tabla B.0 contiene los valores a aplicar. Seguimos reproduciendo el resto de tablas del criterio anterior (desde B.1 hasta B.5) por contener detalles sobre coeficientes de corrección que no aparecen en la UNE 211435 para redes aéreas de distribución y por ser reciente el cambio de norma.



REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR EN BAJA TENSIÓN

PRIMERA OPCIÓN (NUEVA UNE 211435)

TABLA B.0 (CRITERIO UNE 211435):
CABLES AÉREOS DE DISTRIBUCIÓN TIPO RZ DE 0,6/1 kV

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto				
Sección mm ²	Tres conductores cargados		Dos conductores cargados	
	Protegidos del sol	Expuestos al sol	Protegidos del sol	Expuestos al sol
ALUMINIO				
16	64	56	78	72
25	90	76	105	95
50	135	115	160	145
95	215	185	—	—
150	300	250	—	—
COBRE				
2,5	—	—	32	31
4	35	31	42	40
6	45	39	54	52
10	62	54	76	70
16	84	72	100	94

Temperatura del aire ambiente en °C 40

Radiación solar en kW/m² 1

SEGUNDA OPCIÓN (REBT Y ANTIGUA UNE 20435)

TABLA B.1 - CABLES DE ALUMINIO TRENZADOS CON FIADOR DE ALMELEC, PARA REDES AÉREAS TENSADAS (AL POLIRRET)

Número de conductores por sección (en mm ²)	Intensidad máxima (A) (red tensada)
1 x 25 Al/54,6 Alm	110
1 x 50 Al/54,6 Alm	165
3 x 25 Al / 29,5 Alm	100
3 x 50 Al / 29,5 Alm	150
3 x 95 Al/54,6 Alm	230
3 x 150 Al/80 Alm	305

TABLA B.2 - CABLES DE ALUMINIO TRENZADOS SIN FIADOR PARA REDES AÉREAS POSADAS, O TENSADAS CON FIADOR DE ACERO (AL POLIRRET)

Número de conductores x sección (en mm ²)	Intensidad máxima (A)	
	Posados sobre fachadas	Tendidos con fiador de acero (red tensada)
2 x 16 Al	73	81
2 x 25 Al	101	109
4 x 16 Al	67	72
4 x 25 Al	90	97
4 x 50 Al	133	144
3 x 95/50 Al	207	223
3 x 150/95 Al	277	301


TABLA B.3 - CABLES DE COBRE TRENZADOS SIN NEUTRO FIADOR PARA REDES AÉREAS POSADAS, O TENSADAS CON FIADOR DE ACERO (POLIRRET FERIEIX)

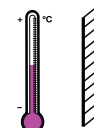
Número de conductores por sección (en mm ²)		Intensidad máxima (A)	
		Posados sobre fachadas	Tendidos con fiador de acero (red tensada)
2 x 4 o 3 G 4	Cu	45	50
2 x 6	Cu	57	63
2 x 10	Cu	77	85
4 x 4 o 5 G 4	Cu	37	41
4 x 6 o 5 G 6	Cu	47	52
4 x 10 o 5 G 10	Cu	65	72
4 x 16 o 5 G 16	Cu	86	95
4 x 25	Cu	120	132

FACTORES DE CORRECCIÓN (VÁLIDOS PARA LA PRIMERA Y SEGUNDA OPCIÓN)

Los factores que figuran a continuación se pueden considerar válidos para las dos opciones (UNE 211435 o REBT y antigua UNE 20435). En lo que se refiere a la corrección por temperatura ambiente, los valores son coincidentes en ambas normas. En lo que a coeficientes de corrección por agrupamiento se refiere la nueva UNE 211435 no tiene tabla específica para agrupamiento de cables trenzados RZ por lo que se puede aplicar la tabla B.5, procedente del REBT, ITC-BT 06.

TABLA B.4 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 40 °C

Temperatura ambiente (θ_a) (en °C)										
10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,90	0,84	0,77



Este factor de corrección se obtiene de la siguiente expresión:

$$F = \sqrt{[(90 - \theta_a)/50]}$$

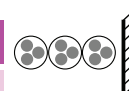
En el caso de que los cables estén expuestos directamente al sol, se aplicará además un factor 0,9.

En la tabla que sigue se dan los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares, de acuerdo con el tipo de instalación.

Para redes aéreas tensadas o posadas, se aplicarán los siguientes factores de corrección:

TABLA B.5 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES EN REDES TENSADAS O POSADAS

Número de cables	1	2	3	4	6	Más de 6
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75	0,75	0,70



Cuando se empleen varios conductores por fase se deberá utilizar un factor de corrección no inferior a 0,9 (UNE 20435 apdo. 3.1.2.3).

NOTA: Para caídas de tensión e intensidades de cortocircuito ver apartados E y F.

C) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DE LA NUEVA NORMA UNE 211435)

Las redes subterráneas para distribución según el REBT deben realizarse siguiendo las indicaciones de la ITC-BT 07 cuyo contenido está basado en la UNE 20435, norma que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (diciembre 2007). Nos encontramos por tanto ante la situación de un contenido reglamentario que está anulado por la aparición de una nueva norma. Hemos decidido, no obstante, incluir en el apartado C bis todo lo que dice el REBT (basado en la anulada UNE 20435) y priorizar este apartado en el que tratamos el contenido de la norma nueva en vigor.

Los cables a utilizar y las modalidades de instalación siguen siendo los citados al comienzo del apartado C bis, nos centraremos en las tablas de carga máxima admisible y sus coeficientes de corrección.

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Para cables de Cu tipo RV (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados) o Al XZ1(S) (Al Voltalene Flamex) de 0,6/1 kV las intensidades admisibles en función del sistema de instalación están recogidas en la siguiente tabla:

TABLA A.1 (UNE 211435):

CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
COBRE			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura del aire ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno en K·m/W 1,5
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

(1) Tres cables unipolares al tresbolillo.

(2) Tres cables unipolares en la misma tubular.

Obsérvese que ahora el estándar considerado para la resistividad térmica del terreno es 1,5 K·m/W en lugar de 1 K·m/W de la UNE 20435 lo que supone una reducción de las intensidades admisibles en canalizaciones soterradas.

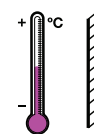
FACTORES DE CORRECCIÓN

Si la temperatura ambiente difiere del estándar (40 °C para instalaciones al aire en galerías y 25 °C para instalaciones enterradas) tenemos los siguientes valores a aplicar a las intensidades de la tabla anterior:

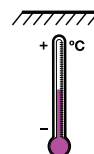
TABLA A.6 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS TEMPERATURAS (CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS Y CABLES SOTERRADOS)

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del aire ambiente en cables en galerías, °C								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90*	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77
105	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83



Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90*	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83



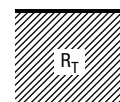
* Los cables para redes subterráneas de distribución (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados y Al Voltalene Flamex) soportan un máximo de 90 °C en el conductor en régimen permanente.

Cuando la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1,5 K·m/W y la instalación sea entubada debemos tener en cuenta los siguientes factores:

TABLA A.7 (UNE 211435):

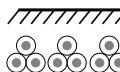
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1,5 K·m/W (CABLES SOTERRADOS)

Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo							
Sección del conductor mm²	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81



Si los cables van directamente enterrados tenemos:

Cables directamente soterrados en triángulo en contacto							
Sección del conductor mm²	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

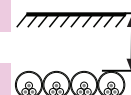


Para tener en cuenta el efecto de la profundidad de enterramiento de la instalación:

TABLA A.8 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS PROFUNDIDADES DE SOTERRAMIENTO (CABLES SOTERRADOS)

Cables de 0,6/1 kV		
Profundidad, m	Soterrados	En tubular
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90

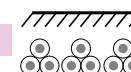


Coefficientes de corrección por agrupamiento para instalaciones enterradas:

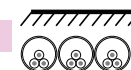
TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables <u>directamente soterrados</u> - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—



Circuitos en <u>tubulares soterrados</u> Tubos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,87	0,90	0,94	0,96	0,97
3	0,77	0,82	0,87	0,90	0,93
4	0,71	0,77	0,84	0,88	0,91
5	0,67	0,74	0,81	0,86	0,89
6	0,64	0,71	0,79	0,85	0,88
7	0,61	0,69	0,78	0,84	—
8	0,59	0,67	0,77	0,83	—
9	0,57	0,66	0,76	0,82	—
10	0,56	0,65	0,75	—	—

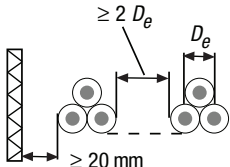
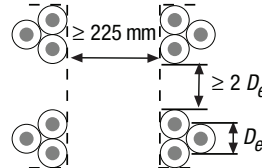
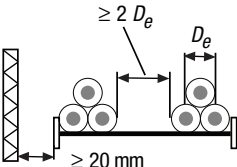


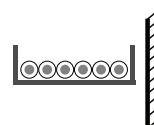
Para las instalaciones en galerías, tenemos la siguiente tabla para agrupamiento de cables:

TABLA A.10 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE CABLES AL AIRE LIBRE O EN GALERÍAS (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS) (Véase nota 2)

Se aplican a la capacidad de carga en un circuito al aire libre.

Método de instalación		Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos		
			1	2	3
Bandejas perforadas (nota 3)	 Separados	1	1,00	0,98	0,96
		2	0,97	0,93	0,89
		3	0,96	0,92	0,86
Bandejas perforadas verticales (nota 4)	 Separados	1	1,00	0,91	0,89
		2	1,00	0,90	0,86
Bridas, soportes, ménsulas (nota 3)	 Separados	1	1,00	1,00	1,00
		2	0,97	0,95	0,93
		3	0,96	0,94	0,90



NOTA 1: Los valores son la media para los tipos de cables y la gama de secciones consideradas. La dispersión de los valores es inferior al 5% en general.

NOTA 2: Los factores se aplican a cables en capas separadas, o en cables en triángulo en capas separadas. No se aplican si los cables se instalan en varias capas en contacto. En este caso los factores pueden ser sensiblemente inferiores. (Ver punto 1 apartado K).

NOTA 3: Los valores están previstos para una separación entre las bandejas verticales de 300 mm. Para espacios inferiores hay que reducir los factores.

NOTA 4: Los valores están previstos para una separación de las bandejas horizontales de 225 mm con las bandejas montadas de espalda a espalda. Si la separación es menor hay que reducir los factores.

NOTA 5: Para circuitos que tengan más de un cable en paralelo por fase, conviene considerar cada conjunto de tres cables como un circuito en el sentido de aplicación de esta tabla.

C bis) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DEL REBT BASADO EN LA ANTIGUA UNE 20435)

La ITC-BT 07 del REBT indica cómo se deben realizar las redes subterráneas para distribución basándose en el contenido de la norma UNE 20435 que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (dic. 2007). En este apartado C bis, continuamos ofreciendo el contenido del REBT y por tanto el de la extinguida UNE 20435. En el apartado C se pueden encontrar las nuevas tablas y criterios para hacer cálculos en base a la norma que hay en vigor actualmente (UNE 211435).

Este tipo de redes puede adoptar las modalidades de:

- Directamente enterrados.
- Enterrados en el interior de tubos.
- En galerías, visitables o no, en bandejas, soportes, con los cables dispuestos sobre palomillas, o directamente sujetos a la pared.

Los tipos de cable de más frecuente utilización son:

- Redes de distribución (subterráneas).
AL VOLTALENE FLAMEX (S)
- Redes de alumbrado exterior (subterráneas)
RETENAX FLEX
RETENAX FLAM N
RETENAX FLAM F
RETENAX FLAM M

Las características particulares de todos estos tipos de cables, se pueden encontrar en las correspondientes páginas de este catálogo.

NOTA: Para instalaciones enterradas que no sean redes de distribución o de alumbrado ver apartado A.

CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS O ENTERRADOS BAJO TUBO (CABLES SOTERRADOS)

INTRODUCCIÓN

Los cables adecuados para este modo de instalación podrán ser con conductores de cobre o de aluminio, de tensión nominal 0,6/1 kV, aislados con materiales poliméricos termoestables (XLPE, EPR o similar), de acuerdo con lo especificado en la norma UNE HD 603.

Podrán ser de uno o más conductores y su sección será la adecuada a las intensidades a transportar, de acuerdo con la norma UNE 20435, con las caídas de tensión previstas reglamentariamente. La sección en cualquier caso no será inferior a 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² para los de aluminio.

El tipo de protección, armadura o revestimiento exterior del cable, vendrá determinado por las condiciones de instalación, fundamentalmente por los esfuerzos que deba soportar el cable durante el tendido o en el servicio posterior (roedores, instalaciones clasificadas, etc.).

Por otro lado, dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución, la sección mínima del neutro deberá ser:

- Con dos o tres conductores, igual a la de los conductores de fase
- Con cuatro conductores, la sección del neutro será, como mínimo la que se indica en la tabla que sigue

TABLA C.1

Conductores de fase (en mm ²)	Sección del neutro (en mm ²)	Conductores de fase (en mm ²)	Sección del neutro (en mm ²)
6	6	95	50
10	10	120	70
16 (Cu)	10 (Cu)	150	70
16 (Al)	16 (Al)	185	95
25	16	240	120
35	16	300	150
50	25	400	185
70	35	500	240

Nota

La sección reducida del neutro sólo es admisible para circuitos bien equilibrados y exentos de armónicos. En caso contrario la sección del neutro debería ser igual a la de los conductores de fase o incluso superior.

En cuanto a la intensidad máxima permanente admisible en los conductores, de acuerdo con lo especificado en la norma UNE 20435, dependerá de:

- La profundidad de la instalación.
- La resistividad térmica y naturaleza del terreno.
- Temperatura máxima del terreno a la profundidad de instalación.
- La proximidad de otros cables que transporten energía.
- La longitud de las canalizaciones dentro de tubos: número y agrupamiento de éstos, separación entre ellos y material que los constituya.

Las tablas de carga que siguen se han previsto para las siguientes condiciones "tipo" de la instalación:

Un cable tripolar o tres unipolares trabajando con corriente alterna, enterrados en toda su longitud en una zanja de 70 cm de profundidad, en un terreno de resistividad media de 1 K·m/W y temperatura ambiente de 25 °C o un cable bipolar, o un par de cables unipolares.

Recordamos una vez más que, no se consideran activos los conductores de protección (tierra) ni los neutros (salvo la influencia de los armónicos en éstos últimos). Por ello hablamos siempre de cables tripolares o ternas de unipolares (trifásica) o cables bipolares o 2 cables unipolares (monofásica).

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (CABLES SOTERRADOS)

Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio de los tipos **AL AFUMEX 1000 V (AS)** y **AL VOLTALENE FLAMEX (S)** (aislamiento tipo A), **BUPRENO** (aislamiento tipo B) directamente enterrados (para instalaciones bajo tubo ver también el siguiente apartado de factores de corrección).

TABLA C.2 - CONDUCTORES DE ALUMINIO

Sección nominal mm ²	Terna de cables unipolares 		1 cable tripolar 		2 cables unipolares 		1 cable bipolar 	
	Tipo de aislamiento							
	A	B	A	B	A	B	A	B
Aluminio								
16	97	94	90	86	118	115	110	105
25	125	120	115	110	153	147	140	134
35	150	145	140	135	183	177	171	165
50	180	175	165	160	219	214	202	196
70	220	215	205	200	269	263	251	245
95	260	255	240	235	318	312	294	287
120	295	290	275	270	361	355	336	330
150	330	325	310	305	404	398	379	373
185	375	365	350	345	459	447	428	422
240	430	420	405	395	526	514	496	483
300	485	475	460	445	594	581	563	545
400	550	540	520	500	673	661	637	612

Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre de los tipos **AFUMEX 1000 V (AS)** y **RETENAX** (aislamiento tipo A), **BUPRENO** (aislamiento tipo B) directamente enterrados (para instalaciones bajo tubo ver también el siguiente apartado de factores de corrección).

TABLA C.3 - CONDUCTORES DE COBRE

Sección nominal mm ²	Terna de cables unipolares 		1 cable tripolar 		2 cables unipolares 		1 cable bipolar 	
	Tipo de aislamiento							
	A	B	A	B	A	B	A	B
Cobre								
6	72	70	66	64	88	85	90	78
10	96	94	88	85	117	115	107	104
16	125	120	115	110	153	147	140	134
25	160	155	150	140	196	189	183	171
35	190	185	180	175	232	226	220	214
50	230	225	215	205	281	275	263	251
70	280	270	260	250	343	330	318	306
95	335	325	310	305	410	398	374	373
120	380	375	355	350	465	459	434	428
150	425	415	400	390	520	508	490	477
185	480	470	450	440	588	575	551	539
240	550	540	520	505	673	661	637	618
300	620	610	590	565	759	747	722	692
400	705	690	665	645	863	845	814	79

Se advierte que cuando la carga no esté equilibrada, con diferencias superiores al 10% entre las fases, o se prevea la presencia de armónicos en la red, fundamentalmente el tercer armónico, puede ser necesario aumentar la sección del conductor neutro hasta garantizar un calentamiento adecuado de este conductor.

En el supuesto de que las condiciones reales de la instalación sean distintas a las consideradas para la “instalación tipo”, los valores de las intensidades indicados en las tablas anteriores deberán modificarse para que, en ningún caso, las temperaturas alcanzadas por los conductores excedan las establecidas para estos tipos de cables en servicio permanente (90 °C).

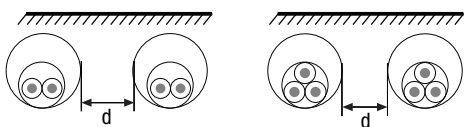
FACTORES DE CORRECCIÓN (CABLES SOTERRADOS)

CANALIZACIONES ENTUBADAS (CABLES SOTERRADOS)

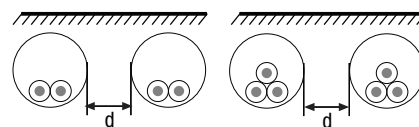
a) Canalizaciones entubadas

Si se trata de un cable trifásico, o una terna de cables unipolares, o bipolar, o un par de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8.

• Cables multiconductores

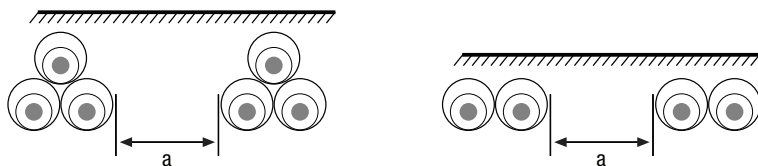


• Cables unipolares



Si cada cable unipolar va por un tubo distinto, se aplicará un factor de corrección de 0,9. En este caso, los tubos no deberán ser de hierro, para evitar pérdidas magnéticas.

• Cables unipolares



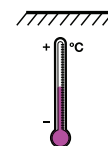
b) Canalizaciones bajo tubo de corta longitud

Se consideran de corta longitud, aquellas canalizaciones que tienen menos de 15 metros. En este caso, si el tubo se rellena con aglomerados de baja resistencia térmica (bentonita, etc), no será necesario aplicar ningún factor de corrección.

Si la temperatura del terreno es distinta a 25 °C, se aplicarán los factores de corrección de la tabla siguiente.

TABLA C.4 - FACTOR DE CORRECCIÓN F_T PARA TEMPERATURAS DEL TERRENO DISTINTAS DE 25 °C (CABLES SOTERRADOS)

Temperatura máxima en el conductor (θ _s) (en °C)	Temperatura del terreno (θ _T) (en °C)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78



El factor de corrección para otras temperaturas del terreno, distintas de las de la tabla, será (ver en apartado A el punto “Factores de corrección por temperatura”):

$$F = \sqrt{[(90 - \theta_T) / 65]}$$

Si la conductividad térmica del terreno es distinta a 1 K • m / W, se aplicarán los siguientes factores de corrección:

TABLA C.5 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA UNA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1 K • m / W (CABLES SOTERRADOS)

cable	Tipo de Resistividad térmica del terreno (en K • m / W)										
	0,80	0,85	0,90	1	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	2,50	2,80
Unipolar	1,09	1,06	1,04	1	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66
Tripholar	1,07	1,05	1,03	1	0,97	0,94	0,89	0,84	0,78	0,71	0,69



Si en una misma zanja coinciden varios circuitos distintos, el calentamiento mutuo modificará las condiciones "tipo", por lo que se deberán considerar los factores de corrección que siguen:

TABLA C.6 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPACIONES DE VARIOS CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES UNIPOLARES ENTERRADOS EN LA MISMA ZANJA (CABLES SOTERRADOS)

Separación entre cables o ternas	Número de cables o ternas en la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
En contacto	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d = 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50
d = 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d = 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d = 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d = 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

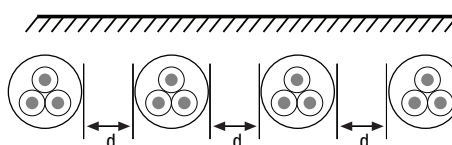
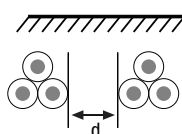
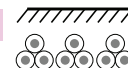
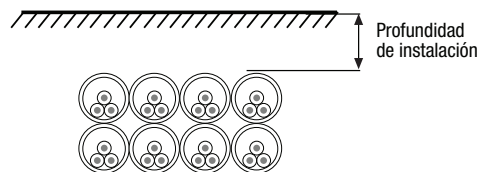
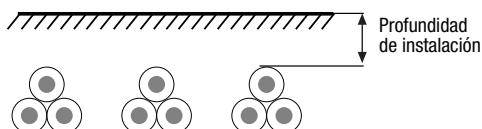
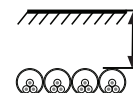


TABLA C.7 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES DE TENDIDO (CABLES SOTERRADOS)

Si la profundidad a la que está enterrado el cable es distinta a 70 cm, se considerará el factor de corrección correspondiente:



Profundidad (en metros)	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95



CABLES INSTALADOS EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS

INTRODUCCIÓN

Este modo de instalación no es exactamente una instalación subterránea, pues tanto en las galerías visitables como en las zanjas o canales revisables se deberá haber previsto una eficaz renovación del aire, que permita una buena disipación del calor generado por las pérdidas en el cable, de tal manera, que la temperatura ambiente no supere los 40 °C.

Según los casos, los cables irán dispuestos en bandejas, soportes, palomillas, o directamente sujetos a la pared mediante abrazaderas u otros dispositivos que proporcionen a la instalación una adecuada seguridad, en particular para soportar los esfuerzos electrodinámicos producidos en un eventual cortocircuito.

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Las intensidades admisibles y los factores de corrección a considerar, se han tomado de la norma UNE 20435, para el supuesto de instalaciones al aire en las condiciones "tipo" siguientes:

Un cable trifásico o monofásico, o una terna o un par de cables unipolares agrupados en contacto, con una colocación tal que permitan una eficaz renovación del aire, siendo la temperatura ambiente de 40 °C.

Intensidades máximas admisibles, en amperios en servicio permanente, para cables de Cu de los tipos **AFUMEX 1000 V (AS)** y **RETENAX** (aislamiento tipo A), **BUPRENO** (aislamiento tipo B), instalados al aire o cables de Al tipo **AL AFUMEX (AS)** y **AL VOLTALENE FLAMEX (S)** (aislamiento tipo B).

TABLA C.8

Sección nominal mm ²	Conductores de aluminio				Conductores de cobre			
	3 cables unipolares 		1 cable trifásico 		3 cables unipolares 		1 cable trifásico 	
	Tipo de aislamiento							
	A	B	A	B	A	B	A	B
6	—	—	—	—	46	45	44	43
10	—	—	—	—	64	62	61	60
16	67	65	64	63	86	83	82	80
25	93	90	85	82	120	115	110	105
35	115	110	105	100	145	140	135	130
50	140	135	130	125	180	175	165	160
70	180	175	165	155	230	225	210	200
95	220	215	205	195	285	280	260	250
120	260	255	235	225	335	325	300	290
150	300	290	275	260	385	375	350	335
185	350	345	315	300	450	440	400	385
240	420	400	370	360	535	515	475	460
300	480	465	425	405	615	595	545	520
400	560	545	505	475	720	700	645	610

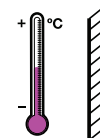
Para el caso de dos cables unipolares o un cable bipolar, multiplicar por 1,225 la intensidad correspondiente a tres cables unipolares o un cable tripolar. 1,225 procede de $\sqrt{(3/2)}$ (ver desarrollo en apartado A punto "Factores de corrección por temperatura").

FACTORES DE CORRECCIÓN

En el caso de que la temperatura ambiente fuera distinta de 40 °C, se aplicaría el factor de corrección correspondiente, tomado de la tabla que sigue.

TABLA C.9 - FACTOR DE CORRECCIÓN F PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 40 °C (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Temperatura de servicio (θ _S) (en °C)	Temperatura ambiente (θ _A) (en °C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,90	0,84	0,77



El factor de corrección para otras temperaturas del ambiente, distintas de las tabuladas, será:

$$F = \sqrt{[(90 - \theta_A)/50]}$$

En las tablas que siguen se dan los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares, de acuerdo con el tipo de instalación.

TABLA C.10 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPACIONES DE VARIOS CIRCUITOS DE CABLES UNIPOLARES (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Tipo de instalación	Nº de circuitos trifásicos (2)				A utilizar para (1)
	Nº de bandejas	1	2	3	
Bandejas perforadas en horizontal cables en contacto (3)	1	0,95	0,90	0,85	Tres cables en capa horizontal
	2	0,95	0,85	0,80	
	3	0,90	0,85	0,80	
Bandejas perforadas en vertical cables en contacto (4)	1	0,95	0,85	-	Tres cables en capa vertical
	2	0,90	0,85	-	
Bandejas escalera soporte, etc. cables en contacto (3)	1	1,00	0,95	0,95	Tres cables en capa horizontal
	2	0,95	0,90	0,90	
	3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas (3)	1	1,00	1,00	0,95	Tres cables dispuestos en trébol (⊗)
	2	0,95	0,95	0,90	
	3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas verticales (4)	1	1,00	0,90	0,90	(sep. entre circuitos ≥ 2 De) De = Ø ext. cable unipolar
	2	1,00	0,90	0,85	
Bandejas escalera, soporte, etc. (3)	1	1,00	1,00	1,00	
	2	0,95	0,95	0,95	
	3	0,95	0,95	0,90	

NOTAS:

- (1) Incluye, además, el conductor neutro, si existe.
- (2) Para circuitos con varios cables en paralelo, por fase, a los efectos de aplicación de esta tabla, cada grupo de tres conductores se considera como un circuito.
- (3) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas habrá que reducir los factores.
- (4) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas habrá que reducir los factores.

TABLA C.11 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPACIONES DE VARIOS CABLES TRIFÁSICOS (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Tipo de instalación	Nº de bandejas	Nº de circuitos trifásicos (2)					
		1	2	3	4	6	9
Bandejas perforadas, cables en contacto (2)	1	1,00	0,90	0,80	0,80	0,75	0,75
	2	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
	3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
Bandejas perforadas, cables espaciados (2)*	1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	-
	2	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-
	3	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-
Bandejas verticales perforadas, cables en contacto (3)	1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70
	2	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,70
Bandejas verticales perforadas, cables espaciados 1 De (3)*	1	1,00	0,90	0,90	0,90	0,85	-
	2	1,00	0,90	0,90	0,85	0,85	-
Bandejas escalera soporte etc. cables en contacto (2)	1	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80
	2	1,00	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75
	3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
Bandejas escalera soporte etc. cables espaciados 1 De (2)*	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
	2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	-
	3	1,00	1,00	0,95	0,95	0,75	-

NOTAS:

- (1) incluye, además, el conductor neutro, si existiese.
- (2) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias menores, se reducirán los factores de corrección.
- (3) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, estando las bandejas montadas dorso con dorso.

Para distancias más pequeñas se reducirán los factores de corrección.

* Espaciado mayor o igual al diámetro exterior del cable.

NOTA: Para caídas de tensión e intensidades de cortocircuito ver apartados E y F.

D) CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE

Para obtener las intensidades de corriente podemos aplicar las siguientes fórmulas:

Monofásica

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{S}{U}$$

Trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

- I: intensidad de corriente de línea en A
- P: potencia activa en W
- U: tensión fase neutro (monofásica) o entre fases (trifásica) en V
- $\cos\phi$
- S: potencia aparente en VA

Una vez obtenida la intensidad de corriente para obtener la sección de conductor necesaria para nuestra instalación debemos considerar los coeficientes de corrección propios (agrupamiento de circuitos, temperatura ambiente...) y seguir la metodología explicada en el apartado A para instalaciones de enlace e instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución y de alumbrado aéreas, apartado B y para redes de distribución y alumbrado subterráneas, apartado C.

Para ilustrar el método de cálculo, hemos incluido varios ejemplos en el apartado G que recomendamos leer.

E) CÁLCULO DE LA SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

FORMULARIO

Para calcular la sección de un cable por el criterio de la caída de tensión es conveniente tener en cuenta el efecto de la reactancia, cuya influencia es significativa, especialmente cuando el resultado es una sección elevada (por ejemplo $S > 25 \text{ mm}^2$).

Se pueden considerar las siguientes fórmulas de cálculo de caída de tensión teniendo en cuenta el efecto de la reactancia:

Monofásica

Trifásica

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

Donde:

- S = sección del conductor en mm^2
- $\cos \varphi$ = coseno del ángulo φ entre la tensión y la intensidad
- L = longitud de la línea en metros
- I = intensidad de corriente en A
- γ = conductividad del conductor en $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$
- ΔU = caída de tensión máxima admisible en V
- x = reactancia de la línea en Ω/km
- n = número de conductores por fase

Si en nuestros cálculos pudiéramos despreciar el valor de la reactancia ($x = 0$) las expresiones se simplifican y quedan de la siguiente forma:

Monofásica ($x = 0$)

Trifásica ($x = 0$)

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U}$$

... en función de la potencia

... en función de la potencia

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U}$$

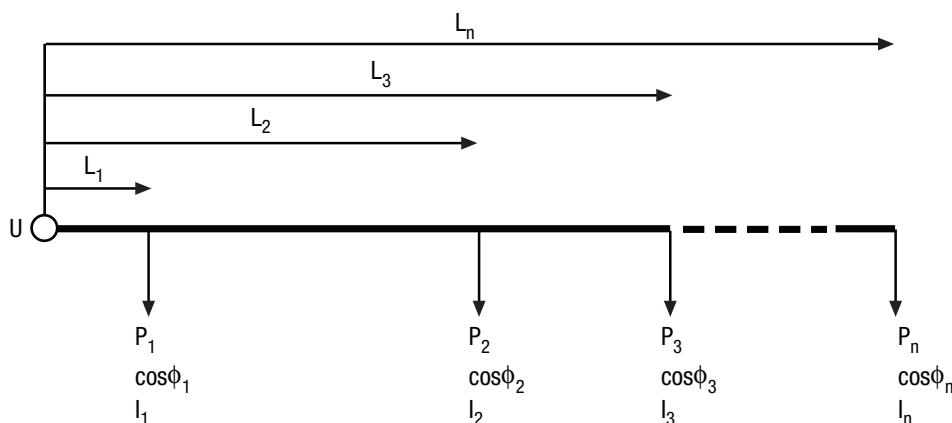
$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U}$$

- P = potencia en W
- U = tensión de la línea en V

Las expresiones últimas son prácticas cuando no se dispone del $\cos \varphi$ como ocurre en numerosas ocasiones.

NOTA: no parece haber uniformidad de criterio a la hora de considerar el efecto de la reactancia (x) y su valor para el cálculo de la caída de tensión. (Ver apartado J, punto 6). Para redes de distribución, ver especificaciones de la empresa suministradora de electricidad.

En el caso de líneas con receptores repartidos a diferentes distancias alimentados con cable de sección uniforme tenemos:



Monofásica

$$S = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \sin \varphi_i)}$$

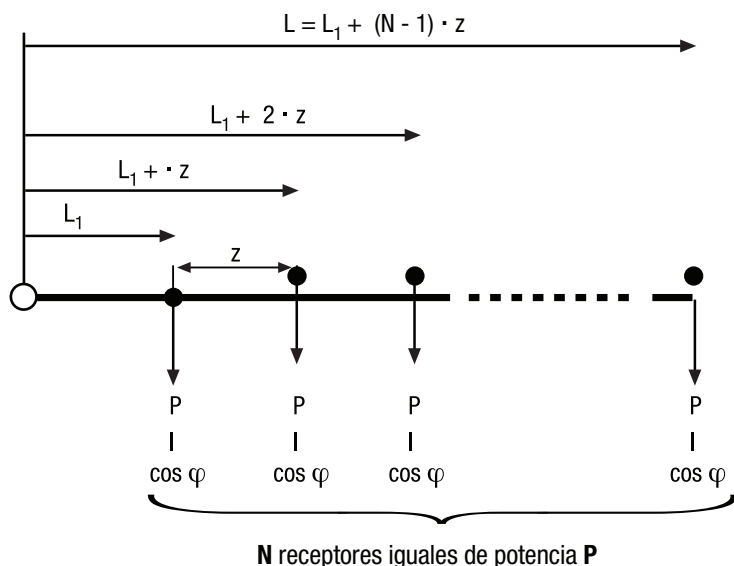
Trifásica

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \sin \varphi_i)}$$

Donde:

- S = sección del conductor en mm²
- $\cos \varphi_i$ = coseno de φ del receptor i
- L_i = longitud de la línea en metros hasta el receptor i
- I_i = intensidad de corriente en A del receptor i
- γ = conductividad del conductor en m/($\Omega \cdot \text{mm}^2$)
- ΔU = caída de tensión máxima admisible en V (al final de la línea)
- x = reactancia de la línea en Ω/km
- n = número de conductores por fase

Y particularizando el caso anterior para N receptores iguales repartidos uniformemente (caso frecuente de líneas para iluminación):



Monofásica

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot N \cdot \left(\frac{L + L_1}{2} \right)}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot N \cdot \left(\frac{L + L_1}{2} \right))}$$

Trifásica

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot N \cdot \left(\frac{L + L_1}{2} \right)}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot N \cdot \left(\frac{L + L_1}{2} \right))}$$

Siendo:

- S = sección del conductor en mm²
- I = intensidad de corriente en A
- $\cos \varphi$ = de φ de los receptores (todos iguales)
- N = número de receptores (idénticos)
- L = longitud total de la línea en metros
- L_1 = distancia a la que está situado el primer receptor en m
- γ = conductividad del conductor en m/($\Omega \cdot \text{mm}^2$)
- ΔU = caída de tensión máxima admisible al final de la línea en V
- x = reactancia de la línea en Ω/km
- n = número de conductores por fase

Los valores de γ a considerar se encuentran en la tabla siguiente:

TABLA E.1.

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	47,6	44
Aluminio	35	29	27,3
Temperatura	20 °C	70 °C	90 °C

NOTA: Ejemplos en apartado N

Los cables termoplásticos (ver apartado J, punto 3) soportan 70 °C en régimen permanente y por tanto en ausencia de cálculo real de la temperatura del conductor debe considerarse la conductividad del conductor a 70 °C que como se puede ver es significativamente distinta de la que tenemos a 20 °C y que en muchas ocasiones se aplica por error.

Igualmente los cables termoestables (ver apartado J, punto 3) soportan hasta 90 °C en régimen permanente y a esa temperatura debemos considerar el conductor de nuestra instalación ($\gamma = 44$ para Cu, $\gamma = 28$ para Al). Se trata de considerar las condiciones más desfavorables salvo que se decida calcular la temperatura a la que realmente se encuentra el conductor. No hay que olvidar que los conductores no permanecen a 20 °C en las instalaciones pues al margen de la temperatura ambiente en la que se encuentran se calientan por efecto Joule y podríamos llegar a errores del 28 % si consideráramos la conductividad (γ) a 20 °C.

Si quisiéramos obtener valores de la conductividad (γ) a cualquier temperatura (θ)...

$$\gamma_{\theta} = 1 / \rho_{\theta}$$

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

Donde:

- ρ_{θ} resistividad del conductor a la temperatura θ en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- ρ_{20} resistividad del conductor a 20 °C en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (= 1/56 para Cu y 1/35 para Al).
- α coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (0,00392 para Cu y 0,00403 para Al).

Y para obtener θ ...

$$\theta = \theta_0 + (\theta_{\text{máx}} - \theta_0) \cdot (I / I_{\text{máx}})^2$$

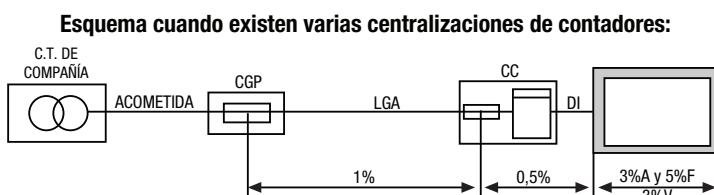
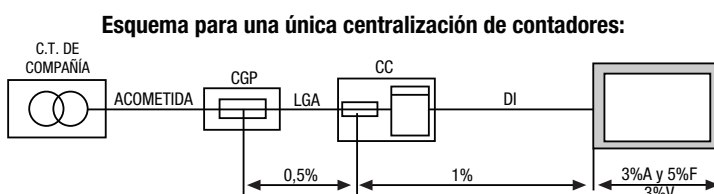
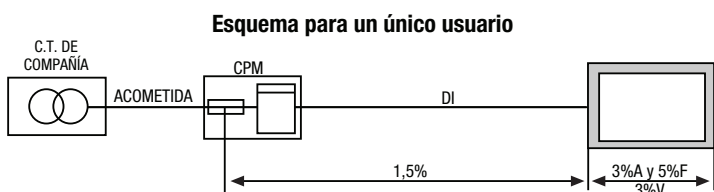
Donde:

- θ : temperatura real estimada en el conductor.
- θ_0 : temperatura ambiente del conductor sin carga.
- $\theta_{\text{máx}}$: temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (70 °C para aislamientos termoplásticos y 90 °C para aislamientos termoestables).
- I : intensidad prevista para el conductor.
- $I_{\text{máx}}$: intensidad máxima admisible para el conductor en las condiciones en que se encuentra instalado.

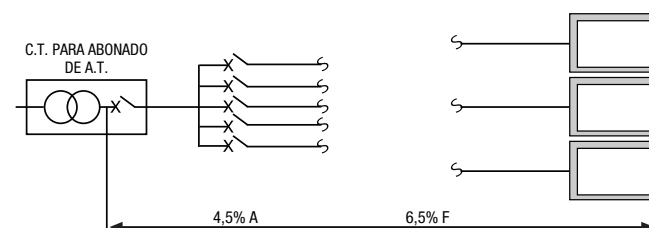
Se recomienda ver el ejemplo del apartado K punto 7.

CAÍDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS ADMISIBLES EN % SEGÚN EL REGLAMENTO PARA BAJA TENSIÓN

Esquemas resumen de las caídas de tensión admisibles en instalaciones de enlace e instalaciones interiores o receptoras según el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (ITC-BT 19, apdo. 2.2.2)



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



Legenda:

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

Caída de tensión en instalaciones a muy baja tensión:

“Para las instalaciones de alumbrado, la caída de tensión entre la fuente de energía y los puntos de utilización no será superior al 5%.” (ITC-BT 36, pto. 2.2., último párrafo).

Caída de tensión en instalaciones generadoras de baja tensión:

“...la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.” (ITC-BT 40 pto. 5).

Caídas de tensión en redes de distribución:

La caída de tensión admisible en las redes de distribución viene reflejada en el artículo 104 del Real Decreto que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización y autorización de instalaciones de energía eléctrica (R.D. 1955/2000) y en cuyo punto 3 podemos leer: "Los límites máximos de variación de la tensión de alimentación a los consumidores finales serán de $\pm 7\%$ de la tensión de alimentación declarada." Es decir la tensión a medir en el comienzo de la instalación de enlace (caja general de protección, bases tripolares verticales, caja de protección y medida...) debe permanecer en los límites del $\pm 7\%$.

Por ejemplo para suministros monofásicos a 230 V la medida debe estar entre los valores de 213,9 V y 246,1 V y para suministros trifásicos a 400 V entre 372 y 428 V.

Se recomienda consultar especificaciones particulares de la empresa suministradora de electricidad que corresponda en cada caso.

TABLAS DE CAÍDAS DE TENSIÓN

A continuación tenemos algunas tablas de cálculo rápido. Para determinar la caída de tensión, en V, se multiplicará el coeficiente de la tabla por la corriente que recorre el cable, en A, y por la longitud de la línea en km. Los valores de la tabla se refieren a c.a. trifásica; para corriente monofásica pueden tomarse los mismos valores resultantes, multiplicados por $1,15 (\approx 2 / \sqrt{3})$.

Las tablas están calculadas considerando el efecto de las resistencias y de las reactancias con los conductores al tresbolillo.

Para cables termoestables (ver apartado J, punto 3) y considerando su máxima temperatura de régimen permanente ($T_{\text{máx}} = 90^\circ\text{C}$; $\gamma = 44$ para Cu y $\gamma = 28$ para Al):

TABLA E.2. COEFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN (V/A·km) PARA CABLES TERMOESTABLES

Sección nominal mm ²	Tres cables unipolares termoestables				Un cable tripolar termoestable			
	cos $\phi = 1$		cos $\phi = 0,8$		cos $\phi = 1$		cos $\phi = 0,8$	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1,5	26,5	—	21,36	—	26,94	—	21,67	—
2,5	15,92	—	12,88	—	16,23	—	13,1	—
4	9,96	—	8,1	—	10,16	—	8,23	—
6	6,74	—	5,51	—	6,87	—	5,59	—
10	4	—	3,31	—	4,06	—	3,34	—
16	2,51	4,15	2,12	3,42	2,56	4,24	2,13	3,48
25	1,59	2,62	1,37	2,19	1,62	2,66	1,38	2,21
35	1,15	1,89	1,01	1,6	1,17	1,93	1,01	1,62
50	0,85	1,39	0,77	1,21	0,86	1,42	0,77	1,22
70	0,59	0,97	0,56	0,86	0,6	0,98	0,56	0,87
95	0,42	0,7	0,43	0,65	0,43	0,71	0,42	0,65
120	0,34	0,55	0,36	0,53	0,34	0,56	0,35	0,53
150	0,27	0,45	0,31	0,45	0,28	0,46	0,3	0,44
185	0,22	0,36	0,26	0,37	0,22	0,37	0,26	0,37
240	0,17	0,27	0,22	0,3	0,17	0,28	0,21	0,3
300	0,14	0,22	0,19	0,26	0,14	0,22	0,18	0,25
400	0,11	0,17	0,17	0,22	0,11	0,18	0,16	0,21

Para cables termoplásticos de Cu (ver apartado J, punto 3) y considerando su máxima temperatura de régimen permanente ($T_{\text{máx}} = 70\text{ °C}$; $\gamma = 48$ para Cu). (Es infrecuente encontrar en el mercado cables termoplásticos de Al):

TABLA E.3. COEFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN (V/A·km) PARA CABLES TERMOPLÁSTICOS

S mm ²	Caída de tensión en V/A km (cables termoplásticos de Cu, sistema trifásico)	
	Cos $\varphi = 1$	Cos $\varphi = 0,8$
0,5	74,604	59,787
0,75	50,772	40,725
1	37,509	30,107
1,5	25,075	20,194
2,5	15,356	12,395
4	9,553	7,747
6	6,383	5,205
10	3,792	3,125
16	2,383	1,991
25	1,507	1,288
35	1,086	0,952
50	0,802	0,728
70	0,555	0,529
95	0,400	0,403
120	0,317	0,335
150	0,257	0,288
185	0,205	0,246
240	0,156	0,206

EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LOS COEFICIENTES

1.- Línea trifásica de 150 m con cables unipolares de 1x240 Cu Afumex 1000 V (AS). Intensidad de corriente que recorre la línea, 428 A y cos $\varphi = 0,8$.

Los cables Afumex 1000 V (AS) son cables termoestables (90 °C) como dice en su ficha, por lo tanto ya sabemos que al tratarse de sistema trifásico con 3 cables unipolares el coeficiente a aplicar es 0,22 V/A·km en nuestro caso y la caída de tensión en la línea se calcula...

$$\Delta U = 428 \text{ A} \times 0,15 \text{ km} \times 0,22 \text{ V/A} \cdot \text{km} = 14,124 \text{ V}$$

2.- Línea de corriente continua con longitud de 33 m realizada con cables Afumex Plus 750 V (AS) de 1 x 6. Intensidad de corriente que recorre la línea, 27 A.

Los cables Afumex Plus 750 V (AS) son de Cu y termoplásticos (70 °C). Por otro lado sabemos que para cálculos en corriente continua se procede igual que si fuera alterna monofásica de 50 o 60 Hz con cos $\varphi = 1$. Por tanto, ya tenemos nuestro coeficiente (6,383 V/A·km), y al tratarse de un cálculo como corriente monofásica debemos multiplicar además el valor obtenido de la tabla (válido para trifásica) por 1x15.

$$\Delta U = 27 \text{ A} \times 0,033 \text{ km} \times 6,383 \text{ V/A} \cdot \text{km} \times 1,15 = 6,54 \text{ V}$$

F) INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO

Seguindo la norma UNE 20460-4-43 podemos calcular la corriente máxima de cortocircuito que puede soportar un cable según la fórmula siguiente:

$$I_{cc} = k \cdot S / \sqrt{t}$$

En la que

- I_{cc} : corriente de cortocircuito en amperios.
- k : constante que depende de la naturaleza del conductor (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (termoplástico [PVC o poliolefinas Z1] o termoestable [XLPE, EPR, poliolefinas o silicona])
- S : sección del conductor en mm^2
- t : la duración del cortocircuito en segundos (mínimo 0,1 segundos, máximo 5 segundos).

Aplicando valores a la fórmula se obtienen las siguientes tablas:

TABLA F-1.

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE (A) PARA CONDUCTORES DE Cu CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO (TIPO PVC O POLIOLEFINAS Z1), MÁXIMO 160 °C EN CORTOCIRCUITO. ($I_{cc} = 115 \cdot S / \sqrt{t}$)

Sección (S)	Duración del cortocircuito en segundos (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
0,5	182	129	105	81	58	47	41	36	33
0,75	273	193	157	122	86	70	61	55	50
1	364	257	210	163	115	94	81	73	66
1,5	545	386	315	244	173	141	122	109	100
2,5	909	643	525	407	288	235	203	182	166
4	1.455	1.029	840	651	460	376	325	291	266
6	2.182	1.543	1.260	976	690	563	488	436	398
10	3.637	2.571	2.100	1.626	1.150	939	813	727	664
16	5.819	4.114	3.359	2.602	1.840	1.502	1.301	1.164	1.062
25	9.092	6.429	5.249	4.066	2.875	2.347	2.033	1.818	1.660
35	12.728	9.000	7.349	5.692	4.025	3.286	2.846	2.546	2.324
50	18.183	12.857	10.498	8.132	5.750	4.695	4.066	3.637	3.320
70	25.456	18.000	14.697	11.384	8.050	6.573	5.692	5.091	4.648
95	34.548	24.429	19.946	15.450	10.925	8.920	7.725	6.910	6.308
120	43.639	30.858	25.195	19.516	13.800	11.268	9.758	8.728	7.967
150	54.549	38.572	31.494	24.395	17.250	14.085	12.198	10.910	9.959
185	67.277	47.572	38.843	30.087	21.275	17.371	15.044	13.455	12.283
240	87.279	61.715	50.390	39.032	27.600	22.535	19.516	17.456	15.935
300	109.099	77.144	62.988	48.790	34.500	28.169	24.395	21.820	19.919

TABLA F-2.

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE (A) PARA CONDUCTORES DE Cu CON AISLAMIENTO TERMOESTABLE (TIPO XLPE, EPR, POLIOLEFINAS Z O SILICONA), MÁX 250 °C EN CORTOCIRCUITO. ($I_{cc} = 143 \cdot S / \sqrt{t}$)

Sección (S)	Duración del cortocircuito en segundos (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
0,5	226	160	131	101	72	58	51	45	41
0,75	339	240	196	152	107	88	76	68	62
1	452	320	261	202	143	117	101	90	83
1,5	678	480	392	303	215	175	152	136	124
2,5	1.131	799	653	506	358	292	253	226	206
4	1.809	1.279	1.044	809	572	467	404	362	330
6	2.713	1.919	1.566	1.213	858	701	607	543	495
10	4.522	3.198	2.611	2.022	1.430	1.168	1.011	904	826
16	7.235	5.116	4.177	3.236	2.288	1.868	1.618	1.447	1.321
25	11.305	7.994	6.527	5.056	3.575	2.919	2.528	2.261	2.064
35	15.827	11.192	9.138	7.078	5.005	4.087	3.539	3.165	2.890
50	22.610	15.988	13.054	10.112	7.150	5.838	5.056	4.522	4.128
70	31.654	22.383	18.276	14.156	10.010	8.173	7.078	6.331	5.779
95	42.960	30.377	24.803	19.212	13.585	11.092	9.606	8.592	7.843
120	54.265	38.371	31.330	24.268	17.160	14.011	12.134	10.853	9.907
150	67.831	47.964	39.162	30.335	21.450	17.514	15.167	13.566	12.384
185	83.658	59.155	48.300	37.413	26.455	21.600	18.707	16.732	15.274
240	108.529	76.742	62.659	48.536	34.320	28.022	24.268	21.706	19.815
300	135.662	95.927	78.324	60.670	42.900	35.028	30.335	27.132	24.768

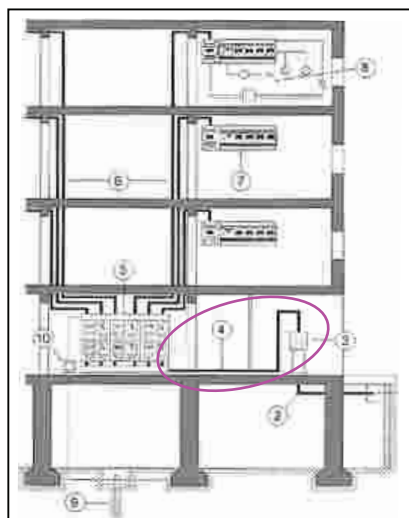
TABLA F-3.

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE (A) PARA CONDUCTORES DE Al CON AISLAMIENTO TERMOESTABLE (TIPO XLPE, EPR, POLIOLEFINAS Z O SILICONA), MÁX 250 °C EN CORTOCIRCUITO ($I_{cc} = 94 \cdot S / \sqrt{t}$)

Sección (S)	Duración del cortocircuito en segundos (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
16	4.756	3.363	2.746	2.127	1.504	1.228	1.063	951	868
25	7.431	5.255	4.290	3.323	2.350	1.919	1.662	1.486	1.357
35	10.404	7.357	6.007	4.653	3.290	2.686	2.326	2.081	1.899
50	14.863	10.510	8.581	6.647	4.700	3.838	3.323	2.973	2.714
70	20.808	14.713	12.013	9.306	6.580	5.373	4.653	4.162	3.799
95	28.239	19.968	16.304	12.629	8.930	7.291	6.314	5.648	5.156
120	35.670	25.223	20.594	15.952	11.280	9.210	7.976	7.134	6.513
150	44.588	31.529	25.743	19.940	14.100	11.513	9.970	8.918	8.141
185	54.992	38.885	31.750	24.593	17.390	14.199	12.297	10.998	10.040
240	71.341	50.446	41.189	31.905	22.560	18.420	15.952	14.268	13.025
300	89.176	63.057	51.486	39.881	28.200	23.025	19.940	17.835	16.281

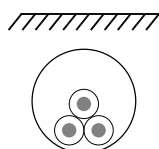
G) EJEMPLOS DE CÁLCULO DE SECCIÓN EN BT

Todas las fórmulas y tablas utilizadas en este apartado vienen explicadas en los apartados anteriores.



Sistema de instalación:

Conductores aislados en el interior de tubos enterrados → método D.



Cables Afumex 1000 V (AS) (RZ1-K) unipolar según ITC-BT 14
(Los cables Afumex 1000 V (AS) son termoestables [ver apartado J, punto 3]).



Condiciones de instalación:

Estándares

- Temperatura del terreno 25 °C
- Resistividad térmica del terreno 2,5 K·m /W

Datos cuantitativos de la instalación:

P = 120 kW
U = 400 V (trifásica)
cos φ = 0,9
L = 32 m

Aplicando la fórmula para la corriente trifásica.

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi) = 120.000 / (\sqrt{3} \times 400 \times 0,9) \approx 192 \text{ A}$$



Sección por el criterio de la intensidad admisible:

Tomamos el valor inmediato superior al calculado.

Método D - UNE 20460-5-523

	Sección mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre →	PVC2	20,5	27,5	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17	22,5	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24,5	32,5	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21	27,5	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2						70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3						58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295

XLPE3 = trifásica con cable termoestable (máximo 90 °C en el conductor).

S₁ = 95 mm²

Sección por el criterio de la caída de tensión:

Según la ITC-BT 19 (apartado 2.2.2.) la caída de tensión máxima en una LGA de edificio de viviendas como el que nos ocupa es de un 0,5 %

$$e = 400 \times 0,005 = 2 \text{ V}$$

Solución:

$$S_{\text{cdt}} = L \cdot P / (\gamma \cdot e \cdot U) = 32 \times 120.000 / (44 \times 2 \times 400) \approx 109 \rightarrow S_{\text{cdt}} = 120 \text{ mm}^2$$

valor de γ a 90 °C (cables de Cu termoestables como el Afumex 1000 V (AS) de nuestro cálculo)

Intensidad de cortocircuito máxima admisible:

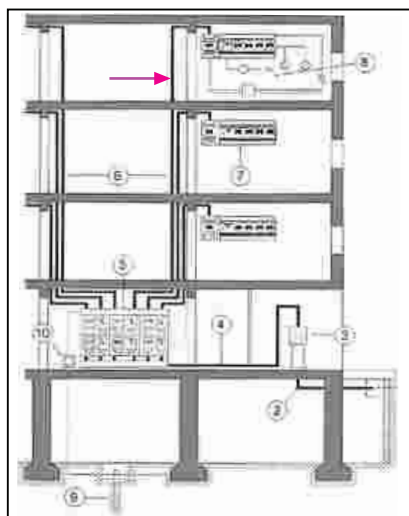
$$I_{\text{cc}} = 143 \cdot S / \sqrt{t} \quad (\text{p.e. si } t = 1 \text{ s} \rightarrow I_{\text{cc}} = 143 \times 120 / \sqrt{1} = 17160 \text{ A})$$

S en mm²

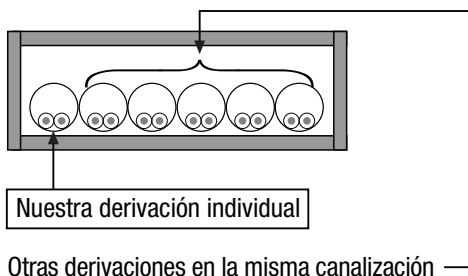
t en s (valores entre 0,1 y 5)

I_{cc} en A

DERIVACIÓN INDIVIDUAL EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS

**Sistemas de instalación:**

Conductores aislados en el interior de tubos en hueco de la construcción → método B2.

**Condiciones de instalación:**

- Temperatura 40 °C
- Agrupamiento 6 circuitos → $C_1 = 0,55$

Datos cuantitativos de la instalación:

$P = 5750 \text{ W}$ (electrificación básica)

$U = 230 \text{ V}$ (monofásica)

$\cos \varphi = 0,9$

$L = 14 \text{ m}$

Cable Afumex DUO 750 V (AS) según ITC-BT 15



Como la DI es monofásica calculamos la intensidad de corriente con la fórmula para monofásica.

$$I = P / (U \cdot \cos \varphi) = 5750 / (230 \times 0,9) \approx 28 \text{ A}$$

Sección por criterio de la intensidad admisible

UNE 20460-5-523

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
→ 1	Empotrados o embutidos	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	–	–	–
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	–	–	–
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	–	–	–
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	–	–	–

Coeficiente de corrección por agrupamiento $C_1 = 0,55$

Afectamos la intensidad calculada (28 A) del coeficiente de corrección por agrupamiento (0,55). Dividiendo 28 por 0,55 obtenemos I' , valor de la intensidad con la que elegir en la tabla de intensidades admisibles. Se puede hacer multiplicando el coeficiente 0,55 por los valores de la tabla y ver qué sección supera el valor 28 A pero es un proceso menos directo. Por supuesto en ambos casos el resultado es el mismo.

$$I' = I / 0,55 = 28 / 0,55 \approx 51 \text{ A}$$

El cable Afumex DUO 750 V (AS) no tiene PVC pero es termoplástico igual que el PVC y por ello se busca así en la tabla (ver apartado J, punto 3).

PVC2 = monofásica con cable termoplástico (máximo 70 °C en el conductor) →

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2					PVC2		XLPE3	XLPE2					
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
D*													
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2

	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

Cobre

$S_l = 16 \text{ mm}^2$

Sección por el criterio de la caída de tensión:

Según la ITC-BT 19 (apartado 2.2.2.) la caída de tensión máxima en una derivación individual de edificio de viviendas como el que nos ocupa es de un 1 %

$$e = 230 \times 0,01 = 2,3 \text{ V}$$

$$S_{\text{cdt}} = 2 \cdot L \cdot P / (\gamma \cdot e \cdot U) = 2 \times 14 \times 5750 / (47,6 \times 2,3 \times 230) \approx S_{\text{cdt}} = 6,4 \rightarrow S_{\text{cdt}} = 10 \text{ mm}^2 \rightarrow$$

valor de γ a 70 °C (cables de Cu termoplásticos como el Afumex DUO 750 V (AS))

Sección solución:

$S_l = 16 \text{ mm}^2$

Intensidad de cortocircuito máxima admisible:

$$I_{\text{cc}} = 115 \cdot S / \sqrt{t} \text{ (p.e. si } t = 0,1 \text{ s)} \rightarrow I_{\text{cc}} = 115 \times 16 / \sqrt{0,1} = 5819 \text{ A}$$

S en mm²

t en s (valores entre 0,1 y 5)

I_{cc} en A

ASCENSOR DE UN CENTRO COMERCIAL

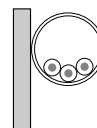


DATOS INSTALACIÓN:

- Capacidad: 13 personas
- Potencia: 46 kW
- Suministro: Trifásico a 400 V
- Línea: 70 m
- $\cos \phi$: 0,8

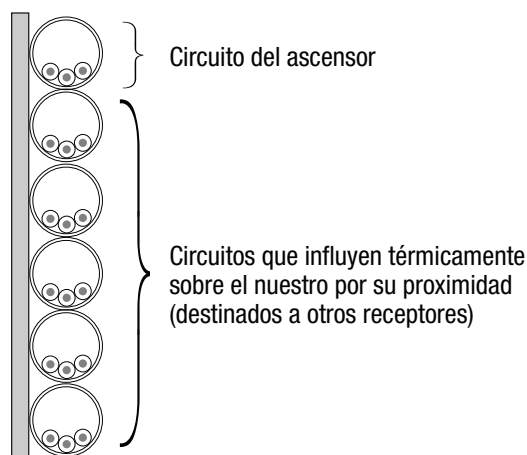
Por tratarse de servicio de seguridad no autónomo en un local de pública concurrencia (ITC-BT 28 pto. 2) elegimos AFUMEX FIRS (AS+) No propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida y RESISTENTE AL FUEGO (según UNE EN 50200) (ITC-BT 28 pto. 4f, 4º párrafo).

De entre los diferentes sistemas de instalación, (ITC-BT-28, pto. 4 e)), elegimos cable unipolar bajo tubo grapado en pared en zona no accesible al público.



DATOS ADICIONALES DE LA INSTALACIÓN:

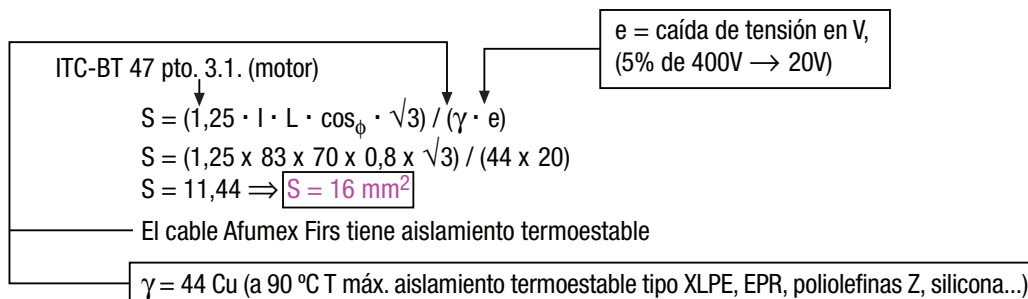
- Temperatura ambiente: 35 °C
- Influencia térmica: 5 circuitos adicionales instalados paralelamente también bajo tubo.



SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN:

$$I = P / (U \cdot \cos \phi \cdot \sqrt{3}) = 46.000 / (400 \times 0,8 \times 1,73) \approx 83 \text{ A}$$

5% de caída de tensión, (ITC-BT-19 pto. 2.2.2.)



Nota importante: $\gamma = 56 \text{ Cu (a } 20^\circ \text{C)}$, $\gamma = 47,6 \text{ Cu (a } 70^\circ \text{C T máx. para casos de aislamiento termoplástico tipo PVC o poliolefinas Z1)}$.

SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE:

Coeficiente aplicable por agrupación de circuitos

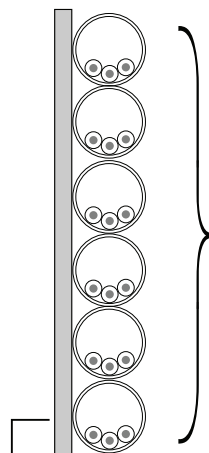


TABLA 52-E1, (UNE 20460-5-523, 2004).

Punto	Disposición de cables	Número de circuitos o cables multiconductores									
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Empotrados o embutidos	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	—	—	—	
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	—	—	—	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	—	—	—	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	—	—	—	

0,70

Coeficiente aplicable por temperatura ambiente diferente al estándar (40 °C en España para instalaciones al aire)

TABLA 52-D1, (UNE 20460-5-523, 2004).

Material aislante	Temperatura ambiente (θ_A) (en °C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PVC	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
XLPE o EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

1,05

... por tanto la intensidad I' a considerar para buscar la sección adecuada

ITC-BT-47 pto. 3.1. (motor)

$$I' = I \times 1,25 / (0,70 \times 105)$$

6 circuitos

35 °C T ambiente

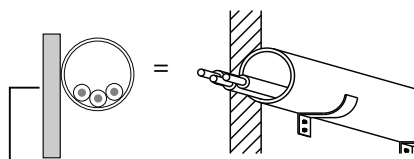
$$I' = 83 \times 1,25 / (0,70 \times 1,05) \approx 141 \text{ A}$$

$$I' \approx 141 \text{ A}$$

¡Hemos pasado de 83 A a tener que considerar 141 A por los **COEFICIENTES** de **CORRECCIÓN**!

Buscamos ahora nuestra instalación de referencia:

TABLA 52-B2, (UNE 20460-5-523, 2004) (instalaciones de referencia).



- | | | |
|---|--|-----|
| 3 | Cable multiconductor empotrado directamente en una pared térmicamente aislante. | A 1 |
| 4 | Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella. | B 1 |
| 5 | Cable multiconductor en conducto sobre pared de madera o de mampostería, no espaciado una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor. | B 2 |

Instalación de referencia a utilizar para obtener las intensidades admisibles ⇒ **B1**

Con la instalación de referencia y el tipo de cable obtenemos la sección.

TABLA A 52-1bis, (tablas de carga según modos de instalación).

Instalación con cable termoestable (tipo XLPE) y trifásica (3). Se escoge XLPE3 en la tabla.

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1			2°		PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C						PVC3	3°	PVC2	XLPE3		XLPE2		
D*													
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Cobre	mm²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438	
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590	

S = 50 mm²

SOLUCIÓN

Afumex FRS (AS+)

1 x 50 mm²



CORTOCIRCUITO ADMISIBLE:**TABLA F-2.**

Sección (S)	Duración del cortocircuito, en segundos (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0
50	22.610	15.988	13.054	10.112	7.150	5.838	5.056	4.522	4.128
70	31.654	22.383	18.276	14.156	10.010	8.173	7.078	6.331	5.779
95	42.960	30.377	24.803	19.212	13.585	11.092	9.606	8.592	7.843

RADIO MÍNIMO DE CURVATURA:

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm
1 x 35	0,9	8,8	12,4
1 x 50	1	10,3	13,9
1 x 70	1,1	12	15,6

$$r_{\min} = 4 D = 4 \times 13,9 = 55,6 \text{ mm (ver apartado H)}$$

NOTA: Más ejemplos de cálculo en apartados N, O y P.

H) RADIOS DE CURVATURA

Tanto durante su tendido como en su posición final los cables están sometidos a esfuerzos mecánicos. Se indican a continuación los valores límite de los radios de curvatura y las normas de las que proceden estos valores.



Cables con aislamiento y cubierta para instalaciones fijas (radios de curvatura según UNE 20435)

Afumex 1000 V (AS)
 Afumex Mando 1000 V (AS)
 Afumex Firs 1000 V (AS+)
 Afumex Firs Detecsignal (AS+)
 Afumex Múltiple 1000 V (AS)
 Afumex O Signal (AS)
 Afumex 1000 V Varinet K Flex (AS)
 Afumex 1000 V LUX (AS)
 Al Afumex 1000 V (AS)
 Retenax Flex
 Retenax Flam N
 Euroflam Energía
 Retenax Flam M
 Retenax Flam F
 Retenax Flam Varinet K Flex
 Detec-signal

Cables no armados		Cables armados
D*	Radio de curvatura mínimo	Radio de curvatura mínimo
D < 25	4 D	10 D
25 D 50	5 D	
D > 50	6 D	

* D = Diámetro exterior de los cables (mm)

NOTA: Los anteriores radios de curvatura son los radios mínimos que el cable puede adoptar en su posición definitiva de servicio. Estos límites no se aplican a las curvaturas a que el cable pueda estar sometido durante su tendido, cuyos radios deben tener un valor superior al indicado.

Conductores aislados de 450/750 V sin cubierta y para instalaciones fijas (radios de curvatura según UNE 21176)

Afumex Plus 750 (AS)
 Afumex DUO 750 V (AS)
 Afumex Paneles Flexible (AS)
 Afumex Paneles Rígido (AS)
 Wirepol Flexible
 Wirepol Rígido

	Para un diámetro del cable (mm)			
	D 8	8 < D 12	12 < D 20	D > 20
Uso normal (durante tendido)	4 D	5 D	6 D	6 D
Curvado cuidadosamente (posición final)	2 D	3 D	4 D	4 D

D = Diámetro exterior de los cables (mm)

P-Sun SP

Radio mínimo de curvatura 3D (posición final)

D = Diámetro exterior del cable

Cables trenzados (radios de curvatura según UNE 21030)

Al Polirret
Polirret Feriex

18 D
D = Diámetro del mayor conductor aislado

En el caso de tendido con curvatura controlada, o sea enrollándolo sobre un conformador a una temperatura no inferior a 15 °C, el radio de curvatura especificado anteriormente puede reducirse a la mitad.

Cables para servicios móviles de 300/500 V (radios de curvatura según UNE 21176)

Los cables aptos para servicios móviles tienen tabulados radios de curvatura para diferentes situaciones:

Wirepol Gas
Euroflam N

	Para un diámetro del cable (mm)			
	D 8	8 < D 12	12 < D 20	D > 20
Instalación fija	3 D	3 D	4 D	4 D
Libre movimiento	5 D	5 D	6 D	6 D
A la entrada de un aparato de un equipo móvil sin esfuerzo mecánico sobre el cable	5 D	5 D	6 D	6 D

* D = Diámetro exterior de los cables (mm)

Cables para servicios móviles de 450/750 V (radios de curvatura según UNE 21176)

Afumex Expo (AS)
Flexreme
Solda*

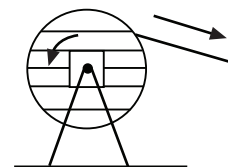
	Para un diámetro del cable (mm)			
	D 8	8 < D 12	12 < D 20	D > 20
Instalación fija	3 D	3 D	4 D	4 D
Libre movimiento	4 D	4 D	5 D	6 D
A la entrada de un aparato de un equipo móvil sin esfuerzo mecánico sobre el cable	4 D	4 D	5 D	6 D

D = Diámetro exterior de los cables (mm)

*Es cable de 100/100 V pero la tabla de radios de curvatura indicada es correcta

I) TENSIONES MÁXIMAS DE TRACCIÓN DURANTE LOS TENDIDOS DE LOS CABLES

Durante el tendido, los cables suelen estar sometidos a esfuerzos de tracción que nunca deben superar los límites establecidos en las normas. Tales límites dependen del tipo de cable pero sobre todo de la naturaleza del conductor.



Cables con aislamiento y cubierta para instalaciones fijas

Afumex 1000 V (AS)	Retenax Flam Varinet K Flex
Afumex Mando 1000 V (AS)	Detec-signal
Afumex Firs 1000 V (AS+)	Al Voltalene Flamex (S)
Afumex Firs Detec-signal (AS+)	
Afumex Múltiple 1000 V (AS)	
Afumex O Signal (AS)	
Afumex 1000 V Varinet K Flex (AS)	
Afumex 1000 V LUX (AS)	
Al Afumex 1000 V (AS)	
Retenax Flex	
Retenax Flam N	
Euroflam Energía	
Retenax Flam M Flex (RH)	
Retenax Flam F	

Cuando la tracción se produce sobre los conductores los valores máximos son:

Cables de cobre: $\sigma = 50 \text{ N/mm}^2$

Cables de aluminio: $\sigma = 30 \text{ N/mm}^2$

Es decir que un cable de cobre de 150 mm^2 puede soportar una tracción de $50 \times 150 = 7500 \text{ N}$ cuando se aplica una cabeza de tiro sobre el conductor.

Cuando la tracción es aplicada sobre la cubierta exterior la fuerza de tracción máxima es: $F = 5 D^2$

Siendo F la fuerza de tracción en N y D el diámetro exterior del cable en mm.

Conductores aislados de 450/750 V sin cubierta y para instalaciones fijas

Afumex Plus 750 V (AS)
Afumex DUO 750 V (AS)
Afumex Paneles Flexible (AS)
Afumex Paneles Rígido (AS)
Wirepol Flexible
Wirepol Rígido

La fuerza de tracción nunca debe superar los 1000 N, excepto que se haya convenido otro valor con el fabricante. 50 N/mm^2 durante la instalación y 15 N/mm^2 para cables rígidos en servicio en circuitos fijos.

P-Sun SP

Carga máxima de tracción 15 N/mm^2 en servicio y 50 N/mm^2 durante su instalación

Cables trenzados

Al Polirret
Polirret Feriex

Su norma de diseño (UNE 21030) no contempla valores de tensión de tracción sino pautas generales de tendido.

Cables aptos para servicios móviles

Wirepol Gas
Euroflam N
Afumex Expo (AS)
Flexreme
Solda*

15 N/mm^2 (esfuerzo de tracción estático para servicio móvil).

NOTA: Los valores de tensión de tracción máxima durante el tendido no deben confundirse con las tensiones máximas de tracción que pueden soportar los cables en su posición final estática. Estos últimos valores son notablemente inferiores. A tener muy en cuenta en tendidos verticales.

J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE —

Le proponemos ahora, una colección de errores que detectamos con frecuencia se producen a través de las consultas que recibimos. Nuestra intención es que lo lea y le ayude a mejorar con alguno de los siguientes apartados.

1.- Utilizar el cable AI Voltalene Flamex (S) como si fuera de alta seguridad (AS) cuando sólo es libre de halógenos

El AI RV ha sido sustituido por el AI XZ1 (S) (AI Voltalene Flamex (S)), un cable de propiedades mecánicas y frente al fuego mejoradas pero **con las mismas aplicaciones. Es libre de halógenos pero no es Afumex**, no es de alta seguridad (AS) por no superar el ensayo de no propagación del incendio.

El cable AI XZ1 (S), por tanto, **NO es válido para su instalación en locales de pública concurrencia, derivaciones individuales, líneas generales de alimentación o emplazamientos donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego**, recordemos que, en los emplazamientos e instalaciones citados, **la reglamentación no pide cables libres de halógenos sino cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida**, y como ya hemos dicho el cable el AI XZ1 (S) no supera la primera condición (no propagación del incendio), el cable indicado para estos casos sería el **AI Afumex (AS)** con cubierta verde.

En definitiva, las aplicaciones admisibles del AI Voltalene Flamex (S) son las mismas que las del AI RV de PVC.

Para más detalles ver apartado M.

2.- No considerar la adecuada conductividad en el cálculo de sección por caída de tensión

Aplicar la fórmula concreta es algo normalmente muy sencillo pero es extraordinariamente usual encontrar cálculos de la caída de tensión considerando valores de la conductividad (γ) a 20 °C suposición que no sólo es errónea si no que además es una simplificación peligrosa a la hora de obtener la sección del cable por este criterio (el error puede llegar a ser del 28 %).

Es muy fácil ver que tomar $\gamma = 56$ para el cobre y 35 para el aluminio es un error dado que en la mayoría de los casos ya se parte de una temperatura ambiente estándar de 25 °C para instalaciones enterradas y de 40 °C para instalaciones al aire, a lo que hay que sumar el correspondiente efecto Joule (calentamiento del conductor por su resistencia eléctrica) para encontrarnos que nuestro cable presenta una conductividad significativamente distinta. De hecho en cables termoestables podemos llegar a 90 °C en régimen permanente y en cables termoplásticos podemos llegar a 70 °C. A modo orientativo tenemos los valores de la siguiente tabla:

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	47,6	44
Aluminio	35	29	27,3
Temperatura	20 °C	70 °C	90 °C

Para calcular la temperatura del conductor ver apartado E y/o ejemplo en apartado K punto 7.

Para consultar valores de resistencia a diferentes temperaturas consultar apartado K punto 13.

3.- Dudar a la hora de interpretar qué significa “PVC2”, “PVC3”, “XLPE2” y “XLPE3” en la tabla de intensidades admisibles de los cables (UNE 20460-5-523: nov-2004)

Primeramente debemos advertir que la tabla 1 de intensidades admisibles para cables en instalaciones interiores o receptoras de la ITC-BT 19 ya no está en vigor. Se corresponde con la versión de 1994 de la UNE 20460-5-523, y en noviembre de 2004 se publicó de nuevo esta norma que recoge cambios sustanciales. Por lo que tenemos numerosas novedades a tener en cuenta, la tabla de intensidades admisibles y la de elección de los sistemas de instalación han variado. El apartado A) de este catálogo es un resumen de la citada versión moderna de la norma. No obstante recomendamos leer detenidamente la norma original para poder valorar todos los detalles nuevos.

Teniendo en cuenta lo anterior pasamos a interpretar la nueva tabla de intensidades admisibles que sustituye a la tabla 1 de la ITC-BT 19.

Quando en una instal·lació utilitzem cables termoplàstics, el seu comportament tèrmic és com el del PVC al marge del tipus d'aïllament que presenti el cable (típicament PVC o poliolefines Z1) per això la taula els identifica amb la inscripció “PVC”. Soporten 70 °C en règim permanent i 160 °C en cortocircuit.

Los cables Prysmian termoplásticos (70 °C) son:

Afumex Plus 750 V (AS)	ES05Z1-K/H07Z1-K
Afumex DUO 750 V (AS)	H07Z1-K
Wirepol Flexible	H05V-K/H07V-K
Wirepol Rígido	H05V-U/H07V-U/H07V-R
Euroflam Energía	VV-K
Wirepol Gas	H03VV-F/A05VV-F/H05VV-F
Euroflam N	H05VV-F/ES05VV-F
Detec-Signal	V0V-K

La utilización de cables termoestables (soportan 90 °C en régimen permanente y 250 °C en cortocircuito) supone buscar en la tabla “XLPE” dado que este material es termoestable, al igual que el EPR, poliolefinas Z o silicona.

Los cables Prysmian termoestables 90° son:

Afumex Paneles Flexible (AS)	H07Z-K
Afumex Paneles Rígido (AS)	H07Z-R
Afumex 1000 V (AS)	RZ1-K
Afumex Mando 1000 V (AS)	RZ1-K
Afumex Firs 1000 V (AS+)	SZ1-K/RZ1-K
Afumex Firs Detec-Signal (AS+)	S0Z1-K
Afumex Múltiple 1000 V (AS)	RZ1-K
Afumex O Signal (AS)	RC4Z1-K
Afumex Expo (AS)	H07ZZ-F
Afumex 1000 V LUX (AS)	RZ1-K
Al Afumex 1000 V (AS)	AL RZ1
P-Sun SP	
Retenax Flex	RV-K
Retenax Flam N	RV
Retenax Flam M Flex (RH)	RVMV-K
Retenax Flam F	RVFV
Retenax Flam Varinet K Flex	RVKV-K
Flexreme	H07RN-F/A07RN-F
Bupreno	DN-K
Solda	H01N2-D
DN-F BOMBAS SUMERGIDAS	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS
Al Voltalene Flamex (S)	AL XZ1
Al Polirret	AL RZ
Polirret Feriex	RZ

El número 2 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay dos conductores activos (típicamente fase y neutro de instalaciones monofásicas. El conductor de protección no se considera activo).

El número 3 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay tres conductores activos (típicamente las 3 fases en suministros trifásicos. El neutro y el conductor de protección no se consideran activos normalmente en este tipo de instalaciones, salvo influencia significativa de los armónicos en el neutro).

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1	1°	PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2								
A2		PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2								
B1			2°	PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2						
B2			PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2							
C				PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2						
D*													
E					PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2					
F						PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2				
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

Por ejemplo en la anterior tabla, si tenemos una instalación monofásica bajo tubo empotrado en pared térmicamente aislante que vamos a realizar con cable Afumex Plus 750 V (AS). Se busca el sistema de instalación (UNE 20.460-5-523, nov-2004) en la tabla correspondiente (52-B2) (Apartado A) y vemos que es la referencia 1 y corresponde al tipo A1.

Con este tipo A1 nos vamos a la tabla de intensidades admisibles (tabla A. 52-1 bis) y como se trata de corriente monofásica con cable Afumex Plus 750 V (AS) debemos elegir la columna de "PVC2". Es decir, en la columna nº 4 tenemos las intensidades admisibles para los cables de nuestra instalación. (Ver tabla).

Todas las tablas referenciadas aparecen en este catálogo.

MUY IMPORTANTE: esta tabla nos da las intensidades en condiciones estándares, el valor deberá ser corregido mediante los correspondientes coeficientes por agrupamientos, temperaturas... o cualquier desviación del estándar (consultar UNE 20.460-5-523: nov- 2004 o los primeros apartados de este catálogo).

Se ha representado aquí la tabla de intensidades admisibles con temperatura ambiente de 40 °C porque es la temperatura estándar de aplicación en España. Sirva esto para no aplicar sistemáticamente tablas de 30 °C (temperatura ambiente de otros países como Francia) salvo adecuada justificación.

También es un error frecuente generalizar como termoplásticos los cables de 750 V y como termoestables los de 1000 V. Como ejemplo el cable Euroflam Energía (VV-K) es de 1000 V y es termoplástico (hay que buscarlo en la tabla como PVC) y cables como el Afumex Paneles rígido o flexible (H07Z-R, H07Z-K) o Flexxtreme (H07RN-F) son de 750 V termoestables y por tanto corresponde buscarlos en la tabla de intensidades admisibles como XLPE.

4.- No aplicar la versión actual de la norma de UNE 20460-5-523 (nov-04) de intensidades admisibles en cables en edificios

En noviembre de 2004 se publicó la última versión de la UNE 20460-5-523 y que por tanto está en vigor, anulando y sustituyendo la anterior que databa de 1994.

Queremos hacer notar la especial importancia de actualizarse en la aplicación de esta norma. Contempla ahora las intensidades admisibles y factores de corrección para instalaciones **subterráneas** de enlace e instalaciones subterráneas interiores o receptoras, es decir todas las instalaciones enterradas que no sean redes de distribución. Destinando la UNE 20435 (extraída en parte en la ITC-BT 07) únicamente para las redes de distribución subterráneas.

Para el caso de las instalaciones interiores o receptoras enterradas tiene especial relevancia el nuevo valor estándar de referencia para la resistividad del terreno, pasa de ser 1 a $2,5 \text{ K} \cdot \text{m} / \text{W}$ (¡un 150 % más!) y por tanto las intensidades admisibles han disminuido notablemente. Así, las tablas de carga reducen las intensidades admisibles para cables **directamente enterrados** aproximadamente un **40 %**. Lo que quiere decir que se puede cometer un gran error si se aplica el método antiguo. Por ejemplo si tenemos una intensidad de 158 A resultado de nuestros cálculos, con la metodología anterior tendríamos que elegir la sección de **25 mm²** de Cu (160 A máx.) y ahora nos debemos ir a **70 mm²** de Cu (170 A máx.). Le recomendamos que lo compruebe usted mismo.

En la siguiente tabla se pueden ver algunos valores antiguos y actuales de intensidades admisibles en amperios para el caso de 3 cables unipolares cargados (termoestables, tipo XLPE por ejemplo AL XZ1(S), RV o RV-K) directamente enterrados:

Conductor	Versión de la norma	Sección						
		10	25	50	70	95	150	240
Cu	Actual	58	96	138	170	202	260	336
Cu	Antigua	96	160	230	280	335	425	550
Al	Actual	45	74	107	132	157	201	261
Al	Antigua	-	125	180	220	260	330	430

En cuanto al resto de instalaciones no enterradas que no son redes de distribución (instalaciones al aire), primeramente comentar que, el resto de sistemas de instalación no ha variado, se trata de los mismos sistemas (los mismos tipos de instalación que están igualmente relacionados con los mismos 8 métodos de referencia A1, A2, B1, B2, C, E, F y G), lo que se ha producido es una **variación de las intensidades admisibles** para algunos casos según detallamos a continuación en base a la nueva tabla de intensidades (la que sustituye a la tabla 1 de la ITC-BT 19):

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A	A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
A2	A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
B	B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2		
B2	B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2				
C	C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E	E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F	F								PVC3		PVC2	XLPE3	XLPE2

Para entender mejor los comentarios de la tabla, veamos dos ejemplos:

- Para una instalación monofásica con conductores aislados termoplásticos bajo tubo empotrado en pared de mampostería, tendremos que seleccionar PVC2 con el sistema de referencia B1 y no hay ninguna variación respecto a la tabla anterior por eso no hemos hecho ninguna anotación.
- Para sistema trifásico con cables unipolares termoestables en bandeja perforada, tenemos que elegir XLPE3 con el sistema de referencia F y como vemos en la tabla corresponde ahora descargar entre un 7 y un 15 % (según la sección) los cables respecto a la tabla de la norma anterior (tabla 1 de la ITC-BT 19). Es fácil comprobar comparando la tabla de arriba con su antecesora.

Para los coeficientes de corrección en general se producen ligeras variaciones y la influencia de los armónicos presenta también una metodología de corrección cuando el contenido del tercer armónico en la intensidad de fase es superior al 15 %.

Por último señalar que **los estándares de temperatura en España son 40 °C al aire y 25 °C para instalaciones soterradas**. Es decir, mientras no se justifiquen otras temperaturas, son las referencias que hay que tener en cuenta a la hora de elegir las tablas en las que buscar las intensidades admisibles. (En este catálogo todas las tablas incluidas corresponden a las temperaturas de referencia en España).

En la versión actual de la norma figuran como referencia estándar 30 °C al aire y 20 °C en instalaciones enterradas. Tal referencia no es válida en España, la referencia es de 40 °C al aire y 25 °C en instalaciones enterradas. Al traducir la norma en este caso se ha cometido el error de plasmar esa referencia de 30 y 20 °C (típica de otros países) que no se cometió en la versión anterior de la norma. Para demostrarlo basta leer lo que dice en el anexo nacional (pág. 2 UNE 20460-5-523 [1994]):

Segunda parte (anexo A): es la adopción del Documento R-64001 de GENELEC que completa el Documento de Armonización HD 384.5.523 S1 tal y como se indica en los antecedentes del mismo, y contiene las intensidades para ambientes de 40 °C, temperatura considerada como ambiente normal en España para instalaciones eléctricas, para ello se ha aplicado el factor de corrección correspondiente a los valores que aparecen en el documento original donde se dan las intensidades para ambientes de 30 °C, evitándose de esta manera la aplicación sistemática de factores de corrección o lo que sería más grave, que no se aplicara este factor de corrección.

Como vemos en la versión anterior si que acertadamente tuvieron en cuenta el ambiente de 40 °C en instalaciones al aire en España, y para evitar errores las tablas de referencia figuran a 40 °C directamente.

Le recordamos que el apartado A de este catálogo está destinado a un resumen de la UNE 20460-5-523 (nov. 2004), no obstante siempre recomendamos leer el texto original de la norma.

5.- No aplicar los coeficientes correspondientes en el cálculo de la sección por el criterio de la intensidad máxima admisible

Al margen de lo que nos dicen las tablas de carga correspondientes en cada caso, no hay que olvidar que se debe afectar el valor extraído de coeficientes de corrección dependiendo del sistema de instalación, de la presencia de otros conductores cargados en el entorno, de la temperatura ambiente, del número de conductores por fase... (todos estos factores aparecen en las tablas de las normas UNE a las que hace alusión el Reglamento). Es decir, en cada caso hay que tener en cuenta las condiciones de la instalación para saber que sección utilizar. Es algo más laborioso que no complicado que aplicar sólo una fórmula o una tabla.

No aplicar los correspondientes coeficientes puede llevarnos a cometer grandísimos errores. Por ello hacemos especial hincapié en que la sección va más allá de los comunes errores que detectamos en ocasiones, sobre todo:

- No aplicar ningún coeficiente de corrección.
- Aplicar la fórmula y tomar la sección inmediata superior a la obtenida por aplicación directa de la tabla, sin coeficientes.
- Utilizar como coeficiente un 0,8 para todos los casos.
- Aplicar el coeficiente más bajo cuando la instalación está afectada por varios coeficientes. Por ejemplo, si tengo que aplicar 0,7 por agrupación de circuitos y 0,9 por efecto de la temperatura ambiente, tendremos que aplicar $0,7 \times 0,9 = 0,63$. No es válido hacer uso sólo el coeficiente menor (0,7 en este caso). La agrupación de circuitos y el efecto añadido de la temperatura ambiente se superponen y por ello hemos de afectar nuestros cálculos por ambos coeficientes.
- No tener en cuenta el agrupamiento que se produce en circuitos con varios cables por fase.
Cuando se utilizan varios cables por fase hay que aplicar también coeficientes de corrección por agrupamiento de circuitos, porque igualmente se trata de grupos de cables que se influyen eléctricamente aunque pertenezcan al mismo circuito. Si por ejemplo la intensidad a canalizar fuera tal que necesitaríamos 3 cables por fase, tenemos que tener en cuenta un coeficiente de corrección para ese agrupamiento de 3 circuitos y rehacer el cálculo (iterar) ya que hasta no saber el resultado no hemos podido saber cuantos cables por fase necesitamos y por tanto no hemos podido elegir correctamente el coeficiente por agrupamiento.
- No apreciar las variaciones de las condiciones a lo largo de un recorrido.
Además de lo anterior, hemos de tener en cuenta también que si se produjeran variaciones de las condiciones de instalación a lo largo de un recorrido, las intensidades admisibles deberán determinarse para la parte del recorrido que presenta las condiciones más desfavorables.

Recomendamos leer los ejemplos de cálculo del apartado G y apartado K, puntos 1, 2, 3, 4 y 5.

6.- No considerar la reactancia en los cálculos de sección por caída de tensión

Existen diversos criterios a la hora de considerar la reactancia en los cables de baja tensión sin pantalla. Con carácter general y salvo una indicación más exacta podemos considerar $x=0,08 \Omega/\text{km}$, independientemente de la sección, naturaleza del conductor (Cu o Al), disposición y sistema de instalación. Esta aproximación está contemplada en la norma francesa UTE C 15-105.

En muchas ocasiones y a la vista de la fórmula de cálculo la sección por caída de tensión que considera la reactancia (ver apartado E), se puede adivinar que la incidencia de la reactancia suele ser tanto más relevante cuanto mayor sea la sección del conductor (el valor de la reactancia tiene más peso en el valor total de la impedancia dado que la resistencia va disminuyendo a medida que aumenta la sección y la reactancia permanece prácticamente constante). Por eso existen criterios que nos aconsejan tener en cuenta el valor de la reactancia a partir de secciones de 35 mm^2 .

Numéricamente es fácil comprobar que se puede cometer un gran error si se obvia el aspecto que comentamos en este apartado, por ello le recomendamos lo tenga siempre en cuenta o la caída de tensión de la instalación puede ser muy superior a la prevista. (Ver apartado K, puntos 6 y 7). (Ver tablas de caídas de tensión al final del apartado E. Estas tablas incluyen el efecto de la reactancia).

Recordamos las dos primeras fórmulas de cálculo de sección de conductor por el criterio de la caída de tensión que aparecen en el apartado E y reproducimos a continuación:

Monofásica

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

Trifásica

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

7.- No considerar el cortocircuito admisible por el cable

Una vez que se realiza un cálculo, en las tablas del apartado F podemos encontrar la máxima intensidad que puede soportar cada tipo de cable en cortocircuito. Es necesario que las protecciones estén adecuadamente elegidas para evitar daños en la instalación, tal y como nos dice la norma UNE 20460-4-43.

En definitiva se trata de incidir en la necesidad de no banalizar este aspecto y hacer las comprobaciones oportunas para asegurar la correcta protección del cable y el resto de la instalación.

8.- No considerar la posibilidad de repartir la caída de tensión entre la derivación individual y la instalación interior o receptora

Simplemente se trata de recordar a quien pueda haberle pasado desapercibido o pueda haberlo ignorado porque no es necesario tenerlo en cuenta en todos los cálculos, lo que dice el primer párrafo del apartado 2.2.2 de la ITC-BT 19: “El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado”.

Este detalle cobra especial relevancia cuando tenemos largas derivaciones individuales en las que el criterio de la caída de tensión prevalezca sobre el de la intensidad admisible y el de la corriente de cortocircuito.

9.- Utilizar cables RV-K de 1000 V en provisionales de obras

La ITC-BT 33 del Reglamento nos dice que debemos utilizar cable Flextreme (UNE 21027-4) que por ser un cable para servicios móviles, con especiales propiedades frente a las agresiones mecánicas y químicas es idóneo para estas aplicaciones. Además la propia denominación RV-K (UNE 21123-2) nos indica que se trata de un cable flexible para **instalaciones fijas** solamente (-K) por lo que evidentemente no es adecuada para una instalación provisional de obra.

Además Flextreme es el cable indicado por el REBT para exteriores de ferias y stands (ITC-BT 34), establecimientos agrícolas y hortícolas (ITC-BT 35), caravanas y parques de caravanas (ITC-BT 41), puertos y marinas para barcos de recreo (ITC-BT 42), alimentación de equipos portátiles de exterior, alimentación de equipos industriales, enrolladores de exterior o industriales. Aparatos en talleres industriales y agrícolas, locales secos, húmedos o mojados, a la intemperie, conexiones de máquinas herramienta...

En definitiva, utilizar cables tipo RV-K, VV-K, RV o RZ1-K (AS) en provisionales de obras va contra reglamento.

10.- Utilizar cables libres de halógenos pensando que siempre tienen características de cables de alta seguridad (AS) que exige el REBT en locales de pública concurrencia

Cuando los cables de alta seguridad (AS) tipo Afumex aparecieron en el mercado, su principal novedad era la ausencia de halógenos en su composición frente al tradicional PVC de los cables convencionales (tipo RV, RV-K, VV-K, H07V-K, H07V-R...). En definitiva una de las principales características es la ausencia de gas ácido halógeno (HCl) en los gases emanados en una eventual combustión del nuevo cable Afumex, por ello se extendió la expresión “libre de halógenos”.

En el mercado se pueden encontrar en ocasiones cables libres de halógenos, no propagadores de la llama... pero que pueden no presentar alguna de las características exigibles a los cables AS. Recordemos que el REBT en las ITCs 14, 15, 16 y 28 exige que los cables sean “no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida” y cita unas normas de diseño de cables que superan los siguientes ensayos de fuego como referentes para las instalaciones de las citadas ITCs, estos ensayos son los que debe superar un cable de alta seguridad (AS):

No propagación de la llama:	UNE EN 60332-1-2	} AS
No propagación del incendio:	UNE EN 60332-3	
Baja emisión de humos opacos:	UNE EN 61034-2	
Determinación de halógenos:	UNE EN 50267-2, UNE EN 60684-2...	

Es decir si por ejemplo adquirimos un cable “libre de halógenos” que no sea no propagador del incendio (cuestión relativamente frecuente en cables para detección de incendios o cables de aluminio) no cumplirá los requisitos reglamentarios, por no ser AS, para ser instalado en un local de pública concurrencia. Por eso, desde Prysmian incitamos más a nombrar tales cables como “cables AS” o “cables de alta seguridad” que como “libres de halógenos”, lo cual implica cumplir los requisitos del REBT y el RD 2267/2004.

Por favor cerciórese de que su cable es AS (y no simplemente “libre de halógenos”) cuando así lo necesite para su instalación. Nuestros cables Afumex son todos AS en cualquiera de sus versiones.

En resumen, todos los cables AS son libres de halógenos, pero no todos los cables libres de halógenos son AS como pide el REBT.

Afumex $\Rightarrow$ AS $\Rightarrow$ libre de halógenos

Libre de halógenos $\Rightarrow$ ¿AS?

(Ver apartado L sobre ensayos de fuego).

11.- No instalar cables AS+ en servicios de seguridad no autónomos en locales de pública concurrencia

Con cierta frecuencia percibimos que en muchos casos se malinterpreta el concepto de resistencia al fuego de un cable y se cree erróneamente que se trata de un cable tipo Afumex (AS).

“Los servicios de seguridad no autónomos o servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE EN 50200 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida.” Esto reza el 4º párrafo del apartado f) del punto 4 de la ITC-BT 28. A lo que se refiere esta parte de la reglamentación es a la necesidad de garantizar el servicio de aquellos servicios de seguridad que no sean autónomos. En definitiva evitar que un incendio pueda cortocircuitar o romper algún conductor destinado a la alimentación de alarmas, bombas de extinción, ascensores, alumbrados de emergencia no autónomos, detectores..

De forma simplificada alguien puede estar utilizando únicamente cables tipo AS en locales de pública concurrencia para todo tipo de receptores. Y tenemos que subrayar que los servicios de seguridad no autónomos y los servicios con fuentes autónomas centralizadas han de ser alimentados con cable tipo Afumex Firs (AS+) (resistente al fuego). Esta tipología de cable, además de superar los ensayos propios de los cables AS (ver punto anterior) es también resistente al fuego. Pueden soportar incendios de 842 °C durante 120 minutos según UNE EN 50200. Y en caso de una situación de emergencia consecuencia de un siniestro con fuego tendremos cubiertas las necesidades técnicas y legales.

Los cables AS+ son de fácil identificación por su cubierta naranja y es importante tener en cuenta que pueden presentar diferentes composiciones de aislamiento y cubierta, así sus denominaciones genéricas pueden ser SZ1-K, RZ1-K mica... porque lo que se pide a estos cables es que superen unos ensayos de fuego concretos y no tener composiciones determinadas y por ello la denominación genérica más acertada es AS+. Nuestros Afumex Firs (AS+) de stock son RZ1-K mica. Esta composición asegura la retirada de la cubierta sin desgarrar del aislamiento, problema habitual en cables SZ1-K.

Confundir AS con AS+ puede llevar a comprometer la seguridad de muchas personas. Por favor, tenga cuidado en la elección del cable. En este catálogo puede encontrar unos esquemas de aplicación del cable Afumex Firs (AS+) en las páginas iniciales.

Una vez más le pedimos que los cables resistentes al fuego que utilice superen el ensayo de no propagación del incendio como pide el REBT (existen versiones de cable que no superan esta norma que se exige).

AS+ $\Rightarrow$ AS + resistencia al fuego (UNE EN 50200).

12.- Utilizar cables para servicios de seguridad no autónomos en locales de pública concurrencia que cumplen la norma UNE EN 50200 y no son AS+

Al igual que no debe utilizarse cable AS donde debe ser AS+, tampoco deben utilizarse cables resistentes al fuego que no sean AS+ en locales de pública concurrencia. La reglamentación nos pide cables que cumplan los ensayos de los cables de alta seguridad (AS) y además sean resistentes al fuego según UNE EN 50200. Evidentemente y a la luz del REBT, está claro que sería un contrasentido que no se exigiera a los cables resistentes al fuego los ensayos que se piden a los cables del resto de instalaciones siendo, como es, posible técnicamente.

Hacemos esta puntualización para que el lector no olvide comprobar que sus cables para seguridad superan todos los ensayos de los cables AS+ que detallamos a continuación:

No propagación de la llama	UNE EN 60332-1-2	} AS	} AS+
No propagación del incendio	UNE EN 60332-3		
Baja emisión de humos opacos	UNE EN 61034-2		
Libre de halógenos + corrosividad de gases	UNE EN 50267-2, UNE EN 60684-2...		
Resistencia al fuego	UNE EN 50200		

Por favor, fíjese en lo que aquí le contamos. Un cable resistente al fuego según UNE EN 50200 que, por ejemplo, no supere el ensayo de “no propagación del incendio”, aunque supere el resto de ensayos arriba enumerados, no es AS+ y por tanto no es apto para ser instalado en locales de pública concurrencia. No cumpliría lo que pide la reglamentación.

Nuestros cables Afumex Firs y Afumex Firs Detecsignal superan todos los ensayos que merecen el distintivo AS+.

13.- Pensar que en industrias no es obligatorio instalar cables tipo Afumex (AS)

Al margen de las consideraciones de la ITC-BT 28 del REBT, desde el 17 de enero de 2005 está en vigor el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RD 2267/2004) en cuyo anexo II, apartado 3.3 podemos leer *“Los cables deberán ser no propagadores del incendio y con emisión de humo y opacidad reducida”*. Es decir, una vez más nos encontramos con la obligación de utilizar cables tipo Afumex (AS), esta vez en los emplazamientos industriales.

Recomendamos consulte el citado Real Decreto.

14.- Instalar RV-K en redes aéreas de alumbrado exterior

La ITC-BT 09 del presente Reglamento Electrotécnico para BT en su apartado 5.2.2. nos dice que las redes aéreas de alumbrado exterior se deben realizar según los sistemas y materiales contemplados en la ITC-BT 06 (Redes aéreas para distribución en BT). Nos vamos a dicha ITC y en el primer párrafo del apartado 1.1.1. nos dice textualmente “Los conductores aislados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, tendrán un recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y deberán satisfacer las exigencias especificadas en la norma UNE 21030.”

Es decir, las redes aéreas de alumbrado exterior se deben realizar con cable RZ de Cu (ver Polirret Feriex). No se acepta la utilización para estas instalaciones de intemperie de los cables tipo RV-K, RV, VV-K o RZ1-K (AS) que están diseñados según UNE 21123 y no se someten a los severos ensayos a los que están sometidos los cables Polirret Feriex.

15.- Emplear cables que no superen el ensayo de no propagación del incendio en locales con riesgo de incendio o explosión

La norma UNE 20432-3 aparece en el apartado 9.2 de la ITC-BT 29. (Requisitos de los cables para locales con riesgo de incendio o explosión).

Esta norma ya no aparece en catálogos modernos de cable porque ha sido anulada y sustituida por las de la serie UNE EN 60332-3. Y en concreto es de aplicación para los cables de mayor uso la UNE EN 60332-3-24 (no propagación del incendio, categoría C) que cumplen todos nuestros cables Afumex, Wirepol Rígido y Flexible, Retenax Flam, y Retenax Flam Armados entre otros.

Es importante comprobar que el cable que instalamos en estos locales con riesgo de incendio o explosión es adecuado a esta exigencia del Reglamento (es bastante frecuente que los cables con PVC no superen el ensayo de no propagación del incendio). Recomendamos se interesen por ello siempre. Prysmian lo garantiza **para todas las secciones de nuestro stock** en las mencionadas líneas de producto.

Se ruega tener en cuenta el sistema de instalación aceptado para cada tipo de cable (pto.9.2, ITC-BT 29, REBT).

En el apartado L de este catálogo de cables para BT se puede comprobar la equivalencia entre normas antiguas y modernas.

16.- Utilizar cables inadecuados para instalaciones permanentemente sumergidas

Para servicios permanentemente sumergidos existen varias posibilidades:

- a) Para alimentación de bombas sumergidas para elevación de aguas de pozos o sumersión en agua en general: cable DN-F BOMBAS SUMERGIDAS (UNE 21166). En caso de aguas fecales, productos químicos, aceites... consulte a su distribuidor.
- b) Para agua natural hasta 10 m de profundidad y hasta 40 °C de temperatura: cable H07RN8-F (UNE 21027-16).
- c) Para agua potable: consultar cable Hydrofirm.
- d) Para aguas residuales: consultar cable Tecwater.

Por consiguiente, **NO** se pueden utilizar para servicios sumergidos permanentes los siguientes tipos de cable entre otros:

RV-K: el punto 5 de su norma de diseño (UNE 21123-2) contiene su guía de utilización en la que podemos leer que no es apto para alimentación de bombas sumergidas. Es decir, de forma expresa se cita que este cable no está permitido para servicios sumergidos.

DN-K: a pesar de ser un cable de goma no contempla en sus utilizaciones el servicio sumergido permanente. Al ser un cable para servicios fijos (-K) sus espesores de aislamiento (EPR) y cubierta (neopreno) son menores que los de los cables H07RN-F, DN-F, H07RN8-F y DN-F BOMBAS SUMERGIDAS.

H07RN-F: igualmente es un cable de goma con espesores de cubierta y aislamiento superiores a los DN-K pero en la primera modificación de su guía de utilización (UNE 21176/1M: 2003) dice textualmente: “No adecuado para situaciones que impliquen una inmersión permanente en agua.” En cambio este cable es adecuado para alimentar bombas sumergibles, es decir, para alimentar las típicas bombas de achique de aguas en las que el cable se sumerge solo temporalmente.

DN-F: este cable está diseñado según UNE 21150 (no confundir con UNE 21166 de los cables DN-F BOMBAS SUMERGIDAS) no tiene contemplado en sus utilizaciones destinarlo a servicios de sumersión permanente. De hecho los cables adecuados para estos destinos lo contemplan en sus guías de utilización.

Las normas lo dejan claro, ni los RV-K, ni los DN-K, ni los H07RN-F ni los DN-F están permitidos en servicios sumergidos permanentes. Por eso existen diseños como el H07RN8-F, DN-F BOMBAS SUMERGIDAS, Hydrofirm o Tecwater, destinados a tales ambientes.

17.- Agrupar las mismas fases en instalaciones de cables en paralelo y no tener en cuenta el desequilibrio de impedancias que se produce

Cuando se realiza una instalación con varios cables por fase no hay que olvidar:

- 1.- A efectos de cálculo debemos aplicar un coeficiente de corrección no superior a 0,9 para compensar los posibles desequilibrios de intensidades entre los cables conectados a la misma fase. (UNE 20435 aptdo. 3.1.2.3)

2.- A la hora de realizar la instalación debemos emplear conductores del mismo material, sección y longitud, no tener derivaciones a lo largo de su recorrido y además los cables se han de agrupar en ternas al tresbolillo en uno o varios niveles:

En un nivel: RST T^{SR} RST T^{SR} ...

En varios niveles:

T^{SR}

RST

T^{SR}

...

(ITC-BT 07 apartado 2.1.6.)

(Ver apartado K, punto 8 sobre colocación de neutros).

18.- Instalar cables sobre canalizaciones de cables preexistentes y no reducir las intensidades de los cables ya instalados

En muchas ocasiones se aprovechan canalizaciones de cables en funcionamiento para realizar nuevos tendidos con objeto de alimentar a nuevos receptores. Es evidente que si, por ejemplo, tenemos circuitos activos por una bandeja, este sea el recorrido más cómodo a seguir para nuevos cables, pero hay que tener en cuenta que el agrupamiento de circuitos debe venir acompañado de factores de corrección que reduzcan las intensidades de los cables (tanto los de nuevo tendido como los ya instalados con anterioridad). Esto implica realizar comprobaciones numéricas y ser consecuente con ellas u optar por un recorrido de los nuevos cables que no influya en los ya existentes.

(Ver apartado K, puntos 1, 2 y 3).

19.- No utilizar cables de alta seguridad (AS) para servicios móviles (Afumex Expo (AS)) en los casos en que es necesario

Hay una serie de servicios no fijos en los que es necesaria la instalación de cables AS por tener lugar en locales de pública concurrencia. Por ejemplo, pensemos en unidades móviles de TV que retransmiten en campos de fútbol utilizando prolongadores que deben ser adecuados al emplazamiento en el que se encuentran. O por ejemplo ferias provisionales a cubierto donde se instalan cables que transcurrido el evento deben ser retirados para ser utilizados en otra ocasión. O la alimentación de focos de iluminación móvil en un teatro. Para tales aplicaciones no es correcto utilizar cables RV-K o VV-K por no ser de alta seguridad y además ser aptos para instalaciones fijas solamente (es lo que denota el -K de su designación genérica). Al elegir cables RZ1-K (AS) estaríamos cumpliendo con la obligación de dotar al servicio de la alta seguridad pero igualmente se trata de un cable para instalación fija (-K). Por ello existe el cable Afumex Expo (AS) cable de alta seguridad para servicios móviles que cumple todo lo que exige la ITC-BT 34 para ferias y stands como la ITC-BT 28 para locales de pública concurrencia.

ITC-BT 28 (pto. 4, apdo. f)	- No propagador del incendio - Con emisión de humos y opacidad reducida - Características equivalentes a las de la norma UNE 21123-4 / 5 o UNE 211002	} Afumex Expo (AS)
ITC-BT 34 (pto. 6.2)	- Tensión mínima 450/750 V - Cubierta de policloropreno o similar - Según UNE 21027 - Apto para servicios móviles	

El cable Afumex Expo (AS) es la solución técnica y reglamentaria para casos concretos de servicios no fijos de alta seguridad. En los que no sirve la utilización de cables tipo RZ1-K (AS), RV-K, VV-K...

Tampoco es aceptable la utilización de cables H07RN-F (propios de provisionales de obras por ejemplo). Estos cables no son de alta seguridad (AS) y son, por tanto, inapropiados para locales de pública concurrencia. El H07RN-F sí estaría indicado aguas arriba de la derivación individual en ferias y stands.

La siguiente tabla es aclaratoria de lo que se expone en este punto:

	Servicios móviles	AS
Afumex Expo (AS)	SÍ	SÍ
RV-K	NO	NO
VV-K	NO	NO
RZ1-K (AS)	NO	SÍ
H07RN-F	SÍ	NO

Ver ficha técnica del cable Afumex Expo (AS).

20.- Olvidar la exigencia de cables Afumex por parte del CTE

El artículo 11 del Código Técnico de la Edificación contempla las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio, según las cuales los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio se limite el riesgo de propagación por el interior y exterior del edificio, se garantice la evacuación de ocupantes y se facilite la intervención de los bomberos. Tales exigencias se ven satisfechas mediante la instalación de cables Afumex que por su alta ignifugación y su baja emisión de humos opacos, gases tóxicos y gases corrosivos son el producto adecuado a la normativa. Otros cables tipo RV-K, RV, VV-K, H07V-K, H07V-U... están fuera de las exigencias básicas en caso de incendio. Por tanto con carácter general, donde el riesgo de incendio no sea despreciable se deben emplear cables de alta seguridad tipo Afumex (AS).

21.- Pretender utilizar cables cables resistentes al fuego con conductores de aluminio

En el apartado 4. f. 4º párrafo de la ITC-BT 28 del Reglamento Electrotécnico para BT (RD 842/2002) se fijan las condiciones que han de cumplir los cables para alimentar servicios de seguridad no autónomos o servicios con fuentes autónomas centralizadas (cables resistentes al fuego). Tal y como refleja el citado párrafo deben superar el ensayo de la norma UNE EN 50200 que exige soportar una temperatura de 842 °C durante 120 minutos sin pérdida de la continuidad de suministro. Es decir, sin cortocircuito ni discontinuidad en los conductores.

El aluminio es un metal cuyo punto de fusión se sitúa en torno a los 660 °C, por ello este metal no se emplea como conductor en cables resistentes al fuego. El cobre funde a una temperatura de 1087 °C y es por ello el metal conductor con el que se fabrican los cables con resistencia intrínseca al fuego tipo Afumex Firs (AS+).

Los cables resistentes al fuego de utilización según el REBT superan además otros ensayos de fuego relativos a la resistencia a la propagación del fuego, baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos y se caracterizan por la coloración naranja de su cubierta (recomendable en su norma de diseño UNE 211025) y por incluir en su marcado las siglas (AS+). Los materiales utilizados en aislamiento y cubierta no quedan fijados en la norma de diseño porque se prioriza la funcionalidad del cable por superar los ensayos propios de los cables resistentes al fuego AS+.

22.- Considerar que la sección geométrica de los cables es igual que la sección eléctrica

La norma UNE EN 60228 (Conductores de cables aislados) incluye el concepto de sección nominal como *“valor que identifica una medida particular del conductor pero que no está sujeto a medida directa”*. Añadiendo una nota que dice: *“A cada medida particular de conductor de esta norma corresponde una exigencia de valor máximo de la resistencia”*.

Es decir, nos debe quedar claro que el valor de la sección que todos conocemos (2, 5, 4, 6, 10, etc.) se refiere a un valor máximo de resistencia y no a un valor concreto y medible con un calibre de sección geométrica de conductor. De esta forma la normativa nos asegura lo que realmente nos interesa y es que el cable no va a superar un valor de resistencia eléctrica concreto para cada sección, independientemente de que su cobre o aluminio sea mejor o peor calidad.

Ver apartado K, punto 12 para conocer la correspondencia entre sección eléctrica y resistencia máxima admisible según UNE EN 60228.

23.- Utilizar conductores aislados para tendidos en bandejas

Si miramos la definición 36 del REBT (ITC-BT 01) nos dice textualmente que un conductor aislado es *un conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas*. Cuando un conductor aislado no tiene pantalla por tanto es un conductor eléctrico con un forro que hace de aislamiento, como es el caso de los cables tipo Afumex Plus 750 V (AS) o los Wirepol Flexible.

En la definición 13 de la misma ITC-BT 01 encontramos que una bandeja es un *material de instalación constituido por un perfil, de paredes perforadas o sin perforar, destinado a soportar cables y abierto en su parte superior*.

Si ojeamos la tabla 1 de la ITC-BT 20 veremos que no se acepta el sistema de instalación formado por conductores aislados en bandejas. Tal rechazo es entendible puesto que estaríamos exponiendo sin protección conductores que sólo tienen una capa que los protege, aunque su función principal es aislar. De hecho en esta misma tabla podemos ver que los cables con cubierta si están aceptados para su instalación en bandeja, porque se trata de cables con aislamiento y además una cubierta adicional para protección mecánica (tipo Afumex 1000 V (AS) o Retenax Flex por ejemplo). De esta forma el conductor está protegido contra eventuales agresiones mecánicas que pudiera sufrir.

Con alguna frecuencia se encuentran conductores aislados tendidos en bandejas, especialmente conductores de protección amarillo-verde. Bien es verdad, que es un conductor que normalmente no soporta tensiones peligrosas, pero también es verdad que el REBT en buena lógica no hace ninguna salvedad al respecto de la instalación de conductores aislados en bandejas. Tal utilización tiene una razón práctica ya que, como es sabido, los cables unipolares de más común uso de 0,6/1 kV con aislamiento y cubierta no tienen asignadas diferentes coloraciones, suelen ser verdes si son AS (tipo Afumex 1000 V (AS)) y negros si su cubierta es de PVC (tipo Retenax Flex) y esto hace incómodo identificar la función de cada conductor en tendidos con cables unipolares cuando la elevada sección necesaria no hace aconsejable acudir a cables multipolares por dificultades de tendido.

La GUIA-BT 19 del REBT en su apartado 2.2.4. recomienda identificar estos cables unipolares de 0,6/1 kV mediante medios apropiados como un señalizador o argolla, una etiqueta, etc. en cada extremo del cable. Lo adecuado, ya sabemos, que sería identificar regularmente los cables en todo su trazado (fases, neutro y protección).

24.- Instalar cables apantallados con trenza de cobre cuya cobertura es ilegalmente insuficiente

Actualmente las normas de diseño de los cables de 0,6/1 kV establecen claramente las exigencias mínimas para las diferentes tipologías de pantallas para garantizar una correcta compatibilidad electromagnética.

Cuando elegimos un cable apantallado para nuestra instalación es recomendable comprobar la calidad de la pantalla. Es especialmente frecuente encontrar en el mercado cables de energía para BT con pantallas de trenza de cobre con coberturas escasas del 40%. En este sentido conviene recordar que las normativas actuales exigen ya una cobertura mínima del 60% tanto para los cables tipo Retenax (cubierta de PVC) como los tipo Afumex (AS) o los resistentes al fuego Afumex Firs (AS+).

25.- No emplear cables con cubierta resistente a hidrocarburos en emplazamientos en que es necesario

Existen determinados locales con riesgo de incendio o explosión debido a la presencia de sustancias inflamables. En tales casos la ITC-BT 29 del REBT prevé la utilización de unos sistemas de instalación especiales basados en cables que han de ser siempre no propagadores del incendio y en caso de no instalarse bajo tubo o canal de características especiales deben además ser armados con hilos de acero galvanizado (ver apartado 9.2).

Es muy usual encontrar este tipo de ambientes inflamables en emplazamientos donde se fabrican, procesan, manipulan, tratan, utilizan o almacenan hidrocarburos. Lo que nos lleva a la conclusión de que el cable idóneo para instalar sin protección de canal o tubo especial, deba además ser armado con hilos de acero galvanizado, resistente a hidrocarburos. Tal es el caso del cable Retenax Flam M (RH) de stock, que supera el ensayo UIC 895 OR.

26.- Utilizar cables con armadura de flejes en locales con riesgo de incendio o explosión

En el punto 9.2 de la ITC-BT 29 del REBT se recogen los sistemas de instalación aceptados para locales con riesgo de incendio o explosión.

Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de clase I y clase II serán:

En instalaciones fijas:

- Cables de tensión asignada mínima 450/750V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables; instalados bajo tubo (según 9.3) metálico, rígido o flexible conforme a norma UNE-EN 50086-1.

- Cables contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica, se considera tales:

Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según UNE 21157 parte 1*.

Los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la serie UNE 21.123.

**Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica no son de común fabricación.*

El último párrafo nos dice que si los cables no van a ser protegidos con tubos o canales de propiedades concretas, por ejemplo si se instalan en bandejas o grapados a la pared, deben estar dotados de una armadura de hilos de acero galvanizado (tipo Retenax Flam M (RH), RVMV-K) por lo que excluye otros tipos de armadura como los flejes de acero o aluminio o flejes corrugados.

27.- Emplear cables con armadura de flejes en locales con riesgo de incendio o explosión

El diseño de los cables tipo Varinet es recomendación general del fabricante de variadores de frecuencia, fundamentalmente por la disposición simétrica de los conductores de fase (y el de protección) y porque el conductor concéntrico que hace la función de protección y pantalla de “generosa” sección reduce la emisión electromagnética y ayuda al retorno de corrientes de alta frecuencia.

Además con el tendido de un solo cable el circuito se habrá completado dado que ya no será necesario añadir un conductor de protección por estar destinada la pantalla del Varinet a tal fin. Ahorraremos costes de tendido y espacio en las canalizaciones empleando el cable más adecuado técnicamente.

Cuando la potencia del motor sea baja (hasta secciones de 10 mm² para los conductores) se pueden emplear cables apantallados con trenza de cobre con cobertura mínima del 60% o superior como los Afumex O (AS) o los Retenax O. Es muy importante una buena cobertura de pantalla en el cable, reduciremos las emisiones electromagnéticas de la línea y, por disponer de mayor sección de pantalla, la impedancia de transferencia será reducida. (Las normas de diseño obligan un cobertura mínima del 60%). En este caso el conductor de protección forma también parte del cable de alimentación (3 fases + conductor de protección) pero ya no funciona como pantalla sino que está dispuesto bajo de la cubierta del cable como un conductor más, adyacente a las fases.

28.- Usar cables sin ensayos bajo normas específicas para instalaciones fotovoltaicas

Cuando se ejecuta una instalación fotovoltaica no podemos olvidar la decisiva acción de la intemperie. Existen cables como el P-Sun y el Tecsun especialmente diseñados para soportar altas y bajas temperaturas, la acción solar, la humedad, la acción del ozono, la acción de sustancias químicas (industrias). Además están diseñados para servicios móviles (seguidores), sus conductores son de cobre estañado para resistir la corrosión y todo ensayado bajo norma y certificación garantizados por 30 años.

A la hora de elegir un cable para instalación fotovoltaica no se debe valorar por igual cables con garantías y ensayos rigurosos o cables convencionales o incluso algún cable que sin ser convencional no haya sido adecuadamente testado bajo normas. Rogamos siempre se haga un comparativa de ensayos y garantías del fabricante para decidir el cable que se va a emplear.

K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

1.- Agrupaciones de cables en varias capas en bandejas

Con un ejemplo podemos ver la metodología a seguir para el caso de instalaciones de cables en bandejas en varias capas.

Imaginemos que tenemos una bandeja perforada con 3 capas de 6 cables multiconductores trifásicos cada una. La tabla A.52-3 de la UNE 20460-5-523, ver página 24, sólo nos habla de coeficientes de corrección para una única capa.

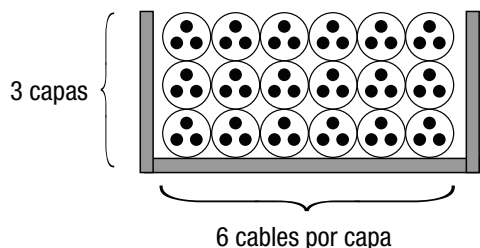


TABLA A. 52-3 (UNE 20460-5-523: nov '04)

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Empotrados o embutidos	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	—	—	—
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	—	—	—
→ 4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	—	—	—
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	—	—	—

Lo más recomendable es utilizar capas únicas en las bandejas, pero a veces se aprovecha la canalización para colocar cables en varios niveles en contacto y conviene saber de qué orden de magnitud se ve afectado el agrupamiento.

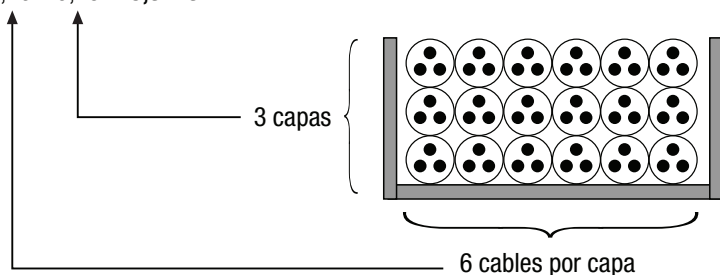
Como se desprende de la tabla, una capa de 6 conductores supone aplicar un coeficiente de corrección de 0,75. Veamos qué coeficiente adicional tenemos que aplicar por tener 2 capas adicionales en contacto.

Recurriendo a la norma francesa NF C 15-100 parte 5-52, que se corresponde con el documento de armonización de Cenelec HD 384-5-523 y la IEC 60364-5-52 al igual que nuestra citada UNE 20460-5-523, vemos que en la tabla 52 O (NF C 15-100 parte 5-52) aparecen los factores de corrección por número de capas de cada sistema de instalación de la tabla A.52-3 nuestra (52N en la norma francesa). La GUIA-BT 19 reproduce actualmente la misma tabla en el apartado 2.2.3.

Número de capas	2	3	4 o 5	6 a 8	9 o más
Coeficiente	0,8	0,73	0,7	0,68	0,66

Lo que en nuestro ejemplo nos lleva al siguiente factor de corrección:

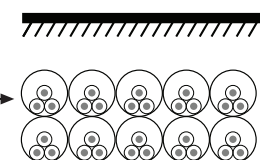
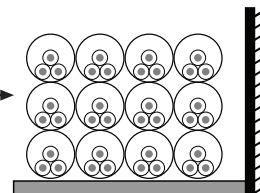
$$F = 0,75 \times 0,73 = 0,5475$$



2.- Agrupaciones de tubos en varias capas

En la norma francesa NF C 15-100 (tablas 52P y 52Q) y en el reglamento portugués (tabla 52-E3, ver a continuación) figuran tablas idénticas, con coeficientes de corrección para agrupación de tubos con conductores al aire, enterrados o embebidos en hormigón en varias capas horizontales. Posteriormente se incorporaron las mismas tablas a la GUIA-BT, pto. 2.2.3. Posteriormente se incorporaron las mismas tablas a la GUIA-BT 19, pto. 2.2.3.

Número de conductos colocados verticalmente	Número de conductos colocados horizontalmente					
	1	2	3	4	5	6
Conductos al aire						
1	—	—	—	—	—	—
2	0,92	0,87	0,84	0,81	0,80	0,79
3	0,85	0,81	0,78	0,76	0,75	0,74
4	0,82	0,78	0,74	0,73	0,72	0,72
5	0,80	0,76	0,72	0,71	0,70	0,70
6	0,79	0,75	0,71	0,70	0,69	0,68
Conductos soterrados o embebidos en hormigón						
1	—	—	—	—	—	—
2	0,87	0,71	0,62	0,57	0,53	0,50
3	0,77	0,62	0,53	0,48	0,45	0,42
4	0,72	0,57	0,48	0,44	0,40	0,38
5	0,68	0,53	0,45	0,40	0,37	0,35
6	0,65	0,50	0,42	0,38	0,35	0,32



En este caso en una sola tabla tenemos el coeficiente apropiado en función del número de circuitos bajo tubo por capa y el número de capas. Hemos eliminado los coeficientes de corrección a aplicar en el caso de capa única porque lo tenemos en la citada tabla Tabla A.52-3 (UNE 20460-5-523: nov '04).

Insistimos en la conveniencia de hacer las canalizaciones con una sola capa de conductos, no obstante en ocasiones las restricciones dimensionales llevan a sistemas de instalación con agrupamientos a los que hay que dar una solución adecuada.

3.- Agrupaciones de varios circuitos bajo un mismo tubo o conducto (tablas de intensidades para el caso particular de cuadros eléctricos)

Sabemos que las normas nos dan los valores de intensidades admisibles cuando hay un circuito en un tubo, canal o conducto en general, pero se suele presentar la duda de que valor de intensidad tomar cuando son 2 o más circuitos los que comparten el mismo tubo o conducto.

Poder dimensionar con cierta seguridad los conductores del interior de los cuadros eléctricos suele ser otro problema por la particularidad de la instalación, (muchos conductores cargados agrupados). En numerosas ocasiones hay agrupamientos de muchos conductores al aire o bajo algún tipo de canalización. Nuestra UNE 20460-5-523 no deja claro que se debe hacer cuando tenemos muchos conductores en una sola canalización o agrupados al aire a modo de un haz o mazo de cables.

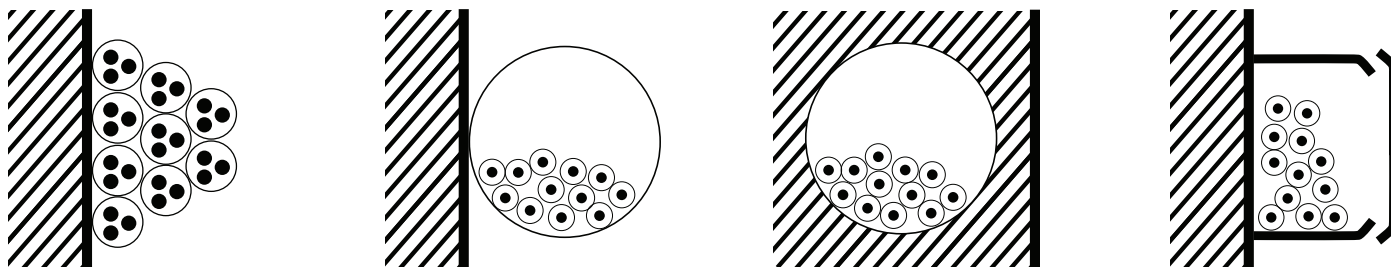
En la tabla A.52-3 sabemos que tenemos coeficientes para agrupamientos pero la terminología utilizada genera muchas dudas sobre todo cuando se refiere a empotrados o embutidos (primera fila).



TABLA A.52-3 (UNE 20460-5-523: nov '04)

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
→ 1	Empotrados o embutidos	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	–	–	–
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	–	–	–
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	–	–	–
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	–	–	–

En alguna bibliografía de interés se explica más detalladamente que para agrupamientos en general de sistemas de instalación tipo A1, A2, B1, B2 y C, es decir todos los sistemas de instalación a excepción de instalaciones enterradas (D) y bandejas (E y F), el coeficiente apropiado es el referido a empotrados o embutidos. Mirando el diccionario, embutido significa ajuste o encajamiento de una cosa dentro de otra.



Con esta explicación ya resulta más fácil poder tener valores para diferentes agrupamientos (mazos de cables) como los que se dan típicamente en el interior de los cuadros eléctricos o en agrupamientos de circuitos bajo canal protectora.

Por ejemplo si tenemos un haz de 36 cables Afumex Paneles de 1,5 agrupados en contacto bajo tubo o conducto en el interior de un cuadro eléctrico, podemos obtener un orden de magnitud bastante razonable del valor de la máxima intensidad admisible que puede circular por ellos.

El coeficiente de agrupamiento para 36 conductores unipolares es equivalente al de 12 circuitos trifásicos, por tanto de la tabla A.52-3 obtenemos 0,45.

El ambiente estándar que se considera para el interior de los cuadros es de 50 °C, con lo que tomando el coeficiente correspondiente de la UNE 20460-5-523 (tabla 52 - D1) tenemos 0,9 (respecto a los 40 °C del estándar al aire).

Tratándose de cables bajo tubo o conducto en el interior de cuadros eléctricos podemos tomar por válido el método de referencia B2. Y por haber considerado circuitos trifásicos termoestables (Afumex Paneles) tenemos XLPE3, que en la tabla de intensidades admisibles A.52-1 bis nos lleva a la columna 7 con una intensidad admisible de 16 A.

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2				PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2						
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

Por tanto la intensidad final máxima admisible en cada conductor del mazo será...

$$I = 16 \times 0,45 \times 0,9 = \mathbf{6,48 \text{ A}}$$
 (ver el valor remarcado en la tabla)

Siguiendo la metodología explicada se han obtenido los valores de las siguientes tablas aplicables a cables instalados en cuadros, termoplásticos y termoestables, al aire y bajo tubo o conducto:

Aplicación de UNE EN 20.460-5-523 (nov. 04)

Cables **termoplásticos** (Afumex Plus, Wirepol Rígido, Wirepol Flexible, Euroflam Energía...)

Bajo un tubo o conducto
(Método B2)

Nº conductores	3	6	9	12	15	18	21	24	27	36	48	60
Coeficiente por temperatura 50 °C	0,82											
Coeficiente por agrupamiento	1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4
1x1,5	10,6	8,5	7,4	7,46	6,4	5,8	5,8	5,3	5,3	4,8	4,2	4,2
1x2,5	14,3	11,4	10	10	8,6	7,8	7,8	7,1	7,1	6,4	5,7	5,7
1x4	18,8	15,0	13,2	13,2	11,3	10,4	10,4	9,4	9,4	8,4	7,5	7,5
1x6	24,6	19,6	17,2	17,2	14,8	13,5	13,5	12,3	12,3	11,1	9,8	9,8
1x10	32,8	26,2	23	23	19,7	18	18	16,4	16,4	14,8	13,1	13,1
1x16	44,2	35,4	31	31	26,6	24,4	24,4	22,1	22,1	19,9	17,7	17,7
1x25	57,4	45,9	40,2	40,2	34,4	31,6	31,6	28,7	28,7	25,8	23	23
1x35	70,5	56,4	49,4	49,4	42,3	38,8	38,8	35,3	35,3	31,7	28,2	28,2

Al aire directamente
(Método C)

Nº conductores	3	6	9	12	15	18	21	24	27	36	48	60
Coeficiente por temperatura 50 °C	0,82											
Coeficiente por agrupamiento	1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4
1x1,5	12,3	9,8	8,6	8,61	7,3	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	4,9	4,9
1x2,5	17,2	13,7	12,1	12,1	10,3	9,4	9,4	8,61	8,61	7,7	6,8	6,8
1x4	22,1	17,7	15,5	15,5	13,3	12,2	12,2	11,1	11,1	9,9	8,8	8,8
1x6	29,5	23,6	20,7	20,7	17,7	16,2	16,2	14,8	14,8	13,3	11,8	11,8
1x10	41	32,8	28,7	28,7	24,6	22,6	22,6	20,5	20,5	18,5	16,4	16,4
1x16	54,1	43,2	37,9	37,9	32,5	29,8	29,8	27,1	27,1	24,4	21,6	21,6
1x25	68,8	55,1	48,2	48,2	41,3	37,9	37,9	34,4	34,4	31	27,6	27,6
1x35	85,2	68,2	59,7	59,7	51,2	46,9	46,9	42,6	42,6	38,4	34,1	34,1

Temperatura ambiente del interior del cuadro: 50° C.

NOTA: Las tablas recogen los valores finales (con los coeficientes indicados ya aplicados).

Cables termoestables (Afumex Paneles, Afumex 1000 V, Retenax Flex...)

Bajo un tubo o conducto
(Método B2)

Nº conductores	3	6	9	12	15	18	21	24	27	36	48	60
Coefficiente por temperatura 50 °C	0,9											
Coefficiente por agrupamiento	1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4
1x1,5	14,4	11,5	10,1	10,1	8,6	7,9	7,9	7,2	7,2	6,4	5,7	5,7
1x2,5	19,8	15,8	13,9	13,9	11,9	10,9	10,9	9,9	9,9	8,9	7,9	7,9
1x4	27	21,6	18,9	18,9	16,2	14,9	14,9	13,5	13,5	12,2	10,8	10,8
1x6	33,3	26,6	23,3	23,3	20	18,3	18,3	16,7	16,7	15	13,3	13,3
1x10	46,8	37,4	32,8	32,8	28,1	25,7	25,7	23,4	23,4	21,1	18,7	18,7
1x16	63	50,4	44,1	44,1	37,8	34,7	34,7	31,5	31,5	28,4	25,2	25,2
1x25	79,2	63,3	55,4	55,4	47,5	43,6	43,6	39,6	39,6	35,6	31,7	31,7
1x35	99	79,2	69,3	69,3	59,4	54,5	54,5	49,5	49,5	44,6	39,6	39,6

Al aire directamente
(Método C)

Nº conductores	3	6	9	12	15	18	21	24	27	36	48	60
Coefficiente por temperatura 50 °C	0,9											
Coefficiente por agrupamiento	1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4
1x1,5	17,1	13,6	12	12	10,3	9,4	9,4	8,5	8,55	7,7	6,8	6,8
1x2,5	23,4	18,7	16,4	16,4	14	12,9	12,9	11,7	11,7	10,5	9,36	9,36
1x4	30,6	24,4	21,4	21,4	18,4	16,8	16,8	15,3	15,3	13,8	12,2	12,2
1x6	39,6	31,6	27,7	27,7	23,8	21,8	21,8	19,8	19,8	17,8	15,8	15,8
1x10	54	43,2	37,8	37,8	32,4	29,7	29,7	27	27	24,3	21,6	21,6
1x16	72,9	58,3	51	51	43,7	40,1	40,1	36,5	36,5	32,8	29,2	29,2
1x25	92,7	74,1	64,9	64,9	55,6	51	51	46,4	46,4	41,7	37,1	37,1
1x35	114,3	91,4	80	80	68,6	62,9	62,9	57,2	57,2	51,4	45,7	45,7

Temperatura ambiente del interior del cuadro: 50° C.

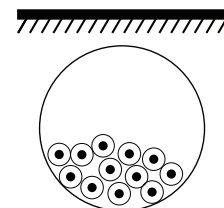
NOTA: Las tablas recogen los valores finales (con los coeficientes indicados ya aplicados).

4. - Agrupación de varios circuitos en un mismo tubo o conducto enterrado

El REBT en su ITC-BT 20 pto. 2.2.3 nos remite a las ITC-BT 07 e ITC-BT 21 para la ejecución de tendidos soterrados. La ITC-BT 07 nos dice expresamente que en tendidos enterrados directamente no se instalará más de un circuito por tubo. No obstante, no debemos olvidar que actualmente las instalaciones soterradas que no son redes de distribución ya están incluidas en la UNE 20460-5-523 (nov. 2004), si a esto añadimos que la ITC-BT 21 en su pto. 1.2.4 incluye una tabla con diámetros de tubos para 6 o más conductores, tenemos algún argumento para justificar el tendido de varios circuitos por una misma canalización enterrada (problema que se suele plantear típicamente el instalador de parques solares fotovoltaicos).

La norma española no contempla expresamente coeficiente de corrección cuando se instalan varios circuitos en un mismo tubo o conducto enterrado pero la tabla 52T de la norma francesa NFC 15-100 nos da los siguientes valores:

Número de circuitos o de cables multiconductores											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	0,71	0,58	0,5	0,45	0,41	0,38	0,35	0,33	0,29	0,25	0,22



No obstante, no recomendamos la instalación de varios circuitos en un mismo tubo o conducto por varias razones:

- 1.- Las interpretaciones legales anteriormente expuestas.
- 2.- A efectos de mantenimiento si hubiera que extraer uno o varios cables resulta extraordinariamente difícil reponerlos cuando en el conducto ya existen otros cables.
- 3.- Como se puede apreciar en la tabla los coeficientes de corrección por agrupamientos son muy exigentes. Con sólo dos circuitos ya hay que descargar un 29 % los cables. Es decir, el calentamiento puede ser elevado si no se aplican coeficientes como los expuestos.

5.- Intensidad máxima para cables de uso provisional enrollados en tambor o bobina

Algunos servicios provisionales se prestan a veces con cables en bobinas de las que no se han desenrollado para no extender todo el cable cuando no es necesario. Lo que siempre es necesario es saber si el cable va a soportar la intensidad que se le va a pedir en esa particular situación.

La norma UNE 22585 de cables eléctricos para minas a cielo abierto contempla una tabla con coeficientes de corrección para cables en tambores. Las intensidades admisibles del cable deben ser multiplicadas por los factores de la siguiente tabla con objeto de reducir convenientemente la sollicitación del cable. Un tambor con cable presenta un mismo circuito arrollado sobre si mismo de forma que hay una serie de vueltas de cable que se "abrazan" dificultando la disipación del calor generado por efecto Joule.

Número de capas	Factor de corrección	Número de capas	Factor de corrección
1	0,76	5	0,36*
2	0,58	6	0,27*
3	0,47	7	0,22*
4	0,40		

*Valores recomendados por Prysmian (no contemplados en la norma UNE 22585)

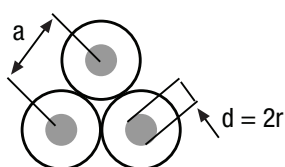
Es importante tener en cuenta lo reducidos que son los coeficientes de corrección lo que denota la importancia de considerarlos.

Conviene no olvidar que la tendencia de calcular la reactancia inductiva por efecto bobina para calcular las caídas de tensión en estos casos es un error dado que los circuitos arrollados monofásicos o trifásicos son circuitos completos y los efectos de cada conductor están compensados entre si con lo que no hay que considerar efecto solenoide.

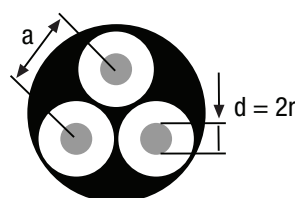
Aconsejamos, siempre que se pueda, desenrollar el cable totalmente.

6. - Cálculo de la reactancia inductiva de circuitos con conductores al tresbolillo o dispuestos en una capa

Conductores al tresbolillo



Tres cables unipolares



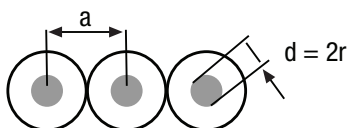
Un cable tripolar

$$\rightarrow L = [4,6 \cdot \log(a/r) + 0,5] \cdot 10^{-4} \text{ [H/km]}$$

En todos los casos la variables son:

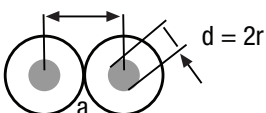
- a = distancia entre ejes de los conductores en mm
- r = radio de conductor en mm

Tres conductores en un mismo plano (cada conductor ha de estar 1/3 de longitud de línea en cada posición: izquierda, centro y derecha)



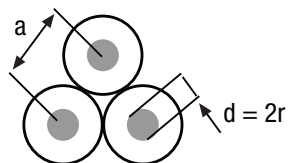
$$\rightarrow L = [4,6 \cdot \log(a/r) + 0,96] \cdot 10^{-4} \text{ [H/km]}$$

Dos conductores en bucle (ida + vuelta)



$$\rightarrow L = [9,2 \cdot \log(a/r) + 1] \cdot 10^{-4} \text{ [H/km]}$$

Ejemplo: si tuviéramos un tendido con 3 cables unipolares de cobre Afumex 1000 V (AS) de 1x95. Tomando los datos necesarios que aparecen en este catálogo:



$$\phi_{\text{ext cable}} \approx 17,9 \text{ mm} = a$$

$$\phi_{\text{conductor}} \approx 15,1 \text{ mm} = 2r \rightarrow r \approx 7,6 \text{ mm}$$

Sustituyendo en la fórmula de cables al tresbolillo:

$$L = [4,6 \times \log(17,9/7,6) + 0,5] \times 10^{-4} = 2,21 \times 10^{-4} \text{ H/km}$$

Y, por tanto, la reactancia inductiva a 50 Hz quedaría:

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \times \pi \times 50 \times 2,21 \times 10^{-4} \approx 0,07 \text{ } \Omega/\text{km} \quad [\omega = 2 \times \pi \cdot f]$$

Éste es el valor que se puede considerar para la reactancia de la línea ya que el efecto capacitivo se suele considerar despreciable en cálculos para BT.

7.- Cálculo de la caída de tensión exacta

Suponemos una línea que alimenta a un receptor trifásico con las siguientes características:

Reactancia de la línea $\rightarrow x \approx 0,07 \text{ } \Omega/\text{km}$ (ver apartado anterior)

Intensidad de corriente $\rightarrow I = 200 \text{ A}$

Tensión entre fases $\rightarrow U = 400 \text{ V}$

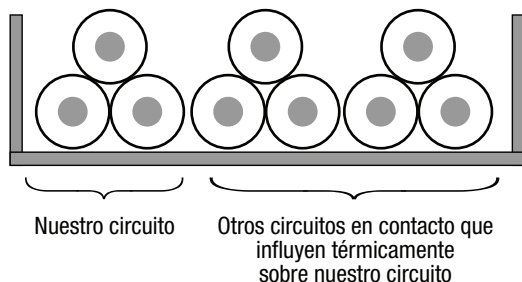
Longitud de la línea $\rightarrow L = 60 \text{ m}$

Coseno de $\varphi \rightarrow \cos \varphi = 0,9$

Cable utilizado Afumex 1000 V (AS) unipolar (RZ1-K) 1 x 95 cobre $\rightarrow$ XLPE3

Sistema de instalación: Bandeja perforada $\rightarrow$ tipo F

Dos circuitos más en contacto $\rightarrow$ coeficiente de corrección 0,87 (ver dibujo)



En la tabla de intensidades admisibles vemos que este cable soporta 271 A, que afectado del coeficiente de corrección por agrupamiento 0,87 nos queda en una intensidad máxima de...

$271 \text{ A} \times 0,87 = 235,77 \text{ A}$ (este valor es la intensidad máxima que puede soportar este cable en la situación en que está instalado, bandeja perforada con dos circuitos en contacto).

Recordando la fórmula de la temperatura del conductor expuesta en el apartado E) de este catálogo:

$$\theta = \theta_0 + (\theta_{\text{máx}} - \theta_0) \cdot (I / I_{\text{máx}})^2$$

– θ : temperatura real estimada en el conductor

– θ_0 : temperatura ambiente (del conductor sin carga) $\rightarrow 40 \text{ } ^\circ\text{C}$ (temperatura estándar ambiente en España)

– $\theta_{\text{máx}}$: temperatura máxima admisible para el conductor según su aislamiento $\rightarrow$ como el cable Afumex 1000 V (AS) es termoestable (ver apartado J, punto 3) $\rightarrow 90 \text{ } ^\circ\text{C}$

– I : intensidad prevista para el conductor $\rightarrow 200 \text{ A}$

– $I_{\text{máx}}$: intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación $\rightarrow 235,77 \text{ A}$ (este valor es el que puede presentar mayores dudas a la hora de ser obtenido. Es el valor de la intensidad máxima admisible en las condiciones de instalación que tenemos)

Sustituyendo:

$$\theta = 40 + (90 - 40) \times (200 / 235,77)^2 = 75,98 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Por tanto la resistividad...

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$$

$$\rho_{75,98} = 1/56 \times [1 + 0,00392 \times (75,98 - 20)] = 0,0218 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow \gamma_{75,98} = 1/0,0218 = 45,87 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

Obsérvese la gran diferencia entre considerar la conductividad a 20 °C ($\gamma = 56$) o a la temperatura real ($\gamma = 45,87$). Por ello siempre que no se haga el cálculo que aquí exponemos debe considerarse el valor más desfavorable ($\gamma = 44$ en caso de cables de cobre con aislamiento termoestable). El error puede llegar a ser de un 28 %. Ver otros valores de γ en el apartado E.

Con el valor de la conductividad a la temperatura real estimada del conductor ya podemos obtener la caída de tensión real:

Tomando la fórmula de cálculo de la sección por caída de tensión (apartado E) despejamos la caída de tensión ΔU :

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \times 10^{-3} \cdot x \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} + 1,732 \times 10^{-3} \cdot x \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times 60 \times 200 \times 0,9}{45,87 \times 95} + 1,732 \times 10^{-3} \times 60 \times 200 \times 0,4359 = 13,35 \text{ V}$$

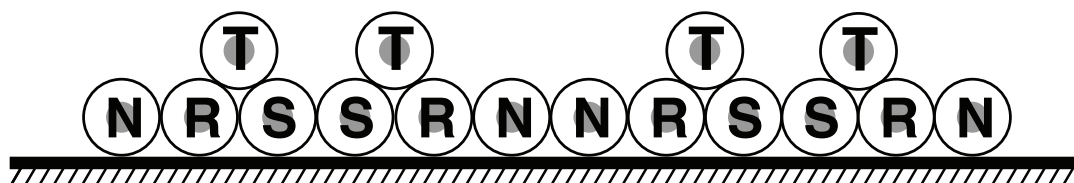
La expresamos porcentualmente:

$$13,35 / 400 \times 100 = 3,34 \%$$

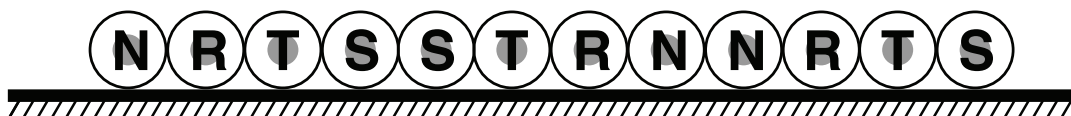
8.- Colocación de neutros cuando la instalación necesita varios conductores por fase.

El criterio para la colocación de los neutros es igual al de las fases, cada grupo de cables debe ser la imagen especular de la adyacente, a saber:

A tresbolillo:



En un solo nivel:



Tal y como nos menciona la UNE 20435 pto. 3.1.2.3. conviene además provisionar un 0,9 de coeficiente de corrección a la hora de calcular la sección por el criterio de la intensidad admisible. En agrupaciones de este tipo siempre se produce un desequilibrio de impedancias.

9.- Tensiones máximas que pueden soportar permanentemente los cables

En general tenemos más o menos claro que los cables tienen una intensidad máxima admisible en régimen permanente y se conocen las tablas en las que deben consultarse los valores para cada sección de cable. Suele haber más dudas sobre la tensión máxima admisible en los cables en régimen permanente.

Es menos necesario saber la tensión máxima porque en general las tensiones nominales son superiores a las tensiones de la instalación pero es conveniente saber que valor tope puede soportar cada cable de forma continua, especialmente en redes de MT o instalaciones fotovoltaicas.

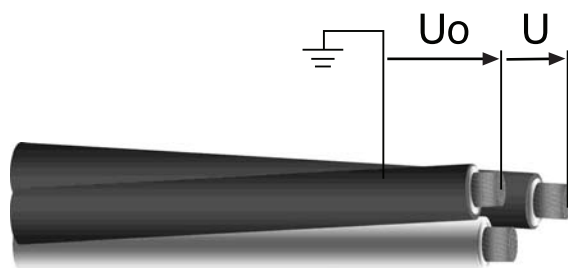
Cables hasta 450/750 V (inclusive)

La norma UNE 21176 (Guía de utilización de cables armonizados de BT) recoge en su punto 5.1 las condiciones límite de tensión para las que han sido diseñados los cables armonizados hasta 450/750 V, es decir, los cables de más común uso, aquellos cuyo diseño corresponde a alguna de las partes de UNE 21031 o UNE 21027.

Nombre del cable	Designación genérica	Tensión nominal U ₀ /U V	Norma de diseño
Wirepol Flexible	H05V-K / H07V-K	300/500 / 450/750	UNE 21031-3
Wirepol Rígido	H05V-U / H07V-U / H07V-R	300/500 / 450/750 / 450/750	UNE 21031-3
Wirepol Gas	H05VV-F	300/500	UNE 21031-5
Euroflam N	H05VV-F	300/500	UNE 21031-5
Flexreme	H07RN-F	450/750	UNE 21027-4
Solda	H01N2-D	100/100	UNE 21027-6
Afumex Paneles Flexible	H07Z-K	450/750	UNE 21027-9
Afumex Paneles Rígido	H07Z-R	450/750	UNE 21027-9
Afumex Expo	H07ZZ-F	450/750	UNE 21027-13

U₀: es el valor **nominal** de tensión eficaz entre un conductor aislado y “tierra” (recubrimiento metálico del cable o el medio circundante)

U: es el valor **nominal** de la tensión eficaz entre dos conductores de fase cualquiera de un cable multiconductor o de un sistema de cables unipolares.



En un sistema de corriente continua, la tensión del sistema no debe sobrepasar 1,5 veces la tensión asignada del cable.

La tensión de servicio en alterna puede exceder permanentemente el 10 %.

Por tanto, teniendo en cuenta lo que nos dice la UNE 21176 los cables de 450/750 V pueden soportar **permanentemente** entre fases $750 \times 1,1 = 825$ V eficaces en alterna y $750 \times 1,5 = 1125$ V eficaces en continua. Y sus tensiones máximas eficaces entre conductor y “tierra” serían $450 \times 1,1 = 495$ V y $450 \times 1,5 = 675$ V.

$U_0/U = 450/750$ V → Máximo 495/825 V en alterna y máximo 675/1125 V en continua

La tabla siguiente recoge los valores máximos admisibles permanentemente de tensión simple (conductor-tierra) y compuesta (entre conductores) tanto en alterna como en continua para los cables hasta 450/750 V comentados anteriormente.

Valores nominales de tensión U ₀ /U (V)	Valores máximos eficaces de tensión alterna (V)	Valores máximos eficaces de tensión continua (V)
100 / 100	110 / 110	150 / 150
300 / 500	330 / 550	450 / 750
450 / 750	495 / 825	675 / 1125

Este criterio es también aplicable al cable “libre de halógenos” de 750 V Afumex Plus (AS) (ES05Z1-K y H07Z1-K) que aun no siendo armonizado recoge en su norma de diseño (UNE 211002) los criterios de tensión máxima explicados anteriormente.

Cables a partir 0,6/1 kV

La norma UNE 20435 nos define los valores nominales en corriente alterna (no se recogen valores de continua) asignados a cables a partir de 1 kV:

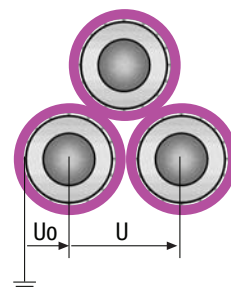
U_0 : Tensión **nominal** eficaz a frecuencia industrial, entre cada conductor y la pantalla o la cubierta, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

U : Tensión **nominal** eficaz a frecuencia industrial, entre dos conductores cualquiera, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

En una red de 12/20 kV tendríamos por tanto que $U_0 = 12$ kV y $U = 20$ kV.

Pero como se subraya en el texto estos valores son nominales, valores de referencia que sirven también para definir los ensayos eléctricos. No quiere decir que sea el valor máximo al que puede trabajar el cable en cuestión, ese valor viene definido por U_m .

U_m : tensión **máxima** eficaz a frecuencia industrial, entre dos conductores cualquiera, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios. Es valor eficaz más elevado de la tensión que puede ser soportado en condiciones normales de explotación, en cualquier instante y en cualquier punto de la red. Excluye las variaciones temporales de tensión debidas a condiciones de defecto o a la supresión brusca de cargas importantes.



La tensión máxima (U_m) en el caso del cable de 12/20 kV es 24 kV.

En la siguiente tabla de la UNE 211435 podemos encontrar los valores de U_m que corresponden a cada valor nominal de U_0/U reproducimos a continuación los valores más frecuentes:

Tensión nominal de cables y accesorios U_0/U kV	Tensión máxima eficaz U_m kV
0,6 / 1	1,2
1,8 / 3	3,6
3,6 / 6	7,2
6 / 10	12
8,7 / 15	17,5
12 / 20	24
15 / 25	30
18 / 30	36
26 / 45	52
36 / 66	72,5

NOTA: se exponen las tensiones máximas admisibles en régimen permanente en los cables de acuerdo con las normas UNE, si bien hay que recordar que por encima de lo que dicen las normas están las exigencias reglamentarias que a veces son más estrictas. Así, no debemos olvidar que la ITC-BT 37 del REBT nos dice que para instalaciones de tensión nominal superior a 500 V de valor eficaz en corriente alterna o 750 V de valor medio aritmético en corriente continua los cables deben tener una tensión nominal no inferior a 0,6/1 kV.

Igualmente para el caso de redes de MT de categoría C la propia UNE 211435 nos exige niveles de tensión superiores a los valores máximos aceptables en régimen permanente en los cables. Por ejemplo una red de 12/20 kV de categoría C debe llevar cable de al menos 15/25 kV.

NOTA: La norma UNE 211435 es una guía para elección de cables hasta 18/30 kV, las tensiones máximas para cables de tensión nominal superior se encuentran en la tabla 2 de la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas de AT (RD 223/2008).

10.- Marcado de los cables para BT

La manera más directa de identificar los cables es su marcado. Mediante dos ejemplos pretendemos aclarar lo que nos dicen los cables en sus cubiertas o aislamientos.

Marcado del cable Afumex Plus de 750 V

PRYSMIAN AFUMEX PLUS H07Z1-K (AS) 1X2,5 mm² TYPE 2 AENOR

Tomamos cada parte de la inscripción:

- **PRYSMIAN**: nombre del fabricante. Es obligatorio o si está legalmente protegido puede figurar el número de identificación del fabricante
- **AFUMEX PLUS**: nombre comercial. Opcional.
- **H07Z1-K**: designación genérica. Es obligatoria. La norma UNE 20434 recoge las designaciones de cables hasta 450/750 V, en ella se pueden encontrar todas las designaciones. No obstante la norma de diseño de cada cable también contempla el nombre genérico que corresponde.

Cada parte de este código tiene una explicación:

- H: cable armonizado según CENELEC
- 07: tensión nominal 450/750 V: es la tensión de referencia por la que se caracteriza el cable y se definen sus ensayos. 450 V es el valor nominal de tensión eficaz entre el conductor y tierra y 750 V el valor nominal de tensión eficaz entre conductores. En corriente alterna la tensión de servicio del cable puede exceder permanentemente un 10 % la nominal (UNE 21176). Es decir el cable Afumex Plus puede dar servicio permanentemente a una tensión de 825 V entre fases (ver punto anterior).
- Z1: aislamiento de mezcla termoplástica a base de poliolefina, con baja emisión de gases corrosivos y humos.
- -K: flexible para instalaciones fijas (clase 5 según UNE EN 60228).
- **(AS)**: indica que es un cable de alta seguridad. Esta marca es obligatoria desde 2004 para este tipo de cables. Denota su especial comportamiento frente al fuego (no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos y baja emisión de gases tóxicos y corrosivos) (ver apartado L).
- 1x2,5 mm²: sección nominal del conductor. Aunque resulte paradójico no es obligatorio por norma su marcado en cables de 450/750 V sin cubierta. Indica la sección nominal del cable, esta sección no está sujeta medida directa sino a unos valores máximos de resistencia indicados en la UNE EN 60228, es decir 2,5 mm² no coincidirá a buen seguro con el valor obtenido a partir de las mediciones de un calibre.
- **TYPE 2**: inscripción obligatoria para este tipo de cables (UNE 211002)
- AENOR: es opcional y se inscribe cuando el cable está certificado por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).

En resumen, generalmente el fabricante suele incluir en la inscripción datos que considera relevantes o aclaratorios para el instalador, no obstante el mínimo obligatorio para el cable que nos ocupa sería:

PRYSMIAN H07Z1-K (AS) TYPE 2

Marcado del cable Afumex 1000 V



Igualmente comentamos la inscripción por partes:

PRYSMIAN: nombre del fabricante, obligatorio, o marca registrada a proteger legalmente con el que el fabricante puede ser identificado.

- **AFUMEX 1000 V**: nombre comercial del cable. Opcional igual que en el caso anterior.
- **RZ1-K**: designación genérica del cable que es prescriptivo aparezca en la cubierta siempre. Las diferentes capas de los cables se nombran siempre de dentro a fuera y su significado es:
 - R: aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).
 - Z1: cubierta de poliolefinas con baja emisión de gases corrosivos y humos.
 - -K: flexible para instalaciones fijas. Clase 5 según UNE EN 60228.
- **(AS)**: Cable de alta seguridad. Marcado obligatorio con el mismo criterio que el apartado anterior.
- **0,6/1 kV**: tensión nominal de 600 V entre un conductor y tierra y 1000 V entre conductores. Valor máximo eficaz en corriente alterna de 1200 V en servicio permanente (UNE 20435). También prescrito su marcaje en la norma de diseño del cable.
- **UNE 21123-4**: norma de diseño del cable. No obligatorio.
- **3G1,5**: número de conductores (3) y sección 1,5 mm². Cuando uno de los conductores en amarillo/verde se utiliza la letra G (Ground = tierra) cuando no hay amarillo/verde se utiliza el símbolo “x”. En este caso la norma, al contrario que en el caso anterior, si exige esta inscripción.
- **AENOR**: indica que el cable está certificado por AENOR. Su indicación es un plus de aseguramiento de calidad por una entidad externa que refleja el fabricante en el producto, pero no se pide en la norma su inscripción en la cubierta del cable.
- **2013**: año de fabricación. La norma habla de indicar al menos las dos últimas cifras del año de fabricación.
- **1236 m**: metraje del cable. Con objeto de facilitar el trabajo del instalador, algunos fabricantes marcamos metro a metro el cable, de esta forma no es necesario hacer medidas, simplemente basta con observar la numeración.

Por tanto la inscripción mínima obligatoria para el Cable Afumex 1000 V (AS) sería como sigue:

PRYSMIAN RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3G1,5 13

11.- Emisiones de CO₂ por kg de cable fabricado

FACEL, Asociación Española de Fabricantes de Cables y Conductores Eléctricos y de Fibra Óptica tiene publicada una tabla con los valores de emisiones de CO₂ por kg de cable fabricado.

Ver ejemplos de cálculos ecológicos en apartados O y P.

12.- Intensidades admisibles y caídas de tensión para líneas de corriente continua

Para cálculos de sección de conductor en corriente continua la tabla de intensidades admisibles es la misma que para cálculos en alterna monofásica (PVC2 o XLPE2 según se trate de cables termoplásticos o termoestables, ver página 23).

La norma UNE 20460-5-523 (2004) de intensidades admisibles nos lo dice en la nota 1 de su apartado 523.8.2 textualmente: *Las intensidades admisibles indicadas en las tablas son las de los tipos de conductores aislados y cables y métodos de instalación corrientemente utilizados en las instalaciones eléctricas fijas. Las intensidades admisibles tabuladas se refieren a un funcionamiento permanente (factor de carga 100 %) en corriente continua o en corriente alterna de frecuencia nominal 50 o 60 Hz.*

Por tanto a efectos de cálculos de sección en BT por el criterio de la intensidad admisible en corriente continua debemos operar igual que se hace con líneas de corriente alterna monofásica a 50 o 60 Hz con $\cos \varnothing = 1$.

El valor de la resistencia de conductor en continua es ligeramente inferior a sus valores alterna a 50 o 60 Hz, lo que hace que igualmente los cálculos de caída de tensión no supongan variaciones muy relevantes si la reactancia se considera nula en alterna porque la sección solución no sea grande (algunos criterios consideran la reactancia a partir de 120 mm²) ya que en continua la reactancia siempre es nula.

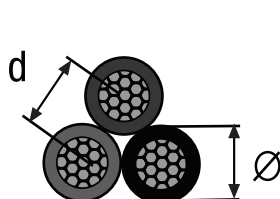
13.- Valores de resistencia de conductor a diferentes temperaturas

La norma UNE EN 60228 contempla las resistencias de los conductores eléctricos a 20 °C y en corriente continua teniendo en cuenta la clase de conductor: clase 1 (rígido de hilo único), clase 2 (rígido de varios hilos), clase 5 (flexible) y clase 6 (conocido coloquialmente como extraflexible).

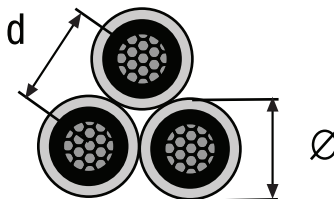
Los valores de resistencia de los conductores eléctricos son útiles para el cálculo de potencia disipada en las líneas dado que como sabemos la expresión $P = RI^2$ expresa la pérdida de potencia por efecto Joule en un conductor. También sabemos que para el cálculo del poder de corte de las protecciones se emplean normalmente valores de resistencia a 20 °C y para conocer las máximas pérdidas posibles por calentamiento (efecto Joule) se emplean los valores de la citada resistencia a la máxima temperatura admisible en el conductor (70 °C para cables termoplásticos y 90 °C para cables termoestables).

Bien es sabido y comentado en este catálogo que la resistencia eléctrica aumenta con la temperatura y esto afecta a los cálculos. Tomando los datos de partida de la citada norma UNE EN 60228 se pueden obtener valores de resistencias a otras temperaturas y en corriente alterna aplicando los criterios de cálculo de la norma UNE 21144, teniendo en cuenta la posición de los cables y afectando los cálculos del efecto piel y proximidad.

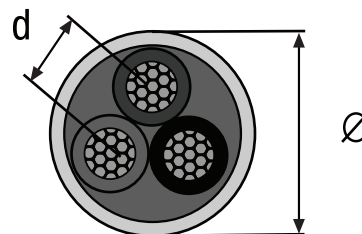
Debemos recordar que la distancia entre conductores eléctricos en contacto depende de si se trata de conductor aislado o no y en caso de ser cable (con aislamiento y cubierta) si se trata de cables unipolares o multipolares.



Conductores aislados
Como Afumex Plus 750 V (AS)
o Wirepol Flexible → $d = \varnothing$
 d = diámetro de conductor +
2 x espesor de aislamiento =
diámetro exterior ($\varnothing$)



Cables unipolares (con aislamiento
y cubierta) como Afumex 1000 V (AS)
o Retenax Flex de 1x... → $d = \varnothing$
 d = diámetro de conductor + 2 x espesor
de aislamiento + 2 x espesor de cu-
bierta = diámetro exterior ($\varnothing$)



Cables multipolares (con
aislamiento y cubierta) como Afumex 1000 V (AS)
o Retenax Flex de 2x, 3x, 3G, 4x, 4G, 5G... → $d \neq \varnothing$
 d = diámetro de conductor +
2 x espesor de aislamiento $\neq \varnothing$

Las tablas siguientes suponen disposición de conductores al tresbolillo en un tendido trifásico. Ligeras variaciones de estos valores se producirían para otra disposición de conductores muy próximos (por ejemplo tres unipolares en un plano en trifásica o dos conductores muy próximos en monofásica sea cable bipolar o dos cables unipolares en contacto).

Sección	Cobre (rígido, clase 1)				Cobre (rígido, clase 2)			
	Diámetro máximo de conductor*	Resistencia (cc, 20 °C)*	Resistencia (ca, 70 °C)	Resistencia (ca, 90 °C)	Diámetro máximo de conductor*	Resistencia (cc, 20 °C)*	Resistencia (ca, 70 °C)	Resistencia (ca, 90 °C)
	mm	Ω/km	Ω/km	Ω/km	mm	Ω/km	Ω/km	Ω/km
0,5	0,9	36	43,07	45,9	1,1	36		
0,75	1	24,5	29,31	31,24	1,2	24,5		
1	1,2	18,1	21,66	23,08	1,4	18,1		
1,5	1,5	12,1	14,48	15,43	1,7	12,1		
2,5	1,9	7,41	8,87	9,45	2,2	7,41		
4	2,4	4,61	5,52	5,88	2,7	4,61		
6	2,9	3,08			3,3	3,08	3,69	3,93
10	3,7	1,83			4,2	1,83	2,19	2,33
16	4,6	1,15			5,3	1,15	1,38	1,47
25	5,7	0,727			6,6	0,727	0,87	0,927
35	6,7	0,524			7,9	0,524	0,627	0,669
50	7,8	0,387			9,1	0,387	0,464	0,494
70	9,4	0,268			11	0,268	0,321	0,343
95	11	0,193			12,9	0,193	0,232	0,247
120	12,4	0,153			14,5	0,153	0,185	0,197
150	15,4	0,124			16,2	0,124	0,151	0,16
185	17,6	0,101			18	0,0991	0,121	0,129
240	19,8	0,0775			20,6	0,0754	0,094	0,099
300	22,2	0,062			23,1	0,0601	0,076	0,081

*Valores obtenidos directamente de UNE EN 60228

Con fondo gris figuran valores que no son de aplicación a los cables rígidos que se comercializan normalmente. Es decir, los conductores rígidos son de clase 1 (hilo único) hasta 4 mm² y de clase 2 (varios hilos) desde 6 mm² inclusive.

Sección	Cobre (flexible, clases 5 o 6)			
	Diámetro máximo de conductor*	Resistencia (cc, 20 °C)*	Resistencia (ca, 70 °C)	Resistencia (ca, 90 °C)
	mm	Ω/km	Ω/km	Ω/km
0,5	1,1	39	46,66	49,73
0,75	1,3	26	31,11	33,15
1	1,5	19,5	23,33	24,86
1,5	1,8	13,3	15,91	16,96
2,5	2,4	7,98	9,55	10,18
4	3	4,95	5,92	6,31
6	3,9	3,3	3,95	4,21
10	5,1	1,91	2,29	2,44
16	6,3	1,21	1,48	1,54
25	7,8	0,78	0,934	0,995
35	9,2	0,554	0,663	0,707
50	11	0,386	0,463	0,493
70	13,1	0,272	0,326	0,348
95	15,1	0,206	0,248	0,264
120	17	0,161	0,195	0,207
150	19	0,129	0,157	0,167
185	21	0,106	0,13	0,138
240	24	0,0801	0,1	0,106
300	27	0,0641	0,082	0,086

*Valores obtenidos directamente de UNE EN 60228

Sección	Aluminio (rígido, clase 2)			
	Diámetro mínimo de conductor*	Diámetro máximo de conductor*	Resistencia (cc, 20 °C)*	Resistencia (ca, 90 °C)
	mm	mm	Ω/km	Ω/km
10	3,6	4	3,08	3,95
16	4,6	5,2	1,91	2,45
25	5,6	6,5	1,2	1,54
35	6,6	7,5	0,868	1,11
50	7,7	8,6	0,641	0,822
70	9,3	10,2	0,443	0,569
95	11	12	0,32	0,411
120	12,3	13,5	0,253	0,325
150	13,7	15	0,206	0,265
185	15,3	16,8	0,164	0,212
240	17,6	19,2	0,125	0,162
300	19,7	21,6	0,1	0,131
400	22,3	24,6	0,0778	
500	25,3	27,6	0,0605	
630	28,7	32,5	0,0469	

*Valores obtenidos directamente de UNE EN 60228

Los cables de aluminio normalmente comercializados son rígidos de clase 2 y con secciones iguales o mayores de 10 mm².

Los valores de resistencia a 70 y 90 °C expuestos en este apartado están calculados para unas distancias entre conductores que pueden variar mínimamente en función del espesor de aislamiento y/o de cubierta.

El apartado O está dedicado a un ejemplo en el que, entre otros cálculos, se obtiene de forma más simplificada pero aceptablemente exacta para corriente alterna a 50 o 60 Hz (sin considerar efecto piel ni proximidad) la resistencia de un conductor a cualquier temperatura que se encuentre debido a la intensidad de corriente que lo recorre y a las condiciones de instalación.

En este apartado se han reflejado también los valores de diámetro máximo de conductor, útiles para cálculos de resistencia afectando el efecto piel y proximidad y para cálculos de reactancias inductivas (ver apartado K, punto 6).

Ejemplo de aplicación 1

Calcular las pérdidas por calentamiento en una línea trifásica equilibrada de 83 m realizada con cables unipolares de aluminio Al Voltalene Flamex (S) de 1x50 mm² por la que circulan 116 A de intensidad de línea.

Como sabemos que la potencia perdida en una línea por efecto Joule (calentamiento) responde a la expresión $P = RI^2$ (siendo P la potencia en W, cuando la resistencia R, al tratarse de una línea trifásica debemos lógicamente multiplicar por 3 ($P = 3 RI^2$) y tenemos el valor de I, sólo tenemos que buscar en la tabla correspondiente el valor de R a 90 °C para cable de 50 mm² de aluminio → $R = 0,822 \Omega/\text{km}$ (al multiplicarlo por la longitud de la línea en km obtendremos el valor de la resistencia en Ω).

$$P = 3RI^2 = 3 \times 0,822 \Omega/\text{km} \times 0,083 \text{ km} \times 116^2 \text{ A}^2 = 2754 \text{ W} \approx 2,75 \text{ kW}$$

Si queremos saber la energía perdida en kWh durante 8 horas por ejemplo no hay más que multiplicar la potencia en kW por el tiempo en h:

$$E = Pt = 2,75 \text{ kW} \times 8 \text{ h} = 22 \text{ kWh}$$

Y si queremos saber cuanto nos cuesta lo que perdemos en la línea, simplemente habrá que multiplicar la energía en kWh por la tarifa en €/kWh:

Supongamos una tarifa de 0,11 €/kWh

Coste = 22 kWh x 0,11 €/kWh = 2,42 € (en sólo 8 h)

Se puede observar que sobredimensionar los cables cuando por cálculo domina el criterio de la intensidad máxima, no es nada a despreciar, 2,75 kW de pérdidas en una línea de menos de 100 m es una potencia perdida considerable que vamos a tener que asumir en forma de coste y además se trata de un peaje que sin ser energía útil para los receptores también provoca emisiones al medio ambiente. Se recomienda, en general, considerar el aumento de sección lo que conlleva una reducción de la resistencia.

Ejemplo de aplicación 2

Se desea conocer las pérdidas por calentamiento de una línea monofásica de 28 m realizada con cable Afumex 1000 V (AS) de 3G16 (cable de cobre flexible, clase 5) por la que circulan 94 A.

Al tratarse de tendido monofásico la potencia perdida será:

$$P = 2RI^2 = 2 \times 1,54 \, \Omega/\text{km} \times 0,028 \, \text{km} \times 94^2 \, \text{A}^2 = 762 \, \text{W} \approx 0,76 \, \text{kW}$$

Hemos tomado de nuevo el valor a máxima temperatura de la resistencia. Para obtener el valor de resistencia a la temperatura real del cable ver ejemplo del apartado K, punto 7 del catálogo. El resultado no diferirá mucho del obtenido.

Para este caso si entendemos que el cable estaba instalado en bandeja perforada, la temperatura estándar al aire es de 40 °C y a esto debemos añadir el calentamiento del cable por efecto Joule que aumenta la resistencia, es decir, el cable estará cerca del valor de 90 °C. Para que esto no sea así, debe dominar el criterio de la caída de tensión o del cortocircuito en nuestros cálculos (y en ese caso el cable se calentará menos, ya que por el criterio de la intensidad máxima la sección será holgada).

Veamos si hubiéramos supuesto 70 °C en el conductor que valor obtendríamos:

$$P = 2RI^2 = 2 \times 1,48 \, \Omega/\text{km} \times 0,028 \, \text{km} \times 94^2 \, \text{A}^2 = 732 \, \text{W} \approx 0,73 \, \text{kW}$$

Muy similar al anterior resultado con la resistencia a 90 °C.

14.- Programa PrysmiTool para cálculo de secciones según el REBT

PrysmiTool es una completa herramienta para calcular secciones de conductor en BT. Con un diseño amigable y totalmente gratuito, ayuda a elegir el sistema de instalación y cable apropiado y a calcular su sección teniendo en cuenta todos los criterios de la normativa.

El programa PrysmiTool para cálculo de secciones y elección de cables está diseñado siguiendo el REBT 2002 y por tanto la norma UNE 20460-5-523 (2004). La idea fundamental es facilitar al usuario la sección de conductor adecuada a sus necesidades y el tipo de cable y sistema de instalación aceptado en el emplazamiento de la instalación. Por ello, el programa solicita primeramente la **ITC-BT** objeto del cálculo (vivienda, local de pública concurrencia, alumbrado, red de distribución...) una vez elegida sólo mostrará los **sistemas de instalación** aceptados en esa ITC-BT y concretado el sistema de instalación se mostrará la lista de **cables** admitidos para la ITC-BT y el sistema de instalación elegidos. Con estos datos ya sólo se necesita introducir los **valores cuantitativos** de la línea (intensidad o potencia, tensión, longitud, caída de tensión, temperatura del entorno, circuitos adyacentes ...) para obtener el resultado.

El programa está pensado para hacer posible la fácil comprobación de los resultados manualmente dado que en la pantalla final y el informe imprimible (ver página siguiente) se reflejan todos los detalles que han sido tenidos en cuenta (coeficientes, tipo de instalación, ITC-BT, valores introducidos...) para obtener el resultado.

Desde Prysmian le invitamos a que se descargue el programa PrysmiTool en www.prysmian.es y compruebe como le puede ayudar esta nueva herramienta.

RESULTADOS DEL CÁLCULO SEGÚN RBT (R.D. 842/2002)
TIPO DE CABLE PROPUESTO

Afumex 1000 V (AS) (Cable de 1000 V AS)

Naturaleza del conductor: Cobre (Cu)
 Aislamiento del cable: XLPE
 Tensión nominal del cable: 1000 V
 Temp. máxima conductor: 90°C
 Composición del cable: Conductores aislados o cables unipolares

TIPO DE INSTALACIÓN

ITC-BT 28 Locales de pública concurrencia / En bandejas (sin tubo o conducto) / Perforadas, rejilla (F)

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Intensidad de corriente: 481.13 A	Tipo de corriente: Alterna Trifásica
Potencia activa: 300.00 kW	Tensión: 400 V
Potencia aparente: 333.33 kVA	Intensidad cortocircuito: 60.00 kA
Cos ϕ: 0.9	Tiempo disparo protecciones: 0.5 s
Rendimiento (motores): --	% caída de tensión: 5.0 %
Coef. tipo instalación: 1 (otros)	Caída de tensión: 20.0 V
Coef. tipo de receptor: 1 (otros)	Longitud de la línea: 130 m
Otro coeficiente: 1.00	Reactancia: 0.10 Ω /km
Temperatura Ambiente: 45 °C (0.96)	Tipo instalación bandejas: Perforadas
Expuesto al sol: NO (1.00)	nº de bandejas: 3
nº circuitos adicionales: --	nº circuitos adicionales: 2 (0.78)
	Separación circuitos: En contacto
	nº de capas: 2 (0.80)

RESULTADO CÁLCULO

Sección por intensidad: 150 mm²
 Número de conductores por fase: 2
 Intensidad máxima admisible del circuito: 484.02 A
 Factor de corrección por agrupación final: 0.62

Sección por cortocircuito: 300 mm²
 Número de conductores por fase: 1

Sección por caída de tensión: 150 mm²
 Número de conductores por fase: 1

SOLUCIÓN

Sección recomendada: 150 mm²
Número de conductores por fase: 2

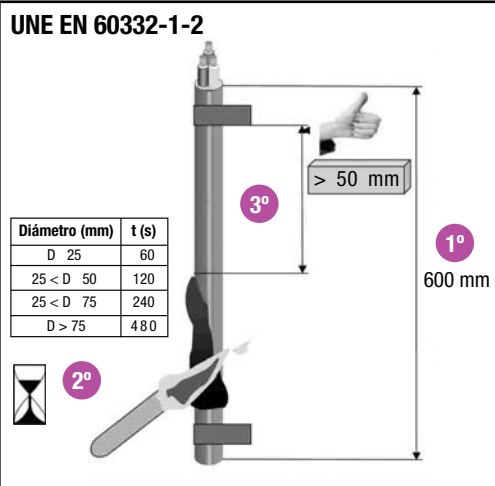
NOTA: este cálculo ha sido realizado según los criterios del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002) y sus instrucciones técnicas complementarias. Prysmian Cables y Sistemas no se responsabiliza del uso que se haga de los cálculos descritos en este informe.

El informe imprimible del programa PrysmiTool recoge todos los datos del cálculo.

L) ENSAYOS DE FUEGO



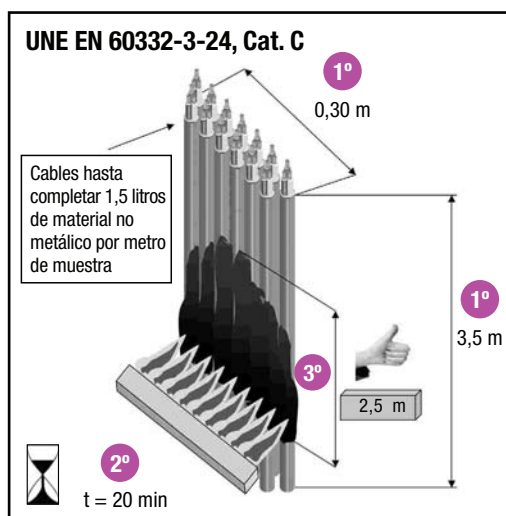
NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA



El ensayo de no propagación de la llama (UNE EN 60332-1-2) consiste en comprobar la ignifugación de una muestra única de cable en posición vertical. En función del diámetro exterior del cable se aplica la llama entre 1 y 8 minutos. El ensayo se considera superado si el cable no es afectado por el fuego más allá de los 5 últimos cm. Además se limita también la propagación hacia abajo del fuego.



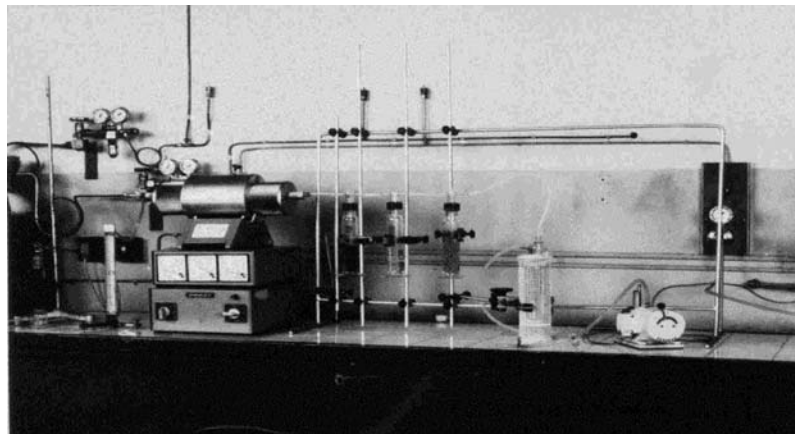
NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO



Los cables suelen agruparse en las canalizaciones lo que lleva a la necesidad de comprobar el comportamiento frente al fuego en grupo. En el ensayo de no propagación del incendio (UNE EN 60332-3-24 [categoría C]) se agrupan muestras de 3,5 m de una determinada sección hasta completar 1,5 litros de material no metálico por metro de muestra. Se someten a la acción de las llamas durante 20 minutos y si la longitud final afectada por el fuego es menor de 2,5 m se considera el ensayo superado



LIBRE DE HALÓGENOS Y NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS



Con estos dos test similares se demuestra que el cable ensayado es libre de halógenos (no emite HCl ni otros compuestos halogenados en su combustión) y los gases emitidos son de nula corrosividad con objeto de proteger a las personas y los bienes en caso de incendio.

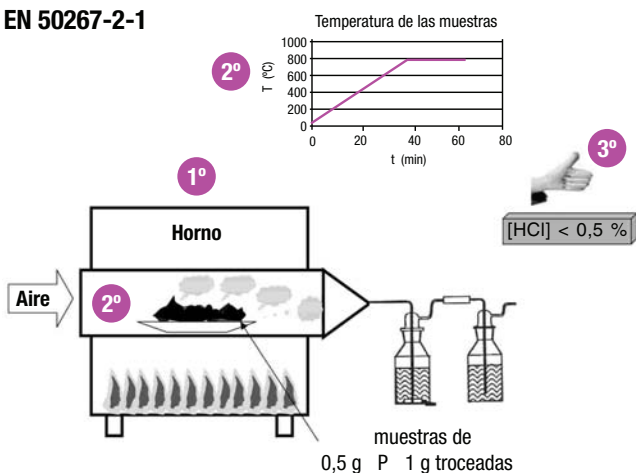
Los ensayos se realizan quemando muestras muy troceadas de material combustible del cable en un horno con temperaturas entre 800 y 900 grados y analizando los gases emitidos con unos frascos lavadores.

Los ensayos de las normas UNE EN 50267-2-1 y UNE EN 50267-2-2 nos confirman que el cable es libre de halógenos y sus productos de combustión son de nula corrosividad.

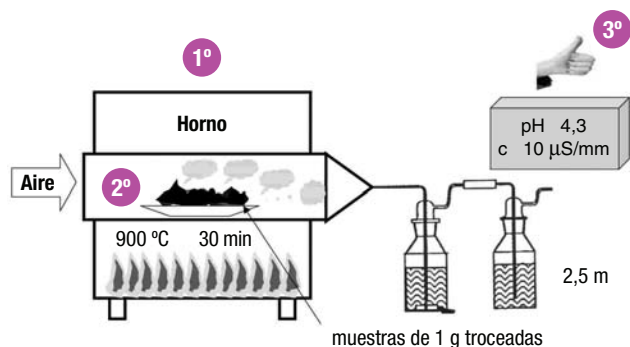
El pH de los gases emanados es mayor o igual que 4,3 y la conductividad de los mismos es menor o igual a 10 microsiemens por milímetro (UNE EN 50267-2-2). Es una medida indicativa indirecta de la ausencia de halógenos.

Con las prescripciones de la norma UNE EN 50267-2-1 detectamos además una concentración inferior al 0,5 % de HCl.

UNE EN 50267-2-1

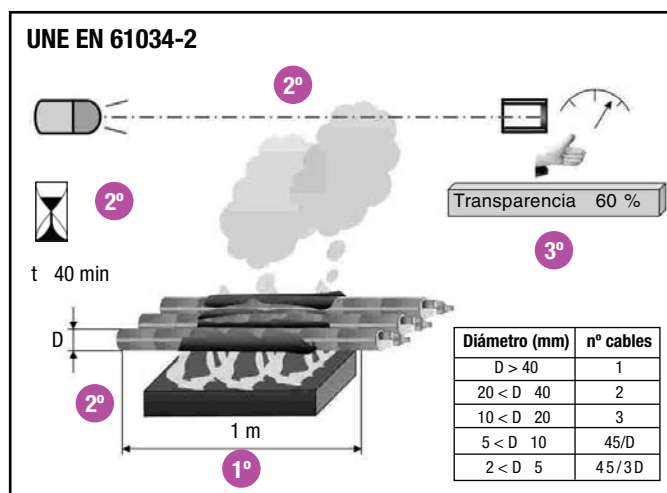


UNE EN 50267-2-2





BAJA EMISIÓN DE HUMOS OPACOS

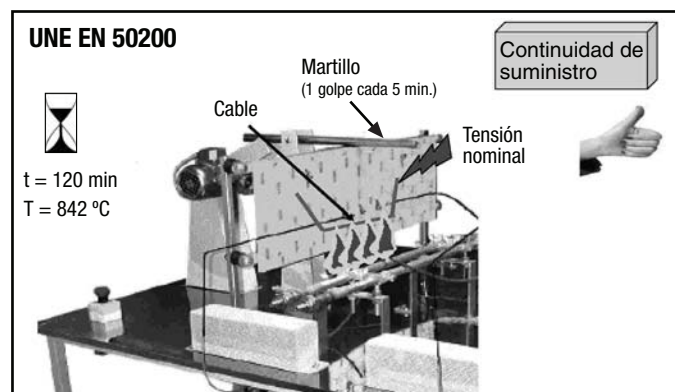


La opacidad de los humos producidos en los incendios es un importante factor a tener en cuenta, cuando los ocupantes de un emplazamiento afectado por el fuego, deben evacuarlo en los primeros instantes, incluso cuando algunos minutos más tarde los equipos de extinción y rescate han de actuar en el local siniestrado.

Para el ensayo de baja opacidad de humos (UNE EN 61034-2) se utiliza una cabina de $3 \times 3 \times 3 \text{ m}^3$ en la que se queman muestras de 1 m de cable. El número de muestras depende del diámetro exterior (ver dibujo). Se considera el ensayo finalizado cuando no haya decremento en la transmitancia de luz durante cinco minutos, después de que la fuente de fuego se haya extinguido o cuando la duración del ensayo alcance los 40 minutos.



RESISTENCIA AL FUEGO



La resistencia al fuego trata de poner de manifiesto la aptitud del cable para dar servicio en condiciones extremas de un incendio. Los cables resistentes al fuego están destinados a aquellos servicios que se pretende no dejen de funcionar en un eventual siniestro con fuego (servicios de seguridad, servicios indispensables...).

El ensayo UNE EN 50200 consiste en someter una muestra de cable a 842 °C durante 120 minutos. El test se considera superado si no tiene lugar ni rotura de conductores ni contacto entre los mismos.

Para aproximar al máximo el ensayo a las condiciones reales más desfavorables, durante el ensayo el equipo que sujeta el cable es sometido a un golpe de martillo cada 5 minutos (con la vibración se desprenden las cenizas).

Como se observa en el dibujo, el cable se ensaya doblado para simular la sollicitación mecánica del mismo en las curvas del tendido. Es más fácil un cortocircuito en las zonas de curvado cuando el fuego ataca la canalización.

NOTA: si se requiere se pueden realizar otros ensayos o variantes de los expuestos.

NORMATIVA DE ENSAYOS DE FUEGO

Nuevo CENELEC		Sustituye a:		IEC de referencia
UNE EN 60332-1-1: 2005 Métodos de ensayo comunes para cables bajo condiciones de fuego. Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. - Parte 1: Equipo.	 UNE EN 60332-1-2	—	UNE EN 50265-1	IEC 60332-1-1
UNE EN 60332-1-2: 2005 Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Llama premezclada de 1 kW.		—	UNE EN 50265-2-1	IEC 60332-1-2
UNE EN 60332-1-3: 2005 Parte 1: Procedimientos. Determinación de las partículas/gotas inflamadas.		—	—	IEC 60332-1-3
UNE EN 60332-2-1: 2005 Métodos de ensayo comunes para cables bajo condiciones de fuego. Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable de pequeña sección. - Parte 1: Equipo		—	—	IEC 60332-2-1
UNE EN 60332-2-2: 2005 Parte 2: Procedimientos. Sección 2: Llama de difusión.		—	UNE EN 50265-2-2	IEC 60332-2-2
UNE EN 60332-3-10: 2009 Ensayo de cables eléctricos sometidos al fuego. Ensayo de cables colocados en capas. - Parte 1: Equipo.	 UNE EN 60332-3-24	HD 405.3	UNE EN 50266-1	IEC 60332-3-10
UNE EN 60332-3-21: 2000 Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Categoría A F/R.		HD 405.3	UNE EN 50266-2-1	IEC 60332-3-21
UNE EN 60332-3-22: 2000 Parte 2: Procedimientos. Sección 2: Categoría A.		HD 405.3	UNE EN 50266-2-2	IEC 60332-3-22
UNE EN 60332-3-23: 2000 Parte 2: Procedimientos. Sección 3: Categoría B.		HD 405.3	UNE EN 50266-2-3	IEC 60332-3-23
UNE EN 60332-3-24: 2000 Parte 2: Procedimientos. Sección 4: Categoría C.		HD 405.3	UNE EN 50266-2-4	IEC 60332-3-24
UNE EN 60332-3-25: 2000 Parte 2: Procedimientos. Sección 5: Categoría D.		HD 405.3	UNE EN 50266-2-5	IEC 60332-3-25
UNE EN 50267-1:1999 Métodos de ensayo comunes a los cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. - Parte 1: Equipo.	 UNE EN 50267-2-1 [HCl 0,5%]  UNE EN 50267-2-2  UNE EN 50267-2-1 [HCl 14%]	HD 602	UNE 21147-2	—
UNE EN 50267-2-1:1999 Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.		—	UNE 21147-1	IEC 60754-1
UNE EN 50267-2-2:1999 Parte 2: Procedimientos. Sección 2: Determinación de grado de acidez de gases de los materiales por medida del pH y la conductividad.		—	—	—
UNE EN 50267-2-3:1999 Parte 2: Procedimientos. Sección 3: Determinación del grado de acidez de los gases de los cables a partir de la medida de la media ponderada del pH y de la conductividad.		HD 602	UNE 21147-2	IEC 60754-2 + A1
UNE EN 61034-1: 2005 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medición de la densidad de humos de cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo.	 UNE EN 61034-2	—	UNE EN 50268-1	IEC 61034-1
UNE EN 61034-2: 2005 Parte 2: Procedimiento de ensayo.		—	UNE EN 50268-2	IEC 61034-2
UNE EN 50200: 2007 Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia.	 UNE EN 50200	—	UNE 20431 (en parte)	IEC 60331
UNE EN 50362: 2003 Método ensayo de la resistencia al fuego de los cables de transmisión de datos y energía, sin protección, para uso en circuitos de emergencia (diámetro superior a 20 mm).		—	UNE 20431 (en parte)	IEC 60331

M) NUEVO CABLE DE ALUMINIO PARA BT AL VOLTALENE FLAMEX (S) —————

CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL AL VOLTALENE N (AL RV)

El nuevo cable Al Voltalene Flamex (S), con designación genérica AL XZ1 (S), viene a mejorar las características mecánicas y de comportamiento frente al fuego del cable de aluminio de BT (Al Voltalene N), que ha dejado de fabricarse en favor del primero (AL XZ1 (S)).

MEJORAS SUSTANCIALES DE COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO

- Se mantiene la resistencia a la propagación de la llama según UNE EN 60332-1-2
- Se mejoran las características relativas a la emisión de humos:
 - Reducida emisión de humos opacos (supera el ensayo de opacidad de humos de UNE EN 61034-2)
 - Nula emisión de gases ácidos y corrosivos (UNE EN 50267)

OTRAS MEJORAS

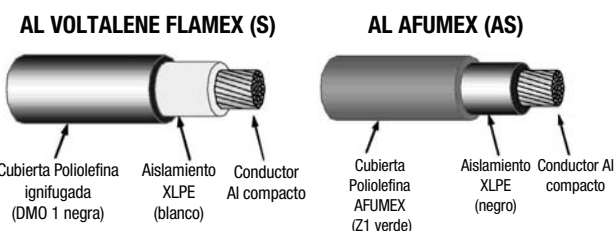
- Se mantiene el diseño unipolar para facilitar el tendido y la confección de accesorios
- Se mejora la resistencia del cable a los agentes externos
 - Resistencia al desgarro y la abrasión con un material de cubierta de mejores características
 - Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento
- Se mejora la facilidad de instalación, gracias a la reducción del espesor de la cubierta
- Se reduce el impacto medioambiental eliminando estabilizantes con plomo y plastificantes

Con la aparición del nuevo Al Voltalene Flamex (S) desaparecerá el cable Al Voltalene N pero no el Al Afumex (AS) que en cuanto a su comportamiento frente al fuego supera además el ensayo de no propagación del incendio que no cumple el Al Voltalene Flamex (S) y por ello este último no puede ser utilizado en locales de pública concurrencia, derivaciones individuales o líneas generales de alimentación.

Las intensidades admisibles son iguales para los 3 diseños. Se trata de cables termoestables con aislamiento de XLPE (polietileno reticulado).

La siguiente tabla comparativa aclara las propiedades de cada diseño. Son notables las mejoras del Al Voltalene Flamex (S) frente al Al Voltalene N.

Propiedades	Utilidades	AL VOLTALENE N AL RV	AL VOLTALENE FLAMEX (S) AL XZ1 (S)	AL AFUMEX (AS) AL RZ1 (AS)
Resistencia a la tracción Alargamiento mínimo en la rotura	N/mm ² %	12,5 150	12,5 300	10 125
Resistencia al desgarro UNE-HD 605,1	N/mm	—	9	—
Resistencia a la absorción Masa aplicada Nº de desplazamientos	kg Nº	—	18 8	—
No propagación de la llama UNE-EN 60332-1-2	—	Sí	Sí	Sí
No propagación del incendio UNE-EN 60332-3-24	—	No	No	Sí
Libre de halógenos y gases ácidos UNE-EN 50267 (HCl < 0,5%)	—	No	Sí	Sí
Opacidad de humos UNE-EN 61034-2 (T > 60%)	—	No	Sí	Sí



NOTA IMPORTANTE:

El AI RV ha sido sustituido por el AI XZ1 (S) (AI Voltalene Flamex (S)), un cable de propiedades mecánicas y frente al fuego mejoradas pero **con las mismas aplicaciones. Es libre de halógenos pero no es Afumex**, no es de alta seguridad (AS) por no superar el ensayo de no propagación del incendio.

El cable AI XZ1 (S), por tanto, **NO es válido para su instalación en locales de pública concurrencia, derivaciones individuales, líneas generales de alimentación o emplazamientos donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego**, recordemos que, en los emplazamientos e instalaciones citados, **la reglamentación no pide cables libres de halógenos sino cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida**, y como ya hemos dicho el cable el AI XZ1 (S) no supera la primera condición (no propagación del incendio), el cable indicado para estos casos sería el AI Afumex (AS) con cubierta verde.

En resumen, las aplicaciones de los 2 diseños actualmente disponibles son como siguen:

AI Voltalene Flamex (S) (marcado como AI XZ1 (S) y con cubierta negra): redes de distribución subterráneas e instalaciones interiores o receptoras en las que no se requieran condiciones de alta seguridad (AS) frente al fuego.

AI Afumex (AS) (marcado como AI RZ1 (AS) y con cubierta verde): locales de pública concurrencia, derivaciones individuales, líneas generales de alimentación e instalaciones en las que se requieran cables de alta seguridad (no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida).

(Ver apartado J pto. 10)

N) CÁLCULOS DE SECCIÓN EN LÍNEAS ABIERTAS DE SECCIÓN UNIFORME

Ejemplo 1: Caso de receptores diferentes

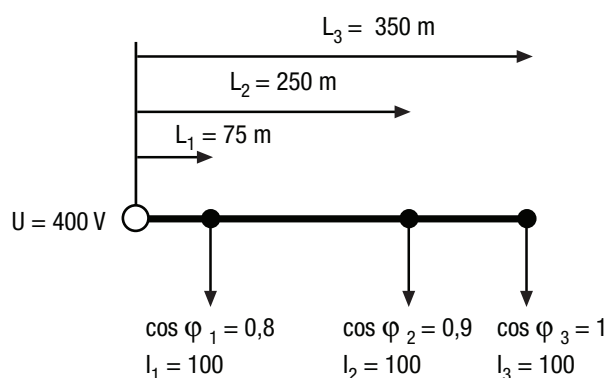
Datos:

U: 400 V (tensión entre fases)

γ : conductividad eléctrica del cobre $44 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ (a 90°C , temperatura máxima para cables termoestables como el Retenax Flex que utilizamos en este caso)

ΔU : 5% de caída de tensión máxima admisible en V en la línea (5 % de 400 = 20 V)

x: reactancia de la línea $0,08 \Omega/\text{km}$



$$S = \frac{\sqrt{3 \times (75 \times 25 \times 0,8 + 250 \times 40 \times 0,9 + 350 \times 100 \times 1)}}{44 \times (20 - 1,1732 \times 10^{-3} \times 0,08 \times (75 \times 25 \times 0,6 + 250 \times 40 \times 0,436 + 350 \times 100 \times 0))}$$

$$S = 93,09 \rightarrow$$

$$\rightarrow S = 95 \text{ mm}^2 \text{ (sección por el criterio de la caída de tensión)}$$

Por el criterio de la intensidad admisible, considerando el cable de cobre unipolar Retenax Flex enterrado bajo tubo ($\rightarrow$ método D y XLPE3)

Suponiendo la intensidad final que sale de la fuente de alimentación como suma de intensidades de los receptores tendríamos $I = 25 + 40 + 100 = 165 \text{ A}$. Si bien no hay que olvidar que el valor real debe obtenerse teniendo en cuenta las componentes activas y reactivas:

$$I = \sqrt{(25 \times 0,8 + 40 \times 0,9 + 100 \times 1)^2 + (25 \times 0,6 + 40 \times 0,436 + 100 \times 0)^2} = 159,33 \text{ A} \rightarrow$$

$$\rightarrow S = 70 \text{ mm}^2 \text{ (ver tabla en página 23)}$$

Vemos que para nuestro caso domina el criterio de la caída de tensión y por tanto y a falta de comprobar valores de cortocircuito, la sección uniforme a utilizar es de 95 mm^2 .

Nota: utilizar cambios de sección en la línea (línea telescópica) es factible pero es necesario tener en cuenta que no sólo hay que rehacer cálculos sino también, entre otras razones, todo cambio de sección implica protecciones adicionales.

Ejemplo 2: Caso de receptores iguales

Cálculo de la sección por caída de tensión de una línea trifásica de 400 V de tensión entre fases despreciando la reactancia de la línea ($x = 0$). La línea alimenta a 30 lámparas de vapor de sodio de 100 W dispuestas cada 15 m.

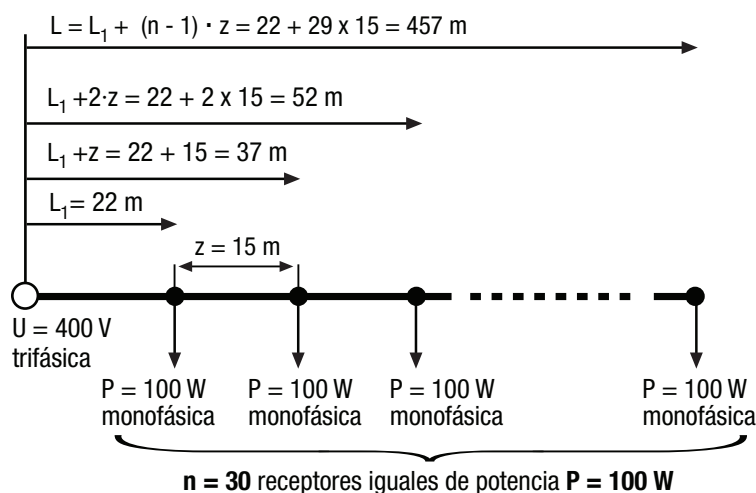
La distancia de la primera lámpara respecto al punto de alimentación es de 22 m.

El cable a utilizar será Afumex Plus 750 V (AS) bajo canal protectora grapado en pared.

Datos:

γ : conductividad eléctrica del cobre $47,6 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ (a 70°C , temperatura máxima para cables termoplásticos como el Afumex Plus 750 V (AS))

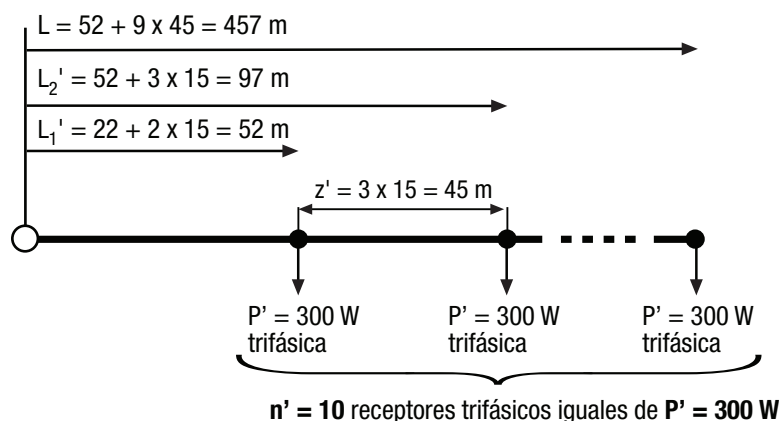
ΔU : 3% de caída de tensión máxima admisible en V en la línea (3 % de 400 V = 12 V)



A la hora resolver debemos tener en cuenta que estamos tratando con receptores monofásicos en una red trifásica lo que nos lleva a considerar como si cada 3 receptores, que se entiende se han conectado ordenadamente entre cada fase y neutro, se convierten en uno trifásico colocado en el lugar del último del grupo, así a efectos de nuestro cálculo de sección tenemos 10 receptores de 300 W colocados el primero a $22 + 2 \times 15 = 52 \text{ m}$ del punto de alimentación, el segundo a $52 + 3 \times 15 = 97 \text{ m}$... Por tanto

$$\begin{aligned}
 P' &= 300 \text{ W} \\
 L_1' &= 52 \text{ m} \\
 z' &= 45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Esquema equivalente:



Aplicamos la fórmula para redes trifásicas, teniendo en cuenta el coeficiente 1,8, en ausencia de datos más precisos del fabricante, por el que debemos multiplicar la potencia de cada receptor por ser lámparas de descarga (ITC-BT 44, pto. 3.1, 4º párrafo):

$$S = \frac{P \cdot n' \cdot \left(\frac{L + L_1'}{2} \right)}{U \cdot \gamma \cdot \Delta U} = \frac{300 \times 1,8 \times 10 \times \left(\frac{457 + 52}{2} \right)}{400 \times 47,6 \times 12} = 6,01 \rightarrow 10 \text{ mm}^2$$

Por intensidad admisible, considerando un $\cos \varphi$, tendremos...

$$I = \frac{n' \cdot P'}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{10 \times 300 \times 1,8}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 8,66 \text{ A} \rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$$

Por ser cables unipolares Afumex Plus 750 V (AS) en canal protectora grapada en pared nos corresponde el sistema de instalación tipo B1 y PVC3, trifásica cable termoplástico (ver página 20) lo que nos lleva a la sección por el criterio de la intensidad admisible de 1,5, por lo que la sección dominante es 10 mm^2 que es el resultado del criterio de la caída de tensión a falta de comprobar cortocircuitos.

O) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN ECONÓMICA Y “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Ahora que ya existen cifras publicadas sobre las emisiones de CO₂ por kg de cable fabricado podemos cuantificar la importante reducción de las mismas por instalar secciones de cable superiores a las obtenidas por criterios técnicos al reducirse las pérdidas resistivas en los conductores. En la mayoría de los casos esto lleva aparejado un importante ahorro económico. Lo explicamos con un ejemplo.

Sección técnica

Realizamos inicialmente el cálculo de la sección por los criterios técnicos de la máxima intensidad admisible y la máxima caída de tensión.

Datos de la instalación:

$$P = 130 \text{ kW}$$

$$U = 400 \text{ V (trifásica)}$$

$$\cos \varphi = 0,9$$

$$L = 175 \text{ m}$$

$$\Delta U = 5 \% \text{ (caída de tensión admitida en \%)}$$

Instalación en bandeja perforada

Temperatura ambiente = 40 °C

Circuito único en la canalización (3 fases + neutro + conductor de protección), sin influencia térmica de otros circuitos

Cable utilizado: Afumex 1000 V (AS) unipolar (cable de cobre termoestable, máxima temperatura en el conductor 90 °C)



Cable Afumex 1000 V (AS) unipolar

Sección por caída de tensión

Suponemos la conductividad más desfavorable para el cobre (a 90 °C → $\gamma = 44 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$) y si nos dominara este criterio, podríamos calcular la temperatura del conductor para saber si podemos utilizar una sección inferior.

Igualmente suponemos que la sección no va a ser superior a 95 mm² y no consideramos la influencia de la reactancia. Si el resultado no confirmara esta hipótesis, rehazaríamos el cálculo incluyendo el valor de la reactancia.

Calculamos la intensidad que va a circular por la línea:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{130000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 208,5 \text{ A}$$

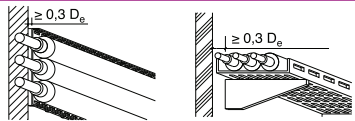
El valor de la sección por caída de tensión en una instalación trifásica sin efecto apreciable de la reactancia se obtiene según la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{\sqrt{3} \times 175 \times 208,5 \times 0,9}{44 \times 20} = 64,63 \text{ mm}^2 \rightarrow 70 \text{ mm}^2$$

Sección por intensidad admisible

Inicialmente tenemos que ver a que sistema de instalación tipo corresponde la bandeja perforada con cables unipolares.

En la página 19 de este catálogo se puede encontrar la correspondencia entre el sistema de instalación de cables unipolares en bandeja perforada y el método tipo.

Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
31		Cables <u>unipolares (F)</u> o <u>multipolares (E)</u> sobre <u>bandejas de cables perforadas</u> .	E o F

Tenemos una intensidad de 208,5 A en una instalación trifásica en bandeja con cable Afumex 1000 V (AS) que es termoestable y por tanto soporta 90 °C en el conductor y se debe buscar en la tabla de intensidades admisibles de la UNE 20460-5-523 (2004) como XLPE3 la primera intensidad que supera la corriente de nuestra línea para el método tipo F.

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	100	118	120	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590
	300	259	285	311	360	396	423	481	525	565	630	674	713

Tabla de intensidades admisibles para instalaciones al aire. UNE 20460-5-523 (2004).

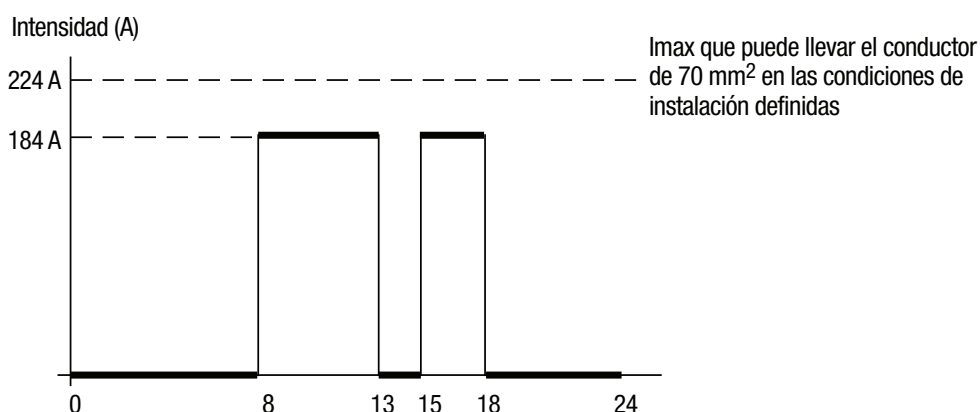
Vemos por tanto que 70 mm² es la sección por el criterio de la intensidad admisible y que coincide con el valor de la sección por caída de tensión, por tanto trabajaremos con este valor de sección técnica mínima suponiendo que satisface también las exigencias de cortocircuito.

Si no seguimos haciendo cálculos podríamos utilizar 3 cables unipolares de 1x70 mm² Afumex 1000 V (AS) para las fases, un cable del mismo tipo de 1x70 mm² para el neutro (misma sección que las fases según el último párrafo del punto 2.2.2 de la ITC-BT 19) y 1x35 para el conductor de protección. Como los cables de 0,6/1 kV no tienen asignadas diferentes coloraciones en sus aislamientos, ni en sus cubiertas conviene que su función (fase, neutro o protección) sea identificada adecuadamente con algún señalizador, argolla, etiqueta, etc. según recomienda la Guía-BT 19 en su apartado 2.2.4.

Sección económica y ecológica

Partiendo de la sección técnica vamos a ver cuanto nos podemos ahorrar si aumentamos la sección teniendo en cuenta que gastaremos más dinero en el cable pero ahorraremos en pérdidas resistivas.

Consideremos que aproximadamente nuestra línea es recorrida por los siguientes valores de intensidad en función de la hora de cada día laborable, entendidos como laborables 228 días/año y el resto (137 días) no laborables (vacaciones, fines de semana y fiestas).



Es decir, la línea es recorrida por una intensidad aprox. de unos 184 A (~ 115 kW, algo menos del valor máximo previsto en el cálculo inicial) de 8 a 13 horas y de 15 a 18 horas los días laborables y el resto del tiempo está desconectada.

Por tanto cada año tenemos un periodo de actividad aproximado de...

8 horas/día laborable x 228 días laborables/año = 1824 horas/año

La energía perdida en la resistencia eléctrica en una línea trifásica (siendo optimistas y suponiendo el neutro totalmente descargado) respondería a la siguiente expresión:

$$E_p = 3 \cdot R \cdot I^2 \cdot t \cdot L \cdot 1/1000 \quad [\text{kW}\cdot\text{h}]$$

Siendo

R: resistencia de la línea en Ω/km

I: intensidad que recorre la línea en A

t: tiempo en h

L: longitud de la línea en km

Por tanto, sabiendo la resistencia de la línea para cada sección concreta tendremos los valores de energía perdida en la línea para cada sección.

Como sabemos la resistencia de un conductor depende de su temperatura, con lo que calculando la temperatura del conductor podremos saber su resistencia real en cada caso y así cuantificar las pérdidas con más exactitud

NOTA: Se puede simplificar el cálculo tomando valores de resistencia a 20 °C (UNE EN 60228), los resultados serán menos exactos pero pueden valer para hacerse una idea inicial más rápida, toda vez que el resultado real será más favorable al ser la resistencia real superior a la tabulada a 20 °C.

Sabemos que la temperatura de un conductor recorrido por una corriente I se puede obtener con la siguiente expresión:

$$T = T_{\text{amb}} + (T_{\text{max}} - T_{\text{amb}}) (I/I_{\text{max}})^2$$

Donde:

T_{amb} : temperatura ambiente de la instalación (40 °C en nuestro caso)

T_{max} : temperatura máxima que puede soportar el conductor (90 °C para el cable Afumex 1000 V (AS) de nuestro ejemplo)

I: intensidad que recorre el conductor (184 A durante 8 horas cada día laborable)

I_{max} : intensidad máxima que puede recorrer el conductor en las condiciones de la instalación (224 A) (ver tabla de intensidades admisibles)

Sustituyendo:

$$T_{70 \text{ a } 184 \text{ A}} = 40 + (90 - 40) (184/224)^2 = 73,73 \text{ °C}$$

Una vez que hemos calculado la temperatura, podemos obtener la resistencia del cable...

$$R_T = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

Donde:

R_T : valor de la resistencia del conductor en Ω/km a la temperatura T

R_{20} : valor de la resistencia del conductor a 20 °C (valor típicamente tabulado). Al cable de 70 mm² de aluminio corresponde una resistencia de 0,272 Ω/km (UNE EN 60228)

α : coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en °C⁻¹ (0,00392 para Cu y 0,00403 para Al)

T: temperatura real del conductor (°C)

$$R_{70 \text{ a } 73,73 \text{ °C}} = 0,272 \times (1 + 0,00392 \times (73,73 - 20)) = 0,329 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Por tanto la energía perdida en un año en la línea será de:

$$E_{p70} = 3 \times 0,329 \times 184^2 \times 0,175 \times 1824/1000 = 10666 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

Y el coste de la energía suponiendo una tarifa aproximada de 0,09 €/kW·h

$$C_{p70} = 10666 \text{ kW}\cdot\text{h} \times 0,09 \text{ €/kW}\cdot\text{h} = 960 \text{ €}$$

Y en unos 25 años de vida útil mínima que pudiéramos estimar:

$$C_{p70, 25 \text{ años}} = 24000 \text{ €}$$

Procedemos análogamente con el resto de secciones superiores hasta 240 (95, 120, 150, 185 y 240). Teniendo en cuenta que para calcular la temperatura del conductor en estos casos la I max. será respectivamente: 271, 314, 363, 415 y 490 A (ver columna 11 de la tabla de intensidades admisibles).

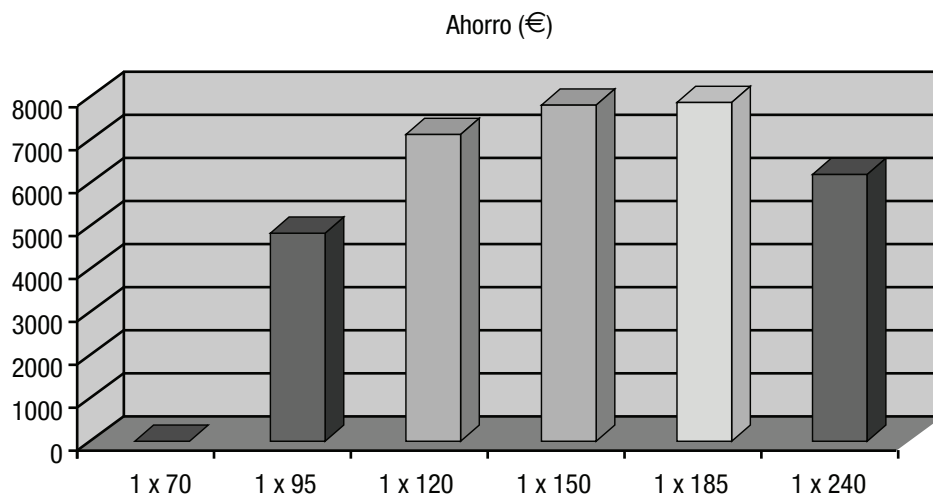
Operando obtendremos los datos resumidos en la siguiente tabla;

Sección	Coste aprox.	R a 20 °C (UNE EN 60228)	R con I = 184 A	T conductor con I = 184 A	Peso cable	Coste aprox. línea (3 fases) + neutro* + protección	Δ coste cable respecto a 70 mm ²	Pérdidas resistivas (25 años)	Coste de las pérdidas resistivas (25 años)	Ahorro eléctrico respecto sección 70 mm ² (25 años)	Diferencia entre el ahorro eléctrico e Δ coste cable respecto a 70 mm ²	Amortización económica	CO ₂ emitido por fabricación del cable de la línea	CO ₂ emitido por pérdidas resistivas (25 años) respecto a 70 mm ²	Amortización ecológica
mm ²	€/m	Ω/km	Ω/km	°C	kg/km	€	€	kW·h	€	€	€	años	kg	kg	días
1x35	3,3	0,554	--	--	395	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1x50	4,7	0,386	--	--	550	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1x70	6,7	0,272	0,329	73,73	750	5267	0	266650	24000	0	0	--	3790	0	--
1x95	8,6	0,206	0,241	63,05	970	6842	1575	195325	17579	6421	4846	6,13	4495	-27817	0,43
1x120	10,7	0,161	0,184	57,17	1200	8662	3395	149125	13422	10578	7183	8,02	6196	-45835	0,91
1x150	13,3	0,129	0,146	52,85	1480	10815	5548	106750	10621	13379	7831	10,37	7691	-62361	1,44
1x185 ⁽³⁾	16,0	0,106	0,118	49,82	1866	12705	7438 ⁽²⁾	95975	8637	15363 ⁽²⁾	7925 ⁽³⁾	12,10	9415	-66563	2,11
1x240 ⁽³⁾	21,0	0,0801	0,0886	47,05	2350	16572	11305	71800	6463	17537	6232	16,12	11833	-75992	3,05

*Neutro igual sección que las fases y conductor de protección, sección mitad

NOTA: Tanto la tarifa eléctrica como los precios de cable están sujetos a oscilaciones.

Como vemos la sección económica (185 mm²) nos reportaría 7925 € dado que esta es la diferencia entre el ahorro eléctrico y el incremento de coste del cable respecto a la sección de 70 mm². (15363 - 7438 = 7925 €).



Ahorro económico a lo largo de la vida útil de la línea en función de la sección de conductor empleada

El plazo de amortización la sección económica sería:

$$15363 \text{ €} / 25 \text{ años} = 614,52 \text{ €/año}$$

$$7438 \text{ €} / 614,52 \text{ €/año} = 12,1 \text{ años}$$

Es decir a los 12,1 años hemos pagado el incremento de precio del cable de sección 185 mm² respecto a 70 mm² con el ahorro de energía eléctrica no perdida. A partir de ese momento el saldo empieza a ser positivo y comenzamos el ahorro que llegará a ser de 7925 € al cabo de los 25 años estimados aproximadamente de vida de la línea.

Las pérdidas resistivas con la sección de 240 mm² son lógicamente menores pero al amortizarse más tarde el incremento de sección, hay menos tiempo para saldo positivo y por ello el resultado económico sería de 6232 € a favor. Eso si, el ahorro ecológico es superior toda vez que es prácticamente insignificante la comparación entre las emisiones por fabricar el cable y las emisiones por ahorro del "peaje" resistivo en la línea.

Recientemente la Asociación española de fabricante de cables y conductores eléctricos y de fibra óptica (FACEL) publicado una tabla con los valores de emisiones de CO₂ por kg de cable fabricado. Para cables de energía de baja tensión con conductor/es de cobre de alta seguridad (AS) cuantifica en 6,379* kg de CO₂ emitidos por kg de cable fabricado.

*Dato de la última tabla publicada.

Con los datos de que disponemos ya podemos poner números a las emisiones por fabricación del cable y por pérdidas resistivas. En este último caso algunas fuentes apuntan a un valor en torno a 0,39 kg CO₂/kW·h eléctrico, teniendo en cuenta el mix nacional.

Con las operaciones realizadas y los datos tabulados tenemos la energía que perderíamos en la línea con cable de 70 mm² y con la sección económica de 185 mm².

$$E_{P70} = 10666 \text{ kW·h/año} \rightarrow \text{en 25 años: } 266650 \text{ kW·h}$$

$$E_{P185} = 3839 \text{ kW·h/año} \rightarrow \text{en 25 años: } 95975 \text{ kW·h}$$

Y la diferencia será la energía eléctrica que ahorramos:

$$E_{PA} = E_{P185} - E_{P70} = 266650 - 95975 = 170675 \text{ kW·h}$$

Y por tanto las emisiones de CO₂ ahorradas con la sección económica quedarían en...

$$\text{Emisiones CO}_2 = 170675 \text{ kW·h} \times 0,39 \text{ kg CO}_2/\text{kW·h} = \mathbf{66563 \text{ kg CO}_2}$$

Ahora comparemos con las emisiones por fabricación de cable más pesado (185 mm² frente a 70 mm² en las fases y neutro y sección mitad en el conductor de protección)

$$\text{Peso con fases de 70} \rightarrow 4 \times 0,175 \text{ km} \times 750 \text{ kg/km} + 0,175 \text{ km} \times 395 \text{ kg/km} = 594 \text{ kg cable}$$

$$\text{Peso con fases de 185} \rightarrow 4 \times 0,175 \text{ km} \times 1866 \text{ kg/km} + 0,175 \text{ km} \times 970 \text{ kg/km} = 1476 \text{ kg cable}$$

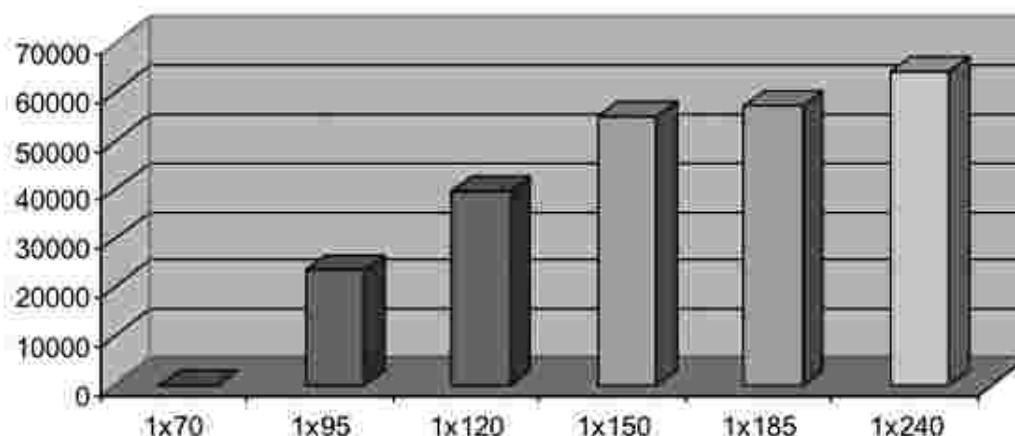
$$\Delta \text{Peso cable} = 1476 - 594 = 882 \text{ kg cable}$$

Por lo que las emisiones por fabricación de 882 kg más de cable para satisfacer la sección económica de 185 mm² serán:

$$\text{Emisiones CO}_2 = 882 \text{ kg cable} \times 6,379 \text{ kg CO}_2/\text{kg cable} = \mathbf{5626 \text{ kg CO}_2}$$

¡Unas 12 veces menos emisiones! por utilizar la sección económica (185 mm²) y no la sección técnica (70 mm²). Por lo que la sección económica se revela como un aliado del medio ambiente por las importantes reducciones de emisiones que hemos podido valorar.

Reducción emisiones CO₂ (kg)



Reducción de emisiones de CO₂ respecto a la utilización de la sección mínima por criterios técnicos (70 mm²)

Vamos a ver cuando amortizaríamos ecológicamente el paso de la sección de 70 a 185 mm²:

$$5626 \text{ kg CO}_2 / 66563 \text{ kg CO}_2 \times 25 \text{ años} \times 365 \text{ días/año} = 771 \text{ días}$$

La “**amortización ecológica**” se produce por tanto en **sólo unos 2 años**. Es decir, en 2 años habremos ahorrado tantas emisiones de CO₂ como las que nos hemos gastado de más por la fabricación del cable de la sección económica 185 mm² frente a la sección técnica de 70 mm². No obstante, podemos ver en la tabla de resultados que incluso sólo un salto de sección, pasando a 95 mm², conlleva un ahorro económico y una importante reducción del impacto ambiental.

Expresando el “ahorro ecológico” en otras unidades de uso frecuente y más directamente perceptibles podemos traducir en árboles el CO₂ que ahorramos al medio ambiente.

Algunas fuentes cifran en 20 kg de CO₂ la retención neta media por árbol cada año, igualmente hay datos aproximados de emisiones en torno a 2305 kg de CO₂ estimados producidos por coches de entre 60 y 90 CV que recorren una media de 15000 km anuales (60% carretera y 40% ciudad).

Sabemos que el paso de sección de 70 a 185 mm² reduce el consumo energético en la línea de 10666 kWh/año a 3839 kWh/año y operando obtenemos el número de árboles que habría que plantar para conseguir el mismo ahorro de CO₂:

$$((10666 - 3839 \text{ kWh/año}) \times 0,39 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}) / 20 \text{ kg CO}_2/\text{árbol año} \approx 133 \text{ árboles}$$

$$5626 \text{ kg CO}_2/25 \text{ años} = 225 \text{ kg CO}_2/\text{año} \rightarrow 225/20 \approx 11 \text{ árboles}$$

$$133 - 11 = 122 \text{ árboles}$$

E igualmente podemos comprobar a cuantos km de coche anuales equivaldría la emisión de CO₂ por utilizar la sección de 70 en lugar de 185 mm²:

$$2305 \text{ kg CO}_2 / 15000 \text{ km} = 0,154 \text{ kg CO}_2/\text{km}$$

$$((10666 - 3839 \text{ kWh}) \times 0,39 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}) - 5626 / 25 \text{ kg CO}_2) / 0,154 \text{ kg CO}_2/\text{km} = 15828 \text{ km} \rightarrow \text{y en 25 años } 395700 \text{ km (lo que emitirían aproximadamente 3 coches a lo largo de su vida útil, suponiendo una vida media de 10 años por coche)}$$

En el ejemplo desarrollado no se han considerado los posibles incrementos de coste de componentes ajenos al cable como conectores, tendido, bandeja, protecciones... como tampoco se ha considerado el retorno al cabo de los 25 años del interesante valor residual (chatarra) de la mayor cantidad de cobre utilizada en los cables de sección económica 185 frente a 70 mm². El peso de cobre incrementado es de 724 kg.

Igualmente hay que considerar que el nivel medio de carga de la línea es bajo al estar todos los días no laborables desconectada y funcionando sólo 1/3 del tiempo de los días laborables. Con niveles de carga superior, los resultados obviamente habrían sido más favorables todavía (más ahorro económico y ecológico).

Se ha supuesto tarifa constante en 25 años, sin actualizar el valor de los futuros ingresos (en forma de ahorro). Implícitamente, por tanto, se ha estimado que la tarifa eléctrica fuera a aumentar según el tipo de interés oficial.

Se simplificaría mucho el cálculo considerando desde el inicio las resistencias a 90 °C, ahorrándonos los cálculos de resistencia de conductor a la temperatura a la que realmente está. Los valores a 90 °C se pueden tomar de las tablas del punto 13 del apartado K. Los resultados sufrirán variaciones respecto al cálculo desarrollado en este ejemplo pero servirán para tener un orden de magnitud.

Con la sección económica nos hemos ahorrado no sólo bastante dinero sino muchas emisiones al medio ambiente y además conseguimos otros beneficios como:

- .- Mayor vida útil de la línea al ir más descargada
- .- Mejor respuesta a fenómenos transitorios
- .- Posibilidad de ampliación de potencia sin cambiar el cable
- ...

Le proponemos que tenga en cuenta la sección económica y el ahorro ecológico en los estudios de líneas que realice, su economía y el medio ambiente se lo agradecerán.

P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Es habitual conocer en mayor o menor medida que aumentando las secciones que obtenemos en los cálculos conseguimos amortizar el incremento de costes que comporta una sección mayor, con el ahorro en la factura eléctrica por reducción de las pérdidas por calentamiento de los conductores. Pero cuando se trata de una instalación fotovoltaica la amortización puede ser mucho más rápida y por tanto más interesante debido a que la tarifa a la que se paga el kW·h vertido en red es muy superior a la de consumo.

Vamos a ilustrar con un ejemplo, el porqué conviene incrementar la sección de cables en instalaciones solares fotovoltaicas con el objeto de obtener el claro provecho de mejorar la factura que paga la compañía eléctrica por la energía vertida en la red.

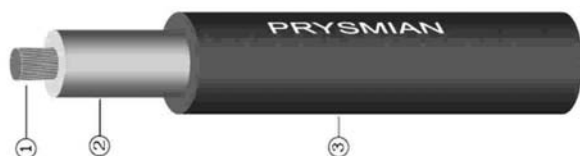
Cálculo de la sección técnica

Supongamos un parque solar con las siguientes características:

- Ubicación: Valencia (zona climática IV. Valores de radiación media similares a Badajoz o Ciudad Real por ejemplo)
- Modo instalación paneles: fijos con inclinación de 30° y orientación Sur
- Número de paneles en serie de cada string (cadena): 16
- Número de strings (cadenas de paneles en serie): 33
- Temperatura ambiente máxima: 50 °C
- Cable a emplear: P-Sun SP (cable especial para fotovoltaica)
- Sistema de instalación: en bandeja rejilla a la intemperie (sin influencia térmica de otros circuitos en su entorno)

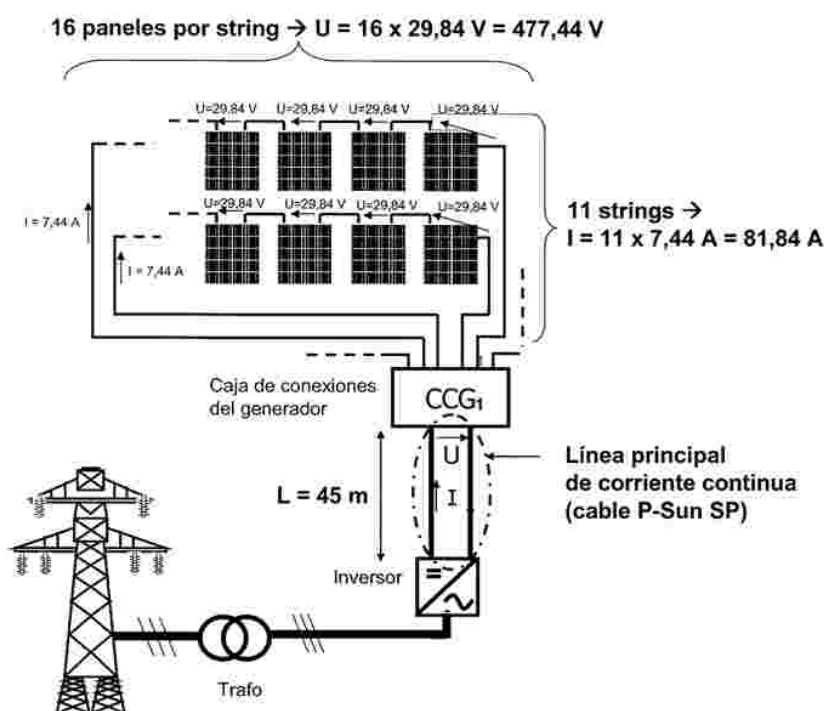
Datos de cada panel:

- Potencia nominal: 222 W
- Corriente en el punto de máxima potencia: $I_{mp} = 7,44 \text{ A}$
- Tensión en el punto de máxima potencia: $U_{mp} = 29,84 \text{ V}$
- Corriente de cortocircuito: $I_{cc} = 7,96 \text{ A}$
- Potencia del inversor = potencia nominal de la instalación: 100 kW
- Potencia de pico de la instalación: $16 \times 33 \times 222 \text{ W} = 117216 \text{ W} = 117,216 \text{ kW}$

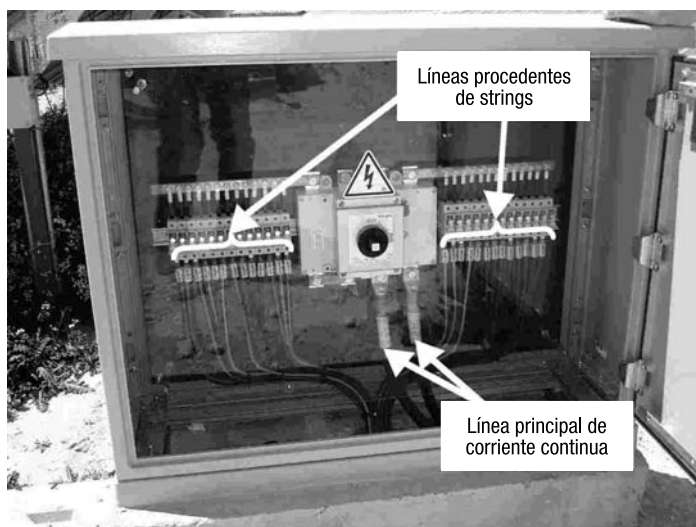


Cable P-Sun SP especialmente diseñado para instalaciones fotovoltaicas.

Se realiza una división en tres partes iguales de 11 strings de 16 paneles cada uno para agrupar en tres cajas de conexiones (CCG_1 , CCG_2 y CCG_3) los cables procedentes de cada string (ver figura para CCG_1).



Nos centraremos en la línea principal de corriente continua que enlaza la caja de conexiones del generador CCG1 con el inversor. Esta línea recoge las corrientes generadas por cada string y las canaliza hasta el inversor con dos conductores al objeto de ahorrar costes de cables, canalizaciones, mano de obra, etc.



Caja de conexiones del generador (CCG)

Calculamos la tensión y la intensidad en el punto de máxima potencia para obtener la sección del cable a emplear:

Como los paneles están conectados en serie en cada string la tensión de cada string y por tanto la de la línea principal de corriente continua será la suma de las tensiones en el punto de máxima potencia de cada panel.

$$U = U_{\text{mp}} \times 16 = 29,84 \times 16 = 477,44 \text{ V}$$

Y análogamente la intensidad de la línea será el producto de las intensidades en el punto de máxima potencia de cada panel multiplicado por el número de strings. Como sabemos los paneles en serie son recorridos por la misma intensidad.

$$I = I_{\text{mp}} \times 11 = 7,44 \times 11 = 81,84 \text{ A}$$

Ahora ya tenemos los datos de partida para obtener la sección del conductor:



Instalación solar con paneles fijos

Criterio de la intensidad admisible

La intensidad máxima que en régimen permanente va a circular por el cable va a ser 81,84 A, valor que debe ser incrementado un 25% según nos indica el punto 5 de la ITC-BT 40 (Instalaciones generadoras de BT) del REBT.

Como la línea recibe la acción solar directa por estar a la intemperie y además la temperatura ambiente es de 50 °C superior al estándar español de 40 °C para el que están calculadas las intensidades de la tabla A.52-1 bis de instalaciones al aire de la UNE 20460-5-523 (2004). Debemos aplicar también coeficientes de corrección por estos motivos.

La tabla 52-D1 para temperatura ambiente de 50 °C y cable tipo P-Sun SP (termoestable) nos da un coeficiente de 0,9.

Para tendidos expuestos al sol se aconseja tomar el valor 0,9.

Por lo que aplicando todos los coeficientes tenemos:

$$I' = 1,25 \times 81,84 / (0,9 \times 0,9) = 126,3 \text{ A}$$

126,3 A es el valor corregido con el que debemos ir a la tabla A.52-1 bis para obtener la sección. La intensidad inicial es de 81,84 A pero como estamos en una instalación fotovoltaica se mayor a un 25 % y se aplican los coeficientes de corrección 0,9 y 0,9 porque nuestra instalación se desvía del estándar de intensidades recogidas en la siguiente tabla que corresponde a valores de 40 °C de temperatura ambiente y a la sombra.

Como se trata de un tendido en bandeja rejilla el sistema de instalación es tipo F y al ser una instalación monofásica con cable P-Sun SP, termoestable de cobre (estañado), debemos mirar la columna XLPE2 lo que nos lleva a la sección de 25 mm² (ver tabla de intensidades máximas admisibles).

Sección por intensidad admisible = 25 mm²

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500
Aluminio	2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-
	4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-
	6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
	10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
	16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	82
	25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
	35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
	50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
	70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
	95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
	120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293
	150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
	185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
	240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461
	300	-	-	-	285	313	343	383	400	429	462	494	558

Tabla de intensidades máximas admisibles (UNE 20460-5-523:2004)

Criterio de la caída de tensión

Recurrimos de nuevo al punto 5 de la ITC-BT 40 del REBT para leer que *...la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.*

Simplificaremos suponiendo que en la línea objeto de nuestro cálculo limitamos la caída de tensión al 1 % y el 0,5 % restante lo dejamos para el resto del cableado.

Por lo que nuestra caída de tensión máxima es:

$$e = 0,01 \times 477,44 \text{ V} = 4,77 \text{ V}$$

La fórmula con la que obtendremos la sección por el criterio de la caída de tensión es la siguiente (igual que en alterna monofásica con $\cos \varphi = 1$):

$$S = \frac{L \cdot I}{\gamma \cdot e}$$

Donde

L: longitud de la línea (positivo + negativo) = $2 \times 45 = 90 \text{ m}$

I: intensidad nominal $\rightarrow 81,84 \text{ A}$

γ : conductividad del cobre (a 70°C^*) $\rightarrow 46,82 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

e: caída de tensión máxima en V $\rightarrow 4,77 \text{ V}$

* Tomamos 70°C como valor aproximado al partir de un ambiente de 50°C incrementado por el calentamiento del conductor por efecto Joule.

Aplicando valores

$$S = \frac{90 \times 81,84}{46,82 \times 4,77} = 32,98 \text{ mm}^2 \rightarrow \mathbf{35 \text{ mm}^2}$$

Por tanto **la sección resultado es de 35 mm^2** al ser la mayor de los 2 criterios (intensidad admisible y caída de tensión).

Hasta ahora se trata de un cálculo técnico normal, evidenciaremos ahora la conveniencia de utilizar una sección superior a 35 mm^2 por criterios económicos.

Cálculo de la sección económica

Considerando el coste creciente a medida que se aumentan las secciones de conductor y el decreciente coste de energía perdida por calentamiento de conductores en la medida que se aumenta la sección, analizamos los tiempos en los que amortizamos cada sección partiendo lógicamente de la sección por criterios técnicos 35 mm^2 .

La potencia perdida en forma de calentamiento de conductores en una línea eléctrica viene dada por la expresión:

$$P = R \cdot I^2$$

Por tanto la energía perdida en el tiempo t será

$$E_p = R \cdot I^2 \cdot t$$

Cuando los valores de R e I son siempre iguales obtener P es muy sencillo, pero en las instalaciones fotovoltaicas nunca se cumple esta premisa ni de lejos dado que la potencia en las horas centrales de un día soleado es elevada y es nula de noche pasando por valores intermedios lo que nos llevaría a una curva en forma de V invertida si representamos P en función del tiempo.

Para obtener la energía perdida concreta deberíamos emplear la siguiente fórmula:

$$E_p = \int R(t) \cdot I^2(t) \cdot dt$$

R(t) se puede considerar aproximadamente constante sin grandes errores para nuestro caso al tratarse de un cálculo aproximado. En nuestro ejemplo tomamos los valores de R a 70°C .

$$E_p \approx R \cdot \int I^2(t) \cdot dt$$

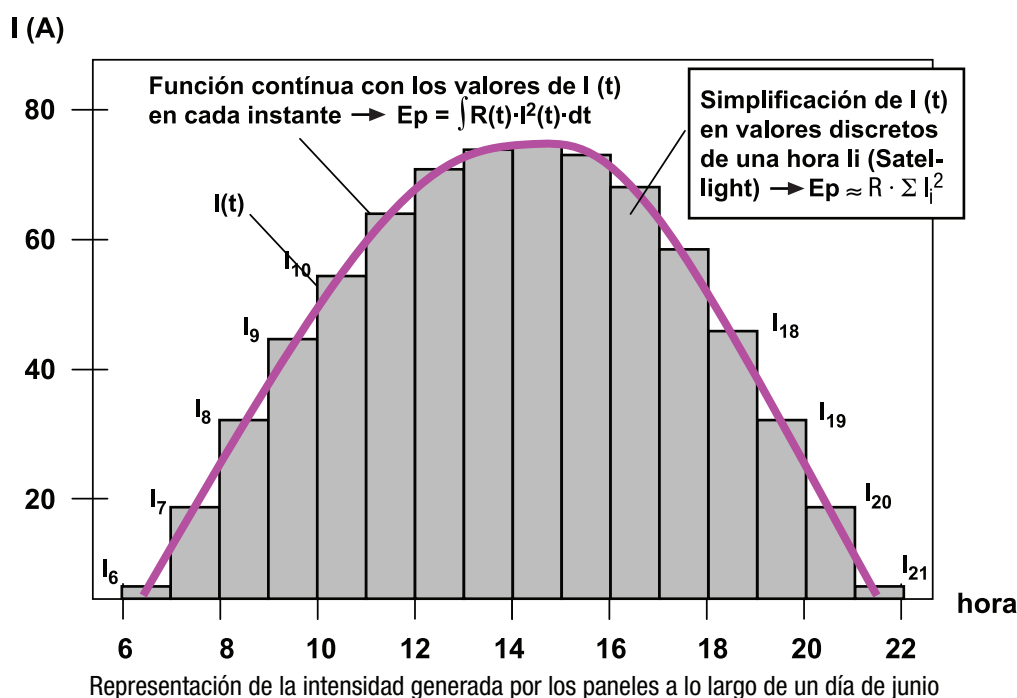
Obtener una expresión analítica de la intensidad en función del tiempo para una instalación fotovoltaica y que a su vez sea integrable puede ser algo bastante complicado o imposible por lo que sustituiremos la integral por un sumatorio de valores discretos (ver gráfica) dado que disponemos de los valores medios de radiación incidente en cada zona, hora a hora para cada mes del año (fuente Satel-light: <http://www.satel-light.com>). Así podremos estimar la energía perdida durante un año y con ello saber el número de años en que amortizaremos cada sección superior a la mínima obtenida por cálculo según los criterios eléctricos.

$$E_p \approx R \cdot \sum (I_i^2 \cdot t_i)$$

NOTA: se puede ganar en exactitud aproximando por mínimos cuadrados los tramos “más lineales” de la curva $I(t)$ e integrando pero con el método propuesto se obtienen, con operaciones sencillas, los resultados directamente copiando en la hoja de cálculo los datos que nos da Satel-light.

Como tomaremos valores medios de intensidad (I_i) para intervalos de 1 hora, $t_i = 1$ h. Introduciendo en la fórmula el valor de R en Ω y los de I_i en A obtendremos la energía perdida en kW·h con la siguiente expresión:

$$E_p \approx R \cdot \sum I_i^2$$



Por tanto, el valor que debemos conseguir es la intensidad media hora a hora para todo un año. Teniendo disponibles los datos de intensidad de radiación incidente media de cada hora para todo un año que nos proporciona Satel-light podemos obtener sin gran error la corriente de cortocircuito de los paneles ya que es muy lineal su relación con la citada radiación. Y teniendo en cuenta que en placas de silicio cristalino la relación entre la corriente del punto de máxima potencia (con la que debemos hacer los cálculos [I_i]) y la de cortocircuito está en torno a 0,9 ya podemos saber I_i en cada intervalo de 1 hora.

$$I_i = I_{pmp_i} \approx 0,9 \times I_{cc_i}$$

Como el valor de la intensidad de cortocircuito que nos dan los fabricantes de los paneles está referido a condiciones estándares (STC) para una intensidad de radiación solar (G) de 1000 W/m^2 podemos obtener el valor I_{cc_i} de la intensidad de cortocircuito cada hora (I_{cc_i}) por regla de tres tomando el valor de G_i dividiéndolo por el valor estándar de 1000 y multiplicando por la I_{cc} estándar del panel:

$$I_{cc_i} = I_{cc} \cdot G_i / 1000$$

Por lo que...

$$I_i = 0,9 \times I_{cc} \cdot G_i / 1000 = 0,9 \times 7,96 \times G_i / 1000 = 7,164 \times 10^{-3} \cdot G_i \text{ (A)}$$

Y para 11 strings

$$I_{t_i} = 11 \times I_i = 0,078804 \times G_i \text{ (A)}$$

Siendo I_{t_i} la intensidad media anual en la hora i para la línea principal de corriente continua, pues recibe la corriente de los 11 strings.

La energía perdida en la línea principal de corriente continua será:

$$E_p \approx R \cdot \sum I_i^2 = 0,0788042 \times R \cdot \sum G_i^2 \text{ (kW}\cdot\text{h)}$$

Y el coste de las pérdidas (energía perdida y no facturada: C_p) en € se obtendrá lógicamente multiplicando la tarifa en €/kW·h por E_p :

$$C_p \approx \text{tarifa (€/kW}\cdot\text{h)} \times E_p \text{ (kW}\cdot\text{h)} \quad (\text{€})$$

Para la sección de 35 mm² tenemos una resistencia de 0,0006102 Ω/m (a 70 °C). Con los valores de radiación solar para cada hora y mes, siguiendo el razonamiento anterior y con ayuda de una hoja de cálculo podemos obtener el importe de la energía que dejamos de facturar si utilizamos cable de 35 mm² ($R = 0,0006102 \text{ Ω/m a } 70 \text{ °C}$):

Gmi (Radiación media horaria mensual) (W/m ²) Fuente Satel-Light: http://www.satel-light.com													G_i (W/m ²)	$I_i = 0,078804 \times G_i$ (A)	I_i^2 (A ²)	$P_u = R35 \times I_i^2 = 0,0006102 \times I_i^2$ (W/m)	$P = P_u \cdot L = P_u \times 90$ (W)	$E_p = P \times 365 / 1000$ (kW·h)	$C_p = 0,3 \times E_p$ (tarifa = 0,3 €/kW·h) (€)	$C_p = 0,44 \times E_p$ (tarifa = 0,44 €/kW·h) (€)
Hora del día	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Radiación media horaria anual	Intensidad media	Intensidad media al cuadrado	Potencia de las pérdidas por m de línea	Potencia de pérdidas en el total de la línea	Energía perdida en toda la línea	Coste energía perdida (no facturada) cada año	Coste energía perdida (no facturada) cada año
6-7	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	0	0	1	0,079	0,006	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00
7-8	0	2	30	11	36	45	35	16	3	2	5	0	16	1,261	1,590	0,001	0,087	0,032	0,01	0,01
8-9	32	93	166	98	139	150	136	109	79	55	113	42	101	7,959	63,349	0,039	3,479	1,270	0,38	0,56
9-10	178	286	352	263	298	308	304	278	237	222	299	201	268	21,119	446,032	0,272	24,495	8,941	2,68	3,93
10-11	330	474	530	453	468	479	482	459	419	415	459	349	443	34,910	1218,720	0,744	66,930	24,429	7,33	10,75
11-12	450	617	668	626	611	641	649	633	571	581	579	468	591	46,573	2169,060	1,324	119,120	43,479	13,04	19,13
12-13	522	704	741	748	737	750	785	774	704	696	629	530	693	54,611	2982,380	1,820	163,786	59,782	17,93	26,30
13-14	545	729	749	821	812	815	857	849	785	729	611	529	736	58,000	3363,970	2,053	184,743	67,431	20,23	29,67
14-15	503	684	719	807	797	822	877	874	790	714	534	460	715	56,345	3174,743	1,937	174,351	63,638	19,09	28,00
15-16	400	571	618	744	730	763	822	815	719	628	396	344	629	49,568	2456,958	1,499	134,931	49,250	14,77	21,67
16-17	253	408	456	611	608	655	695	682	581	479	222	185	487	38,378	1472,836	0,899	80,885	29,523	8,86	12,99
17-18	81	196	271	447	462	497	537	505	402	296	49	35	315	24,823	616,194	0,376	33,840	12,352	3,71	5,43
18-19	1	29	91	269	284	322	347	314	216	116	0	0	166	13,081	171,125	0,104	9,398	3,430	1,03	1,51
19-20	0	0	10	104	127	157	168	133	64	10	0	0	65	5,122	26,238	0,016	1,441	0,526	0,16	0,23
20-21	0	0	1	13	32	49	48	26	3	0	0	0	14	1,103	1,217	0,001	0,067	0,024	0,01	0,01
21-22	0	0	0	0	0	7	6	0	0	0	0	0	1	0,079	0,006	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00
Media /mes	205,9375	299,56255	337,625	375,9375	383,9375	404	421,875	404,1875	348,3125	308,9375	243,5	196,4375	327,5625				Total anual	364,107	109,23	160,21

Cuadro de datos para la consecución del coste de energía perdida anual a partir de los valores horarios mensuales de intensidad de radiación Gmi

Como vemos para instalaciones con la tarifa del R.D. 1578/2008 cuyo valor está en torno a 0,30 €/kW·h tras las dos primeras asignaciones (el valor de partida fue de 0,32 €/kW·h) dejamos de facturar 109,23 € cada año y para instalaciones acogidas al R.D. 661/2007 (tarifa inicial 0,44 €/kW·h) el montante perdido en la línea asciende a 160,21 € al año. Si multiplicamos estos valores por los 25 o 30 años de vida útil para las que en general están pensadas las instalaciones fotovoltaicas podemos ver que tenemos en nuestras manos reducir los en buena medida los 3000 y 4500 € que dejaríamos de facturar a consecuencia de las pérdidas por efecto Joule en una línea de sólo 45 m de largo.

Realizando el cálculo tomando valores de radiación media horaria mensual (Gmi la izquierda de la columna verde) en lugar de cómo se ha hecho en este ejemplo (con valores de media horaria anual, G_i , en la columna verde) el resultado varía muy poco.

Ahora que ya sabemos el coste anual de las pérdidas, fácilmente podemos obtener una expresión analítica que sume el coste de la energía no facturada al coste del cable:

Para el caso estudiado de la sección de 35 mm²:

$$C_{35} = 90 \times P_s + 109,23 \times t \quad (\text{€})$$

Siendo:

P_s : precio del cable (€/m)

t : tiempo (años)

NOTA: Tanto la tarifa eléctrica como los precios de cable están sujetos a oscilaciones.

Con sólo cambiar el valor de la resistencia del conductor por la de las secciones inmediatas superiores a 35 vamos obteniendo tablas análogas que nos muestran lo que dejamos de facturar por las pérdidas resistivas en nuestras líneas cada año. Pero como existe una relación lineal entre el consumo anual y la sección del conductor (pues la sección es inversamente proporcional a la resistencia) la expresión anterior se puede generalizar para cualquier sección (S) en mm² y nos ahorramos tener que ir cambiando el valor de R (ver tabla y gráficos tiempo-coste):

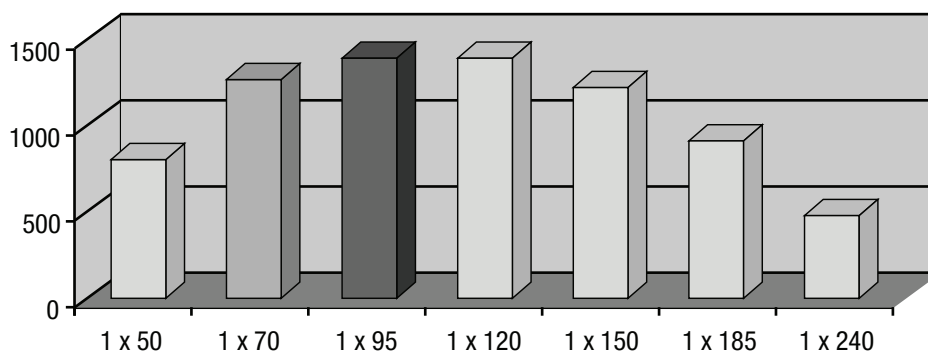
$$C_s = 90 \times P_s + 109,23 \times 35/S \times t \quad (\text{€})$$

Por tanto podemos ahora fácilmente obtener ya el plazo de amortización de cada sección de conductor superior a los 35 mm² de los cálculos eléctricos, sin más que conocer el coste aproximado de cada sección de cable P-Sun SP (30 años de vida útil y mantenimiento cero) y obteniendo los puntos de corte entre cada 2 funciones (rectas) costes.

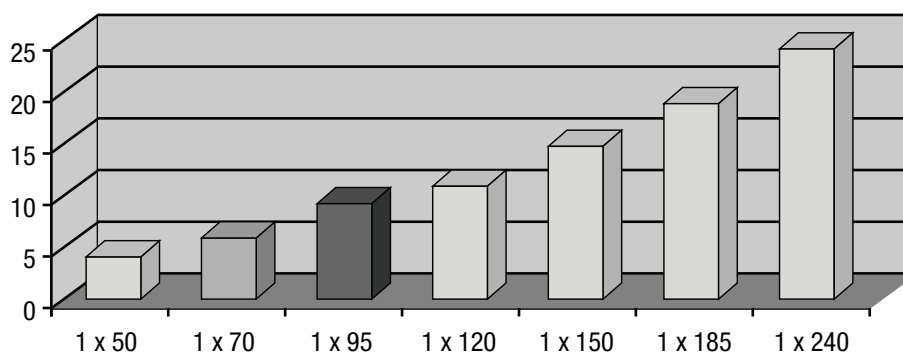
S (mm ²)	Ps (€/m)	Tarifa a 0,30 €/kW.h			Tarifa a 0,44 €/kW.h		
		$C_s = 90 \times P_s + 109,23 \times 35/S \times t$ (€)	Amortización (años)	Ahorro en 30 años = 30 x (C ₃₅ -C _s) (€)	$C_s = 90 \times P_s + 160,21 \times 35/S \times t$ (€)	Amortización (años)	Ahorro en 30 años = 30 x (C ₃₅ -C _s) (€)
1x35	4,43	$C_{35} = 398,7 + 109,23 \times t$	--	0	$C_{35} = 398,7 + 160,21 \times t$	--	0
1x50	6,02	$C_{50} = 541,88 + 76,461 \times t$	4,36	840	$C_{50} = 541,88 + 112,147 \times t$	2,98	1298
1x70	8,11	$C_{70} = 730 + 54,61 \times t$	6,06	1307	$C_{70} = 730 + 80,105 \times t$	4,13	2072
1x95	11,66	$C_{95} = 1049,4 + 40,243 \times t$	9,43	1419	$C_{95} = 1049,4 + 59,02 \times t$	6,43	2385
1x120	14,45	$C_{120} = 1300,5 + 31,86 \times t$	11,65	1419	$C_{120} = 1300,5 + 46,728 \times t$	7,94	2503
1x150	18,45	$C_{150} = 1660,5 + 25,487 \times t$	15,07	1250	$C_{150} = 1660,5 + 37,382 \times t$	10,27	2408
1x185	23,43	$C_{185} = 2108,7 + 20,665 \times t$	19,3	947	$C_{185} = 2108,7 + 30,31 \times t$	13,16	2187
1x240	29,90	$C_{240} = 2691 + 15,93 \times t$	24,57	507	$C_{240} = 2691 + 23,364 \times t$	16,75	1813

Funciones de coste, amortización en años y ahorro estimado con cada sección de conductor

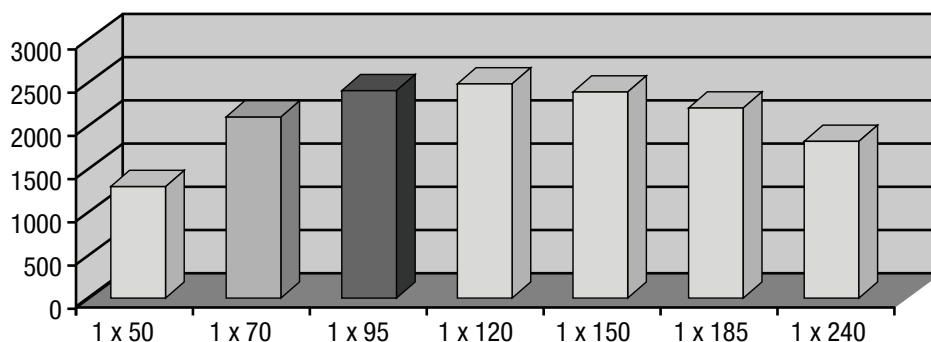
Ahorro eléctrico (€). Tarifa 0,30 €/kW.h



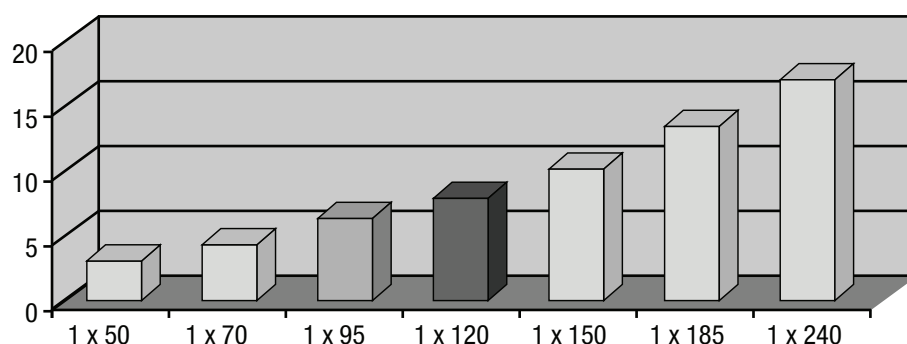
Amortización (años). Tarifa 0,30 €/kW.h



Ahorro eléctrico (€). Tarifa 0,44 €/kW.h



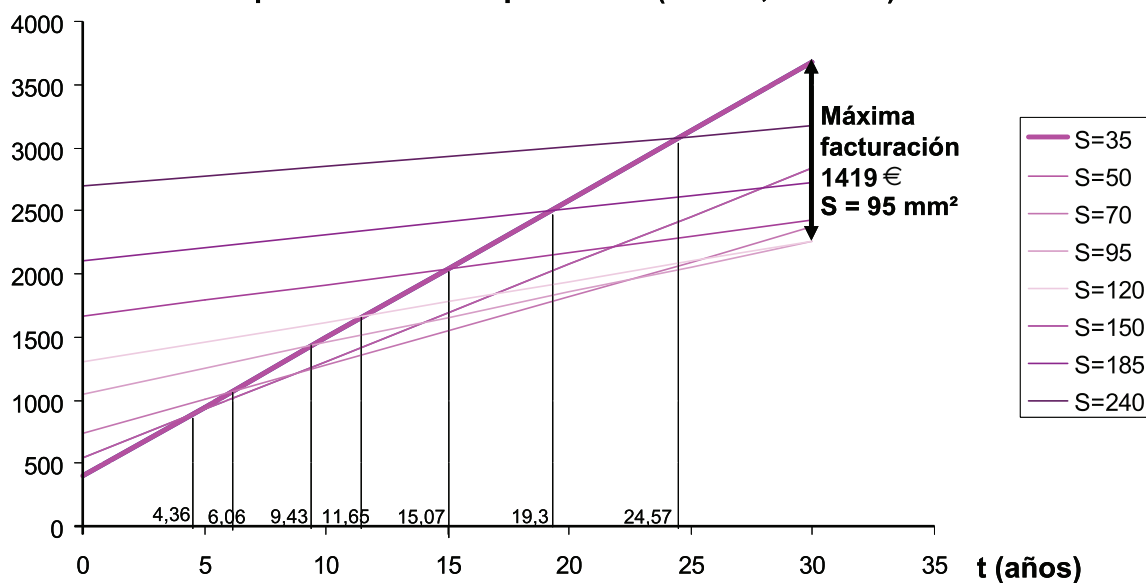
Amortización (años). Tarifa 0,44 €/kW.h



Los valores de ahorro obtenidos habría que multiplicarlos por 3. Recordemos que dividimos en 3 partes iguales nuestra instalación de 100 kW de potencia nominal. Siempre bajo el supuesto de que las 3 líneas principales de corriente continua son de la misma longitud (45 m).

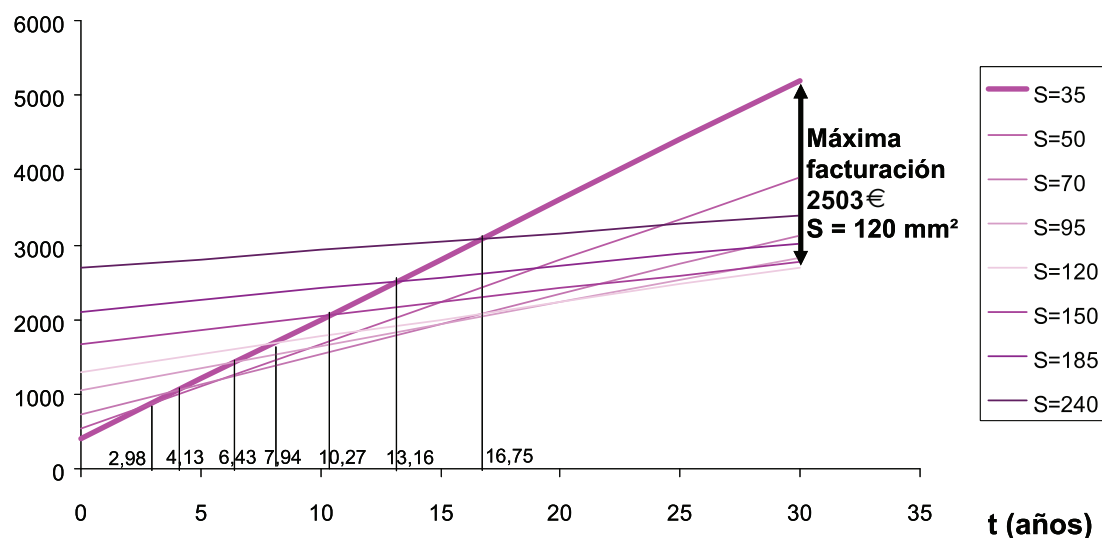
Coste (€)

Representación tiempo – coste (tarifa 0,3 €/kW.h)



Coste (€)

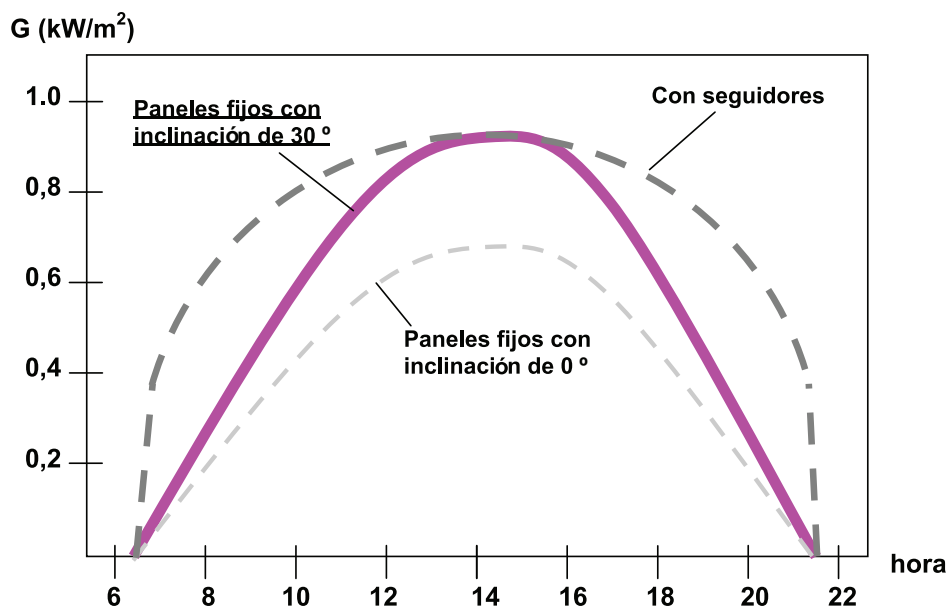
Representación tiempo – coste (tarifa 0,44 €/kW·h)



Como vemos las amortizaciones de las secciones se producen antes de los 30 años, en cualquier caso obtenemos mayor rendimiento económico que con 35 mm². En el caso de la tarifa a 30 céntimos de €/kW.h nos interesa instalar una sección de 70 o 95 mm² y en el caso de la tarifa a 44 céntimos de €/kW.h conviene plantearse ir a secciones de 70, 95 o 120 mm².

Evidentemente no hay mayor beneficio con secciones mayores porque la vida de la instalación es limitada y por ello, el tiempo en que se ha superado el punto de equilibrio entre los costes de la instalación y el final de la vida útil es menor para incrementar el ahorro.

Si la instalación se hubiera realizado con seguidores solares los periodos de amortización se acortan debido a la mayor intensidad media que se genera por mejor aprovechamiento de la radiación solar (ver gráfica).



Representación de la radiación recibida en los paneles a lo largo de un día de junio (la curva verde correspondería al ejemplo desarrollado)

El ahorro para la instalación de 100 kW de este ejemplo está en torno a 4000 € (VAN ≈ 2000 € al 3,5%) con tarifa a 0,30 €/kW·h y de unos 7000 € (VAN ≈ 3600 al 3,5%) con tarifa de 0,44 €/kW·h con plazos de amortización del incremento de sección de cable P-Sun SP de sólo 6 años y reducción de 7 toneladas de CO₂ en emisiones. La TIR se sitúa en el entorno del 16 % lo que hace muy rentable la instalación de la sección económica.

Con el ejemplo desarrollado se ha pretendido evidenciar el ahorro que se puede obtener considerando la utilización de secciones económicas, no se ha tenido en cuenta ningún tipo de interés para actualizar los futuros ingresos para simplificar el cálculo. Además el plazo de amortización de la sección económica es de sólo 6 años.

Si actualizamos el valor de los futuros ingresos podemos ser más realistas con la inversión realizada. En la siguiente tabla se recoge el valor actualizado neto (VAN) a 30 años de la inversión en la sección económica del cable para diferentes tipos de interés. Este VAN se ha calculado descontando la inversión inicial.

Tipo de interés (%)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
VAN (tarifa 0,30 €/kW.h)	3921	3561	3234	2940	2676	2436	2217	2019	1839	1524	1263	1038	852	690	552	432	327	234	153	81	18
VAN (tarifa 0,44 €/kW.h)	7137	6468	5868	5325	4833	4389	3987	3621	3285	2706	2217	1806	1458	1161	903	681	489	318	168	36	-81

Se observa que para un tipo de interés del 16 % se equilibran los ingresos con los gastos iniciales y por tanto en ese punto obtenemos la TIR (tasa interna de retorno).

Cálculo de la *amortización ecológica* de los cables

Se demuestra que utilizar secciones superiores supone un importante ahorro ecológico, al ahorrar pérdidas en las líneas, se economiza energía y por tanto emisiones de CO₂. Ahora además podemos comparar si las emisiones que evitamos con secciones mayores, no se ven superadas por las emisiones producidas por fabricar un cable más grande.

Para nuestra instalación de 100 kW (3 veces el esquema inicial) tenemos cuantificadas las siguientes pérdidas resistivas:

Sección	Pérdidas (kW.h)	Peso cable (kg/km)
1x35	1092,32	394
1x50	764,55	549
1x70	546,16	756
1x95	402,41	979

Para el caso de utilizar cable de 70 mm² en lugar de 35 mm² el ahorro energético será...

$$1092,32 - 546,16 = 546,16 \text{ kW.h (cada año)}$$

Para una vida útil de 30 años:

$$546,16 \times 30 = 16384,8 \text{ kW.h}$$

Estimando en 0,39 kg de CO₂ las emisiones por kW.h eléctrico generado en España, tendremos que el ahorro de CO₂ por incremento de sección es...

$$16384,8 \times 0,39 = \mathbf{6390 \text{ kg CO}_2}$$

Mientras que el superior peso del conductor conlleva unas emisiones 200 veces inferiores, lo que confirma la conveniencia no sólo económica sino también ecológica de la sección de 70 mm² frente a 35 mm²:

$$90 \text{ m} \times 3 \times (0,756 - 0,394) \text{ kg/m} = 97,74 \text{ kg cable}$$

$$97,74 \text{ kg cable} \times 6,38^* \text{ kg CO}_2/\text{kg cable} = \mathbf{623,58 \text{ kg CO}_2} \quad \text{*dato de FACEL}$$

Si se utiliza cable de 95 mm² en lugar de 35 mm² el ahorro energético será...

$$1092,32 - 402,41 = 689,91 \text{ kW.h (cada año)}$$

Para 30 años:

$$689,91 \times 30 = 20697,3 \text{ kW.h}$$

La reducción de emisiones por incremento de sección es...

$$20697,3 \times 0,39 = \mathbf{8072 \text{ kg CO}_2}$$

La superior sección del conductor conlleva unas emisiones 8 veces inferiores. Por tanto, la sección de 95 mm² es mucho más ecológica que la de 35 mm², como podemos demostrar:

$$90 \text{ m} \times 3 \times (0,979 - 0,394) \text{ kg/m} = 157,95 \text{ kg cable}$$

$$157,95 \text{ kg cable} \times 6,38 \text{ kg CO}_2/\text{kg cable} = \mathbf{1007,72 \text{ kg CO}_2}$$

Calculamos los periodos de amortización ecológica y vemos que son extraordinariamente cortos:

Para el cable de 70 frente a 35 mm²:

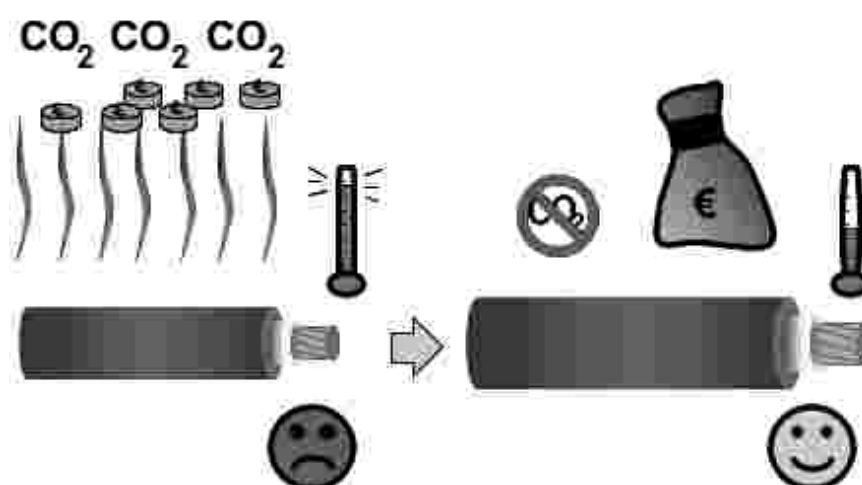
$$6390 \text{ kg CO}_2 / 623,58 \text{ kg CO}_2 = 10,25$$

$$(30 \text{ años} \times 365 \text{ días/año}) / 10,25 = 1068 \text{ días} \approx 3 \text{ años}$$

Y para el cable de 95 frente a 35 mm²:

$$8072 \text{ kg CO}_2 / 1007,72 \text{ kg CO}_2 = 8$$

$$(30 \text{ años} \times 365 \text{ días/año}) / 8 = 1369 \text{ días} \approx 3,75 \text{ años}$$



Emplear un cable de sección superior a la mínima exigida por cálculos técnicos lejos de ir contra el medio ambiente supone en la mayoría de los casos un importantísimo ahorro de emisiones contaminantes.

Conclusiones

Los números nos muestran que al menos conviene reflexionar sobre la posibilidad de utilizar secciones superiores a las teóricas, porque a primera vista es fácil entender que al tener la energía un precio muy superior a otros casos en instalaciones fotovoltaicas, minimizar las pérdidas con secciones superiores a las obtenidas con los cálculos eléctricos es algo que se puede y tiene mayor razón cuantificar para obtener un beneficio.

Quando se aumenta la sección por criterios económicos tenemos además algunas ventajas colaterales que no conviene olvidar, entre otras:

- .- Líneas más descargadas, lo que prolonga la vida útil de los cables
- .- Posibilidad de aumento de potencia sin cambiar el conductor
- .- Mejor respuesta a posibles cortocircuitos
- .- Mejora del performance ratio (PR) de la instalación
- .- Reducción de emisiones de CO₂

Los cálculos realizados han sido bastante rigurosos para no falsear los resultados considerando las radiaciones (Gi) a diferentes horas del día. Se puede hacer un cálculo aproximado mucho más sencillo considerando el dato de las horas de sol pico (HSP) dato comúnmente disponible (para nuestro ejemplo sería de 1874,44 h) y considerar durante esas horas el 100 % de la intensidad para calcular la energía perdida. La intensidad del punto de máxima potencia de los paneles está calculado a la misma radiación (1000 W/m²) que el valor HSP. Nos saldrán unas pérdidas superiores que con nuestro ejemplo más detallado, pero orientativamente el proyectista se puede hacer una idea de cuando puede amortizar la sección económica.

Los cables P-Sun SP están diseñados para un mantenimiento cero y por tanto soportan una vida útil de 30 años en las condiciones de las instalaciones fotovoltaicas, por ello, si calcula la sección económica con cable P-Sun SP puede tener la seguridad de que haciendo números para 30 años no va a falsear los periodos de amortización como ocurriría en el caso de que los cables hayan de ser repuestos con anterioridad a los 30 años de vida prevista para la instalación.

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

AFUMEX PLUS 750 V (AS)

Tensión nominal: **300/500 V**
450/750 V

Norma diseño: **UNE 211002**

Designación genérica: **ES05Z1-K (AS)**
H07Z1-K (AS)



CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2



Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío

- Norma constructiva: UNE 211002.
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 °C, + 70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm² (ES05Z1-K (AS)) y 450/750 V (H07Z1-K (AS)) desde 1,5 mm².
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V en los cables ES05Z1-K y 2500 V en los H07Z1-K.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1.

Colores: Amarillo/verde, azul, blanco, gris, marrón, rojo y negro. (Ver tabla de colores según sección).



APLICACIONES

- Cable extradeslizante especialmente adecuado para instalaciones en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable como por ejemplo: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios, etc. o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos en construcción.
 - Derivaciones individuales (ITC-BT 15).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
 - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28)
 - Cableado interior de cuadros (ITC-BT 28).
 - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
 - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AFUMEX PLUS 750 V (AS)

Tensión nominal: **300/500 V**
450/750 V

Norma diseño: **UNE 211002**

Designación genérica: **ES05Z1-K (AS)**
HO7Z1-K (AS)



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 0,5	0,6	2,1	9	39	7,5	85,79	68,76
1 x 0,75	0,6	2,3	11	26,5	10	58,39	46,83
1 x 1	0,6	2,8	14	19,5	12	43,13	34,62
1 x 1,5	0,7	3,4	20	13,3	15	28,84	23,22
1 x 2,5	0,8	4,1	32	7,98	21	17,66	14,25
1 x 4	0,8	4,8	46	4,95	27	10,99	8,91
1 x 6	0,8	5,3	65	3,30	36	7,34	5,99
1 x 10	1,0	6,8	111	1,91	50	4,36	3,59
1 x 16	1,0	8,1	164	1,21	66	2,74	2,29
1 x 25	1,2	10,2	255	0,78	84	1,73	1,48
1 x 35	1,2	11,7	351	0,554	104	1,25	1,09
1 x 50	1,4	13,9	520	0,386	125	0,92	0,84
1 x 70	1,4	16	700	0,272	160	0,64	0,61
1 x 95	1,6	18,2	920	0,206	194	0,46	0,46
1 x 120	1,6	20,2	1130	0,161	225	0,36	0,38
1 x 150	1,8	22,5	1410	0,127	260	0,29	0,33
1 x 185	2,0	20,6	1770	0,106	297	0,26	0,28
1 x 240	2,2	28,4	2300	0,0801	350	0,18	0,24

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.

→ PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6.

(2) Instalación monofásica (para trifásica dividir por 1,15). (Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A.

Caídas de tensión: Ver tabla E.3.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.1.

AFUMEX DUO 750 V (AS)

ESPECIAL DERIVACIONES
INDIVIDUALES CON
FIBRAS ÓPTICAS

Tensión nominal: **450/750 V**

Norma diseño: **UNE 211002**

Designación genérica: **H07Z1-K (AS)**



CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2



Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454



Muy baja emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío

- Norma de referencia: UNE 211002.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.
- Ensayo de continuidad de las fibras ópticas.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR:

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.

Formación: Formación en haz de 3+1, 5+1, conductores aislados, más 2 fibras ópticas en el interior del conductor de protección (a/v).

Temperatura máxima en el conductor: 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

FIBRAS ÓPTICAS:

El conductor de tierra (amarillo/verde) lleva incorporadas dos fibras ópticas

Tipo de fibras ópticas: fibras ópticas monomodo G. 657A con protección ajustada de 900 micras.

Características de las fibras ópticas: Ver hoja de datos técnicos Fibra ajustada para Afumex DUO

Identificación de las fibras ópticas: una de color verde y otra azul.

AISLAMIENTO:

Material: Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1.

Colores:

- 3+1 conductores: amarillo/verde, azul, marrón y rojo de sección 1,5 mm².
- 5+1 conductores: amarillo/verde, azul, gris, marrón, negro y rojo de sección de 1,5 mm².

Marcado: El conductor que lleva las fibras ópticas llevará la siguiente inscripción:

“Prysmian Afumex Duo 750V 07Z1-K (AS) (Sección) + 2 FO G.657”



APLICACIONES

- Instalación conjunta de conductores de energía y fibras ópticas en derivaciones individuales, (desde la centralización de contadores hasta cada uno de los cuadros generales de mando y protección).

– Derivaciones individuales, (ITC-BT 15).

Nota: Para otras posibles aplicaciones de conductores eléctricos con fibras ópticas en su interior se ruega consultar a Prysmian.

AFUMEX DUO 750 V (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 211002**Designación genérica: **H07Z1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento (fases) mm	Diámetro haz mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 10 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	13,2	347	1,83	50 (1)	4,36 (1)	3,59 (1)
3 G 16 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	15,4	502	1,15	66 (1)	2,74 (1)	2,29 (1)
3 G 25 + 1 x 1,5 + 2 FO	1,2	18,9	772	0,727	84 (1)	1,73 (1)	1,48 (1)
3 G 35 + 1 x 1,5 + 2 FO	1,2	25,2	1073	0,554	104 (1)	1,25 (1)	1,09 (1)
5 G 10 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	16,6	575	1,83	44 (2)	3,79 (2)	3,13 (2)
5 G 16 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	19,5	840	1,15	59 (2)	2,38 (2)	1,99 (2)

- (1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial. → PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6.
- (2) Instalación trifásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial → PVC3 con instalación tipo B1 → columna 5.

ESPECIFICACIÓN DE FIBRA INSENSIBLE A CURVATURAS

ESPECIFICACIONES GENERALES

Material	Silicio/Silicio Dopado
Perfil de índice de refracción	Salto de Índice

Características de la protección primaria

Material de la protección primaria	Acrylato Neon™ Plus
Diámetro exterior de la protección primaria	245 μm ± 5 μm
Concentricidad de protección/revestimiento	10 μm

Características del gel entre protección primaria y secundaria

Material del gel	LA-444
Espesor de la capa de gel	10 μm ± 5 μm

Características de la protección secundaria

Material de la protección secundaria	Acrylato
Diámetro exterior de la protección secundaria	900 μm ± 25 μm
Concentricidad de protección/revestimiento	40 μm

Características Geométricas

Diámetro de campo modal @1310 nm	8.4 μm ± 9.2 μm
Diámetro del revestimiento	125 ± 0.7 μm
Error de concentricidad MFD/revestimiento	0.5 μm
Error de no circularidad del revestimiento	1.0 %
Longitud de onda de corte cableada.	1260 nm

Coefficientes de atenuación [1]

@1310 nm	0.36 dB/km
@1380 nm	0.36 dB/km
@1550 nm	0.24 dB/km
@1625 nm	0.29 dB/km

Coefficientes de dispersión

1285 ÷ 1330 nm	3.5 ps/(nm · km)
@1550 nm	18 ps/(nm · km)
@1625 nm	22 ps/(nm · km)
Longitud de onda de dispersión zero	1302 ÷ 1322 nm
Pendiente de dispersión zero S ₀	0.089 ps/(nm ² · km)
Dispersión del modo de polarización	0.4 ps/√km

Características Mecánicas

Fibra probada a un alargamiento (Proof test)	1.0 %
Perdidas por macrocurvaturas de la fibra sin protección secundaria	
1 vuelta alrededor 20 mm diam. @1550 nm	0.5 dB
10 vueltas alrededor 30 mm diam. @1550 nm	0.05 dB
10 vueltas alrededor 30 mm diam. @1625 nm	0.5 dB

Nota: todos los accesorios e instrucciones de montaje en páginas 207-222.

AFUMEX PANELES FLEXIBLE (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-9**Designación genérica: **H05Z-K (AS)
H07Z-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío

- Norma constructiva: UNE 21027-9; HD 22.9 S2; NI 56.10.00.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm² (H05Z-K [AS]) y 450/750 V (H07Z-K [AS]) desde 1,5 mm².
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla especial termoestable, cero halógenos, tipo AFUMEX, clase EI5 según UNE 21027-9.**Colores:** Gris.

APLICACIONES

- Cable especialmente adecuado para el cableado de cuadros, paneles y bastidores de relés (ITC-BT 28).
- Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AFUMEX PANELES FLEXIBLE (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-9**Designación genérica: **H05Z-K (AS)
H07Z-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
*1 x 0.5	0.7	2.3	10	39	-	-	-
*1 x 0.75	0.7	2.5	12	26	-	-	-
*1 x 1	0.7	2.7	15	19.5	-	-	-
1 x 1.5	0.7	3	20	13.3	20	30,98	24,46
1 x 2.5	0.8	3.6	31	7.98	26,5	18,66	15,06
1 x 4	0.8	4.1	45	4.95	36	11,68	9,46
1 x 6	0.8	4.6	64	3.3	46	7,9	6,43
1 x 10	1	6.1	108	1.91	65	4,67	3,84
1 x 16	1	7.2	160	1.21	87	2,94	2,45

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.
→ XLP2 con instalación tipo B1 → columna 10.

(2) Instalación monofásica (para trifásica dividir por 1,15).

(Ver página 23).

* Según Normativa Iberdrola 56.10.00

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A.).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

AFUMEX PANELES RÍGIDO (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-9**Designación genérica: **H07Z-U (AS)
H07Z-R (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío

- Norma constructiva: UNE 21027-9; HD 22.9 S2; NI 56.10.00.
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Rígido, clase 1 (hilo único) hasta 4 mm²; rígido, clase 2 (varios hilos) desde 6 mm²; según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla especial termoestable, cero halógenos, tipo AFUMEX, clase EI5 según UNE 21027-9.

Colores: Azul, gris, marrón y rojo. (Ver tabla de colores según sección).



APLICACIONES

- Cable especialmente adecuado para el cableado de centralizaciones de contadores, cuadros, paneles y bastidores de relés.
 - Centralización de contadores (ITC-BT 16).
 - Cableado de cuadros (ITC-BT 28).
 - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AFUMEX PANELES RÍGIDO (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-9**Designación genérica: **H07Z-U (AS)
H07Z-R (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	3	19	12,1	20	30,98	24,46
1 x 2,5	0,8	3,7	35	7,41	26,5	18,66	15,06
1 x 4	0,8	4,2	51	4,61	36	11,68	9,46
1 x 6	0,8	4,5	64	3,08	46	7,9	6,43
1 x 10	1	6	111	1,83	65	4,67	3,84
1 x 16	1	6,7	158	1,15	87	2,94	2,45

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.

→ XLP2 con instalación tipo B1 → columna 10.

(2) Instalación monofásica (para trifásica dividir por 1,15).

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A.).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

AFUMEX 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna. durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

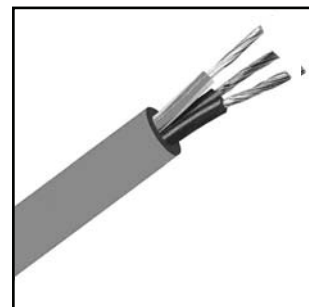
CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.
(Ver tabla de colores según número de conductores).

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.**Color:** Verde.

APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente adecuado para instalaciones interiores o receptoras en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc.) o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.

- Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14). – Derivaciones individuales (ITC-BT 15). – Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
- Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
- Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
- Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AFUMEX 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1.5	0.7	5.7	42	13.3	21	21	26,5	21,36
1 x 2.5	0.7	6.2	60	7.98	29	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0.7	6.8	74	4.95	38	35	9,96	8,1
1 x 6	0.7	7.3	96	3.3	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0.7	8.4	140	1.91	68	58	4	3,31
1 x 16	0.7	9.4	195	1.21	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0.9	11	290	0.78	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0.9	12.6	395	0.55	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	14.2	550	0.38	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1.1	15.8	750	0.27	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1.1	17.9	970	0.20	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1.2	19	1200	0.16	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1.4	21.2	1480	0.12	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1.6	23.9	1866	0.10	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1.7	26.9	2350	0.08	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1.8	29.5	3063	0.06	630	380	0,14	0,19
2 x 1.5	0.7	8.7	105	13.3	24	24	30,98	24,92
2 x 2.5	0.7	9.6	136	7.98	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0.7	10.5	175	4.95	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0.7	11.7	230	3.3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0.7	14	345	1.91	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0.7	16.9	503	1.21	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0.9	20.4	780	0.78	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0.9	23.4	1060	0.55	154	140	1,34	1,16
2 x 50	1	26.8	1448	0.38	188	166	0,99	0,88
3 G 1.5	0.7	9.2	120	13.3	24	24	30,98	24,92
3 G 2.5	0.7	10.1	160	7.98	33	32	18,66	15,07
3 G 4	0.7	11.1	215	4.95	45	42	11,68	9,46
3 G 6	0.7	12.3	282	3.3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0.7	14.7	430	1.91	76	70	4,67	3,84
3 G 16	0.7	17.8	650	1.21	105	91	2,94	2,45
3 x 25	0.9	21.4	946	0.78	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0.9	24.9	1355	0.55	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	28.6	1869	0.38	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1.1	32.1	2530	0.27	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1.1	36.4	3322	0.20	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1.2	40.3	4301	0.16	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1.4	44.9	5332	0.12	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1.6	49.8	6521	0.10	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1.7	56.1	8576	0.08	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1.8	61.8	10633	0.06	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

AFUMEX 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	21	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26,5	27,5	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	35	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21
5 G 1.5	0.7	10.8	170	13.3	20	21	26,94	21,67
5 G 2.5	0.7	12	230	7.98	26,5	27,5	16,23	13,1
5 G 4	0.7	13.2	315	4.95	36	35	10,16	8,23
5 G 6	0.7	14.8	420	3.3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0.7	17.8	660	1.91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0.7	21.5	990	1.21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0.9	25.8	1490	0.78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0.9	30.6	2160	0.55	137	117	1,17	1,01

En el caso de conductores con sección "3 x a/b", se trata de tres conductores de sección "a" (las fases) más un conductor de sección "b".

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica. (Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

AFUMEX MANDO 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

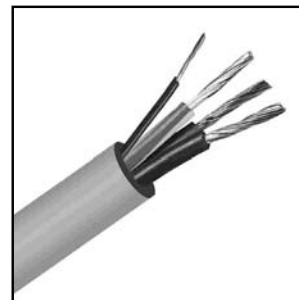
- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.**Colores:** Amarillo/verde, azul, marrón y rojo de sección 1,5 mm² para el conductor de control horario (tarifa nocturna).

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.**Color:** Verde.

APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente diseñado para derivaciones individuales subterráneas.
 - Derivaciones individuales (ITC-BT 15).

AFUMEX MANDO 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 6 + 1 x 1,5	13	300	3,3	40	53	7,90	6,42
3 G 10 + 1 x 1,5	15	440	1,91	54	70	4,67	3,84
3 G 16 + 1 x 1,5	18	660	1,21	73	91	2,94	2,45
3 G 25 + 1 x 1,5	22	980	0,78	95	116	1,86	1,59
3 G 35 + 1 x 1,5	25	1330	0,554	119	140	1,34	1,16

(1) Instalación bajo tubo o conducto monofásica, empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.

→ XLPE2 con instalación tipo B2 → columna 8.

(2) Instalación enterrada monofásica para cables de 3+1 conductores y trifásica para cables de 5+1 conductores, bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 Km/W.

→ XLPE2 con instalación tipo Método D (Cu).

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

AFUMEX FIRS 1000 V (AS +)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 211025**Designación genérica: **SZ1-K (AS +)
RZ1-K mica (AS +)**

CARACTERÍSTICAS CABLE

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2Resistencia al fuego
UNE EN 50200

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21123-4
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- **Resistencia al fuego: UNE EN 50200 PH 120 (842 °C, 120 min.); IEC 60331.**
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla especial termoestable, cero halógenos, tipo AFUMEX:

- Silicona hasta 25 mm² (SZ1-K).
- Cinta vidrio-mica + XLPE a partir de 35 mm² (RZ1-K mica)

Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón, negro; según UNE 21089-1.
(Ver tabla de colores según número de conductores).

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.**Color:** Naranja.

APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente diseñado para seguir prestando servicio en condiciones extremas durante un incendio.
- Adecuado para circuitos de servicios de seguridad no autónomos o con fuentes autónomas centralizadas: (alumbrado de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores...).
- Para la alimentación de extractores y ventiladores para control de humo de incendio en garajes, aparcamientos, cocinas industriales, establecimientos comerciales o públicos y atrios (ver Código Técnico de la Edificación DB-SI 3 punto 8).
 - Servicios de seguridad no autónomos o servicios con fuentes autónomas centralizadas (ITC-BT 28).
 - Extractores y ventiladores para control del humo de incendio en garajes, aparcamientos, cocinas industriales, establecimientos públicos y atrios (CTE, DB-SI 3 pto. 8).

AFUMEX FIRS 1000 V (AS +)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 211025**Designación genérica: **SZ1-K (AS +)
RZ1-K mica (AS +)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1.5	0.7	5.7	42	13.3	21	21	26,5	21,36
1 x 2.5	0.7	6.2	60	7.98	29	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0.7	6.8	74	4.95	38	35	9,96	8,1
1 x 6	0.7	7.3	96	3.3	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0.7	8.4	140	1.91	68	58	4	3,31
1 x 16	0.7	9.4	195	1.21	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0.9	11	290	0.78	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0.9	12.6	395	0.55	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	14.2	550	0.38	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1.1	15.8	750	0.27	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1.1	17.9	970	0.20	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1.2	19	1200	0.16	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1.4	21.2	1480	0.12	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1.6	23.9	1866	0.10	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1.7	26.9	2350	0.08	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1.8	29.5	3063	0.06	630	380	0,14	0,19
2 x 1.5	0.7	8.7	105	13.3	24	24	30,98	24,92
2 x 2.5	0.7	9.6	136	7.98	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0.7	10.5	175	4.95	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0.7	11.7	230	3.3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0.7	14	345	1.91	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0.7	16.9	503	1.21	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0.9	20.4	780	0.78	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0.9	23.4	1060	0.55	154	140	1,34	1,16
2 x 50	1	26.8	1448	0.38	188	166	0,99	0,88
3 G 1.5	0.7	9.2	120	13.3	24	24	30,98	24,92
3 G 2.5	0.7	10.1	160	7.98	33	32	18,66	15,07
3 G 4	0.7	11.1	215	4.95	45	42	11,68	9,46
3 G 6	0.7	12.3	282	3.3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0.7	14.7	430	1.91	76	70	4,67	3,84
3 G 16	0.7	17.8	650	1.21	105	91	2,94	2,45
3 x 25	0.9	21.4	946	0.78	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0.9	24.9	1355	0.55	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	28.6	1869	0.38	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1.1	32.1	2530	0.27	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1.1	36.4	3322	0.20	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1.2	40.3	4301	0.16	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1.4	44.9	5332	0.12	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1.6	49.8	6521	0.10	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1.7	56.1	8576	0.08	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1.8	61.8	10633	0.06	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K-m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

AFUMEX FIRS 1000 V (AS+)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 211025**Designación genérica: **SZ1-K (AS+)
RZ1-K mica (AS+)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	21	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26,5	27,5	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	35	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21
5 G 1.5	0.7	10.8	170	13.3	20	21	26,94	21,67
5 G 2.5	0.7	12	230	7.98	26,5	27,5	16,23	13,1
5 G 4	0.7	13.2	315	4.95	36	35	10,16	8,23
5 G 6	0.7	14.8	420	3.3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0.7	17.8	660	1.91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0.7	21.5	990	1.21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0.9	25.8	1490	0.78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0.9	30.6	2160	0.55	137	117	1,17	1,01

En el caso de conductores con sección "3 x a/b", se trata de tres conductores de sección "a" (las fases) más un conductor de sección "b".

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

AFUMEX FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)

RESISTENTE AL FUEGO (AS+)
TRENZADO Y APANTALLADO

Tensión nominal: **300/500 V**

Norma diseño: **UNE 211025**

Designación genérica: **SOZI-K (AS+)**



CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2



Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2



Resistencia al fuego
UNE EN 50200



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 300/500 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- **Resistencia al fuego: UNE EN 50200 PH 120 (842 °C, 120 min); IEC 60331.**
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Silicona.

Colores: Rojo y negro.

Reunión: Conductores trenzados entre 8 y 11 vueltas por metro.



PANTALLA METÁLICA

Pantalla a base de cinta aluminio/poliéster con drenaje en Cu-Sn de 0,25 mm².

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

Color: Naranja.

AFUMEX FIRS DETEC-SIGNAL (AS +)

Tensión nominal: **300/500 V**Norma diseño: **UNE 211025**Designación genérica: **SOZI-K (AS +)**

APLICACIONES

- Cable resistente al fuego (AS+), especialmente diseñado para seguir prestando servicio en condiciones extremas durante un incendio.
- Circuitos de alarmas, detectores y pulsadores en sistemas contra incendios, (ITC-BT 28).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F. 2.

AFUMEX MÚLTIPLE 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna.durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.**Colores:** Un conductor amarillo/verde y el resto negros numerados.

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.**Color:** Verde.

APLICACIONES

Cable de alta seguridad (AS) de fácil pelado y alta flexibilidad, para control de electroválvulas, para arranque de máquinas, arranque de autómatas, teleruptores, etc.

- Cable para control y mando especialmente adecuado para instalaciones interiores o receptoras en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc.) o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego o la ecología de los productos de construcción.
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
- Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
- Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos industriales R.D. 2267/2004).
- Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AFUMEX MÚLTIPLE 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
6 G 1,5	0,7	2,9	12,7	13,3	15	26,94	21,67
8 G 1,5	0,7	2,9	13,8	13,3	13	26,94	21,67
10 G 1,5	0,7	2,9	15,7	13,3	11	26,94	21,67
12 G 1,5	0,7	2,9	16,1	13,3	11	26,94	21,67
14 G 1,5	0,7	2,9	16,9	13,3	10	26,94	21,67

(1) Instalación bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.
→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 con coeficiente según número de conductores.

(2) Trifásica (3 conductores) para monofásica (cada 2 conductores) multiplicar por 1,15.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

AFUMEX O SIGNAL (AS)

Tensión nominal: **300/500 V**Norma diseño: **VDE 0250**Designación genérica: **RC4Z1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: VDE 0250 teil 405.
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 300/500 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453 ; BS 6425-2; pH 4,3 ; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

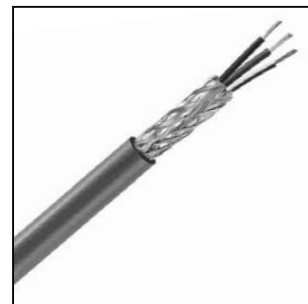
CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla especial termoestable (XLPE), cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1.**Colores:** Coloración según UNE 21089-1.

- 2 cond.: marrón y azul.
- 3 cond.: marrón, azul y amarillo-verde.
- 4 cond.: negro, marrón, gris y amarillo-verde.
- 5 cond.: negro, gris, marrón, azul y amarillo-verde.
- Más de 5 cond.: 1 cond. amarillo-verde, el resto negros con numeración.



PANTALLA METÁLICA:

Trenza de hilos de cobre desnudo con recubrimiento aproximado del 70%.

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1,**Color:** Verde.

APLICACIONES

Cable de alta seguridad (AS), apantallado con trenza de hilos de cobre para control de electroválvulas, para arranque de máquinas, arranque de autómatas, teleruptores, etc., o para regulación de temperatura, de intensidad, de tensión, de válvulas motorizadas, etc.

- Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
- Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AFUMEX O SIGNAL (AS)

Tensión nominal: **300/500 V**Norma diseño: **VDE 0250**Designación genérica: **RC4Z1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
2 x 1	0,6	7	65,4	19,5	8,7	47,06	37,77
2 x 1,5	0,6	8	85,9	13,3	16,5	30,98	24,92
3 G 1	0,6	7,4	79,4	19,5	8,7	47,06	37,77
3 G 1,5	0,6	8,5	105,2	13,3	16,5	30,98	24,92
4 G 1	0,6	8,5	104	19,5	8,7	40,92	32,84
4 G 1,5	0,6	9,2	127,7	13,3	16	26,94	21,67

(1) Instalación bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.

→ XLPE2 con instalación tipo B2 → columna 8 (monofásica 2x y 3G)

→ XLPE3 con instalación tipo B2 → columna 7 (trifásica 4G)

(Ver página 23).

Otras características

Capacidad mutua aproximada	≤ 0,16 (μF/km)
Inducción mutua aproximada	≤ 0,9 (mH/km)

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

AFUMEX EXPO (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-13**Designación genérica: **H07ZZ-F (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a los golpes

- Norma constructiva: UNE 21027-13; HD 22.13.S1.
- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (servicio móvil); -40 °C, +90 °C (instalación fija). (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; IT 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 85 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Elastómero termoestable, libre de halógenos.**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1 (factibles otras posibilidades).

CUBIERTA

Material: Poliolefina termoestable tipo Afumex.**Color:** Gris con franja verde.

APLICACIONES

- Casetas de ferias, ferias comerciales, exposiciones, muestras e instalaciones eléctricas temporales en emplazamientos con público.
 - Cable flexible para servicios móviles, apropiado para conectar paneles de baja tensión con transformadores en aerogeneradores.
 - Equipos de retransmisión provisional, iluminación escénica, prolongadores... y en general servicios no fijos en locales de pública concurrencia.
 - Alimentación desde toma de corriente de todo tipo de máquinas en locales públicos (recreativas, expendedoras, secamanos, etc.).
- Ferias y stands (ITC-BT 34, ITC-BT 28).
 - Instalaciones provisionales o servicios móviles en locales de pública concurrencia (ITC-BT 34, ITC-BT 28).

AFUMEX EXPO (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-13**Designación genérica: **H07ZZ-F (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Diámetro exterior máximo mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (bandeja) (1) A	Intensidad admisible al aire (montaje superficial) (2) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	7,1	52	13,3	21	16,5	30,47	24,56
1 x 2,5	7,9	68	7,98	29	23	18,31	14,81
1 x 4	9,0	95	4,95	38	31	11,45	9,32
1 x 6	9,8	125	3,3	49	40	7,75	6,34
1 x 10	11,9	200	1,91	68	54	4,60	3,81
1 x 16	13,4	275	1,21	91	73	2,89	2,44
1 x 25	15,8	395	0,78	116	95	1,83	1,58
1 x 35	17,9	520	0,554	144	119	1,32	1,16
1 x 50	20,6	750	0,386	175	145	0,98	0,89
1 x 70	23,3	950	0,272	224	185	0,68	0,64
1 x 95	26	1220	0,206	271	224	0,48	0,49
1 x 120	28,6	1480	0,161	314	260	0,39	0,41
1 x 150	31,4	1830	0,129	363	299	0,31	0,36
1 x 185	34,4	2270	0,106	415	341	0,25	0,30
1 x 240	38,3	2850	0,0801	490	401	0,20	0,25
2 x 1,5	11,0	120	13,3	21	16,5	30,98	24,92
2 x 2,5	13,1	175	7,98	29	23	18,66	15,07
2 x 4	15,1	245	4,95	38	31	11,68	9,46
2 x 6	16,8	315	3,3	49	40	7,90	6,42
2 x 10	22,6	590	1,91	68	54	4,67	3,84
2 x 16	25,7	790	1,21	91	73	2,94	2,45
3 G 1,5	11,9	150	13,3	21	16,5	26,94	21,67

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalacion tipo C → columna 11 (1x, 2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalacion tipo C → columna 9 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(2) Instalación al aire (40 °C), bajo tubo o conducto en montaje superficial, o bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...

→ XLPE2 con instalacion tipo B2 → columna 8 (1x, 2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalacion tipo B2 → columna 7 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(Ver página 23).

AFUMEX EXPO (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-13**Designación genérica: **H07ZZ-F (AS)**

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados) - continuación

Sección nominal mm ²	Diámetro exterior máximo mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (bandeja) (1) A	Intensidad admisible al aire (montaje superficial) (2) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 2,5	14,0	215	7,98	29	23	16,23	13,1
3 G 4	16,2	300	4,95	38	31	10,16	8,23
3 G 6	18,0	395	3,3	49	40	6,87	5,59
3 G 10	24,2	740	1,91	68	54	4,06	3,34
3 G 16	27,6	1000	1,21	91	73	2,56	2,13
5 G 1,5	14,4	230	13,3	19	16	26,94	21,67
5 G 2,5	17,0	325	7,98	26	22	16,23	13,1
5 G 4	19,9	475	4,95	34	30	10,16	8,23
5 G 6	22,2	630	3,3	44	37	6,87	5,59
6 G 1,5	17,2	315	13,3	13,3	11,2	26,94	21,67
6 G 2,5	20,0	430	7,98	18,2	15,4	16,23	13,1
6 G 4	23,2	620	4,95	23,8	21	10,16	8,23
12 G 1,5	22,4	530	13,3	8,5	7,2	26,94	21,67
12 G 2,5	26,2	760	7,98	11,7	9,9	16,23	13,1
12 G 4	30,9	1090	4,95	15,3	13,5	10,16	8,23
18 G 1,5	26,3	800	13,3	7,6	6,4	26,94	21,67
18 G 2,5	30,9	1160	7,98	10,4	8,8	16,23	13,1
18 G 4	36,4	1680	4,95	13,6	12	10,16	8,23
24 G 1,5	30,7	1010	13,3	6,6	5,6	26,94	21,67
24 G 2,5	36,5	1450	7,98	9,1	7,7	16,23	13,1
36 G 1,5	35,2	1440	13,3	5,7	4,8	26,94	21,67
36 G 2,5	41,8	2110	7,98	7,8	6,6	16,23	13,1

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalación tipo C → columna 11 (1x, 2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo C → columna 9 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(2) Instalación al aire (40 °C), bajo tubo o conducto en montaje superficial, o bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).

→ XLPE2 con instalación tipo B2 → columna 8 (1x, 2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo B2 → columna 7 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(Ver página 23).

AFUMEX EXPO (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-13**Designación genérica: **H07ZZ-F (AS)**

CÁLCULOS

INTENSIDADES ADMISIBLES PARA SERVICIOS NO FIJOS

Sección del conductor (mm ²)	Intensidad admisible						
	Cable unipolar		Cable bipolar	Cable tripolar		Cable de 4	Cable de 5
	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	3 conductores cargados	3 conductores cargados
4	27	24	27	28	23	24	24
6	35	31	35	36	29	30	31
10	49	43	49	50	41	42	44
16	64	58	64	67	54	56	58
25	85	77	86	89	72	75	77
35	105	95	-	110	90	93	-
50	132	121	-	138	113	117	-
70	165	151	-	173	141	145	-
95	196	182	-	205	167	172	-
120	229	213	-	239	195	201	-
150	263	246	-	274	223	231	-
185	297	279	-	309	253	261	-
240	355	333	-	366	299	309	-
300	407	383	-	417	340	352	-
400	480	453	-	-	-	-	-
500	549	519	-	-	-	-	-
630	642	608	-	-	-	-	-

1 - Temperatura ambiente 40 °C.

2 - Los valores tabulados son para cables al aire libre.

3 - Conductores unipolares están cableados (2 cables en contacto y 3 cables al trebolillo).

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

AFUMEX 1000 V VARINET K FLEX (AS)

CABLE AFUMEX (AS) PARA MOTORES
CON VARIADORES DE FRECUENCIA

Tensión nominal: **0,6/1 kV**

Norma diseño: **UNE 21123-4**

Designación genérica: **RZ1KZ1-K (AS)**



CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2



Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Normativa constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 min.: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1.5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.

Colores: Gris, marrón y negro.

CUBIERTA INTERIOR

Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1, según norma UNE 21123-4 anexo 1.

CONDUCTOR CONCÉNTRICO

Corona de hilos de cobre colocados helicoidalmente + contraespira de cobre (función de pantalla y de conductor de protección).

CUBIERTA EXTERIOR

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1, según norma UNE 21123-4 anexo 1.

Color: Verde.



APLICACIONES

- Cable de alta seguridad especial para interconexión entre variadores de frecuencia y motores, de acuerdo con las indicaciones del fabricante de dichos variadores.
 - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
 - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, R.D. 2267/2004).
 - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AFUMEX 1000 V VARINET K FLEX (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1KZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 2,5 / 2,5	0.7	3.4	14.2	290	7,980 / 7,980	26,5	27,5	16,23	13,1
3 x 4 / 4	0.7	3.8	15.2	350	4,950 / 4,950	36	35	10,16	8,23
3 x 6 / 6	0.7	4.4	16.6	440	3,300 / 3,300	46	44	6,87	5,59
3 x 10 / 10	0.7	5.5	19.1	650	1,910 / 1,910	65	58	4,06	3,34
3 x 16 / 16	0.7	6.6	22.1	910	1,210 / 1,210	87	75	2,56	2,13
3 x 25 / 16	0.9	8.2	25.9	1330	0,780 / 1,210	110	96	1,62	1,38
3 x 35 / 16	0.9	9.7	29.1	1720	0,554 / 1,210	137	117	1,17	1,01
3 x 50 / 25	1	10.8	31.7	2330	0,386 / 0,780	167	138	0,86	0,77
3 x 70 / 35	1.1	12.9	36.7	3190	0,272 / 0,554	214	170	0,6	0,56
3 x 95 / 50	1.1	14.4	40.6	4110	0,206 / 0,386	259	202	0,43	0,42
3 x 120 / 70	1.2	15.9	44.3	5180	0,161 / 0,272	301	230	0,34	0,35
3 x 150 / 70	1.4	18	48.3	6390	0,129 / 0,272	343	260	0,28	0,3
3 x 185 / 95	1.6	20.5	56.1	8080	0,106 / 0,206	391	291	0,22	0,26
3 x 240 / 120	1.7	23.3	63.1	10410	0,0801 / 0,161	468	336	0,17	0,21
3 x 300 / 150	1.8	25.7	70.1	13390	0,0641 / 0,129	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo E → columna 10 (3x).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (Cu) → 3x.

(Ver página 23).

Las secciones vienen indicadas como 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más un conductor concéntrico de sección b. El conductor b hace la función de pantalla y de protección (tierra).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

AFUMEX 1000 V LUX (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

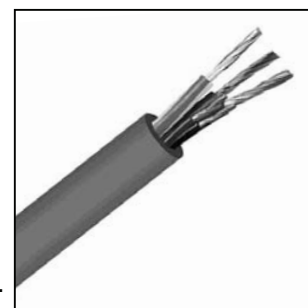
Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

El cable consta de conductores de alimentación (3G) más par de control trenzado (2 x 1,5).

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.**Colores:** Amarillo/verde, azul y marrón. Par de control rojo y negro (opcional rojo y blanco). Según UNE 21089-1.

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.**Color:** Verde.

APLICACIONES

- Cable de fácil pelado, alta flexibilidad y alta seguridad (AS) para alimentación y control de receptores para alumbrado en luminarias DALI.
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
 - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
 - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
 - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AFUMEX 1000 V LUX (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **RZ1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE

Sección nominal mm ²	Diámetro exterior máximo mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km		Intensidad admisible al aire (bandeja) (1) A	Intensidad admisible bajo tubo empotrado (2) A	Caída de tensión V/A km			
				energía 2,5 o 4	control 1,5			cos φ = 1		cos φ = 0,8	
								energía 2,5 o 4	control 1,5	energía 2,5 o 4	control 1,5
3 G 2,5 + 2 x 1,5	0,7	12,8	200	7,98	13,3	33	23	18,66	30,98	10,57	24,92
3 G 4 + 2 x 1,5	0,7	13,6	255	4,95	13,3	45	31	11,68	30,98	9,46	24,92

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (3G monofásica).

(2) Instalación bajo tubo empotrado (40 °C).

→ XLPE2 con instalación tipo B2 → 3G.

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

AL AFUMEX 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **AL RZ1 (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2



Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayo de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Aluminio.
Flexibilidad: Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.
Color: Negro.

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.
Color: Verde.



APLICACIONES

- Cable especialmente adecuado para instalaciones interiores o receptoras en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc.) o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego o la ecología de los productos de construcción.
 - Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14).
 - Derivaciones individuales (ITC-BT 15).
 - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
 - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
 - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AL AFUMEX 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-4**Designación genérica: **AL RZ1 (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro envolvente mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 16	0,7	10,2	140	1,91	70	58	4,15	3,42
1 x 25	0,9	12	195	1,2	88	74	2,62	2,19
1 x 35	0,9	12,4	220	0,868	109	90	1,89	1,6
1 x 50	1	13,7	265	0,641	133	107	1,39	1,21
1 x 70	1,1	15,5	350	0,443	170	132	0,97	0,86
1 x 95	1,1	17,4	445	0,32	207	157	0,7	0,65
1 x 120	1,2	19,4	530	0,253	239	178	0,55	0,53
1 x 150	1,4	20,6	630	0,206	277	201	0,45	0,45
1 x 185	1,6	23	785	0,164	316	226	0,36	0,37
1 x 240	1,7	25,7	980	0,125	372	261	0,27	0,3
1 x 300	1,8	28,0	1160	0,100	462	295	0,22	0,26

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo F → columna 11 (Al) (unipolares trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K-m/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (Al).

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.3.

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **DKE/VDE AK 411.2.3**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
EN 50305 ITC 3Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



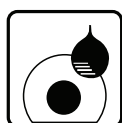
Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a la abrasión



Resistencia a los golpes

Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (20.000 h); -40 °C, +90 °C (30 años)

Tensión nominal: 0,6/1 kV (tensión máxima en alterna: 0,7/1,2 kV, tensión máxima en continua: 0,9/1,8 kV).

Ensayo de tensión en corriente alterna 6 kV, 15 min.

Ensayo de tensión en corriente continua 10 kV, 15 min.W

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: EN 60332-1; IEC 60332-1.
- Libre de halógenos: EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 50305 ITC 3
- Baja emisión de humos opacos: EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm.

Resistencia a las condiciones climatológicas:

- Resistencia al ozono: EN 50396, test B
- Resistencia a los rayos UVA: UL 1581 (xeno test), ISO 4892-2 (A method), HD 506/A1-2.4.20
- Resistencia a la absorción de agua: EN 60811-1-3

Otros ensayos:

- Resistencia al frío: Doblado a baja temperatura (EN 60811-1-4)
Impacto (EN 50305)
- Dureza: 85 (DIN 53505)
- Resistencia a aceites minerales: 24 h, 100 °C (EN 60811-2-1)
- Resistencia a ácidos y bases: 7 días, 23 °C, ácido n-oxálico, hidróxido sódico (EN 60811-2-1)



DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico, estañado.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 120 °C (20.000 h); 90 °C (30 años). 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Goma tipo EI6 según UNE-EN 50363-1 que confiere unas elevadas características eléctricas y mecánicas.

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **DKE/VDE AK 411.2.3**

DESCRIPCIÓN

CUBIERTA

Material: Mezcla cero halógenos tipo EM5 según UNE EN 50363-1**Color:** Negro, rojo o azul

APLICACIONES

Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor mm	Diámetro exterior del cable (valor máx.) mm	Peso kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km (corriente continua)
1x1,5	1,6	4,9	33	13,7	25	26,5
1x2,5	1,9	5,2	43	8,21	34	15,92
1x4	2,4	5,9	58	5,09	46	9,96
1x6	2,9	6,5	77	3,39	59	6,74
1x10	3,9	8,3	134	1,95	82	4
1x16	5,4	10,1	198	1,24	110	2,51
1x25	6,4	11,4	290	0,795	140	1,59
1x35	7,5	12,9	394	0,565	174	1,15
1x50	9	14,9	549	0,393	210	0,85
1x70	10,8	17	756	0,277	269	0,59
1 x 95	12,6	16,8	930	0,210	327	0,42
1 x 120	14,3	19,4	1300	0,164	380	0,34
1 x 150	15,9	21,1	1500	0,132	438	0,27
1 x 185	17,5	23,5	1900	0,108	500	0,22
1 x 240	20,5	26,3	2300	0,0817	590	0,17

(1) Instalación monofásica en bandeja al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
→ XLPE2 con instalacion tipo F → columna 13. (Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

NOTA: para accesorios de conexión del cable P-SUN SP ver conectores Tecplug en el apartado de accesorios para baja tensión.

WIREPOL FLEX

Tensión nominal: **300/500 V**
450/750 V

Norma diseño: **UNE 21031-3**

Designación genérica: **H05V-K**
H07V-K



CARACTERÍSTICAS CABLE



Extradeslizante



Cable flexible



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción de agua

- Norma constructiva: UNE 21031-3; CENELEC HD 21.3 S3; CEI 60227-3.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm² (H05V-K) y 450/750 V (H07V-K) desde 1,5 mm².
- Ensayo de tensión alterna. durante 5 minutos: 2000 V en los cables H05V-K y 2500 V en los cables H07V-K.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1 (emisión CLH < 20%).

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo T11.

Colores: Amarillo/verde, azul, blanco, gris, marrón, negro, rojo. (Ver tabla de colores según sección).



APLICACIONES

Cable de alta deslizabilidad para

H05V-K:

- Montaje fijo protegido.
- Circuitos de señalización o mando, timbres, alarmas domésticas o similares.

H07V-K:

- Instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos. (Salvo obligación de Afumex (AS)).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y RD 2267/2004).
- Instalaciones interiores de viviendas (ITC- BT 26); salvo edificios de gran altura (Ver Afumex Plus (AS)).
- Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) adecuadamente canalizado; salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

WIREPOL FLEX

Tensión nominal: **300/500 V**
450/750 V

Norma diseño: **UNE 21031-3**

Designación genérica: **H05V-K**
H07V-K

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
H05V-K							
1 x 0,5	0,6	2,5	9	39	7,5	85,79	68,76
1 x 0,75	0,6	2,7	12	26,5	10	58,39	46,83
1 x 1	0,6	2,8	14	19,5	12	43,13	34,62
H07V-K							
1 x 1,5	0,7	3,4	20	13,3	15	28,84	23,22
1 x 2,5	0,8	4,1	31	7,98	21	17,66	14,25
1 x 4	0,8	4,8	45	4,95	27	10,99	8,91
1 x 6	0,8	5,3	64	3,3	36	7,34	5,99
1 x 10	1	6,8	110	1,91	50	4,36	3,59
1 x 16	1	8,1	160	1,21	66	2,74	2,29
1 x 25	1,2	10,2	250	0,78	84	1,73	1,48
1 x 35	1,2	11,7	350	0,554	104	1,25	1,09
1 x 50	1,4	13,9	510	0,386	125	0,92	0,84
1 x 70	1,4	16	700	0,272	160	0,64	0,61
1 x 95	1,6	18,2	900	0,206	194	0,46	0,46

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.
→ PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.3.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.1.

WIREPOL RÍGIDO

Tensión nominal: **300/500 V**
450/750 V

Norma diseño: **UNE 21031-3**

Designación genérica: **H05V-U**
H07V-U
H07V-R

CARACTERÍSTICAS CABLE



Extradislizante



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción de agua

- Norma constructiva: UNE 21031-3; CENELEC HD 21.3 S3; CEI 60227-3.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm² (H05V-U) y 450/750 V (H07V-U y H07V-R) desde 1,5 mm².
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V en los cables H05V-U y 2500 V en los cables H07V-U y H07V-R.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24; NFC 32070-C1.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1 (emisión CLH < 20%).

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Rígido, clase 1 (hilo único) hasta 4 mm²; rígido, clase 2 (varios hilos) desde 6 mm²; según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo T11.

Colores: Amarillo/verde, azul, blanco, gris, marrón, negro. (Ver tabla de colores según sección).



APLICACIONES

H05V-U:

- Montaje fijo protegido.
- Circuitos de señalización o mando, timbres, alarmas domésticas o similares.

H07V-U, H07V-R:

- Instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas análogos. (Salvo obligación de Afumex (AS)).

- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).
- Instalaciones interiores en viviendas (ITC-BT 26); salvo edificios de gran altura (Ver Afumex Plus (AS)).
- Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) adecuadamente canalizado; salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

WIREPOL RÍGIDO

Tensión nominal: **300/500 V**
450/750 V

Norma diseño: **UNE 21031-3**

Designación genérica: **H05V-U**
H07V-U
H07V-R

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
H05V-U							
1 x 1	0,6	2,7	13,6	18,1	-	43,13	34,62
H07V-U							
1 x 1,5	0,7	3,2	20	12,1	15	28,84	23,22
1 x 2,5	0,8	3,9	31	7,41	21	17,66	14,25
1 x 4	0,8	4,4	46	4,61	27	10,99	8,91
H07V-R							
1 x 6	0,8	5,2	67	3,08	36	7,34	5,99
1 x 10	1	6,7	111	1,83	50	4,36	3,59
1 x 16	1	7,8	170	1,15	66	2,74	2,29

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.
→ PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.3.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.

RETENAX FLEX

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RV-K**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites

- Norma constructiva: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión ClH < 14%.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.
(Ver tabla de colores según número de conductores).

CUBIERTA

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.**Colores:** Negro.
Blanco, suministrado en cajas en las secciones: 2x1.5, 2x2.5, 3G1.5, 3G2.5.

APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad para instalaciones subterráneas en general e instalaciones al aire en las que se requiere una gran facilidad de manipulación y no es obligatorio Afumex (AS).
 - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
 - Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267 / 2004).

Los cables RV-K no están permitidos en servicios provisionales en general (obras, ferias, stands... ITC-BT 33, 34 ...) ni para servicios móviles, ni prolongadores (ver Flextreme).

RETENAX FLEX

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RV-K**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1.5	0.7	5.7	42	13.3	21	21	26,5	21,36
1 x 2.5	0.7	6.2	54	7.98	29	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0.7	6.6	70	4.95	38	35	9,96	8,1
1 x 6	0.7	7.2	91	3.3	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0.7	8.3	135	1.91	68	58	4	3,31
1 x 16	0.7	9.4	191	1.21	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0.9	11	280	0.78	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0.9	12.5	389	0.554	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	14.2	537	0.386	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1.1	15.8	726	0.272	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1.1	17.9	958	0.206	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1.2	18.9	1170	0.161	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1.4	21.2	1460	0.129	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1.6	23.8	1830	0.106	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1.7	26.7	2310	0.0801	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1.8	29.3	3100	0.0641	630	380	0,14	0,19
-								
2 x 1.5	0.7	8.7	95	13.3	24	24	30,98	24,92
2 x 2.5	0.7	9.6	125	7.98	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0.7	10.5	165	4.95	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0.7	11.7	215	3.3	57	53	7,9	6,42
2 x 10	0.7	13.9	330	1.91	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0.7	16.9	503	1.21	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0.9	20.6	775	0.78	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0.9	23.6	1060	0.554	154	140	1,31	1,16
2 x 50	1	27	1470	0.386	188	166	0,99	0,88
-								
3 G 1.5	0.7	9.2	110	13.3	24	24	30,98	24,92
3 G 2.5	0.7	10.1	150	7.98	33	32	18,66	15,07
3 G 4	0.7	11.1	200	4.95	45	42	11,68	9,46
3 G 6	0.7	12.3	270	3.3	57	53	7,9	6,42
3 G 10	0.7	14.7	415	1.91	76	70	4,67	3,84
3 G 16	0.7	18	639	1.21	105	91	2,94	2,45
3 x 25	0.9	21.4	946	0.78	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0.9	25.1	1355	0.554	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	28.8	1900	0.386	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1.1	32.3	2550	0.272	214	170	0,6	0,56

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalacion tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalacion tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalacion tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

RETENAX FLEX

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RV-K**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados) - continuación

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 95	1,1	35,9	3290	0,206	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	39,2	4060	0,161	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	44,2	5070	0,129	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	50,3	6400	0,106	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	56,7	8200	0,0801	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	62,2	10450	0,0641	-	380	0,14	0,18
4 G 1,5	0,7	9,9	135	13,3	20	21	26,94	21,67
4 G 2,5	0,7	11	180	7,98	26,5	27,5	16,23	13,1
4 G 4	0,7	12,1	245	4,95	36	35	10,16	8,23
4 G 6	0,7	13,5	330	3,3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0,7	16,2	520	1,91	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	19,9	796	1,21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	24	1240	0,78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	27,7	1700	0,554	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	32,2	2430	0,386	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	35,8	3260	0,272	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	39,8	4210	0,206	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1,2	43,7	5178	0,161	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1,4	49,5	6476	0,129	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1,6	56,1	8778	0,106	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1,7	63,2	10526	0,0801	468	336	0,17	0,21
5 G 1,5	0,7	10,8	160	13,3	20	21	26,94	21,67
5 G 2,5	0,7	12	215	7,98	26,5	27,5	16,23	13,1
5 G 4	0,7	13,2	300	4,95	36	35	10,16	8,23
5 G 6	0,7	14,8	400	3,3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0,7	17,7	630	1,91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0,7	21,8	976	1,21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0,9	26,2	1460	0,78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0,9	30,6	2070	0,54	137	117	1,17	1,01

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

RETENAX FLAM N

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RV**

CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción de agua



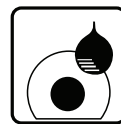
Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites

- Norma constructiva: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CIH < 14%.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Rígido, clase 1 (hilo único) hasta 4 mm², rígido clase 2 (varios hilos) desde 6 mm²; según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.

Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1. (Ver tabla de colores según número de conductores).



CUBIERTA

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

Color: Negro

APLICACIONES

- Instalaciones subterráneas en general e instalaciones al aire en las que la flexibilidad no es una necesidad imperiosa y no es obligatorio Afumex (AS).
 - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
 - Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).
 - Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) adecuadamente canalizada; salvo obligación de Afumex (AS) (ver RD 2267/2004).

RETENAX FLAM N

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RV**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	2,8	5,6	50	12,1	21	21	26,5	21,36
1 x 2,5	0,7	3,2	6	60	7,41	29	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0,7	3,6	6,4	75	4,61	38	35	9,96	8,1
1 x 6	0,7	4,4	7,1	100	3,08	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0,7	5,2	8,1	145	1,83	68	58	4	3,31
1 x 16	0,7	6,1	9	200	1,15	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	7,7	10,6	300	0,727	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	8,8	11,6	400	0,524	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	10,3	12,8	530	0,387	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	12	14,7	730	0,268	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	13,8	16,6	1000	0,193	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1,2	15,4	18,1	1210	0,153	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1,4	17,2	20,1	1470	0,124	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1,6	19,3	22,3	1860	0,0991	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1,7	21,8	25,4	2420	0,0754	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1,8	24,3	27,9	3030	0,0601	630	380	0,14	0,19
2 x 1,5	0,7	2,8	8,4	110	12,1	24	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	3,2	9,2	130	7,41	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	3,6	10	190	4,61	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	4,4	11,4	240	3,08	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	5,2	13,3	340	1,83	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	6,4	16,2	560	1,15	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	7,7	19,6	850	0,727	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	8,8	21,8	1100	0,524	154	140	1,34	1,16
2 x 50	1	10,3	24,8	1460	0,387	188	166	0,99	0,88

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalacion tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalacion tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalacion tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

RETENAX FLAM N

Tensión nominal:

0,6/1 kV

Norma diseño:

UNE 21123-2

Designación genérica:

RV

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados) - continuación

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 1,5	0,7	2,8	8,8	120	12,1	20	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	3,2	9,6	160	7,41	26,5	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	3,6	10,6	210	4,61	36	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	4,4	12,1	290	3,08	46	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	5,2	14,1	430	1,83	65	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	6,1	17,1	695	1,15	87	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	7,7	20,8	1070	0,727	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	8,8	23,2	1390	0,524	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	10,3	26,4	1860	0,387	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	12	30,5	2580	0,268	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	13,8	34,5	3490	0,193	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	15,4	38,2	4300	0,153	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	17,2	42,5	5400	0,124	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	19,3	47,6	6740	0,0991	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	21,8	53,4	8590	0,0754	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	24,3	59,2	10770	0,0601	565	380	0,14	0,18
4 x 1,5	0,7	2,8	9,5	140	12,1	20	21	26,94	21,67
4 x 2,5	0,7	3,2	10,4	190	7,41	26,5	27,5	16,23	13,1
4 x 4	0,7	3,6	11,5	260	4,61	36	35	10,16	8,23
4 x 6	0,7	4,4	13,2	360	3,08	46	44	6,87	5,59
4 x 10	0,7	5,2	15,4	540	1,83	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	6,1	18,7	855	1,15	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	7,7	22,8	1330	0,727	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	8,8	25,4	1740	0,524	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	10,3	29,3	2370	0,387	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	12	33,8	3310	0,268	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	13,8	38,3	4480	0,193	259	202	0,43	0,42

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

EUROFLAM ENERGÍA

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-1**Designación genérica: **VV-K**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1

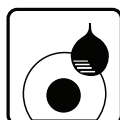
Resistencia a la absorción de agua



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites

- Norma constructiva: UNE 21123-1.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CIH < 20%.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo PVC/A.**Colores:** 1 conductor amarillo/verde, el resto negros numerados.

CUBIERTA

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo ST1.**Color:** Negro.

APLICACIONES

Cable para control de electroválvulas, para arranque de máquinas, arranque de autómatas, teleruptores, etc.
Resistente a grasas y aceites.

- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

EUROFLAM ENERGÍA

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-1**Designación genérica: **VV-K**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
6 G 1.5	0.8	13	241	13.3	11,2	26,94	21,67
6 G 2.5	0.8	14.3	319	7.98	15,4	16,23	13,1
6 G 4	1	16.9	501	4.95	21	10,16	8,23
7 G 1.5	0.8	13	256	13.3	9,6	26,94	21,67
7 G 2.5	0.8	14.3	341	7.98	13,2	16,23	13,1
7 G 4	1	16.9	538	4.95	18	10,16	8,23
8 G 1.5	0.8	14.1	297	13.3	9,6	26,94	21,67
8 G 2.5	0.8	15.7	400	7.98	13,2	16,23	13,1
8 G 4	1	18.6	632	4.95	18	10,16	8,23
10 G 1.5	0.8	16.1	373	13.3	8	26,94	21,67
10 G 2.5	0.8	17.9	498	7.98	11	16,23	13,1
10 G 4	1	21.4	752	4.95	15	10,16	8,23
12 G 1.5	0.8	16.6	409	13.3	7,2	26,94	21,67
12 G 2.5	0.8	18.5	538	7.98	9,9	16,23	13,1
12 G 4	1	22	853	4.95	13,5	10,16	8,23
14 G 1.5	0.8	17.4	460	13.3	7,2	26,94	21,67
14 G 2.5	0.8	19.4	624	7.98	9,9	16,23	13,1
14 G 4	1	23.2	971	4.95	13,5	10,16	8,23
16 G 1.5	0.8	18.3	515	13.3	6,4	26,94	21,67
16 G 2.5	0.8	20.4	734	7.98	8,8	16,23	13,1
16 G 4	1	24.5	1097	4.95	12	10,16	8,23
19 G 1.5	0.8	19.3	589	13.3	6,4	26,94	21,67
19 G 2.5	0.8	21.5	840	7.98	8,8	16,23	13,1
19 G 4	1	25.8	1261	4.95	12	10,16	8,23
24 G 1.5	0.8	22.4	728	13.3	5,6	26,94	21,67
24 G 2.5	0.8	25.1	1001	7.98	7,7	16,23	13,1
24 G 4	1	30.4	1586	4.95	10,5	10,16	8,23
27 G 1.5	0.8	22.9	784	13.3	4,8	26,94	21,67
27 G 2.5	0.8	25.6	1109	7.98	6,6	16,23	13,1
27 G 4	1	31.3	1707	4.95	9	10,16	8,23
30 G 1.5	0.8	23.7	842	13.3	4,8	26,94	21,67
30 G 2.5	0.8	26.6	1216	7.98	6,6	16,23	13,1
30 G 4	1	32.5	1875	4.95	9	10,16	8,23

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ PVC3 con instalación tipo E → columna 7 con coeficiente según número de conductores.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).**Caídas de tensión:** Ver tabla E.3.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.1.

RETENAX FLAM M FLEX (RH)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVMV-K**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1

Resistencia a la absorción de agua



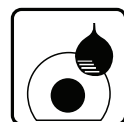
Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los roedores



Resistencia a los golpes

- Norma constructiva: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE-EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH < 14%.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido (o aluminio, bajo demanda).**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.

(Ver tabla de colores según número de conductores).



CUBIERTA INTERIOR

Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

ARMADURA

– (M) Hilos de acero. – (MA) Hilos de aluminio.

CUBIERTA EXTERIOR

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1, con resistencia a hidrocarburos según UIC 895 OR, de color negro.

APLICACIONES

- En instalaciones donde sea preciso proteger los cables contra agresiones mecánicas, tales como esfuerzos de tracción, de cizalladura, contra roedores, contra el riesgo de deflagración en ambientes de atmósfera explosiva o con riesgo de incendio, etc.
 - Redes subterráneas de distribución (ITC-BT 07).
 - Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).
 - Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

NOTA: Bajo demanda se puede fabricar en versión Afumex (AS).

RETENAX FLAM M FLEX (RH)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVMV-K**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km
RVMV-K (RH)					
2 x 1,5	0,7	2,9	8,3	326	13,3
2 x 2,5	0,7	3,4	13,3	339	7,98
2 x 4	0,7	3,8	14,8	396	4,95
2 x 6	0,7	4,3	15,7	474	3,08
3 x 1,5	0,7	2,9	13,4	313	13,3
3 x 2,5	0,7	3,4	14,4	373	7,98
3 x 4	0,7	3,8	15,3	442	4,95
3 x 6	0,7	4,3	16,3	541	3,08
4 x 1,5	0,7	2,9	14,1	351	13,3
4 x 2,5	0,7	3,4	15,2	421	7,98
4 x 4	0,7	3,8	16,3	509	4,95
4 x 6	0,7	4,3	17,5	638	3,08

RETENAX FLAM M FLEX (RH)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVMV-K**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg / km		Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
RVMV-K													
2 x 1,5	0,7	2,8	-	12,1	-	292	-	12,1	-	24	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	3,2	-	13,3	-	338	-	7,41	-	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	3,6	-	14,3	-	395	-	461	-	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	4,3	-	15,2	-	473	-	3,08	-	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	5,2	-	17	-	641	-	1,83	-	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	6,4	-	19,8	-	874	-	1,15	-	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	7,7	-	25,9	-	1546	-	0,727	-	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	8,8	-	28,1	-	1895	-	0,524	-	154	140	1,35	1,16
2 x 50	1	10,3	-	30,7	-	2324	-	0,387	-	188	166	0,99	0,89
2 x 70	1,1	12	-	35,3	-	3220	-	0,268	-	244	204	0,69	0,64
2 x 95	1,1	13,8	-	39	-	4029	-	0,193	-	296	241	0,49	0,48
3 G 1,5	0,7	2,9	-	13,4	-	313	-	13,3	-	24	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	3,4	-	14,4	-	373	-	7,98	-	33	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	3,8	-	15,3	-	442	-	4,95	-	45	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	4,3	-	16,3	-	541	-	3,08	-	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	5,2	-	18,3	-	730	-	1,83	-	76	70	4,67	3,84
3 x 16	0,7	6,1	6,6	24	25	1290	825	1,15	1,91	105	75	2,94	2,45
3 x 25	0,9	7,7	8,4	25,8	27,8	1770	1510	0,727	1,2	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	8,8	8,9	28,2	28,9	2170	1640	0,524	0,868	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	10,3	10,1	31,6	31,7	2760	1930	0,387	0,641	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	12	11,9	36,3	36,6	3840	2650	0,268	0,443	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	13,8	13,8	40,9	41,5	4970	3335	0,193	0,32	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	15,4	15,3	44,6	44,9	5920	3845	0,153	0,253	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	17,2	17	50,3	50,4	7680	4985	0,124	0,206	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	19,3	19,4	55	55,7	9200	5965	0,0991	0,164	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	21,8	22,1	60,8	62	11320	7203	0,0754	0,125	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	24,3	24,3	67	67,5	13320	8475	0,0601	0,1	565	380	0,14	0,18
4 x 1,5	0,7	2,9	-	14,1	-	351	-	12,1	-	20	No Permitido	26,94	21,67
4 x 2,5	0,7	3,4	-	15,2	-	421	-	7,41	-	26,5	No Permitido	16,23	13,1
4 x 4	0,7	3,8	-	16,3	-	509	-	4,61	-	36	No Permitido	10,16	8,23

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalacion tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalacion tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (Cu) → 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalacion tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

RETENAX FLAM M FLEX (RH)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVMV-K**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados) - continuación

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg / km		Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
4 x 6	0,7	4,3	-	17,5	-	638	-	3,08	-	46	44	6,87	5,59
4 x 10	0,7	5,2	-	19,6	-	865	-	1,83	-	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	6,1	6,6	25,7	27	1510	935	1,15	1,91	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	7,7	8,4	27,8	30,1	2100	1075	0,727	1,2	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	8,8	8,9	31,2	31,6	2710	1895	0,524	0,868	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	10,3	10,1	35,2	34,6	3450	2255	0,387	0,641	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	12	11,9	40,6	43	4840	3150	0,268	0,443	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	13,8	13,8	-	45,3	-	3910	0,193	0,32	259	202	0,43	0,42

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8

RVMV-K – Conductor Cu

3 x 10/10	0,7/0,7	5,2/4,4	19,7	900	1,83/3,08	65	58	4,06	3,34
3 x 16/16	0,7/0,7	6,1/5,2	25,1	1426	1,15/1,83	87	75	2,56	2,13
3 x 25/16	0,9/0,7	7,7/6,1	28,8	1962	0,727/1,15	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9/0,7	8,8/6,1	30,5	2376	0,525/1,15	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1/0,9	10,3/7,7	34,3	3010	0,387/0,727	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1/0,9	12/8,8	38,8	4390	0,268/0,525	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1/1	13,8/10,3	43,1	5600	0,193/0,387	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2/1,1	15,4/12	47,2	6795	0,153/0,268	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4/1,1	17,2/12	52,5	8515	0,124/0,268	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6/1,1	19,3/13,8	57,7	10370	0,0991/0,193	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7/1,2	21,8/15,4	64,1	12820	0,0754/0,153	468	336	0,17	0,21

RVMV-K – Conductor Al

3 x 25/16	0,9/0,7	8,6/6,6	29	1630	1,20/1,91	110	96	2,66	2,21
3 x 35/16	0,9/0,7	9,1/6,6	30	1775	0,868/1,91	137	117	1,93	1,62
3 x 50/25	1/0,9	10,3/8,6	33,4	2135	0,641/1,2	167	138	1,42	1,22
3 x 70/35	1,1/0,9	12,1/9,1	38,6	2935	0,443/0,868	214	170	0,98	0,87
3 x 95/50	1,1/1	14/10,3	43	3575	0,320/0,641	259	202	0,71	0,65
3 x 120/70	1,2/1,1	15,5/12,1	47	4220	0,253/0,443	301	230	0,56	0,53
3 x 150/70	1,4/1,1	17,2/12,1	52	5310	0,206/0,443	343	260	0,46	0,44
3 x 185/95	1,6/1,1	19,6/14	57,9	6415	0,164/0,320	391	291	0,37	0,37
3 x 240/120	1,7/1,2	22,3/15,5	64,6	7820	0,125/0,253	468	336	0,28	0,3
3 x 300/150	1,8/1,4	24,5/17,2	69,9	9090	0,100/0,206	565	380	0,22	0,25

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica. (Ver página 23).

En el caso de conductores con sección 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más el conductor de protección de sección b. (Los neutros han de ser igual a las fases salvo justificación por cálculo [ITC-BT 19 apartado 2.2.2. último párrafo]).

RETENAX FLAM M FLEX (RH)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVMV-K (RH)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados) - continuación

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg / km		Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
RVMV (armadura de hilos de aluminio)													
1 x 16	0,7	6,1	6,6	14,5	15,1	370	310	1,15	1,91	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	7,7	8,4	16,1	17,1	495	400	0,727	1,2	113	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	8,8	8,9	17,2	17,6	605	435	0,524	0,868	140	117	1,15	1,01
1 x 50	1	10,3	10,1	18,7	18,8	760	495	0,387	0,641	172	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	12	11,9	20,4	20,6	985	605	0,268	0,443	213	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	13,8	13,8	22,2	22,5	1265	730	0,193	0,32	255	198	0,42	0,43
1 x 120	1,2	15,4	15,3	23,8	24	1520	840	0,153	0,253	295	223	0,34	0,36
1 x 150	1,4	17,2	17	25,6	25,7	1850	960	0,124	0,206	341	250	0,27	0,31
1 x 185	1,6	19,3	19,4	27,7	28,1	2240	1155	0,0991	0,164	386	276	0,22	0,26
1 x 240	1,7	21,8	22,1	30,4	31	2800	1400	0,0754	0,125	446	312	0,17	0,22
1 x 300	1,8	24,3	24,3	33,1	33,4	3450	1655	0,0601	0,1	567	346	0,14	0,19
1 x 400	2	27,2	27,5	37	37,6	4360	2085	0,047	0,0778	–	–	0,18	0,21

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo F → columna 11 (1x trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

RETENAX FLAM F

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVFV**

CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción de agua



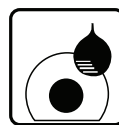
Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los roedores



Resistencia a los golpes

- Norma constructiva: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH < 14%.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR:

Metal: Cobre electrolítico recocido (o aluminio bajo demanda).

Flexibilidad: Rígido, clase 1 hasta 4 mm², rígido clase 2 desde 6 mm² (Cu); rígido clase 2 (Al); según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO:

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.

Colores: Azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1. (Ver tabla de colores según número de conductores).

CUBIERTA INTERIOR:

Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18, según HD 603-1.

ARMADURA:

- (F) Fleje de acero.
- (FA) Fleje de aluminio.

CUBIERTA EXTERIOR:

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

Color: Negro.



APLICACIONES

- En instalaciones donde sea preciso proteger los cables contra agresiones mecánicas, tales como esfuerzos de tracción, de cizalladura, contra roedores...
 - Redes subterráneas de distribución (ITC-BT 07).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).
 - Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).

NOTA: Bajo demanda se puede fabricar en versión Afumex (AS).

RETENAX FLAM F

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVFV**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg / km		Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
RVFV													
2 x 1,5	0,7	2,8	-	12,4	-	210	-	12,1	-	24	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	3,2	-	13,1	-	250	-	7,41	-	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	3,6	-	14	-	310	-	4,61	-	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	4,3	-	15,1	-	375	-	3,08	-	57	53	7,91	6,43
2 x10	0,7	5,2	-	17,2	-	510	-	1,83	-	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	6,4	-	19,3	-	765	-	1,15	-	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	7,7	-	22,5	-	1070	-	0,727	-	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	8,8	-	24,7	-	1340	-	0,524	-	154	140	1,35	1,16
2 x 50	1	10,3	-	27,7	-	1730	-	0,387	-	188	166	0,99	0,89
2 x 70	1,1	12	-	31,3	-	2300	-	0,268	-	244	204	0,69	0,64
2 x 95	1,1	13,8	-	35,5	-	3060	-	0,193	-	296	241	0,49	0,48
3 G 1,5	0,7	2,8	-	12,8	-	230	-	12,1	-	24	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	3,2	-	13,6	-	275	-	7,41	-	33	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	3,6	-	14,6	-	350	-	4,61	-	45	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	4,4	-	16,1	-	440	-	3,08	-	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	5,2	-	18	-	610	-	1,83	-	76	70	4,67	3,84
3 x 16	0,7	6,1	6,6	20,2	25,8	860	680	1,15	1,91	105	75	2,94	2,45
3 x 25	0,9	7,7	8,4	23,7	26,7	1300	960	0,727	1,2	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	8,8	8,9	26,1	29,3	1650	1090	0,524	0,868	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	10,3	10,1	29,3	33,4	2140	1285	0,387	0,641	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	12	11,9	33,2	38,3	2890	1670	0,268	0,443	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	13,8	13,8	37,8	43,2	3900	2200	0,193	0,32	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	15,4	15,3	43	47,5	5130	3015	0,153	0,253	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	17,2	17	47,7	53	6380	3610	0,124	0,206	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	19,3	19,4	52,4	59,3	7770	4450	0,0991	0,164	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	21,8	22,1	58,2	64,8	9730	5495	0,0754	0,125	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	24,3	24,3	64,4	72,1	12100	6600	0,0601	0,1	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica. (Ver página 23).

RETENAX FLAM F

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVFV**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
RVFV – Conductor Cu									
3 x 10/10	0,7 / 0,7	5,2 / 4,4	19,2	770	1,83 / 3,08	76	58	4,67	3,84
3 x 16/16	0,7 / 0,7	6,1 / 5,2	21,3	1035	1,15 / 1,83	105	75	2,94	2,45
3 x 25/16	0,9 / 0,7	7,7 / 6,1	25,3	1510	0,727 / 1,15	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9 / 0,7	8,8 / 6,1	27,4	1855	0,525 / 1,15	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1 / 0,9	10,3 / 7,7	30,6	2390	0,387 / 0,727	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1 / 0,9	12 / 8,8	35,6	3345	0,268 / 0,525	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1 / 1	13,8 / 10,3	41,4	4800	0,193 / 0,387	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2 / 1,1	15,4 / 12	45,7	5920	0,153 / 0,268	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4 / 1,1	17,2 / 12	49,8	7115	0,124 / 0,268	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6 / 1,1	19,3 / 13,8	55	8795	0,0991 / 0,193	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7 / 1,2	21,8 / 15,4	61,2	11030	0,0754 / 0,153	468	336	0,17	0,21
RVFV – Conductor Al									
3 x 25/16	0,9 / 0,7	8,6 / 6,6	26,8	1055	1,2 / 1,91	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9 / 0,7	9,1 / 6,6	27,8	1170	0,868 / 1,91	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1 / 0,9	10,1 / 8,4	31	1435	0,641 / 1,2	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1 / 0,9	11,9 / 8,9	35,4	1885	0,443 / 0,868	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1 / 1	13,8 / 10,1	41,3	2770	0,320 / 0,641	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2 / 1,1	15,3 / 11,9	45,5	3345	0,253 / 0,443	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4 / 1,1	17 / 11,9	49,3	3900	0,206 / 0,443	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6 / 1,1	19,4 / 13,8	55,2	4840	0,164 / 0,320	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7 / 1,2	22,1 / 15,3	61,7	5995	0,125 / 0,253	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1,8 / 1,4	24,3 / 17	67,2	7135	0,1 / 0,206	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K-m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

En el caso de conductores con sección 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más el conductor de protección de sección b.

En el caso de conductores con sección 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más el conductor de protección de sección b. (Los neutros han de ser igual a las fases salvo justificación por cálculo [ITC-BT 19 apartado 2.2.2. último párrafo]).

RETENAX FLAM F

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVFV**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados) - continuación

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg / km		Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
RVFV													
4 x 1,5	0,7	2,8	-	13,5	-	265	-	12,1	-	20	21	26,94	21,67
4 x 2,5	0,7	3,2	-	14,4	-	320	-	7,41	-	26,5	27,5	16,23	13,1
4 x 4	0,7	3,6	-	15,5	-	405	-	4,61	-	36	35	10,16	8,23
4 x 6	0,7	4,4	-	17,2	-	520	-	3,08	-	46	44	6,87	5,59
4 x 10	0,7	5,2	-	19,4	-	730	-	1,83	-	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	6,1	6,6	21,8	23	1030	780	1,15	1,91	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	7,7	8,4	25,7	27,9	1580	1100	0,727	1,2	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	8,8	8,9	28,8	29,1	2050	1255	0,524	0,868	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	10,3	10,1	32,6	32,2	2720	1545	0,387	0,641	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	12	11,9	37,4	37,1	3730	2060	0,268	0,443	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	-	13,8	-	43,6	-	3060	-	0,32	259	202	0,43	0,42
RVFAV (armadura de flejes de aluminio)													
1 x 16	0,7	6,1	6,6	13,9	15,1	340	310	1,15	1,91	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	7,7	8,4	15,5	17,1	460	400	0,727	1,2	113	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	8,8	8,9	16,6	17,6	560	435	0,524	0,868	140	117	1,15	1,01
1 x 50	1	10,3	10,1	18,1	18,8	705	495	0,387	0,641	172	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	12	11,9	19,8	20,6	925	605	0,268	0,443	213	170	0,59	0,56
1 x 90	1,1	13,8	13,8	21,6	22,5	1200	730	0,193	0,32	255	198	0,42	0,43
1 x 120	1,2	15,4	15,3	23,2	24	1440	840	0,153	0,253	295	223	0,34	0,36
1 x 150	1,4	17,2	17	25	25,7	1760	960	0,124	0,206	341	250	0,27	0,31
1 x 185	1,6	19,3	19,4	27,1	28,1	2140	1155	0,0991	0,164	386	276	0,22	0,26
1 x 240	1,7	21,8	22,1	29,6	31	2670	1400	0,0754	0,125	446	312	0,17	0,22
1 x 300	1,8	24,3	24,3	32,3	33,4	3320	1655	0,0601	0,1	567	346	0,14	0,19
1 x 400	2	27,2	27,5	35,4	37,6	4120	2085	0,047	0,0778	–	–	0,18	0,21

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

RETENAX FLAM VARINET K FLEX

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVKV-K**

CARACTERÍSTICAS CABLE

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 min.: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH < 14%.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.**Colores:** Gris, marrón y negro.

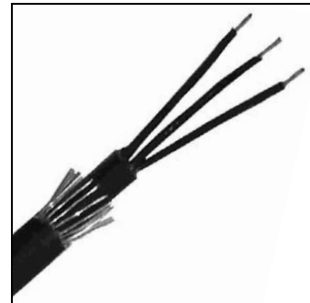
CUBIERTA INTERIOR

Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

CONDUCTOR CONCÉNTRICO

Corona de hilos de cobre colocados helicoidalmente + contraespira de cobre. (Función de pantalla y de conductor de protección).

CUBIERTA EXTERIOR

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.**Color:** Negro.

APLICACIONES

- Cables especiales para interconexión entre variadores de frecuencia y motores, de acuerdo con las indicaciones del fabricante de dichos variadores. (Si obligación de Afumex (AS) ver Afumex Varinet K (AS)).

RETENAX FLAM VARINET K FLEX

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21123-2**Designación genérica: **RVKV-K**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 2,5 / 2,5	0.7	3,4	14.2	290	7,98 / 7,98	26,5	27,5	16,23	13,1
3 x 4 / 4	0.7	3.8	15.2	350	4,95 / 4,95	36	35	10,16	8,23
3 x 6 / 6	0.7	4.4	16.6	440	3,30 / 3,30	46	44	6,87	5,59
3 x 10 / 10	0.7	5.5	19.1	650	1,91 / 1,91	65	58	4,06	3,34
3 x 16 / 16	0.7	6.6	22.1	910	1,21 / 1,21	87	75	2,56	2,13
3 x 25 / 16	0.9	8.2	25.9	1330	0,78 / 1,21	110	96	1,62	1,38
3 x 35 / 16	0.9	9.7	29.1	1720	0,554 / 1,21	137	117	1,17	1,01
3 x 50 / 25	1	10.8	31.7	2330	0,386 / 0,78	167	138	0,86	0,77
3 x 70 / 35	1.1	12.9	36.7	3190	0,272 / 0,554	214	170	0,6	0,56
3 x 95 / 50	1.1	14.4	40.6	4110	0,206 / 0,386	259	202	0,43	0,42
3 x 120 / 70	1.2	15.9	44.3	5180	0,161 / 0,272	301	230	0,34	0,35
3 x 150 / 70	1.4	18	48.3	6390	0,129 / 0,272	343	260	0,28	0,3
3 x 185 / 95	1.6	20.5	56.1	8080	0,106 / 0,206	391	291	0,22	0,26
3 x 240 / 120	1.7	23.3	63.1	10410	0,0801 / 0,161	468	336	0,17	0,21
3 x 300 / 150	1.8	25.7	70.1	13390	0,0641 / 0,129	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo E → columna 10 (3x).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (Cu) → 3x.

(Ver página 23).

Las secciones que vienen indicadas como 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más un conductor concéntrico de sección b. El conductor b hace la función de pantalla y de protección (tierra).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

WIREPOL GAS

Tensión nominal: **300/500 V**

Norma diseño: **UNE 21031-5**

Designación genérica: **H05VV-F**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



Resistencia a la absorción de agua

- Norma constructiva: UNE 21031-5; HD 21.5 S3; IEC 60227-5.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V.

Ensayo de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo TI2.

Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.
(Ver tabla de colores según número de conductores).



CUBIERTA

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo TM2.

Color: Blanco.

APLICACIONES

- En locales domésticos, cocinas, oficinas para la alimentación de aparatos domésticos, inclusive los que estén en locales húmedos.
- Para esfuerzos mecánicos medios, los del tipo H05VV-F (lavadoras, refrigeradores, microondas, etc.).
- Inadecuado para su utilización a la intemperie o en talleres o locales no domésticos (Ver Flextreme).
 - Provisionales y temporales de obras (sólo interiores) (ITC-BT 33).
 - Alimentación de aparatos domésticos (lavadoras, frigoríficos...) (ITC-BT 43).
 - Instalaciones en muebles (ITC-BT 49).
 - Prolongadores y enrolladores de interior para uso doméstico (UNE 21176).

WIREPOL GAS

Tensión nominal: **300/500 V**Norma diseño: **UNE 21031-5**Designación genérica: **H05VV-F**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Espesor cubierta mm	Diámetro exterior mínimo mm	Diámetro exterior máximo mm	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
H05VV-F								
2 x 1	0.6	0.8	5.9	7.5	19,5	8,7	43,13	34,62
2 x 1.5	0.7	0.8	6.8	8.6	13,3	16,5	28,84	23,22
2 x 2.5	0.8	1	8.4	10.6	7,98	23	17,66	14,25
2 x 4	0.8	1.1	9.7	12.1	4.95	31	10,99	8,91
2 x 6	0.8	1.2	10.8	13.5	3.3	40	7,34	5,99
3 G 1	0.6	0.8	6.3	8	19.5	8,7	43,13	34,62
3 G 1.5	0.7	0.9	7.4	9.4	19.5	16,5	28,84	23,22
3 G 2.5	0.8	1.1	9.2	11.4	13.3	23	17,66	14,25
3 G 4	0.8	1.2	10.5	13.1	4.95	31	10,99	8,91
3 G 6	0.8	1.4	11.9	14.8	3.3	40	7,34	5,99
4 G 1	0.6	0.9	7.1	9	19.5	8,7	37,51	30,11
4 G 1.5	0.7	1	8.4	10.5	13.3	15	25,08	20,19
4 G 2.5	0.8	1.1	10.1	12.5	7.98	21	15,36	12,39
4 G 4	0.8	1.4	11.5	14.3	4.95	27	9,55	7,75
4 G 6	0.8	1.4	13.1	16.2	3.3	36	6,38	5,21
5 G 1	0.6	0.9	7.8	9.8	19.5	8,7	37,51	30,11
5 G 1.5	0.7	1.1	9.3	11.6	13.3	15	25,08	20,19
5 G 2.5	0.8	1.2	11.2	13.9	7.98	21	15,36	12,39
5 G 4	0.8	1.4	13	16.1	4.95	27	9,55	7,75
5 G 6	0.8	1.4	14.3	17.7	3.3	36	6,38	5,21

(1) Instalación al aire (40 °C) tendido sobre una superficie (suelo, pared o techo).

→ PVC2 con instalación tipo C → columna 8 (2x, 3G).

→ PVC3 con instalación tipo C → columna 6 (4G, 5G).

(Ver página 23).

WIREPOL GAS

Tensión nominal: **300/500 V**Norma diseño: **UNE 21031-5**Designación genérica: **H05VV-F**

CÁLCULOS

INTENSIDADES ADMISIBLES PARA SERVICIOS NO FIJOS

Sección del conductor (mm ²)	Intensidad máxima (A)	
	Dos conductores cargados	Tres conductores cargados
0,5	2,5	2,5
0,75	5	5
1	8	8
1,5	13	13
2,5	20,5	16,4
4	26	20,5

1 – Temperatura ambiente 40 °C.

2 – Cable totalmente extendido.

3 – Para longitudes largas comprobar caída de tensión en tabla E.3.

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A) para servicios fijos.**Caídas de tensión:** Ver tabla E.3.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.1.

EUROFLAM N

Tensión nominal: **300/500 V**Norma diseño: **UNE 21031-5**Designación genérica: **H05VV-F**

CARACTERÍSTICAS CABLE



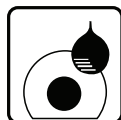
Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites

- Norma constructiva: UNE 21031-5.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; Emisión CIH < 20%.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo T12.**Colores:** Coloración según UNE 21089-1

- 2 cond.: azul y marrón.
- 3 cond.: amarillo/verde, azul, marrón.
- 4 cond.: amarillo/verde, gris, marrón y negro.
- 5 cond.: amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro.
- Más de 5 cond.: 1 cond. amarillo/verde, el resto negros con numeración.



CUBIERTA

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo TM2.**Color:** Negro.

APLICACIONES

- En locales domésticos, cocinas, oficinas para la alimentación de aparatos domésticos, inclusive los que estén en locales húmedos.
- Para esfuerzos mecánicos medios, los del tipo H05VV-F (lavadoras, refrigeradores, microondas, etc.).
- Inadecuado para su utilización a la intemperie o en talleres o locales no domésticos (Ver Flextreme).
 - Provisionales y temporales de obras (sólo interiores) (ITC-BT 33).
 - Alimentación de aparatos domésticos (lavadoras, frigoríficos,...) (ITC-BT 43).
 - Instalaciones en muebles (ITC-BT 49).
 - Prolongadores y enrolladores de interior para uso doméstico (UNE 21176).

EUROFLAM N

Tensión nominal:

300/500 V

Norma diseño:

UNE 21031-5

Designación genérica:

H05VV-F

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
					cos φ = 1	cos φ = 0,8
2 x 1	6,6	68	19,5	8,7	37,51	30,11
3 G 1	7	80	19,5	8,7	37,51	30,11
4 G 1	7,8	97	19,5	8,7	37,51	30,11
5 G 1	8,5	127	19,5	6,5	37,51	30,11
6 G 1	9,5	139	19,5	6,5	37,51	30,11
8 G 1	10,6	182	19,5	5,7	37,51	30,11
12 G 1	12,8	252	19,5	4,8	37,51	30,11
16 G 1	14,6	335	19,5	4,4	37,51	30,11
19 G 1	15,3	383	19,5	3,9	37,51	30,11
24 G 1	18,2	490	19,5	3,5	37,51	30,11

(1) Instalación al aire (40 °C) tendido sobre una superficie (suelo, pared o techo).

→ PVC2 con instalación tipo C → columna 8 (2x, 3G) con coeficiente según número de conductores.

→ PVC3 con instalación tipo C → columna 6 (4G, 5G) con coeficiente según número de conductores.

(2) Trifásica (cada 3 conductores) para monofásica (cada 2 conductores) multiplicar por 1,15.

CÁLCULOS

INTENSIDADES ADMISIBLES PARA SERVICIOS NO FIJOS

Sección del conductor (mm ²)	Intensidad máxima (A)	
	Dos conductores cargados	Tres conductores cargados
0,5	2,46	2,46
0,75	4,92	4,92
1	8,20	8,20
1,5	13,12	13,12
2,5	20,50	16,40
4	26,24	20,50

1 – Temperatura ambiente 40 °C.

2 – Cable totalmente extendido.

3 – Para longitudes largas comprobar caída de tensión en apartado E.

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.3.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.1.

DETEC-SIGNAL

Tensión nominal: **300/500 V**

Designación genérica: **VOV-K**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia a los agentes químicos

- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1 (HCI 20%).

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: PVC.

Colores: Rojo y negro.

Reunión: Conductores trenzados entre 10 y 14 vueltas por metro.



PANTALLA METÁLICA

Pantalla a base de cinta aluminio/poliéster con drenaje en Cu-Sn de 0,25 mm².

CUBIERTA

Material: PVC.

Color: Rojo.

APLICACIONES

- Cable destinado a detectores en sistemas contra incendios (donde no sea obligatorio Afumex AS o Afumex Firs AS+).

DETEC-SIGNAL

Tensión nominal: **300/500 V**

Designación genérica: **V0V-K**

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.1.

FLEXTREME

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-4**Designación genérica: **HO7RN-F**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



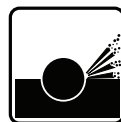
Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a la abrasión



Resistencia a los golpes

- Norma constructiva: HD 22.4, IEC 60245-4, UNE 21027-4.
- Temperatura de servicio: -30 °C +80 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.
- Resistencia al frío: -50 °C (instalación fija); -30 °C (servicio móvil).

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 85 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Elastómero termoestable.**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.
Amarillo/verde y negros numerados para más de 5 conductores.
(Ver tabla de colores según número de conductores).

RELLENO (si es necesario)

Material: Relleno y capa termoestable tipo EM3 según HD 22.4 .**Color:** Negro.

CUBIERTA

Material: Policloropreno o elastómero sintético equivalente.**Color:** Negro.

APLICACIONES

- Apto para instalaciones fijas y servicio móvil (máquinas y equipos móviles. Robots, grúas, etc.)
- Adecuado para aquellas instalaciones donde se requiera una gran flexibilidad del cable, siendo especialmente indicados en aplicaciones industriales debido a sus características de: resistencia al calor y al frío, resistencia a los aceites, grasas e hidrocarburos, resistencia a la intemperie y su muy buen comportamiento frente a la humedad y al agua.
- Válido para 1000 V en servicio fijo protegido (UNE 21176).
- Conexiones y cableado interior de máquinas (UNE 21176).
- Alimentación de equipos portátiles de exterior y de equipos industriales (UNE 21176).
- Aparatos en talleres industriales y agrícolas (UNE 21176).
- Locales a muy baja temperatura, húmedos, mojados, a la intemperie (ITC-BT 30).
- Provisionales y temporales de obras (ITC-BT 33).
- Ferias y stands (ITC-BT 34) (ferias, exposiciones, muestras, stands, alumbrados festivos de calles, verbenas y manifestaciones análogas, tióvivos, barracas de feria, casetas, atracciones... donde no sea obligatorio Afumex, ver Afumex Expo (AS)).
- Establecimientos agrícolas y hortícolas (ITC-BT 35).
- Caravanas y parques de caravanas (ITC-BT 41).
- Puertos y marinas para barcos de recreo (ITC-BT 42).

FLEXTREME

Tensión nominal:

450/750 V

Norma diseño:

UNE 21027-4

Designación genérica:

H07RN-F

TABLA DE COLORES SEGÚN NÚMERO DE CONDUCTORES

Núm. Cond.	A07RN-F	H07RN-F
2 Cond.	Azul-Marrón	Azul-Marrón
3 Cond.	Marrón-Negro-Gris	Amarillo/Verde-Azul-Marrón
4 Cond.	Azul-Marrón-Negro-Gris	Amarillo/Verde-Gris-Marrón-Negro
5 Cond.	—	Amarillo/Verde-Azul-Marrón-Negro-Gris

FLEXTREME

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-4**Designación genérica: **H07RN-F**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Diámetro exterior máximo mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (bandeja) (1) A	Intensidad admisible al aire (montaje superficial) (2) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	7,1	52	13,3	21	16,5	30,47	24,56
1 x 2,5	7,9	68	7,98	29	23	18,31	14,81
1 x 4	9,0	95	4,95	38	31	11,45	9,32
1 x 6	9,8	125	3,3	49	40	7,75	6,34
1 x 10	11,9	200	1,91	68	54	4,60	3,81
1 x 16	13,4	275	1,21	91	73	2,89	2,44
1 x 25	15,8	395	0,78	116	95	1,83	1,58
1 x 35	17,9	520	0,554	144	119	1,32	1,16
1 x 50	20,6	750	0,386	175	145	0,98	0,89
1 x 70	23,3	950	0,272	224	185	0,68	0,64
1 x 95	26	1220	0,206	271	224	0,48	0,49
1 x 120	28,6	1480	0,161	314	260	0,39	0,41
1 x 150	31,4	1830	0,129	363	299	0,31	0,36
1 x 185	34,4	2270	0,106	415	341	0,25	0,30
1 x 240	38,3	2850	0,0801	490	401	0,20	0,25
2 x 1,5	11,0	120	13,3	21	16,5	30,98	24,92
2 x 2,5	13,1	175	7,98	29	23	18,66	15,07
2 x 4	15,1	245	4,95	38	31	11,68	9,46
2 x 6	16,8	315	3,3	49	40	7,90	6,42
2 x 10	22,6	590	1,91	68	54	4,67	3,84
2 x 16	25,7	790	1,21	91	73	2,94	2,45
3 G 1,5	11,9	150	13,3	21	16,5	26,94	21,67
2 x 1,5	8,8	132	13,3	21	16,5	35,98	24,92
2 x 2,5	10,4	154	7,98	29	23	18,66	15,07
2 x 4	12,6	245	4,95	38	31	11,68	9,46
2 x 6	14,3	315	3,3	49	40	7,90	6,42
2 x 10	19,1	590	1,91	68	54	4,67	3,84

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalación tipo C → columna 11 (1x, 2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo C → columna 9 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(2) Instalación al aire (40 °C), bajo tubo o conducto en montaje superficial, o bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).

→ XLPE2 con instalación tipo B2 → columna 8 (1x, 2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalación tipo B2 → columna 7 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(Ver página 23).

FLEXTREME

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-4**Designación genérica: **H07RN-F**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Diámetro exterior máximo mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (bandeja) (1) A	Intensidad admisible al aire (montaje superficial) (2) A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 1,5	9,4	128	13,3	21	16,5	26,94	21,27
3 G 2,5	11,4	187	7,98	29	23	16,23	13,1
3 G 4	12,9	272	4,95	38	31	10,16	8,23
3 G 6	15,0	375	3,3	49	40	6,87	5,59
4 G 1,5	10,8	158	13,3	19	16	26,5	21,36
4 G 2,5	12,5	227	7,98	26	22	15,92	12,88
4 G 4	14,4	320	4,95	34	30	9,96	8,1
4 G 6	16,4	510	3,3	44	37	6,74	5,51
4 G 10	22,5	910	1,91	60	52	26,5	21,36
4 G 16	25,2	1240	1,21	81	70	15,92	12,88
5 G 1,5	11,5	198	13,3	19	16	26,94	21,67
5 G 2,5	13,7	324	7,98	26	22	16,23	13,1
5 G 6	18,7	630	3,3	44	37	10,16	8,23
5 G 10	24,7	1120	1,91	60	52	26,5	21,36
5 G 16	27,9	1530	1,21	81	70	15,92	12,88
7 G 1,5	17	337	13,3	11,4	9,6	26,5	21,36
7 G 2,5	19	462	7,98	15,6	13,2	15,92	12,88
12 G 1,5	20	486	13,3	8,5	7,2	26,5	21,36
12 G 2,5	24	760	7,98	11,7	9,9	15,92	12,88
27 G 1,5	28,5	931	13,3	5,7	4,8	26,5	21,36

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalacion tipo C → columna 11 (1x, 2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalacion tipo C → columna 9 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(2) Instalación al aire (40 °C), bajo tubo o conducto en montaje superficial, o bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).

→ XLPE2 con instalacion tipo B2 → columna 8 (1x, 2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalacion tipo B2 → columna 7 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(Ver página 23).

FLEXTREME

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 21027-4**Designación genérica: **H07RN-F**

CÁLCULOS

INTENSIDADES ADMISIBLES PARA SERVICIOS NO FIJOS

Sección del conductor (mm ²)	Intensidad admisible						
	Cable unipolar		Cable bipolar	Cable tripolar		Cable de 4	Cable de 5
	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	3 conductores cargados	3 conductores cargados
4	27	24	27	28	23	24	24
6	35	31	35	36	29	30	31
10	49	43	49	50	41	42	44
16	64	58	64	67	54	56	58
25	85	77	86	89	72	75	77
35	105	95	-	110	90	93	-
50	132	121	-	138	113	117	-
70	165	151	-	173	141	145	-
95	196	182	-	205	167	172	-
120	229	213	-	239	195	201	-
150	263	246	-	274	223	231	-
185	297	279	-	309	253	261	-
240	355	333	-	366	299	309	-
300	407	383	-	417	340	352	-
400	480	453	-	-	-	-	-
500	549	519	-	-	-	-	-
630	642	608	-	-	-	-	-

1 - Temperatura ambiente 40 °C.

2 - Los valores tabulados son para cables al aire libre.

3 - Conductores unipolares están cableados (2 cables en contacto y 3 cables al trebolillo).

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

BUPRENO

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **IEC 60502-1**Designación genérica: **DN-K**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a la abrasión

- Norma constructiva: IEC 60502-1.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1; NFC 32070-C2.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Elastómero termoestable de etileno-propileno (EPR).**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.
(Ver tabla de colores según número de conductores).

CUBIERTA

Material: Policloropreno tipo SE1, según IEC 60502-1.**Color:** Negro.

APLICACIONES

- Adecuado para aquellas instalaciones donde se requiera una gran flexibilidad del cable, siendo especialmente indicados en aplicaciones que exijan resistencia al calor y al frío, resistencia a los aceites, grasas e hidrocarburos y su muy buen comportamiento frente a la humedad y al agua.
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).
 - Locales húmedos, mojados o a muy baja temperatura (ITC-BT 30).

BUPRENO

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **IEC 60502-1**Designación genérica: **DN-K**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Espesor de cubierta mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω /km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos ϕ = 1	cos ϕ = 0,8
1 x 1.5	0.7	1.4	5.8	56	13.3	21	21	26,5	21,36
1 x 2.5	0.7	1.4	6.3	67	7.98	29	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0.7	1.4	6.8	82	4.95	38	35	9,96	8,1
1 x 6	0.7	1.4	7.3	106	3.3	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0.7	1.4	8.4	153	1.91	68	58	4	3,31
1 x 16	0.7	1.4	9.5	210	1.21	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0.9	1.4	11.1	308	0.78	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0.9	1.4	14.3	413	0.554	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	1.4	14.3	575	0.386	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1.1	1.4	16.4	827	0.272	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1.1	1.5	17.8	1052	0.206	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1.2	1.5	20.3	1345	0.161	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1.4	1.6	22.4	1660	0.129	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1.5	1.6	25	2023	0.106	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1.7	1.7	27.9	2622	0.0801	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1.8	1.8	29.4	3210	0.0641	630	380	0,14	0,19
2 x 1.5	0,7	1.8	9.8	120	13.3	24	24	30,98	24,92
2 x 2.5	0.7	1.8	10.7	151	7.98	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0.7	1.8	11.6	193	4.95	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0.7	1.8	12.7	255	3.30	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0.7	1.8	14.9	377	1.91	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0.7	1.8	16.9	552	1.21	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0.9	1.8	20.2	814	0.78	123	116	1,86	1,59

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalacion tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalacion tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K-m/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalacion tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

BUPRENO

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **IEC 60502-1**Designación genérica: **DN-K**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados) - continuación

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Espesor de cubierta mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 1,5	0,7	1,8	10,2	137	13,3	20	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	1,8	11,2	179	7,98	26,5	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	1,8	11,2	233	4,95	36	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	1,8	12,2	233	4,95	46	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	1,8	13,4	314	3,3	65	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	1,8	18,9	696	1,21	87	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	1,8	21,6	1040	0,78	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	1,8	24,8	1408	0,554	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	1,8	28,3	2016	0,386	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	1,9	32,2	2839	0,272	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	2	36	3576	0,206	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	2,1	40,1	4336	0,161	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	2,3	45,1	5500	0,129	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	2,4	50,8	6813	0,106	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	2,6	57,1	8784	0,0801	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	2,8	62,7	11285	0,0641	565	380	0,14	0,18
4 x 1,5	0,7	1,8	11	163	13,3	20	21	26,94	21,67
4 x 2,5	0,7	1,8	12,1	214	7,98	26,5	27,5	16,23	13,1
4 x 4	0,7	1,8	13,2	283	4,95	36	35	10,16	8,23
4 x 6	0,7	1,8	14,6	385	3,3	46	44	6,87	5,59
4 x 10	0,7	1,8	17,3	583	1,91	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	1,8	19,8	875	1,21	87	75	2,56	2,13

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLPE2 con instalacion tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLPE3 con instalacion tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalacion tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

SOLDA

Tensión nominal: **100/100 V** Norma diseño: **UNE 21027-6** Designación genérica: **H01N2-D**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable extraflexible



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a la abrasión

- Norma constructiva: UNE 21027-6, HD 22.6 S2.
- Temperatura de servicio: -20 °C, + 90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 100/100 V.

Ensayo de fuego:

- No propagación de la Llama: UNE EN 60332-1-2, IEC 60332-1.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cable electrolítico recocido, según tabla 1 UNE 21027-6.
Flexibilidad: Extraflexible, clase 6; según UNE EN 60228.

SEPARADOR

Poliéster (facultativo).

CUBIERTA

Material: Policloropreno termoestable tipo EM5.
Color: Negro.



APLICACIONES

- Cables de máquina de soldar, con flexibilidad especial, para conexión entre el generador de la máquina industrial de soldar, y el soporte del electrodo. (UNE 21176).

SOLDA

Tensión nominal: **100/100 V**Norma diseño: **UNE 21027-6**Designación genérica: **H01N2-D**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km
1 x 10	2	8.7	160	1.91
1 x 16	2	9.6	225	1.21
1 x 25	2	11.1	315	0.78
1 x 35	2	12.1	415	0.554
1 x 50	2.2	14.0	575	0.386
1 x 70	2.4	16.4	805	0.272
1 x 95	2.6	18.8	1060	0.206
1 x 120	2.8	20.5	1325	0.161

SOLDA

Tensión nominal: **100/100 V**Norma diseño: **UNE 21027-6**Designación genérica: **H01N2-D**

CÁLCULOS

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA UN SOLO CICLO DE SERVICIO, DURANTE UN PERÍODO MÁXIMO DE 5 MINUTOS

Sección del conductor mm ²	Intensidad máxima admisible (A) Porcentaje del tiempo de carga			
	100 %	85 %	60 %	35 %
10	87	89	93	106
16	117	126	152	200
25	156	169	200	261
35	195	213	252	326
50	247	265	317	417
70	308	330	400	522
95	374	408	487	635
120	435	469	565	739
150	504	548	652	852
185	578	626	748	974

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA UN SERVICIO REPETIDO BASADO EN PERÍODO MÁXIMO DE 5 MINUTOS

Sección del conductor mm ²	Intensidad máxima admisible (A) Porcentaje del tiempo de carga					
	100 %	85 %	60 %	35 %	20 %	8 %
10	87	87	88	103	124	179
16	117	120	121	150	184	273
25	156	161	164	212	265	400
35	195	204	207	275	348	528
50	247	260	265	361	460	705
70	308	326	333	461	593	916
95	374	396	406	572	739	1.147
120	435	462	474	675	875	1.361
150	504	538	551	792	1.030	1.605
185	578	618	634	916	1.195	1.866

SOLDA

Tensión nominal: **100/100 V**Norma diseño: **UNE 21027-6**Designación genérica: **H01N2-D**

CÁLCULOS

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA UN SERVICIO REPETIDO BASADO EN PERÍODO MÁXIMO DE 10 MINUTOS

Sección del conductor mm ²	Intensidad máxima admisible (A) Porcentaje del tiempo de carga						
	100 %	85 %	80 %	60 %	35 %	20 %	8 %
10	87	87	87	87	92	102	137
16	117	118	118	120	130	151	211
25	156	158	159	165	185	220	318
35	195	199	200	211	242	294	432
50	247	254	257	274	322	397	592
70	308	319	324	350	419	523	789
95	374	389	396	433	527	665	1.012
120	435	455	464	510	627	797	1.221
150	504	530	541	599	742	948	1.458
185	578	610	623	693	865	1.110	1.714

1 - Temperatura ambiente considerada 40 °C.

CAÍDA DE TENSIÓN A TEMPERATURAS NORMALES Y ELEVADAS

Sección nominal del conductor de cobre mm ²	Caída de tensión en corriente continua para 100 A en 10 m de cable a:		
	20 °C V	60 °C V	85 °C V
10	1,950	2,260	2,450
16	1,240	1,300	1,560
25	0,795	0,920	0,998
35	0,565	0,654	0,709
50	0,393	0,455	0,493
70	0,277	0,321	0,348
95	0,210	0,243	0,264
120	0,164	0,190	0,206
150	0,132	0,153	0,166
185	0,108	0,125	0,136

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

DN-F BOMBAS SUMERGIDAS

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21166**Designación genérica: **DN-F BOMBAS SUMERGIDAS**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



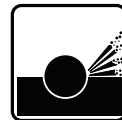
Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a la abrasión

- Normativa constructiva: UNE 21166.
- Temperatura de servicio: -40 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayo de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1; NFC 32070-C2.

DESCRIPCIÓN

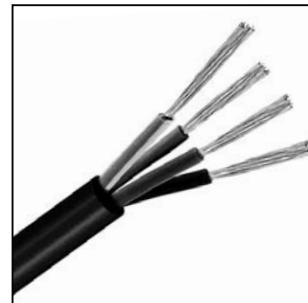
CONDUCTOR

Metal: Cobre.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

AISLAMIENTO

Material: Elastómetro termoestable de etileno-propileno (EPR).**Color:** Negro.

CUBIERTA

Material: Elastómetro termoestable de goma de policloropreno, tipo SE1.**Color:** Negro.

APLICACIONES

- Adecuado para la alimentación de bombas sumergidas utilizadas para la elevación de aguas de pozos. En otras aplicaciones (aguas fecales, productos químicos, aceites, etc.) deberá estudiarse el cable que proceda.
 - Diseñado para dar servicio en instalaciones permanentemente sumergidas.
- Puertos y marinas para barcos de recreo (ITC-BT 42).

DN-F BOMBAS SUMERGIDAS

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21166**Designación genérica: **DN-F BOMBAS SUMERGIDAS**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible sumergido (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 95	1,8	26,0	1220	0,206	354	202	0,42	0,43
1 x 120	1,8	28,5	1480	0,161	403	230	0,34	0,36
1 x 150	2,0	31,5	1820	0,129	455	260	0,27	0,31
1 x 185	2,2	34,5	2260	0,106	509	291	0,12	0,26
1 x 240	2,4	38,0	2840	0,0801	588	336	0,17	0,22
1 x 300	2,6	41,5	3580	0,0641	665	380	0,14	0,19
2 x 1,5	1,0	12,9	170	13,3	43	24	30,98	24,92
2 x 2,5	1,0	14,3	220	7,98	57	32	18,66	15,07
2 x 4	1,0	15,4	280	4,95	74	42	11,68	9,46
2 x 6	1,0	19,5	390	3,3	93	53	7,90	6,42
2 x 10	1,2	24,0	630	1,91	123	70	4,67	3,84
2 x 16	1,2	27,5	780	1,21	159	91	2,94	2,45
2 x 25	1,4	31,5	1170	0,78	203	116	1,86	1,59
3 x 1,5	1,0	13,7	200	13,3	37	21	26,94	21,27
3 x 2,5	1,0	15,3	260	7,98	48	27,5	16,23	13,1
3 x 4	1,0	16,6	345	4,95	61	35	10,16	8,23
3 x 6	1,0	21,0	490	3,3	77	44	6,87	5,59
3 x 10	1,2	25,5	760	1,91	102	58	4,06	3,34
3 x 16	1,2	29,5	1000	1,21	131	75	2,56	2,13
3 x 25	1,4	34,0	1450	0,78	168	96	1,62	1,38
3 x 35	1,4	38,0	1870	0,554	205	117	1,17	1,01
3 x 50	1,6	44,0	2500	0,386	242	138	0,86	0,77
3 x 70	1,6	49,5	3200	0,272	298	170	0,6	0,56
3 x 95	1,8	54,0	4100	0,206	354	202	0,43	0,42

(1) Tendido sumergido **en toda su longitud** (considerada resistividad térmica del agua igual a 0,4 K·m/W).

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo Método D (Cu) → 2x monofásica.

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo Método D (Cu) → 2x monofásica.

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

CABLES PARA REDES SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS

AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **HD 603-5X-1**Designación genérica: **AL XZ1 (S)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2



Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción de agua



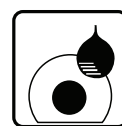
Resistencia al frío



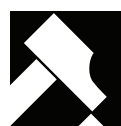
Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes

RESISTENTE A LOS ACEITES, ÁCIDOS Y ALCALIS

- Norma constructiva: UNE-HD 603-5X-1 (aplica a las secciones que proceda), IEC-60502.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Aluminio.

Flexibilidad: Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según HD 603-1.

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo Flamex DMO1, según UNE HD 603-5.

Color: Negro.



APLICACIONES

- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
 - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

NOTA IMPORTANTE: Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se requiera Afumex (AS). Ver apartado M.

AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **HD 603-5X-1**Designación genérica: **AL XZ1 (S)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1.91	70	58	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1.2	88	74	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0.868	109	90	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0.641	133	107	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0.443	170	132	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0.32	207	157	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0.253	239	178	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0.206	277	201	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0.164	316	226	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0.125	372	261	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	0,22	0,26

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo F (AI) → columna 11 (unipolares trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 Km/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (AI).

(Ver página 23).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.3.

AL POLIRRET

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21030-1**Designación genérica: **AL RZ**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21030-1; HD 626 S1.
- Temperatura de servicio (instalación fija; red tensada o posada): -40 °C , +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min.: 3500 V.

RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

Es evidente que en un cable destinado a prestar servicio al aire libre, en el que además el aislamiento constituye al propio tiempo la cubierta de protección, los ensayos de resistencia a los efectos de la radiación ultravioleta, al ozono y a la humedad saturante en una atmósfera agresiva de dióxido de azufre, adquieren una destacada importancia. La citada Norma UNE 21030, especifica los ensayos que deben superar estos cables para garantizar una satisfactoria y prolongada vida útil de estos materiales.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

- Metal:** Aluminio en los conductores activos.
- Flexibilidad:** Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.
- Neutro fiador:** Cuando el cable dispone de neutro fiador, éste está constituido por una cuerda de alambres de aleación de Al-Mg-Si (Almelec). Por sus especiales características hace la función de neutro y de cuerda portante en redes tensadas.
- Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.



AISLAMIENTO

- Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE).
- Color:** Negro.

REUNIÓN

Conductores aislados reunidos entre sí o en torno al neutro fiador si dispone de él.

APLICACIONES

- Especialmente adecuados para instalaciones de líneas aéreas tensadas autoportadas sobre apoyos o posadas sobre las fachadas de los edificios.
- Redes aéreas de distribución (ITC-BT 06).
- Instalaciones aéreas tensadas o posadas (ITC-BT 20).

No se deben utilizar en instalaciones enterradas ni empotradas.

AL POLIRRET

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21030-1**Designación genérica: **AL RZ**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Carga de rotura mínima daN	Espesor de aislamiento mm	Diámetro conductor aislado mm	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km
Conductor: Fase o neutro no fiador				
16	190	1,2	7,9	1,91
25	300	1,4	9,6	1,2
50	600	1,6	12,3	0,641
95	1140	1,8	16,1	0,32
150	1800	2	19,3	0,206
Conductor: Neutro fiador ALMELEC				
29,5	870	1,4	10,4	1,15
54,6	1660	1,6	13	0,63
80	2000	1,8	15,8	0,4

AL POLIRRET

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21030-1**Designación genérica: **AL RZ**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sección nominal mm ²	Diámetro envolvente mm	Peso total kg/km	Intensidad admisible. Cable posado sobre fachadas* A	Intensidad admisible. Cable tendido con fiador de acero* A	Caída de tensión V/A km	
					cos ϕ = 1	cos ϕ = 0,8
2 x 16 Al	15.8	145	73	81	4,88**	4**
2 x 25 Al	19.2	225	101	109	3,06**	2,54**
4 x 16 Al	18	285	67	72	4,24	3,48
4 x 25 Al	23.1	445	90	97	2,66	2,21
4 x 50 Al	29.6	770	133	144	1,42	1,22
3 x 95 / 50 Al	38	1250	207	223	0,71	0,65
3 x 150 / 95 Al	46.5	1875	277	301	0,46	0,44
1 x 16 Al/29,5 Alm	16,8	187	—	81	4,88**	4**
1 x 25 Al/54.6 Alm	22.6	310	—	110	3,06**	2,54**
1 x 50 Al/54.6 Alm	25.3	385	—	165	1,61**	1,4
2 x 16 Al/29,5 Alm	17,5	255	—	81	4,88**	4**
3 x 16 Al/29,5 Alm	20,0	320	—	72	4,24	3,48
3 x 25 Al/29,5 Alm	27.1	425	—	100	2,66	2,21
3 x 25 Al/54.6 Alm	31	535	—	100	2,66	2,21
3 x 50 Al/29,5 Alm	32.1	640	—	150	1,42	1,22
3 x 50 Al/54.6 Alm	36	765	—	150	1,42	1,22
3 x 95 Al/54.6 Alm	44.0	1260	—	230	0,71	0,65
3 x 150 Al/80 Alm	51	1700	—	305	0,46	0,44

* Temperatura ambiente 40 °C (para cables expuestos al sol aplicar un factor de corrección de 0,9).

** En instalación monofásica (el resto de valores es para trifásica).

Ver tablas B.1 y B.2.

Las características mecánicas del fiador de Almelec (Alm) son:

- Coeficientes de dilatación lineal: $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- Módulo de elasticidad: 62000 N/mm^2

En el caso de cables con sección 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más un conductor de sección b (el neutro).

Los cables con sección 1 x a/b son para tendidos monofásicos. a es la fase y b el neutro fiador de Almelec (Alm).

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver tabla B.1 y B.2.

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.3.

POLIRRET FERIEIX

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21030-2**Designación genérica: **RZ**

CARACTERÍSTICAS CABLE



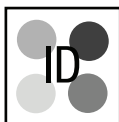
Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Fácil identificación

- Norma constructiva: UNE 21030-2; HD 626 S1.
- Temperatura de servicio (instalación fija; red tensada o posada): -40 °C , +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna. durante 5 min.: 3500 V.

RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

Es evidente que en un cable destinado a prestar servicio al aire libre, en el que además el aislamiento constituye al propio tiempo la cubierta, los ensayos de resistencia a los efectos de la radiación ultravioleta, al ozono y a la humedad saturante en una atmósfera agresiva de dióxido de azufre, adquieren una destacada importancia. La citada Norma UNE 21030-2 especifica los ensayos que deben superar estos cables para garantizar una satisfactoria y prolongada vida útil de estos materiales.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE).
Color: Negro con franja de color identificativa en cada conductor, para permitir su fácil y rápida identificación.
Colores franja: Azul, gris, marrón, negro, verde. (Ver tabla de colores según número de conductores).



REUNIÓN

Haz de cables trenzados de cobre.

APLICACIONES

- Adecuados, según el REBT, para instalaciones de líneas aéreas en redes de distribución e instalaciones aéreas de alumbrado exterior.
 - Redes aéreas de distribución (ITC-BT 06).
 - Redes aéreas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
 - Instalaciones aéreas tensadas o posadas (ITC-BT 20).
 - No utilizar en instalaciones enterradas o empotradas.

POLIRRET FERIEIX

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21030-2**Designación genérica: **RZ**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento daN mm	Diámetro envolvente mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible. Cable posado sobre fachadas* A	Intensidad admisible. Cable tendido con fiador de acero* A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
2 x 4	1,2	9,9	100	4,61	45	50	11,68**	9,46**
2 x 6	1,2	10,6	135	3,08	57	63	7,9**	6,43**
2 x 10	1,2	12,4	210	1,83	77	85	4,67**	3,84**
2 x 16	1,2	14,3	320	1,15	105	--	2,94**	2,45**
3 G 4	1,2	10,7	150	4,61	45	50	11,68**	9,46**
4 x 4	1,2	12	200	4,61	37	41	10,16	8,23
4 x 6	1,2	12,8	270	3,08	47	52	6,87	5,59
4 x 10	1,2	15	425	1,83	65	72	4,06	3,34
4 x 16	1,2	17,3	640	1,15	86	95	2,56	2,13
4 x 25	1,4	21,1	1005	0,727	120	132	1,62	1,38
5 G 4	1,2	13,4	250	4,61	37	41	10,16	8,23
5 G 6	1,2	14,3	335	3,08	47	52	6,87	5,59
5 G 10	1,2	16,8	529	1,83	65	72	4,06	3,34
5 G 16	1,2	19,3	800	1,15	86	95	2,56	2,13

* Temperatura ambiente 40 °C (para cables expuestos al sol aplicar un factor de corrección de 0,9)

** En instalación monofásica (el resto de valores es para trifásica).

Ver tablas B.1 y B.2.

No se facilita la carga de rotura de este tipo de cables, pues su instalación deberá tener la consideración de red posada o, en el caso de que sea tensada, deberá disponer de un cable fiador adicional de acero.

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A).**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

CABLES ESPECIALES

En Prysmian Cables y Sistemas le ofrecemos soluciones especiales para baja tensión, media tensión y alta tensión a medida de la industria y las infraestructuras en general:

INTERIOR AEROGENERADORES



INDUSTRIA PETROQUÍMICA



GRÚAS Y EQUIPOS MÓVILES



MINAS



FERROCARRILES



MARINA



OFF-SHORE



SOLAR



INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS





Ahora,
por el cable
eléctrico
entra todo
un mundo.



Afumex^{ENERGÍA & DATOS} **Duo**

El único conductor que
incorpora **fibra óptica**

 **PRYSMIAN**
CABLES & SYSTEMS

LAS 7 VENTAJAS DE AFUMEX DUO

- 1** Alto valor añadido sin incremento de coste
- 2** Facilita la llegada de la fibra óptica hasta el interior de los hogares
- 3** Una única instalación dentro del edificio para los servicios de Energía y Telecomunicaciones
- 4** En viviendas ya existentes permite sustituir las derivaciones individuales de forma rápida y evitando la obra civil
- 5** En vivienda de obra nueva permite ofrecer un importante diferencial en la memoria de calidades sin costes añadidos
- 6** Evita los problemas de derecho de paso entre vecinos
- 7** Con la garantía de Prysmian

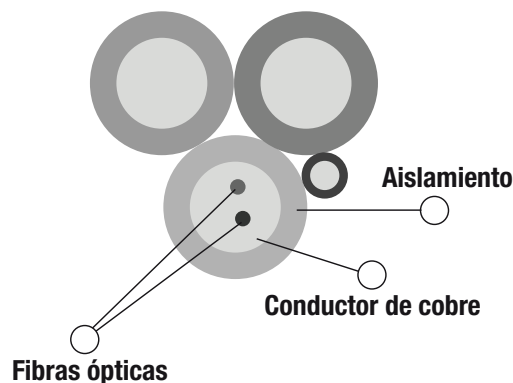
¿QUÉ ES AFUMEX DUO?

Afumex Duo es el nuevo cable de Prysmian capaz de hacer llegar a un hogar energía y comunicaciones sin limitaciones de ancho de banda por un solo cable.

¿Qué implica disponer de banda ancha real?

Con Afumex Duo la gran capacidad de transmisión de información de la fibra óptica no queda restringida al acceso del edificio sino que llega de verdad a las viviendas permitiendo en éstas el uso de aplicaciones que requieren una gran capacidad de información.

De esta forma el medio físico nunca va a limitar el ancho de banda requerido por el usuario.

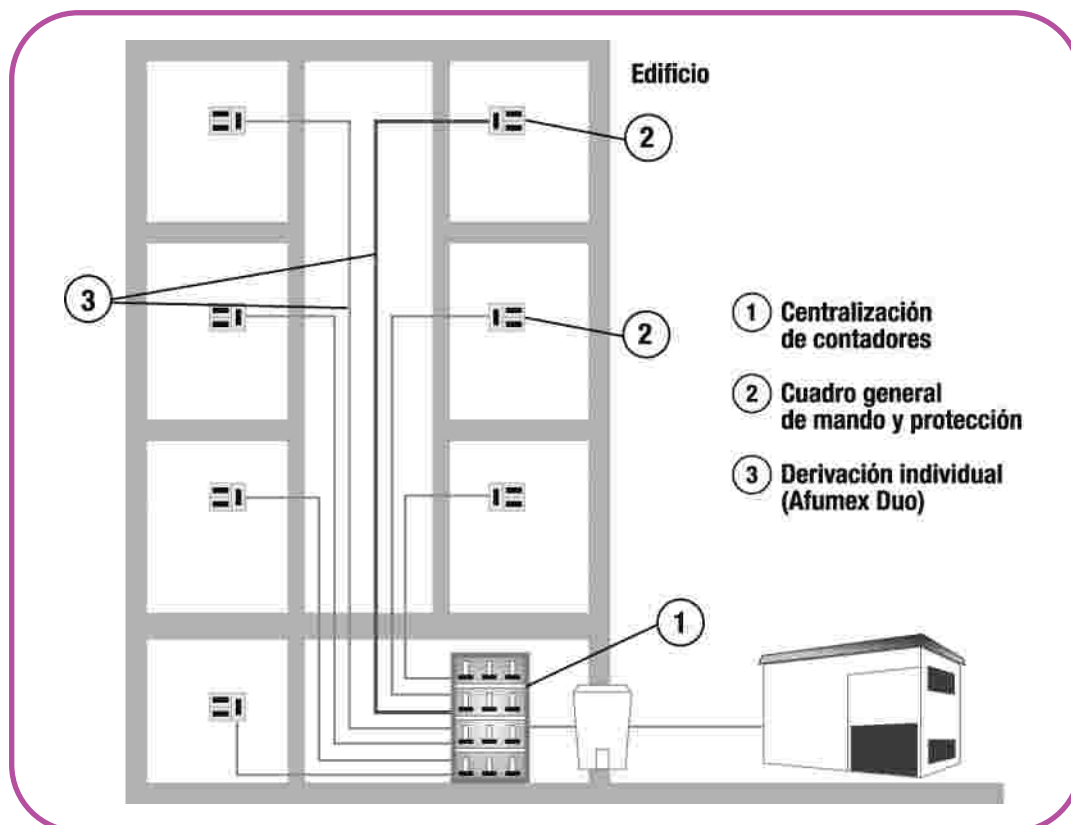


¿DÓNDE SE INSTALA?

El cable Afumex Duo puede ser instalado tanto en la rehabilitación de edificios como en edificios de nueva construcción.

Desde la centralización de contadores hasta el cuadro general de mando y protección de cada vivienda (derivación individual).

La particularidad de este cable consiste en el hecho de que en el interior de uno de los conductores se encuentran dos fibras ópticas.



CÓMO PROCEDER EN VIVIENDAS YA EXISTENTES

1. Al colocar una derivación individual nueva con Afumex Duo hacemos una misma y única instalación para energía y telecom, ahorrando el coste de la misma y de toda la infraestructura de instalación del cable de fibra óptica.
2. En los edificios de viviendas existen unas canalizaciones eléctricas que van desde la centralización de contadores hasta cada uno de los cuadros generales de mando y protección de cada vivienda, (derivaciones individuales).
3. Dentro de cada tubo se encuentra instalado el cable que lleva la energía eléctrica al hogar.
4. Este cable existente se utiliza de guía para tirar del nuevo cable Afumex Duo.
5. En pocos minutos se puede hacer llegar la fibra óptica desde la centralización de contadores hasta cada hogar*, evitando conflictos entre comunidades de vecinos y facilitando la llegada de la fibra óptica al hogar.

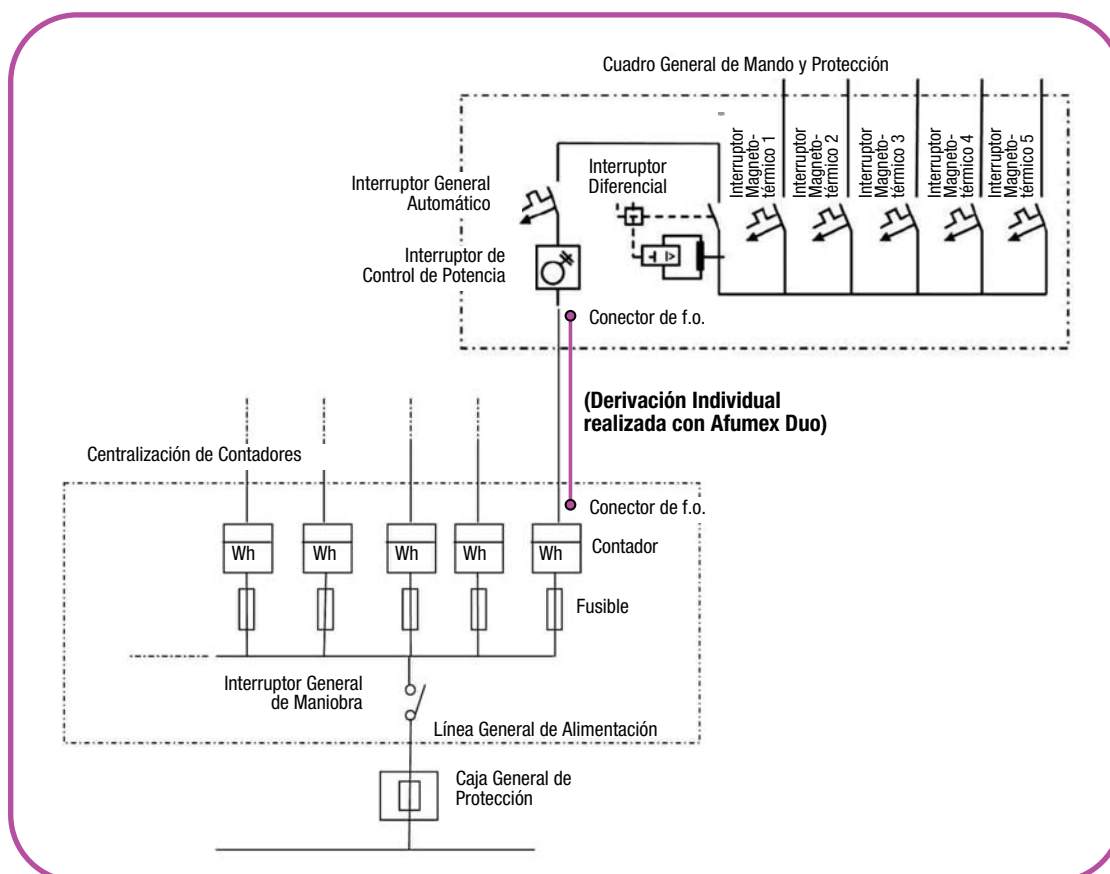
* La sustitución del cable únicamente, evita la obra civil.

CÓMO PROCEDER EN VIVIENDAS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

Hacer la instalación de la derivación individual de la forma usual:

- Pasar una guía por el tubo.
- Unir el cable a la guía.
- Tirar de la guía por un extremo del tubo a la vez que se acompaña el cable a la entrada del otro extremo.

Información y videos demostrativos del cable Afumex Duo visualizables y descargables en la web www.afumexduo.com



PARA INSTALAR EL CABLE AFUMEX DUO...**Esquema de instalación con Afumex DUO**

Cable (Afumex Duo 750 V (AS))

Accesorios para conectorización de Afumex Duo:

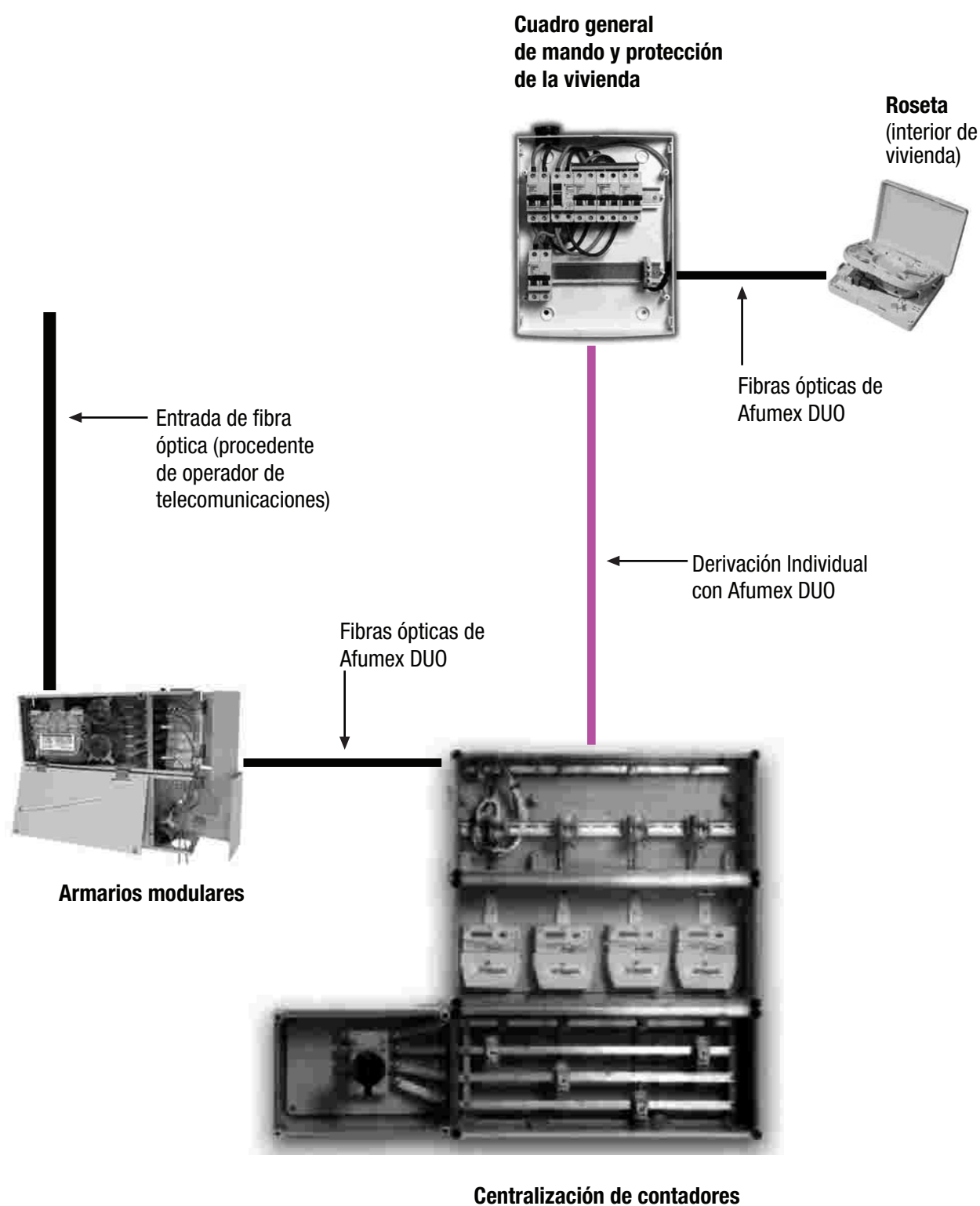
Armarios modulares para centralización
de contadores (cajas de distribución MDU Multioperador)

Rosetas o cajas de terminación UCTB

Empalme mecánico universal

Kits para ejecución de empalme mecánico universal

Tubos termorretráctiles para segregación de fibras
(Turbo Termospeed PTPF-AF (libre de halógenos))

ESQUEMA DE INSTALACIÓN CON AFUMEX DUO

AFUMEX DUO 750 V (AS)

**ESPECIAL DERIVACIONES
INDIVIDUALES CON
FIBRAS ÓPTICAS**Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 211002**Designación genérica: **H07Z1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454Muy baja emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío

- Norma de referencia: UNE 211002.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.
- Ensayo de continuidad de las fibras ópticas.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR:

Metal: Cobre electrolítico recocido.**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.**Formación:** Formación en haz de 3+1, 5+1, conductores aislados, más 2 fibras ópticas en el interior del conductor de protección (a/v).**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

FIBRAS ÓPTICAS:

El conductor de tierra (amarillo/verde) lleva incorporadas dos fibras ópticas

Tipo de fibras ópticas: fibras ópticas monomodo G. 657A con protección ajustada de 900 micras.

Características de las fibras ópticas: Ver hoja de datos técnicos Fibra ajustada para Afumex DUO

Identificación de las fibras ópticas: una de color verde y otra azul.

AISLAMIENTO:

Material: Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1.**Colores:**

- 3+1 conductores: amarillo/verde, azul, marrón y rojo de sección 1,5 mm².
- 5+1 conductores: amarillo/verde, azul, gris, marrón, negro y rojo de sección de 1,5 mm².

Marcado: El conductor que lleva las fibras ópticas llevará la siguiente inscripción:

"Prysmian Afumex Duo 750V 07Z1-K (AS) (Sección) + 2 FO G.657"



APLICACIONES

- Instalación conjunta de conductores de energía y fibras ópticas en derivaciones individuales, (desde la centralización de contadores hasta cada uno de los cuadros generales de mando y protección).

– Derivaciones individuales, (ITC-BT 15).

Nota: Para otras posibles aplicaciones de conductores eléctricos con fibras ópticas en su interior se ruega consultar a Prysmian.

AFUMEX DUO 750 V (AS)

Tensión nominal: **450/750 V**Norma diseño: **UNE 211002**Designación genérica: **H07Z1-K (AS)**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento (fases) mm	Diámetro haz mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible A	Caída de tensión V/A km	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 10 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	13,2	347	1,83	50 (1)	4,36 (1)	3,59 (1)
3 G 16 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	15,4	502	1,15	66 (1)	2,74 (1)	2,29 (1)
3 G 25 + 1 x 1,5 + 2 FO	1,2	18,9	772	0,727	84 (1)	1,73 (1)	1,48 (1)
3 G 35 + 1 x 1,5 + 2 FO	1,2	25,2	1073	0,554	104 (1)	1,25 (1)	1,09 (1)
5 G 10 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	16,6	575	1,83	44 (2)	3,79 (2)	3,13 (2)
5 G 16 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	19,5	840	1,15	59 (2)	2,38 (2)	1,99 (2)

- (1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial. → PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6.
- (2) Instalación trifásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial → PVC3 con instalación tipo B1 → columna 5.

ESPECIFICACIÓN DE FIBRA INSENSIBLE A CURVATURAS

ESPECIFICACIONES GENERALES

Material	Silicio/Silicio Dopado
Perfil de índice de refracción	Salto de Índice

Características de la protección primaria

Material de la protección primaria	Acrylato Neon™ Plus
Diámetro exterior de la protección primaria	245 μm ± 5 μm
Concentricidad de protección/revestimiento	10 μm

Características del gel entre protección primaria y secundaria

Material del gel	LA-444
Espesor de la capa de gel	10 μm ± 5 μm

Características de la protección secundaria

Material de la protección secundaria	Acrylato
Diámetro exterior de la protección secundaria	900 μm ± 25 μm
Concentricidad de protección/revestimiento	40 μm

Características Geométricas

Diámetro de campo modal @1310 nm	8.4 μm ± 9.2 μm
Diámetro del revestimiento	125 ± 0.7 μm
Error de concentricidad MFD/revestimiento	0.5 μm
Error de no circularidad del revestimiento	1.0 %
Longitud de onda de corte cableada.	1260 nm

Coefficientes de atenuación [1]

@1310 nm	0.36 dB/km
@1380 nm	0.36 dB/km
@1550 nm	0.24 dB/km
@1625 nm	0.29 dB/km

Coefficientes de dispersión

1285 ÷ 1330 nm	3.5 ps/(nm · km)
@1550 nm	18 ps/(nm · km)
@1625 nm	22 ps/(nm · km)
Longitud de onda de dispersión zero	1302 ÷ 1322 nm
Pendiente de dispersión zero S ₀	0.089 ps/(nm ² · km)
Dispersión del modo de polarización	0.4 ps/√km

Características Mecánicas

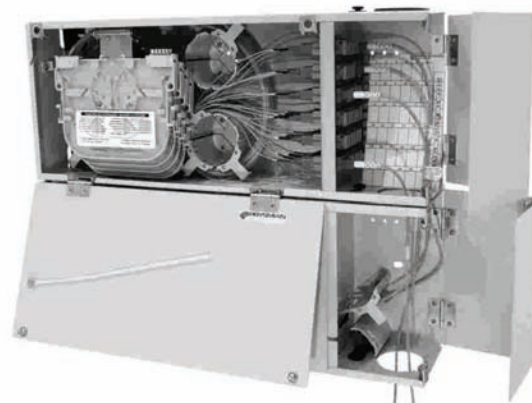
Fibra probada a un alargamiento (Proof test)	1.0 %
Perdidas por macrocurvaturas de la fibra sin protección secundaria	
1 vuelta alrededor 20 mm diam. @1550 nm	0.5 dB
10 vueltas alrededor 30 mm diam. @1550 nm	0.05 dB
10 vueltas alrededor 30 mm diam. @1625 nm	0.5 dB

ARMARIOS MODULARES

Los armarios modulares permiten la conexión de varios operadores a una red interna en un edificio de viviendas.

Consta de un diseño modular con dos configuraciones diferentes:

- Un módulo de cliente donde se conecta la fibra proveniente de cada vivienda.
- Un módulo de operador donde se conecta el cable del operador.



CARACTERÍSTICAS

DATOS TÉCNICOS

- Número de entradas de cables: 2 (módulo de operador), 4 (módulo de cliente)
- Diámetro máx. de cable: 15 mm
- Dimensiones: 440 x 175 x 102 mm
- Capacidad máxima: 36 fibras por módulo (los módulos son apilables)
- Temperatura de operación: -20 °C hasta +50 °C
- Material: acero dulce / polímero FR
- Color: gris (RAL 7035)
- Dimensiones embalaje: 540 x 290 x 186 mm³
- Peso neto: 3'4 kg (módulo cliente)
3'8 kg (módulo operador)
- Peso bruto: 5'0 kg (módulo cliente)
5'4 kg (módulo operador)

Ensayos

- Ópticos: probado a 1310 nm, 1550 nm y 1625 nm
- Dry heat: BS EN 60068-2-2 Test Bb
- Damp heat: IEC 60068-2-14: 1969
- Cambio de temperatura: IEC 60068-2-14:1984
- Vibraciones: IEC 60068-2-6:1995
- Impacto: IEC 60068-2-27:1987

DATOS TÉCNICOS LATIGUILLOS

Se facilitan latiguillos con conectores xx/UPC o xx/APC

Los conectores xx/UPC se pueden usar en casos donde se requieren conectores xx/UPC o xx/APC

	UPC	APC
Pérdidas Inserción (max)	0,3 dB	0,2dB
Perdidas Retorno (min)	-55 dB	-65 dB

- El módulo de cliente puede ser equipado con hasta 36 fibras con conectores SC/PC o SC/APC.
- El módulo de cliente y el de operador se instalan uno sobre otro permitiendo que las fibras entre ellos siempre estén debidamente protegidas del exterior.
- El módulo de cliente acepta diferentes tipos de conectores.
- Cada módulo tiene 4 bandejas para albergar los empalmes
- Para limitar el acceso a los módulos, cada uno tiene dos puertas separadas: una para la zona de empalme y la otra para la zona de patching. Cada puerta se cierra con llave Allen
- Todos los cables pueden ser debidamente dispuestos en el interior del módulo sin peligro.
- Todas las fibras están debidamente colocadas en los módulos para mantener un radio mínimo de curvatura de 30 mm.

ARMARIOS MODULARES

APLICACIONES

Los armarios modulares se instalan en el sótano del edificio y se conecta con el cuadro de centralización de contadores donde se habrán segregado las fibras de la derivación individual (Afumex Duo) provenientes de cada vivienda.

El cableado interior del éstos (latiguillos ya existentes) interconecta los módulos.

Los armarios modulares permiten la entrada del cable del operador para ser empalmado con los latiguillos existentes y mediante los jumpers, ser conectados al módulo de cliente.

Los armarios modulares permiten la accesibilidad de diferentes operadores en un mismo edificio.

ROSETAS O CAJAS DE TERMINACIÓN (UCTB)

La roseta o caja de terminación UCTB es un diseño especial para aplicaciones en zona residencial y de negocios para terminaciones de hasta 2 fibras. La caja contiene 2 latiguillos (PC o APC).



CARACTERÍSTICAS

- Numero de entradas de cables: 1
- Diámetro máx. de cable: 6 mm
- Dimensiones: 100 x 80 x 25 mm³
- Capacidad máxima: 2 fibras
- Temperatura de operación: -40 °C hasta +70 °C
- Material: ABS FR
- Color: Blanco (RAL 9016)
- Dimensiones embalaje: 540 x 290 x 186 mm³
- Peso neto: 73 g
- Peso bruto: 80 g

Ensayos

- Ópticos: probado a 1310 nm, 1550 nm y 1625 nm
- Dry heat BBS EN 60068-2-2 Test Bb
- Damp heat IEC 60068-2-14: 1969
- Cambio de temperatura IEC 60068-2-14:1984
- Vibraciones IEC 60068-2-6:1995
- Impacto IEC 60068-2-27:1987

DATOS TÉCNICOS LATIGUILLOS

	UPC	APC
Pérdidas Inserción (máx.)	0.3 dB	0.2 dB
Perdidas Retorno (mín.)	-55 dB	-65 dB

APLICACIONES

En el cuadro general de mando y protección de cada vivienda se empalma la fibra proveniente de la segregación de la derivación individual Afumex Duo con el latiguillo existente en la roseta o caja de terminación UCTB.

Este latiguillo contiene en su otro extremo uno o dos conectores SC (PC o APC) fijos en la roseta permitiendo la conexión, por ejemplo, a un router inalámbrico.

EMPALME MECÁNICO UNIVERSAL

Diseñado para el empalme rápido de fibras ópticas entre una red de un operador de telecomunicaciones y la red privada de fibra óptica.

Es una alternativa sencilla al tradicional empalme por fusión con protectores termorretráctiles.

El empalme se realiza con el alineamiento del núcleo de las dos fibras a unir por medio del proceso mecánico push-pull. Con este proceso se consigue una excelente calidad óptica y mecánica además de una excelente relación beneficio-coste.



CARACTERÍSTICAS

- Dimensiones: 40 x 4 x 4 mm³
- Temperatura de operación: -40 °C hasta +75 °C
- Material:
 - Cuerpo: PPS
 - Gel de índice: Gel siliconado
 - Grapa interior: Berilio
- Color: Negro/Plateado
- Dimensiones embalaje: 100 x 60 x 60 mm³ (caja de 50 unidades)
- Peso bruto: 0'2 kg

Ensayos

- Fiabilidad: de acuerdo con los requerimientos de Telcordia GR-765 para CORE
- Pérdidas: a 1310 nm y 1550 nm < 0'15 dB (típico < 0'1 dB)

DATOS TÉCNICOS

- El empalme mecánico universal puede usarse tanto con fibras monomodo como multimodo.
- El proceso de empalme mecánico es muy fácil y requiere un entrenamiento mínimo.
- No se requiere ningún equipo eléctrico para la operación de empalme mecánico.
- Tiempo de operación de empalme: 1-2 minutos.
- Pérdidas típicas por empalme: 0,1 dB
- El empalme mecánico universal está probado en más de 3 millones de instalaciones FTTH.
- Puede usarse para empalmes de fibras de 250 y 250 micras, 900 y 900 micras o 250 y 900 micras.

KIT PARA EMPALME MECÁNICO UNIVERSAL CON CORTADORA DE PRECISIÓN



Cortadora de precisión

CARACTERÍSTICAS

Kit básico para el empalme mecánico universal complementado con cortadora de precisión.

Contenido

Base para empalme mecánico (1 ud.)
Soporte para fibra óptica (250 μm) (4 uds.)
Soporte para fibra óptica (900 μm) (4 uds.)
Espaciador (2 uds.)
Micro peladora mecánica 250 μm (1 ud.)
Micro peladora mecánica 900 μm (1 ud.)
Cepillo (1 ud.)
Botella de alcohol (1 ud.)
Pañuelos (1 ud.)
Instrucciones
Maletín
Cortadora de precisión (1 ud.)

KIT STANDARD PARA EMPALME MECÁNICO UNIVERSAL



CARACTERÍSTICAS

Kit básico para el empalme mecánico universal

Contenido

Base para empalme mecánico (1 ud.)
Soporte para fibra óptica (250 μm) (4 uds.)
Soporte para fibra óptica (900 μm) (4 uds.)
Espaciador (2 uds.)
Micro peladora mecánica 250 μm (1 ud.)
Micro peladora mecánica para 900 μm (1 ud.)
Cepillo (1 ud.)
Botella de alcohol (1 ud.)
Pañuelos (1 caja)
Instrucciones
Maletín

TUBO TERMOSPEED PTPF-AF (LIBRE DE HALÓGENOS)

CARACTERÍSTICAS



Cable flexible

Resistencia a los
agentes químicosNo propagación
de la llamaBaja emisión
de humos opacosLibre
de halógenosReconocido por
DEF STAN 59/97

- Cumple DEF STAN 59-97, tema 3, tipo 8.
- Temperatura de servicio: -40 °C a 105 °C.
- Temperatura de contracción: 115 °C.
- Relación de contracción 2:1

DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Poliolefina reticulada de pared fina.

Colores: Negro. (Posibilidad en otras coloraciones).

APLICACIONES

Tubo termorretráctil recomendado para utilizarse con cables Afumex (cables de alta seguridad (AS)).

Para uso en áreas cerradas, tales como sistemas de transporte subterráneo, aplicaciones militares y aeroespaciales.

Este tubo termorretráctil será aplicado sobre el conductor, sobre cada fibra óptica debidamente segregada y un tercer tubo sobre los 3 elementos anteriores. De esta manera aseguramos la máxima protección a las fibras evitando radios de curvatura pequeños que pueden dañarlas.

TUBO TERMOSPEED PTFE-AF (LIBRE DE HALÓGENOS)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
1,6	0,8	0,45
2,4	1,2	0,51
3,2	1,6	0,51
4,8	2,4	0,51
6,4	3,2	0,64
9,5	4,8	0,64
12,7	6,4	0,64
16,0	8	0,64
19,0	9,5	0,76
25,4	12,7	0,89

DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
FÍSICOS		
Resistencia a tracción	IEC 60684-2	10 MPa
Alargamiento	IEC 60684-2	200%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	±10% max.
Módulo secante	ASTM-D 882	130 MPa max.
Peso específico	ISO/R 1183	1,45 g/cm ³
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168h a 158 °C)	ISO 37	150%
Alargamiento tras choque térmico (4h a 150 °C)	ASTM-D 2671	100% min.
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Mét.C	no se rompe a -40 °C
Combustibilidad	ASTM-D 635	no propagación de la llama
ELÉCTRICOS		
Resistencia a la perforación	IEC 243	24 kV/mm
Resistividad por volumen	ASTM-D 2671	1e16 Ω x cm
QUÍMICOS		
Acción corrosiva	ASTM-D 2671 Mét. A	no corrosivo
Compatibilidad con cobre	ASTM-D 2671 Mét. B	no corrosivo
Resistencia química		buena a excelente
Absorción agua	ASTM-D 570	0,20%

ACCESORIOS PARA BAJA TENSION

GUÍA DE SELECCIÓN DE ACCESORIOS EN BAJA TENSIÓN

FOTOVOLTAICA



Tipo accesorio	Aplicación	Accesorio BT	Página
Conectores y latiguillos	Instalaciones fotovoltaicas	TECPLUG	226

TERMORRETRACTÍLES



Tipo accesorio	Espesor de aislamiento	Aplicación	Relación de contracción	Accesorio BT	Página
Tubo termorretractil	Pared fina	Para uso general	2:1	TERMOSPEED PTPF	229
		Libre de halógenos	2:1	TERMOSPEED PTPF-AF*	231
	Pared Media/gruesa	Embarrado anti-track	3:1	TERMOSPEED PTPE	233
		Empalmes de cables	3:1	TERMOSPEED PTPM	236
		Empalmes de cables	Varias relaciones	TERMOSPEED PTPG	238
		Sellado y protección de finales de cables	Superior a 2:1	TERMOSPEED PCC	240
		Derivación de multiconductores	Varias relaciones	TERMOSPEED PPD	242
		Derivación a varios conductores	—	TERMOSPEED PLVKD	244
Capuchón termorretractil	Pared Media/gruesa	Reparación de cubiertas	Varias relaciones	TERMOSPEED PMT	245
Polifurcación termorretractil					
Derivación termorretractil					
Manta termorretractil					

VERTIDO DE RESINA EN FRÍO



Tipo accesorio	Aplicación	Accesorio BT	Página
Empalme o derivación	Empalmes o derivación de cables no armados	BICAST PBU	247

CINTAS



Tipo accesorio	Aplicación	Accesorio BT	Página
Cinta aislante de PVC	Aislante Varios usos	CINTA DE PVC P1000	248
Cinta aislante de EPR	Goma autosoldable Varios usos	CINTA DE EPR PBA-1	249

(*) De uso imprescindible en instalaciones efectuadas con cables **Afumex** (cables de alta seguridad (AS)).

CARACTERÍSTICAS

- Temperatura de servicio: -40 °C, +110 °C
- Tensión nominal: 1 kV
- Ensayo de tensión: 6 kV (tensión alterna, 1 min)

Ensayos de fuego:

Cuerpo aislante

- Ensayo: IEC 60695-11-20
- Ensayo de hilo incandescente a 650 °C: IEC 61695-2-10.

Cuerpo aislante con contactos metálicos

- Ensayo: IEC 60695-11-10
- Ensayo de hilo incandescente a 650 °C: IEC 61695-2-10

Grado de inflamabilidad

- V2: IEC 60695-11-10

Resistencia a los agentes químicos:

- Resistencia a la acción de los agentes químicos: Aceites, grasas, alcohol, amoníaco, ácidos, bases, agua marina. Resistencia a otros agentes bajo demanda.
- Resistencia a los rayos UVA y la acción atmosférica: ISO 4982-2, Método A
- Resistencia a la corrosión: ISO 6988

Características eléctricas:

- Tensión: 1000 V
- Ensayo de tensión: 6 kV (tensión alterna, 1 min.)
- Intensidades de corriente a 85 °C:

– 1,5 mm ²	17,5 A
– 2,5 mm ²	24 A
– 4 mm ²	32 A
– 6 mm ²	40 A
– 10 mm ²	40 A
- Resistencia de contacto: EN 60352-9: < 1 m Ω
- Protección contra contacto accidental: carga 10 N (IEC 60512)
- Distancia mínima de aislamiento: 14 mm (IEC 60664-1)
- Línea de fuga: 28 mm (IEC 60664-1)
- Resistencia a impulso de tensión: 8 kV (IEC 60664-1)

Características térmicas:

- Temperatura máxima admisible: 110 °C
- Resistencia al frío: -40 °C, ensayo de resistencia al impacto a baja temperatura (DIN V VDE V 0126-3; IEC 60068-2-75)
- Ensayo de temperatura alterna: De -40 °C a +85 °C (IEC 60068-2-14, ensayo Nb)
- Ensayo de humedad en caliente: 85 °C, 85 % humedad relativa durante 1000 horas, según IEC 61215 10. 13

Características mecánicas:

- Conexión por crimpado, fuerza de desconexión: IEC 60352-2
- Compensación de tensiones por tracción: IEC 60512 17c
- Compensación de tensiones por torsión: IEC 60512 17d
- Resistencia a la caída: IEC 60512 7b
- Ciclo de conexión/desconexión 100 veces sin carga
- Ensayo de doblado: DIN V VDE V 0126-3, similar a IEC 60309-1
- Fuerza de desconexión: 80 N, IEC 60512 15f
- Grado de protección: IP 20 (desconectado), IP 68 (conectado)



TECPLUG

DESCRIPCIÓN

- Especificación: Conector unipolar IP 68
- Cuerpo: Poliamida (PA66)
- Sellado: NBR (goma de nitrilo butadieno)
- Contacto
 - Macho: Contacto macho perforado de cobre estañado
 - Hembra: Contacto hembra perforado de cobre estañado
- Marcado: PS40I1 Intensidad admisible / sección nominal + (Female [hembra]) o (Male [macho])
- Sección nominal: Desde 1,5 mm² hasta 10 mm²

APLICACIONES

Indicados para la utilización en sistemas fotovoltaicos a tensiones hasta 1000 V en continua y hasta 40 A según la aplicación de la clase A. Adecuados para instalaciones interiores o de intemperie ya sean conexiones fijas o móviles. Igualmente aplicables para equipos con doble aislamiento (clase II). Compatibles con otras marcas.

TECPLUG

DATOS COMERCIALES PARA LA SELECCIÓN

Sección nominal mm ²	Longitud del cable (cm)	1ª terminación	2ª terminación (bajo demanda)	Imagen
------------------------------------	-------------------------------	-------------------	-------------------------------------	--------

TECPLUG conector preensablado, color Negro

1 x 1,5	100	Macho	Libre	
1 x 2,5				
1 x 4,0				
1 x 6,0				
1 x 10				
1 x 1,5	100	Hembra	Libre	
1 x 2,5				
1 x 4,0				
1 x 6,0				
1 x 10				
1 x 1,5	200	Macho	Hembra	
1 x 2,5	100			
1 x 4,0				
1 x 6,0				
1 x 10				

TECPLUG completo para ensamble

1,5	Macho	
2,5		
4,0		
6,0		
10		
1,5	Hembra	
2,5		
4,0		
6,0		
10		

Set de herramientas para TECPLUG

Contenido	Caja
- Herramienta de crimpado	
- Llave de crimpado B	2,5 mm ²
- Llave de crimpado C	4,0-10 mm ²
- Pelacables	
- Herramienta de eyección	
- Llave inglesa SW20	
- Llave inglesa SW13	



Conjunto de componentes

Contenido	Caja
- Hembra	50 piezas
- Macho	50 pieza
- Tapones de contacto	100 piezas
- Tapón para contacto h.	20 piezas
- Tapón para contacto m.	20 piezas
- Contacto hembra (2,5-10 mm ²)	50 pizas
- Contacto macho (2,5-10 mm ²)	50 piezas



TUBO TERMOSPEED PTFE (PARED FINA)

CARACTERÍSTICAS



Cable flexible

Resistencia a los
agentes químicosNo propagación
de la llamaReconocido
por ULReconocido
por CSA

- Adecuado para distintas aplicaciones.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 135 °C.
- Temperatura de contracción: 110 °C.
- Relación de contracción 2:1

DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Poliolefina reticulada de pared fina.

Colores: Marrón, negro, gris, azul y amarillo. (Posibilidad en otras coloraciones).

APLICACIONES

Tubo termorretráctil de uso general. En especial para aislamiento de cables, marcado, empaquetado y protección mecánica.

TUBO TERMOSPEED PTFE (PARED FINA)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
1,2	0,6	0,40
1,6	0,8	0,40
2,4	1,2	0,50
3,2	1,6	0,50
4,8	2,4	0,50
6,4	3,2	0,60
9,5	4,8	0,60
12,7	6,4	0,60
19,0	9,5	0,80
25,4	12,7	0,90

DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo colores	Rendimiento tipo transparente
FÍSICOS			
Resistencia a tracción	IEC 60684-2	15 MPa	19 MPa
Alargamiento	IEC 60684-2	450%	530%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	±10% máx.	±10% máx.
Módulo secante	ASTM-D 882	175 MPa máx.	175 MPa máx.
Peso específico	ASTM-D 792, A-I	1,25 g/cm ³	1,00 g/cm ³
Alargamiento tras envejecimiento térmico	UL 224 300%		490%
Resistencia a tracción tras (168 h a 158 °C)			
envejecimiento térmico (168 h a 158 °C)	UL 224	12 MPa	18 MPa
Alargamiento tras choque térmico (4 h a 200 °C)	IEC 811-1-2	400%	500%
Resistencia a tracción tras choque			
térmico (4 h a 200 °C)	IEC 811-1-2	13 MPa	18 MPa
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Mét.C	no se rompe a -55 °C	no se rompe a -55 °C
Combustibilidad	UL 224 (de color)		
	FMVSS 302 (transp.)	no propagación de la llama	Aprobado
ELÉCTRICOS			
Resistencia a perforación	VDE 0303 parte 2	24 kV/mm	6 kV/mm
Resistividad por volumen	VDE 0303 parte 3	1e15 Ω x cm	1e15 Ω x cm
QUÍMICOS			
Acción corrosiva	ASTM-D 2671 Mét.A	no corrosivo	no corrosivo
Compatibilidad con cobre	ASTM-D 2671 Mét.B	no corrosivo	no corrosivo
Resistencia química		buena	buena
Absorción agua	VDE 0472	0,15%	0,30%

TUBO TERMOSPEED PTPF-AF (LIBRE DE HALÓGENOS)

CARACTERÍSTICAS



Cable flexible

Resistencia a los
agentes químicosNo propagación
de la llamaBaja emisión
de humos opacosLibre
de halógenosReconocido por
DEF STAN 59/97

- Cumple DEF STAN 59-97, tema 3, tipo 8.
- Temperatura de servicio: -40 °C a 105 °C.
- Temperatura de contracción: 115 °C.
- Relación de contracción 2:1

DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Poliolefina reticulada de pared fina.

Colores: Negro. (Posibilidad en otras coloraciones).

APLICACIONES

Tubo termorretractil recomendado para utilizarse con cables Afumex (cables de alta seguridad (AS)).
Para uso en áreas cerradas, tales como sistemas de transporte subterráneo, aplicaciones militares y aeroespaciales.

TUBO TERMOSPEED PTPF-AF (LIBRE DE HALÓGENOS)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
1,6	0,8	0,45
2,4	1,2	0,51
3,2	1,6	0,51
4,8	2,4	0,51
6,4	3,2	0,64
9,5	4,8	0,64
12,7	6,4	0,64
16,0	8	0,64
19,0	9,5	0,76
25,4	12,7	0,89

DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
FÍSICOS		
Resistencia a tracción	IEC 60684-2	10 MPa
Alargamiento	IEC 60684-2	200%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	±10% max.
Módulo secante	ASTM-D 882	130 MPa max.
Peso específico	ISO/R 1183	1,45 g/cm ³
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168h a 158 °C)	ISO 37	150%
Alargamiento tras choque térmico (4h a 150 °C)	ASTM-D 2671	100% min.
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Mét.C	no se rompe a -40 °C
Combustibilidad	ASTM-D 635	no propagación de la llama
ELÉCTRICOS		
Resistencia a la perforación	IEC 243	24 kV/mm
Resistividad por volumen	ASTM-D 2671	1e16 Ω x cm
QUÍMICOS		
Acción corrosiva	ASTM-D 2671 Mét. A	no corrosivo
Compatibilidad con cobre	ASTM-D 2671 Mét. B	no corrosivo
Resistencia química		buena a excelente
Absorción agua	ASTM-D 570	0,20%

TUBO TERMOSPEED PTPE (PARA EMBARRADO)

CARACTERÍSTICAS



Resistencia a la absorción de agua



No propagación de la llama



Libre de halógenos



Reconocido por UL

- Reduce requisitos de distancias entre barras.
- Protege contra llamarada accidentales.
- Tubo anti-track.
- Probado con normas ANSI C37.20.2 para aplicaciones de conmutadores de media tensión (hasta 36 kV).
- Temperatura de servicio: -40 °C a 125 °C.
- Temperatura de contracción: 120 °C.
- Relación de contracción 3:1



DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Tubo de poliolefina reticulada de pared media.

Color: Rojo.

APLICACIONES

Tubo termorretráctil anti-track de pared media para embarrado, especialmente diseñado para el aislamiento de barras eléctricas de hasta media tensión (tensiones de servicio hasta 36 kV en embarrados eléctricos).

TUBO TERMOSPEED PTPE (PARA EMBARRADO)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

Expandido	Contraído		Rangos aplicaciones			
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm	Barras rectangulares		Barras redondas	
			(Mín.) mm	(Máx.) mm	(Mín.) mm	(Máx.) mm
19,0	5,5	2,70	6,4	6,4	6,8	15,2
33,0	10,1	3,00	12,7	28,5	12,4	27,9
52,0	19,0	2,80	31,5	50,8	22,3	43,1
69,8	25,4	2,90	44,4	76,2	29,7	58,4
88,9	29,9	3,10	57,1	101,6	35,8	73,6
119,3	39,9	3,20	73	142,8	47,7	101,6

Las barras rectangulares tienen un grosor de 1/4 a 5/8 de pulgadas.

Los rangos de aplicaciones mencionados han sido seleccionados para obtener el grosor de aislamiento mínimo requerido para cumplir los requisitos de resistencia ANSI C37.20.2 en el espaciado de las barras que se indican a continuación. Estos espacios han sido determinados a partir de un número limitado de configuraciones prueba. Debido a la amplia variedad de configuraciones de barras, estos espacios no deben emplearse sin que sean medidos de forma real por el usuario.

MÁRGENES CON AISLAMIENTO

Tensión del sistema	BIL kV	PTPE Tubo de pared media	
		p a p (mm)	p a g (mm)
15 kV	95	86,0	106,0
25 kV	125	114,0	152,0
36 kV	150	165,0	203,0

p a p: Orientación de fase a fase.

p a g: Orientación de fase a tierra.

Espacio basado en las dimensiones de metal a metal antes del aislamiento.

Espacio basado en grosor de pared por rango de aplicaciones de la tabla anterior.

TUBO TERMOSPEED PTPE (PARA EMBARRADO)

DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
FÍSICOS		
Resistencia a tracción	ASTM-D 412, ISO 37	8,3 MPa
Alargamiento	ASTM-D 412, ISO 37	200%
Envejecimiento térmico (7 días a 175 °C)		
- Resistencia a tracción	ASTM-D 2671	10 MPa
- Alargamiento	ASTM-D 2671	200%
Choque térmico (4h a 225 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta, no pérdidas
Flexibilidad de baja temperatura (4h a -25 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta
Combustibilidad	ANSI C37.20, ASTM-D-2671	Aprobado
ELÉCTRICOS		
Resistencia a perforación	ASTM-D 149	20 Kv/mm
Resistividad de superficie	ASTM-D 257	510e9 Ω
Resistividad por volumen	ASTM-D 257	1,9e16 Ω cm
Constante dieléctrica	ASTM-D 150	3,4
Resistencia seguimiento (2500 V, 300min.)	ANSI C37,20, ASTM-D 2303	sin seguimiento
Alteración atmosférica	ASTM-G 53	sin seguimiento tras 6000 horas
QUÍMICOS		
Acción corrosiva	ASTM-D 2671	No corrosivo
Resistencia a fluidos	MIL-DTL-23053/15	Buena a excelente
Absorción de agua	ASTM-D570	0,25%

TUBO TERMOSPEED PTPM (PARED MEDIA)

CARACTERÍSTICAS



Cable flexible

Resistencia a los
agentes químicosResistencia
a la abrasiónResistencia a
los golpes

- Sella y protege terminaciones y empalmes de cables.
- La capa interior de adhesivo termoplástico opcional permite obtener un aislamiento y una protección medioambiental completa.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 110 °C.
- Temperatura de contracción: 120 °C.
- Relación de contracción: 3:1.

DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Tubo de poliolefina reticulada de pared media.

Color: Negro.

APLICACIONES

Los tubos termoretráctiles de pared media son adecuados para diversas aplicaciones mecánicas y eléctricas, en las que sean importante un peso ligero y gran flexibilidad.

TUBO TERMOSPEED PTPM (PARED MEDIA)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
10,2	3,8	2,00
19,1	5,6	2,00
25,0	8,0	2,00
27,9	10,2	2,00
33,0	10,2	2,00
38,1	12,7	2,00
43,2	12,7	2,00
52,1	19,1	2,00
69,9	25,4	2,00
88,9	30,0	2,40
119,4	39,9	2,70
152,0	48,0	2,80
170,2	58,4	2,80
228,6	77,0	3,00

DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
FÍSICOS		
Resistencia a tracción	ASTM-D 412, ISO 37	14,5 MPa
Alargamiento	ASTM-D 412, ISO 37	550%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	+1% a -10% max.
Peso específico	ASTM-D 792, A-I	1,10 g/cm ³ max.
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168 h a 150 °C)	ASTM-D 2671, ISO 37	500%
Alargamiento tras choque térmico (4 h a 225 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta, no pérdidas
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Meth.C	No se rompe a -55 °C
ELÉCTRICOS		
Resistencia a perforación	ASTM-D 149 / IEC 243	20 kV/mm
Resistividad por volumen	ASTM-D 257	1e16 Ω x cm
QUÍMICOS		
Corrosión cobre	ASTM-D 2671	No corrosión
Resistencia química		buena a excelente
Absorción agua	ASTM-D 570	0,10 %

MÁRGENES CON AISLAMIENTO

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo	
		Adhesivo	Sellado
ADHESIVO			
Absorción agua		<0,3 %	<0,1 %
Punto de reblandecimiento	ASTM-E 28	95 °C a 105 °C	80 °C a 90 °C

TUBO TERMOSPEED PTPG (PARED GRUESA)

CARACTERÍSTICAS



Resistencia a los
agentes químicos



Reconocido
por UL



Reconocido
por CSA

- Pared gruesa.
- Excelente aislamiento y durabilidad mecánica
- Tensión y temperatura nominales, en servicio permanente: 600 V ; 90 °C.
- La capa interior de adhesivo termoplástico opcional permite obtener un aislamiento y una protección completa.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 110 °C
- Temperatura de contracción: 120 °C
- Relación de contracción 3:1



DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Poliolefina reticulada de pared gruesa con adhesivo interno.

Color: Negro.

APLICACIONES

Empalme termoretráctil de pared gruesa que proporciona máxima fiabilidad para el aislamiento y protección de empalmes y terminaciones de cables.

Apto para requisitos mecánicos exigentes en instalaciones enterradas directas, sumergibles y U.R.D.

TUBO TERMOSPEED PTPG (PARED GRUESA)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Min.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
8,9	3	1,80
13,0	4,1	2,40
19,1	6,1	2,40
27,9	8,9	3,00
38,1	11,9	4,10
43,0	10	3,43
50,8	16	4,10
68,1	22,1	4,10
*89,9	30,0	4,10
*119,9	39,9	4,30

Cada pieza tiene una longitud de 1,2 m.

*No reconocido por UL ni CSA

DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
FÍSICOS		
Resistencia a tracción	ASTM-D 412, ISO 37	14,5 Mpa
Alargamiento	ASTM-D 412, ISO 37	600%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	+1% to -10% max.
Peso específico	ASTM-D 792, A-I	1,10 g/cm ³
Alargamiento tras envejecimiento térmico(168 h a 150 °C)	ASTM-D 2671,ISO 37	500%
Alargamiento tras choque térmico (4 h a 225 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta, no pérdidas
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Meth.C	No se rompe a -55 °C
ELÉCTRICOS		
Resistencia a perforación	ASTM-D 149	20 kV/mm
Resistencia por volumen	ASTM-D 257	1016 Ω x cm
QUÍMICOS		
Corrosión al aire	ASTM-D 2671	No corrosión
Resistencia química		buena a excelente
Absorción agua	ASTM-D 570	0,10 %

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo	
		Adhesivo	Sellado
ADHESIVO			
Absorción agua		<0,3 %	<0,1 %
Punto de reblandecimiento	ASTM-E 28	95 °C a 105 °C	80 °C a 90 °C

CAPUCHÓN TERMOSPEED PCC

CARACTERÍSTICAS



Resistencia a los
agentes químicos



Resistencia a los
rayos ultravioleta

- Vida ilimitada de almacenamiento.
- La capa interior termoplástica ofrece sellado ambiental completo.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 100 °C.
- Temperatura de contracción: 120 °C.
- Relación de contracción >2:1



DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Poliolefina reticulada.

Color: Negro. (Posibilidad en otras coloraciones).

APLICACIONES

Capuchón final termoretráctil con capa interior de adhesivo.

Ofrece una protección y sellado sencillos frente a los efectos ambientales de los cables no utilizados.

CAPUCHÓN TERMOSPEED PCC

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

Expandido	Contraído		
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Longitud (Mín.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
15,0	4,5	44,0	1,0
25,0	9,0	69,0	2,7
36,0	15,0	93,0	2,8
55,0	25,0	107,0	3,3
80,0	40,0	127,0	3,6
102,0	60,0	52,0	3,6
124,0	60,0	152,0	3,6
148,0	57,0	152,0	4,5

* Diámetro interno sin capa adhesiva.

DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
FÍSICOS		
Resistencia a tracción	ASTM-D 638 M	12,0 MPa min.
Alargamiento	ASTM-D 638 M	300% min
Absorción de agua	ISO-62	1,0% max.
Dureza puntual	ASTM-D 2240	45 Puntual D min.
Resistencia a tracción tras envejecimiento térmico (168h a 120 °C)	ISO-188	10,0 MPa min.
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168h a 120 °C)	ISO-188	250% min.
ELÉCTRICOS		
Resistencia a perforación	IEC-243 12	Kv/mm min.
Resistividad por volumen	IEC-93	1e11Ω x cm

POLIFURCACIÓN TERMOSPEED PPD

CARACTERÍSTICAS



Resistencia a los
agentes químicos



Resistencia a
los golpes

- Capa interior de adhesivo termoplástico que ofrece un aislamiento y una protección completa, respetuosa con el medioambiente.
- También disponible como pieza de derivación multipolar para Media Tensión anti-track y conductivas.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 100 °C.
- Temperatura de contracción: 135 °C.



DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Piezas de poliolefina reticulada para cables multipolares.

Color: Negro. (Posibilidad en otras coloraciones).

APLICACIONES

Polifurcación termoretráctil moldeada que sella y protege las derivaciones de cables multipolares.

Piezas disponibles para cables de 2, 3 o 4 conductores.

POLIFURCACIÓN TERMOSPEED PPD

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

Expandido		Contraído		Longitud total contraída ± 10 % mm	Longitud contraída de las salidas ± 10 % mm
Diámetro de la entrada cable principal (Mín.) mm	Diámetro de la salida cable derivado (Mín.) mm	Diámetro de la entrada cable principal (Máx.) mm	Diámetro de la salida cable derivado (Máx.) mm		
Piezas moldeadas 2 salidas					
33,0	14,0	10,0	3,00	90,00	20,0
50,0	21,0	22,9	7,50	119,00	34,0
87,0	43,0	9,0	13,0	141,00	42,0
Piezas moldeadas 3 salidas					
38,0	11,0	14,0	4,00	110,0	20,0
60,0	24,0	22,0	8,00	185,0	45,0
80,0	36,0	33,0	16,0	210,0	50,0
110,0	48,0	47,0	20,0	260,0	75,0
125,0	55,0	47,0	20,0	260,0	75,0
Piezas moldeadas 4 salidas					
38,0	11,0	14,0	4,0	110,0	20,0
55,0	20,0	22,0	8,5	190,0	45,0
72,0	25,0	22,0	8,5	190,0	50,0
100,0	35,0	33,0	14,0	215,0	75,0
125,0	45,0	47,0	2,0	245,0	75,0

DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
FÍSICOS		
Resistencia a tracción	ASTM-D 638 (M)	10,0 MPa min.
Alargamiento	ASTM-D 638 (M)	300% min.
Dureza	interna	40 Puntual D min
Resistencia a tracción tras envejecimiento térmico (120 °C, 168 h)	ISO - 188	9 MPa min
Alargamiento tras envejecimiento térmico (120 °C, 168 h)	ISO - 188	250% min.
Absorción agua	ISO - 62	1% max.
Resistencia a perforación	IEC - 243	12 kV/mm
Constante dieléctrica	IEC - 250/ASTM-D 150	5 max.
Resistencia a seguimiento	ASTM-D 2303	N/A
Resistividad por volumen	IEC 93	1e12 Ω x cm
Combustibilidad	ESI 09-13	Sin retardo a la llama

DERIVACIÓN TERMOSPEED PLVKD

CARACTERÍSTICAS

Kit de derivación termoretráctil que está compuesto por un tubo termoretráctil abierto, ajustable sobre el diámetro exterior del cable y masilla aislante. Homologado por Endesa.



DESCRIPCIÓN

COMPOSICIÓN DEL KIT

1. Mango termoretráctil
2. Guía de cierre
3. Brida de plástico
4. Masilla aislante
Homologada por Endesa

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES Y GUÍA DE UTILIZACIÓN

Expandido mm	Contraído mm	Longitud mm	Cable principal sección máx. mm ²	Cable principal sección máx. mm ²
43	8	200	1 x 95	1 x 50
43	8	250	1 x 95	1 x 50
75	15	250	1 x 150	1 x 50
75	15	300	1 x 150	1 x 150
75	15	500	1 x 240	1 x 240

MANTA TERMOSPEED PMT

CARACTERÍSTICAS



Resistencia a la absorción de agua

- Proporciona sellado contra el agua una vez contraído.
- Excelente resistencia mecánica.
- Procedimiento de aplicación rápido, simple y limpio.
- Los manguitos se pueden cortar para adecuarse a los requisitos de aplicaciones más cortas.
- Fácil de instalar in situ sobre cables en servicio sin cortar el cable ni cortar la alimentación.
- Temperatura de servicio: -15 °C a 45 °C.



DESCRIPCIÓN

AISLAMIENTO

Material: Poliolefina reticulada con adhesivo interno más canal de acero inoxidable que proporciona sistema de cierre permanente.

Color: Negro. Cubierto con pintura termocromática que cambia de color al alcanzar la temperatura de contracción adecuada.

APLICACIONES

Funda (manta) envolvente termoretráctil para reparación de cubiertas.

Se utiliza para aplicaciones de sellado y recubiertas, protección de cables dañados o como funda externa de empalmes de cables de telecomunicaciones XLPE Cu de 10 a 2000 pares.

MANTA TERMOSPEED PMT

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
43,0	8,0	2,30
68,0	15,0	2,30
75,0	15,0	2,30
93,0	25,0	2,30
137,0	34,0	2,30

Las piezas están disponibles en las longitudes de 250, 500, 750 y 1000 mm.

DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
FÍSICOS		
Resistencia a tracción	DIN 53455/ISO R527	17,0 MPa mín.
Alargamiento	DIN 53455/ISO R527	350% mín.
Resistencia a tracción tras envejecimiento térmico (168 h a 150 °C)	DIN 53455/ISO R527	14 Mpa mín.
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168 h a 150 °C)	DIN 53455/ISO R527	300% mín.
Contenido de negro carbón para resistencia UV	VDE 0472	2% mín.
Flexibilidad de baja temperatura	DIN 53453	no agrieta a -40 °C
Contracción longitudinal		10% máx.
ELÉCTRICOS		
Resistencia a perforación	DIN 53481/IEC 243	12 kV/mm

EMPALME/DERIVACIÓN BICAST PBU (VERTIDO DE RESINA)

CARACTERÍSTICAS

- Norma constructiva: HD 623.
- Utilizable como empalme y derivación, horizontal o vertical.
- Molde de inyección transparente resistente al impacto.
- Práctico sistema de apertura tipo bisagra.
- Fácil sistema de cierre y sellado.
- Compacto: 225 mm [largo] x 90 mm [alto] x 60 mm [ancho].
- Ofrece alta estanquidad.
- Resina en dos componentes:
 - Fácil mezclado.
 - Mejor adhesión para XLPE y PVC.
 - Mayor fluidez.
 - Reducción del 40% en peso.



DESCRIPCIÓN

COMPOSICIÓN DEL KIT

1. Dos semicarcasas (unidas por bisagra).
2. Dos espumas (una adherida a una semicarcasa).
3. Resina de Poliuretano. (Envasada en bolsa).
4. Tapa superior.

APLICACIONES

Kit universal para empalmes y derivaciones de conductores no armados, de sección máxima de 1x240 mm².
 Util para diámetros exteriores desde 10 mm (mínimo) hasta 26 mm (máximo). No requiere ninguna herramienta especial o aplicación de calor.
 Utilizable 30 minutos después de la instalación.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES

EMPALMES

Modelo kit	Diámetro exterior cable mm		Sección conductor mm ²
	Mín.	Máx.	
PBUJ1	10	26	4 x 25
J3	23	39	4 x 70
J4	28	62	4 x 95
J5	38	62	4 x 185
J6	58	86	4 x 300

DERIVACIONES

Modelo kit	Diámetro exterior cable mm				Sección conductor mm ²	
	Principal		Derivado		Principal	Derivado
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.		
D1	9	24	9	24	4 x 6	4 x 4
D2	12	24	12	24	4 x 16	4 x 16
D4	20	36	18	28	4 x 50	4 x 25
D14	28	50	20	33	4 x 35	4 x 35
D16	26	60	18	45	4 x 185	4 x 95

CINTA DE PVC - P1000

CARACTERÍSTICAS

Excelentes características de adherencia y fácil manejabilidad.

Características	Unidad	
Longitud	m	20
Anchura	mm	19
Espesor	mm	0,15
Carga de rotura	kg / cm	2,165
Elongación rotura	%	157
Adhesión metal	g / cm	364
Adhesión dorso	g / cm	433
Resistencia dieléctrica	kV / mm	58
Autoextinguible	—	Sí



DESCRIPCIÓN

Cinta P1000. Fabricada en PVC, está disponible en varios colores, y con dimensiones de 20 metros de longitud x 19 mm de ancho x 0,15 mm de espesor.

TABLA DE COLORES DISPONIBLES

Colores cinta
NE-BL-AZ-GR-MA-RO-VE-AM-AV

CÓDIGO DE COLORES

AV - Amarillo-Verde
AZ - Azul

BL - Blanco
GR - Gris

MA - Marrón
NE - Negro

RO - Rojo
VE - Verde

AM - Amarillo

PRESENTACIÓN Y EMBALAJE

Packs de 10 rollos y cajas de 25 packs.

Cinta PBA-1

DESCRIPCIÓN

Cinta aislante autovulcanizable para la reconstrucción del aislamiento en empalmes y terminales

CARACTERÍSTICAS

- Resistente a las descargas parciales y ozono.
- Autovulcanizable.
- Excelente resistencia a la humedad.
- Elevada rigidez dieléctrica.
- Excelente en aplicaciones a baja temperatura (-40 °C).
- Adaptable a cualquier tipo de superficies.



APLICACIÓN

Se emplea para la reconstitución del aislamiento de los empalmes en cables con aislamiento seco y empalmes mixtos entre cables con aislamiento de papel impregnado y cables con aislamiento seco a campo radial hasta una tensión máxima de 66 kV.

También es utilizada para la confección de los deflectores de campo en los terminales a partir de 30 kV y terminaciones hasta 25 kV para los cables con aislamiento seco.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Características	Unidad	Valor
FÍSICAS		
Color	-	Negro
Condición	-	Autovulcanizable
Espesor	mm	0,76
Longitud	m	6
Ancho	mm	25
Adherencia	g/cm	-
Alargamiento	%	1.700
Temperatura trabajo	°C	-48 a 80
Carga rotura	kg/cm ²	12,5
Fusión	mm	0,2
Exposición al calor a 110 °C		Cumple
Resistencia a la tracción	MPa	3,80
Remoción de liner		OK
Resistencia:		
Ozono	-	Excelente
Ácidos y alcalis	-	Buena
Aceite	-	Poca
Humedad	-	Excelente
Rigidez dieléctrica	kV/espesor	48
Rigidez dieléctrica	kV/mm	48
Constante aislamiento	MΩ/km	>72.000
Constante dieléctrica 50 Hz	ε	2.30
Factor de pérdidas 50 Hz	tg σ	0.00035
Caja de plástico	-	-
Separador color	-	Rojo

LUBRICANTES LUTEC (para tendidos de energía y telecomunicaciones)

CARACTERÍSTICAS



Todos los productos lubricantes Prysmian comparten los mismos ingredientes y las mismas características principales. Tienen una consistencia pegajosa y viscosa, asegurando una perfecta adherencia al cable y a los tubos, así como una gran reducción de la fricción.

Se pueden aclarar los residuos en la obra sin ningún riesgo de contaminación. Sin embargo, no se quita fácilmente del cable, asegurando una lubricación óptima incluso en tuberías llenas de agua. Además se seca despacio, dejando una fina capa, menos de 6% del peso tras evaporación completa a temperatura ambiente. No inflamable, conserva sus propiedades lubricantes durante meses.

HIGIENE Y SEGURIDAD

Estos lubricantes están compuestos con base de agua, no tóxico y biodegradable. Olor agradable. No irrita la piel. No es preciso llevar los EPI. No causa contaminación medioambiental, por lo que no es preciso recoger sus derramas, sólo basta con aclararlos con agua.

ESTABILIDAD A ALTAS Y BAJAS TEMPERATURAS

Las altas y bajas temperaturas no afectan a las características del lubricante, ni siquiera después de ciclos de hielo y deshielo. No se separa en varias fases. Se diseñó el lubricante para utilizarlo desde -5 °C hasta +65 °C. Aunque hay algún modelo de lubricante que conlleva una fórmula específica para los tendidos realizados a temperaturas por debajo de las 0 °C.

COMPATIBILIDAD

No contienen parafina, silicona, detergente, sal que puedan dañar las cubiertas de cables y causar puntos calientes. Estos lubricantes se sometieron a varias pruebas de compatibilidad con los materiales de cubierta, de accesorios de cables eléctricos y de tubos: poliolefinas, polietileno alta densidad, polietileno lineal baja densidad, caucho natural, polietileno clorurado, etileno propileno, polietileno de enlace cruzado, PVC, neopreno, polipropileno, silicona, etc.

INSTRUCCIONES

Nuestros productos son de uso cómodo según varios métodos:

Aplicar con la mano o verter desde el cubo encima del cable.

También se puede utilizar una bomba, bien sea manual o eléctrica, un embudo o un aplicador.

Puede emplearse para pre-lubricar los tubos con los sacos de pre-lubricación o introduciendo lubricante delante de la esponja..

LUBRICANTES LUTEC (para tendidos de energía y telecomunicaciones)

APLICACIONES

Lubricantes para el tendido subterráneo de cables eléctricos y de telecomunicaciones.

Prelubricación de los tubos para reducir los riesgos en los tendidos difíciles.

Contiene un sistema de “consistencia pegajosa y viscosa” que facilita la perfecta adherencia al cable incluso en tuberías llenas de agua (el lubricante no se disuelve al entrar en contacto con el agua).

Compatible con todo tipo de cables y accesorios.

Conserva su poder de lubricación durante meses, facilitando la instalación posterior de cables en la misma tubería.

Producto no inflamable.

Biodegradable.

No tóxico para los operadores y el medioambiente.

Disponemos de una gama completa de lubricantes para cubrir cualquier tipo de tendido.

CÓDIGOS DE PRODUCTO

Lubricante	Descripción	Viscosidad cSt
LUTEC P1	Gel lubricante para los tendidos difíciles de cables pesados	5400-7400
LUTEC P2	Lubricante para cualquier tipo de cable	4500-6400
LUTEC P3	Lubricante líquido para tender cables ligeros	1800-3500
LUTEC F01	Lubricante específicamente diseñado para los cables de telecom Bajo consumo gracias a su gran elasticidad	1800-3500

Código	Descripción	Envasado
28951760	Lubricante para energía LUTEC P1 C-20L	Cubo 20 litros
28951761	Pre-lubricante para energía LUTEC P1 B-2K	Bolsa 2 kg
28951762	Lubricante para energía LUTEC P3 C-20L	Cubo 20 litros
28951763	Lubricante para energía LUTEC P2 C-20L	Cubo 20 litros
28951764	Lubricante para telecomunicaciones LUTEC F0 B-1L	Botella 1 litro

Nota: Para cualquier duda o consulta contactar con nuestra red comercial.

DISOLVENTE LIENER (para limpieza de cables y equipos eléctricos)

CARACTERÍSTICAS



Limpia sin dejar ningún residuo para evitar pérdidas a la tierra y puntos calientes.
Homologado para alta tensión hasta 440 kV.
La perfecta adhesión de las resinas en los empalmes previene la penetración de la humedad.
La reducción de los defectos de instalación asegura una duración máxima de los cables.
Diseñado según las recomendaciones de la IEEE.
No inflamable. Se eliminan los riesgos vinculados con los disolventes líquidos inflamables.
Reduce las emisiones de COV a la atmósfera.
Reduce los riesgos para la salud y la seguridad.
Elimina el riesgo de derrame de líquido y riesgos relacionados.
Elimina la logística, transporte y almacenaje de las mercancías peligrosas.

HIGIENE Y SEGURIDAD

Se han diseñado para su fácil manejo y altas prestaciones en limpieza, además de sustituir a los disolventes tradicionales tales como el tricloroetano, alcohol isopropílico y demás disolventes inflamables. Siendo clasificado combustible, se eliminan los riesgos de fuego explosivo y no está sometido a la logística de los productos inflamables. El envasado de toallitas pre-impregnadas de disolventes elimina el riesgo de contaminación por derrame y demás riesgos relacionados con el manipulado de líquidos.

Respeto el medioambiente, no daña la capa de ozono, no contiene contaminantes peligrosos para la atmósfera o los operadores. No contiene ningún componente de disolvente halogenado ni ingrediente cancerígeno, teratígeno o mutágeno. No está clasificado como mercancía peligrosa. Como medida de precaución, se recomienda llevar los EPI. Se recomiendan las gafas de seguridad en caso de riesgo de proyección a los ojos. Una exposición prolongada puede secar la piel, por tanto llevar guantes.

EVAPORACIÓN Y EMISIONES DE COV

Disolvente 100% volátil que no deja ningún residuo (menos de 100 ppm). Aplicado en fina capa se evapora en menos de 5 minutos. Esta evaporación controlada (punto de inflamación 62° C) permite reducir el consumo de disolvente así como sus emisiones a la atmósfera, hasta 80% de reducción.

COMPATIBILIDAD

Disolvente sometido a numerosas pruebas de compatibilidad con la mayoría de los materiales encontrados en las redes eléctricas, especialmente las cubiertas de cables, aislantes, metales, composites, resinas, barnizados, esmaltes y cerámicas.

INSTRUCCIONES

La baja tensión superficial de nuestro disolvente asegura un excelente mojado incluso sobre los plásticos más difíciles.

- 1.- Aplicar una fina capa de líquido con la botella o bien mediante una toallita preimpregnada.
- 2.- Dejar un momento en remojo, hasta 2 minutos en manchas difíciles.
- 3.- Limpiar con la misma toallita pre-impregnada, o bien con un trapo limpio y seco que no suelte fibras.

No es preciso esperar la evaporación completa del disolvente antes de reanudar el trabajo en el sistema eléctrico.

DISOLVENTE LIENER (para limpieza de cables y equipos eléctricos)

APLICACIONES

Limpieza de cables previa a la confección de los accesorios.
 Mantenimiento de cables y accesorios, transformadores y aparatos de conexión.
 Desengrasado y limpieza general de los equipos eléctricos.
 Elimina aceites, residuos de tierra, betún y alquitrán.
 Disolvente y toallitas de alta resistencia, no suelta fibras.
 Disolvente 100% volátil, ningún residuo.
 Toxicidad y olor reducidos.
 No inflamable.
 Disolvente dieléctrico hasta 39 kV.

CÓDIGOS DE PRODUCTO

Código	Descripción	Envasado
28951752	Disolvente limpiador LIENER B-1L	botella 1 litro
28951753	Disolvente limpiador LIENER S-1L	spray 1 litro
28951754	Disolvente limpiador LIENER C-250T	cubo de 250 toallitas
28951755	Disolvente limpiador LIENER P-24T	paquete 24 toallitas

Nota: Para cualquier duda o consulta contactar con nuestra red comercial.

DISOLVENTE LICOM (para cables de telecomunicaciones)

CARACTERÍSTICAS



Limpiador de altas especificaciones para los cables, herramientas y equipos de FO.
Limpia y elimina el gel hidrófugo de relleno sin dejar ningún residuo pegajoso.
Reduce los fallos de empalme y previene la penetración de humedad.
No borra las tintas de marcaje, puede usarse en cables multitubos.
Eficaz tanto en cables de cobre como en fibra óptica.
No inflamable. Se eliminan los riesgos vinculados con los disolventes líquidos inflamables.
Reduce las emisiones a la atmósfera.
Reduce los riesgos para la salud y la seguridad.
Elimina la logística, transporte y almacenaje de las mercancías peligrosas.
Presentación en botellas y en toallitas pre-impregnadas.

HIGIENE Y SEGURIDAD

Se han diseñado para su fácil manejo y altas prestaciones en limpieza, además de sustituir a los disolventes tradicionales tales como el tricloroetano, alcohol isopropílico y demás disolventes inflamables. Siendo clasificado combustible, se eliminan los riesgos de fuego explosivo y no está sometido a la logística de los productos inflamables. El envasado de toallitas pre-impregnadas de disolventes elimina el riesgo de contaminación por derrame y demás riesgos relacionados con el manipulado de líquidos.

Respeto el medioambiente, no daña la capa de ozono, no contiene contaminante atmosférico peligroso. No contiene ningún componente de disolvente halogenado ni ingrediente cancerígeno, teratógeno o mutágeno. No está clasificado como mercancía peligrosa. Como medida de precaución, se recomienda llevar los EPI. Se recomiendan las gafas de seguridad en caso de riesgo de proyección a los ojos. Una exposición prolongada puede secar la piel, por tanto llevar guantes.

EVAPORACIÓN Y EMISIONES DE COV

Disolvente 100% volátil que no deja ningún residuo (menos de 100 ppm). Aplicado en fina capa se evapora en menos de 5 minutos. Esta evaporación controlada (punto de inflamación 62° C) permite reducir el consumo de disolvente así como sus emisiones a la atmósfera, hasta 80% de reducción.

COMPATIBILIDAD

Este disolvente no daña los cables, accesorios ni herramientas. Fue sometido a numerosas y diversas pruebas de compatibilidad por laboratorios autónomos respecto a su compatibilidad con metales, plásticos, aislantes, componentes de cable y de cubierta.

INSTRUCCIONES

Nuestro disolvente se ofrece en gel líquido y en toallitas pre-impregnadas.

- 1.- Quitar la mayor parte del gel del haz de cables con una toallita pre-impregnada, o bien sumergir el haz adentro de una botella de nuestro gel.
- 2.- Dejar actuar hasta 1-2 minutos
- 3.- Coger otra toallita de gel para acabar de limpiar individualmente cada cable del haz antes de prepararlos (pelado, etc...)
- 4.- Presentar las extremidades de cables a empalmar y limpiarlas con una toallita de gel empezando desde la cubierta hacia la extremidad.

DISOLVENTE LICOM (para cables de telecomunicaciones)

APLICACIONES

Limpieza de cables de telecomunicaciones previo a su manipulación (empalmes,...)
 Limpia y elimina el gel hidrófugo de relleno sin borrar las tintas de marcaje.
 Compatible con todos los cables, cubiertas y accesorios de empalme.
 Recomendado para la limpieza de cordón compacto de fibras.
 Elimina aceites, residuos de tierra, alquitrán, gel de relleno.
 Tejido de las toallitas de alta resistencia. No suelta fibras.
 Libre de halógenos y alcohol.
 Toxicidad y olor reducidos.
 No inflamable.

CÓDIGOS DE PRODUCTO

Código	Descripción	Envasado
28951756	Disolvente limpiador LICOM B-1L	botella 1 litro
28951757	Disolvente limpiador LICOM S-1L	spray 1 litro
28951758	Disolvente limpiador LICOM C-250T	cubo de 250 toallitas
28951759	Disolvente limpiador LICOM P-24T	paquete 24 toallitas

Nota: Para cualquier duda o consulta contactar con nuestra red comercial.

ATENCIÓN AL CLIENTE

Tel.: 902 146 006

Fax: 902 146 001

atencion.clientes@prysmian.com

www.prysmian.es



El Portal de la Instalación Eléctrica