



Cables para redes de Media Tensión Catálogo General

Información General

INFORMACIÓN GENERAL

Generalidades	Pag. 4
Características Generales para la selección del tipo de cable	Pag. 5
Características Particulares para la selección del tipo de cable	Pag. 5
Tensiones Nominales	Pag. 6
Cálculo de la capacidad de carga de un cable	Pag. 7
Corrientes de cortocircuito	Pag. 15
Determinación de la sección	Pag. 16
Coefficientes de corrección	Pag. 18
Ensayos sobre cables terminados	Pag. 23
Intensidades de cortocircuito en los blindajes	Pag. 25
Recomendaciones para el tendido y montaje	Pag. 26

CABLES RETENAX DE PRYSMIAN

Generalidades y Normativa aplicada	Pag. 28
Componentes de los cables Retenax	Pag. 28
Tipos particulares de cables Retenax	Pag. 34
Equivalencias de designaciones	Pag. 35

DATOS CARACTERÍSTICOS DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN

Retenax	Pag. 36
Retenax Utilities	Pag. 52

Responsabilidad Legal

Las informaciones contenidas en el presente catálogo están dirigidas a personas con conocimientos técnicos adecuados y deben entenderse como de evaluación; por tal motivo, su uso y los riesgos inherentes quedarán a exclusiva discreción de los mismos. Las informaciones se suministran en carácter de referencia, no asumiendo Prysmian Energía Cables y Sistemas de Argentina ningún tipo de responsabilidad por los resultados obtenidos ni por los eventuales daños resultantes de su empleo.

Información General

GENERALIDADES

Los productos de Prysmian se ajustan a las normas Nacionales e Internacionales; por tal motivo en esta publicación se hará referencia, cuando proceda, a las normas IRAM y a los documentos de la IEC y, cuando no estén disponibles documentos oficiales, a datos e información interna propia.

Los cables estándar se ajustarán a las tensiones eficaces U_0 / U (U_m) normalizadas en la República Argentina, las que se transcriben en la Tabla siguiente:

U_0 / U KV eficaces	U_m KV eficaces
0,6 / 1,1	1,2
2,3 / 3,3	3,6
3,8 / 6,6	7,2
5,2 / 6,6	7,2
7,6 / 13,2	14,5
10,5 / 13,2	14,5
19 / 33	36

Donde:

U_0 es la tensión nominal a frecuencia industrial entre el conductor u el conductor de protección a tierra o pantalla metálica para la cual está diseñado el cable.

U es la tensión nominal a frecuencia industrial entre los conductores para la cual está diseñado el cable.

U_m es la tensión máxima para el equipamiento.

Opcionalmente, los cables pueden ser diseñados para otras categorías de tensiones.

Los cables RETENAX de media tensión están concebidos para ser utilizados en el transporte de energía, cualquiera que sea la forma de instalación.

Para instalaciones subterráneas, se emplean principalmente en industrias, centrales eléctricas y subestaciones de transformación y, en general, en todos aquellos casos en que la adaptabilidad de este tipo de cables a las más diversas condiciones de instalación y su versatilidad característica puedan representar una ventaja.

En instalaciones aéreas a la intemperie, en comparación con las líneas de conductores desnudos sobre aisladores proporcionan, entre otras ventajas, la reducción de las dimensiones generales de la línea, la supresión del peligro de contactos accidentales, una mayor garantía de continuidad en el servicio y otras muchas que justifican la creciente aceptación de estos cables en la mencionada aplicación.

Para la correcta selección del tipo de cable se debe prestar atención a los siguientes datos, generales y particulares, del servicio que ha de prestar; los mismos permitirán que el proveedor suministre el material más idóneo para la aplicación requerida.

CARACTERÍSTICAS GENERALES PARA LA SELECCIÓN DEL CABLE:

- a) Empleo de la instalación.
- b) Condiciones de instalación: fija o móvil, en este caso se debe prestar atención a si se trata de un servicio móvil continuo o esporádico con descripción detallada del tipo de trabajo que efectuará el cable.
- c) Tensión de servicio efectiva en V (corriente continua, alterna monofásica, trifásica, etc.) y, en caso de corresponder, el tipo de " Categoría " de la aislación.
- d) Número y sección de los conductores, corriente en amperios o datos necesarios para su determinación (potencia en kVA, o en kW y cos ϕ), servicio continuo o intermitente y, en su caso, características de esta intermitencia.
- e) Normas o especificaciones a las que el cable debe responder.
- f) Longitud total necesaria del cable y longitud de cada pieza.
- g) Condiciones de instalación.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA LA SELECCIÓN DEL CABLE:

Cables para instalación fija en ambientes secos.

- a) Cable enterrado directamente en terreno normal (sin presencia de hidrocarburos) o particular (con presencia de hidrocarburos), y en tal caso indicar si el contacto es ocasional o no.
- b) En ductos o conductos enterrados (indicando material y dimensiones) y su profundidad.
- c) Tendido al aire libre y a la sombra.
- d) Tendido al aire libre al sol.
- e) Tendido al aire y en conducto.
- g) Tendido en galería.
- h) En ciertos casos particulares y si la instalación lo requiere (como por ejemplo las anti-explosivas), se debe indicar el diámetro exterior máximo del cable.
- i) Otras condiciones de instalación: alta montaña, riesgo de nieblas o vapores ácidos, indicando en este caso, concentración y naturaleza de estos, etc.

Características particulares del sistema trifásico:

- a) ¿Es un sistema trifásico con neutro aislado o con neutro a tierra?
- b) Si es neutro aislado ¿cuanto tiempo se prevé que puede funcionar con una fase a tierra?
¿breves instantes, más de una hora o más de ocho horas?
- c) ¿Es un cable para servicios móviles?
- d) Valor previsible de la corriente de cortocircuito.
- e) Duración del cortocircuito.

Información General

Cables para minas:

- a) Galerías horizontales, inclinadas o verticales?
- b) ¿Se trata de instalaciones semi-móviles que avanzarán con el trabajo?
- c) ¿Las bobinas deben tener unas dimensiones máximas?
- d) ¿Se colocará enrollado en un tambor?

Cables para altas temperaturas:

- a) Por temperatura máxima se entenderá la del conductor o la del ambiente?
- b) Si esta última es variable o permanente?
- c) Aire seco, con vapores o con nieblas?

Cables para ambientes húmedos o usos subacuáticos:

- a) La humedad es permanente o no.
- b) El cable va a estar sumergido en agua, sin ser un río, laguna o canal.
- c) Para ríos, lagos, canales, etc., se precisa una breve descripción del fondo (rocoso, fangoso, pedregoso), indicación de su profundidad, velocidad del agua, eventuales peligros derivados del paso de barcos, anclas, artes de pesca, buzos, etc.

TENSION NOMINAL DEL CABLE

La tensión nominal del cable debe ser apropiada para las condiciones de operación de la red en la que el cable va a ser instalado. Para facilitar la selección del cable las redes de sistemas trifásicos se clasifican en dos categorías:

CATEGORIA I: Esta categoría comprende aquellos sistemas en los que, en el caso de falla de una fase contra tierra, el cable es retirado de servicio en un tiempo no mayor de una hora. Cuando se utilicen cables con conductores aislados, individualmente apantallados, se podrán tolerar duraciones más prolongadas, pero en ningún caso dichos períodos serán mayores de 8 horas. Se deberá prever que estas situaciones anormales no se presenten frecuentemente.

CATEGORIA II: Comprende todas las redes que no están incluidas en las categorías I.

En la Tabla siguiente se indican, para cada valor de la tensión U , los valores correspondientes de U_0 en función de las características de la red que, al efecto, se definen como:

Tensión nominal de la red U (volt)	Tensión máxima de la red U_m (volt)	Categoría	Tensión entre conductor y tierra U_0 (volt)
1100	1200	II	600
3300	3600	II	2300
6600	7200	I	3800
		II	5200
13200	14500	I	7600
		II	10500
33000	36000	I	19000

Para redes cuya tensión máxima permanente no está incluida en la tabla, se deberá considerar el valor inmediato superior.

Para la elección de la tensión nominal del cable se considerará, en primer lugar, cual es la tensión más elevada de la red (U_m), es decir, cual es la tensión máxima a que puede quedar sometido el cable durante un periodo relativamente largo, excluyendo los regímenes transitorios tales como los originados por maniobras, etc. Después se determina cual es la categoría de la red, según los criterios indicados anteriormente. Con estos datos la tabla muestra la tensión nominal del cable a utilizar.

Como puede observarse, la elección de la tensión nominal de un cable se efectúa en relación con la duración máxima del eventual funcionamiento con una fase a tierra, prescindiendo de que el sistema sea con neutro a tierra o con neutro aislado.

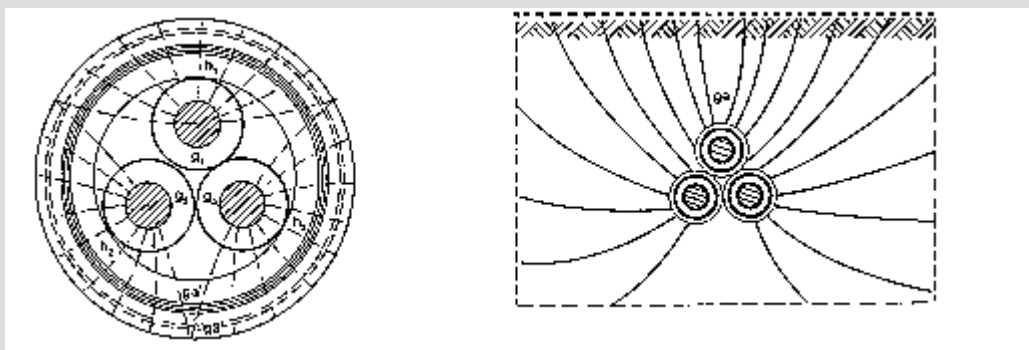
CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE UN CABLE:

El problema fundamental del estudio de los cables de energía es la determinación de la potencia que un cable, o un grupo de cables, puede transportar en servicio permanente en determinadas condiciones de instalación:

La publicación IEC 60287 facilita los elementos necesarios para efectuar estos cálculos; no obstante, por su nivel de complejidad, vamos a simplificarlos agrupándolos en tres factores fundamentales:

- 1) La temperatura máxima que pueden soportar las distintas partes de un cable con un razonable coeficiente de seguridad que garantice una vida útil industrialmente aceptable.
- 2) Las posibilidades de disipación del calor generado por las pérdidas que se producen en un cable en servicio.
- 3) Las condiciones ambientales y de instalación del cable.

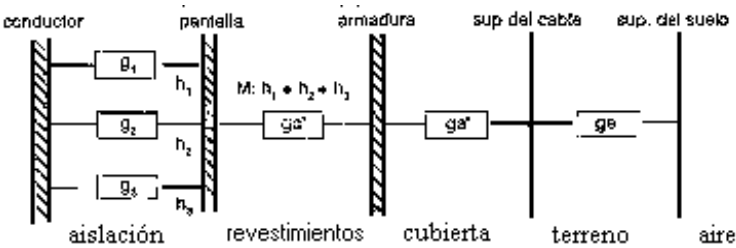
La corriente transportada por un cable eleva su temperatura, a causa de las pérdidas producidas por efecto Joule y otras, hasta que se establece el equilibrio cuando el calor generado iguala al que se disipa a través de los aislamientos, protecciones, cubiertas, tierra (en el caso de los cables enterrados) o aire (en los cables en aire) hacia el exterior o medio ambiente.



Vías para la evacuación del calor generado por el cable

Si se trata de un cable multipolar, con varios conductores activos que se encuentran a la misma temperatura, el calor (h_1 , h_2 , h_3) generado en los conductores, fluye desde aquellos por tres caminos paralelos, o resistencias térmicas (g_1 , g_2 , g_3) constituidas por los respectivos aislamientos, hasta la protección metálica, o pantallas, que están en contacto entre sí. Después, a través de la resistencia térmica (ga') de las vainas o revestimientos que soportan la eventual armadura, de la resistencia (ga'') de la cubierta exterior no metálica y finalmente (ge) la del terreno o la del aire. En el caso de cables en aire, el calor se evacua a través de dos vías: por conducción y por convección.

Información General



Esquema de evacuación del calor

El flujo de calor se debe a la diferencia de temperatura entre el conductor y el medio que le rodea y está regido por una ley similar a la que se utiliza en electricidad para evaluar las corrientes producidas por una diferencia de potencial aplicada a una resistencia.

Para cualquier conductor eléctrico de sección A y de longitud L, al que se aplica una diferencia de potencial D V se cumple, de acuerdo a la Ley de Ohm, que:

$$I = \frac{\Delta V}{Re} = \frac{\Delta V \cdot A}{g \cdot l}$$
 (amper)

En un circuito térmico, en el que debido a una diferencia de temperatura Δ θ fluye calor desde un punto más caliente a otro más frío, análogamente, se cumple:

$$h = \frac{\Delta \Theta}{Gt} = \frac{\Delta \Theta \cdot A}{gt \cdot L}$$
 (watt)

Donde A y L tienen el mismo significado que en el caso eléctrico y gt es la resistividad térmica.

Esta relación se conoce como la “Ley de Ohm térmica” para la transmisión del calor.

La resistividad térmica de un cuerpo es una propiedad intrínseca del mismo, y se puede definir como: “el valor de la diferencia de temperatura, en grados centígrados, entre las dos caras opuestas de un cubo de un centímetro de lado que permite el paso de un watt de calor”, se mide en (°C . cm / W). La resistencia térmica se mide en ohm térmicos (Ωt).

Con estos principios, los problemas de fluencia de calor pueden convertirse, en general, en problemas de electricidad de corriente continua, considerando análogos los siguientes términos:

Circuito térmico	Circuito eléctrico
Flujo de calor (Watt)	Corriente eléctrica (amper)
Salto térmico (°C)	Caída de tensión (Volt)
Resistividad térmica (°C . cm / W)	Resistividad eléctrica (Ω . cm).
Resistencia térmica (Ωt)	Resistencia eléctrica (Ω).
Líneas isotermas	Líneas equipotenciales
Líneas de flujo de calor	Líneas de flujo de corriente

Se encara el problema del diseño térmico de un cable igualando el calor generado por las pérdidas del cable con el disipado a través de las resistencias térmicas a causa de la diferencia de temperatura entre los conductores y el medio ambiente.

Suponiendo que el calor viene generado exclusivamente por las pérdidas debidas al efecto Joule en los conductores, resulta:

$$H = n \cdot R_t \cdot I^2 \quad (\text{watt})$$

donde R_t es la resistencia de cada conductor a la temperatura de servicio y n el número de conductores activos.

Por otro lado, el calor disipado a consecuencia del salto térmico, $\Delta\Theta$, existente entre los conductores y el medio ambiente será, como se ha indicado:

$$H = \Delta\Theta / G_t \quad (\text{watt})$$

En esta última ecuación, el máximo salto térmico aceptable está limitado por las características de los materiales constitutivos del cable que fijan la temperatura máxima en el conductor en servicio permanente y la temperatura ambiente, del terreno o del aire circundante que, por lo general, suele tomarse de 25° C ó de 40° C, respectivamente.

Igualando el calor generado con el disipado: $n \cdot R_t \cdot I^2 = \Delta\Theta / G_t$, se deduce:

$$I = \sqrt{(\Delta\Theta / (n \cdot R_t \cdot G_t))}$$

Siendo I la intensidad admisible en ampere.

El problema de la determinación de la temperatura del aislamiento y cubiertas en los distintos puntos del cable se convierte así en el de calcular la resistencia térmica total (G_t) del camino recorrido por el flujo de calor, que se obtiene calculando previamente el valor de cada una de sus componentes: g_1 , g_2 , g_3 , g_a' , g_a'' , g_e .

En la figura se pone de manifiesto que la resistencia térmica total (G_t), está formada por un conjunto de resistencias térmicas parciales, unas en serie y otras en paralelo.

El cálculo de cada resistencia parcial obliga a considerar dos factores: la resistividad térmica del material y un factor de forma, al que se denomina FG (factor geométrico).

Las resistividades térmicas de algunos aislamientos, cubiertas y materiales para canalizaciones son las siguientes (las resistividades térmicas de los elementos metálicos tales como tubos de plomo, pantallas o armaduras metálicas se consideran despreciables a los efectos prácticos):

Material	G_t (°C . cm / W)
a) aislantes	
Polietileno reticulado (XLPE)	350
Cloruro de Vinilo (PVC)	500
Etileno Propileno (EPR)	500
Papel impregnado (P)	600
Aceite fluido (OF)	500

Información General

Material	Gt (°C . cm / W)
b) cubiertas	
Neopreno (PCP)	550
Cloruro de polivinilo (PVC)	500
Polietileno termoplástico (PE)	350
Compuestos LSOH	500
Materiales fibrosos	600
c) materiales para conductos	
Cemento	100
Fibra	480
Amianto	200
Tierra de relleno	120
Cloruro de polivinilo	600
Polietileno termoplástico	350

Las dimensiones y formación del cable influyen decisivamente en el valor de su resistencia térmica y ésta puede calcularse fácilmente en el caso de los cables unipolares en los que el calor fluye radialmente desde el núcleo. Sin embargo, en el caso de los cables multiconductores, el problema se complica debido a la distorsión de las líneas de fluencia del calor. Este problema se ha resuelto haciendo uso de los denominados "factores geométricos" (FG).

Estos F. G. se determinan midiendo la resistencia eléctrica de modelos geoméricamente semejantes al corte del cable constituidos por electrodos sumergidos en electrolitos. Los modelos se construyen de tal manera que el electrolito tiene el espacio comprendido entre los conductores paralelos cilíndricos y una envoltura de metal, también cilíndrica, de tal manera que se puedan efectuar fácilmente las medidas pertinentes.

En el caso de un cable unipolar apantallado, la resistencia térmica del aislamiento viene dada por la fórmula:

$$g_1 = \frac{gt}{2\pi} \cdot \ln \left[1 + \frac{2t_1}{dc} \right]$$

Donde: gt es la resistividad térmica del aislamiento.

dc es el diámetro del conductor en mm. y

t1 es el espesor del aislamiento entre conductor y pantalla.

En el caso de cables multiconductores, como se ha indicado anteriormente, es necesario hacer uso del "factor geométrico" FG, siendo la resistencia térmica del aislamiento:

$$g_1 = \frac{gt}{2\pi} \cdot FG$$

donde el valor de F G se obtiene de gráficos variables según el tipo de cable.

Para tensiones iguales o superiores a 2,3 / 3,3 kV en cables aislados en XLPE y 5,2 / 6,6 kV en cables aislados en EPR, se hace necesario apantallar cada fase individualmente, entonces el apantallado individual de las almas reduce la resistencia interior del dieléctrico, pues proporciona caminos adicionales, de elevada conductividad térmica para la disipación del calor, en paralelo con las sendas habituales a través del dieléctrico.

En este caso, los cables de este tipo pueden ser considerados como cables para los cuales $t_1 / t = 0,5$, siendo t el espesor de aislamiento entre conductores, e introducir un factor K, denominado "factor de apantallamiento" que se ha obtenido con auxilio del método electrolítico citado anteriormente. Se tiene, pues:

$$g_1 = K \cdot \frac{gt}{2\pi} \cdot FG$$

Por lo que respecta a la resistencia térmica de los asientos de las armaduras (ga'), su valor viene dado por la expresión:

$$ga' = \frac{gt}{2\pi} \ln \left[1 + \frac{2t_2}{D_s} \right]$$

Donde: t_2 es el espesor del asiento de armadura

D_s es el diámetro exterior de la envolvente

gt es la resistividad térmica del material de asiento de armadura.

Finalmente, la resistencia térmica del revestimiento o cubierta exterior del cable se calcula:

$$ga'' = \frac{gt}{2\pi} \ln \left[1 + \frac{2t_3}{D'a} \right]$$

Donde: t_3 es el espesor de la cubierta

$D'a$ es el diámetro exterior de la armadura.

gt es la resistividad térmica del material de la cubierta.

En los cables no armados, $D'a$ es el diámetro exterior del componente situado inmediatamente debajo de la cubierta, por ejemplo, otra cubierta, una pantalla u otro revestimiento.

Como el cable considerado está instalado en un medio determinado, el calor generado ha de pasar del cable a ese medio con una cadencia definida por la resistencia térmica exterior (ge). Se pueden considerar dos formas genéricas de instalación:

- a) Cables instalados al aire libre.
- b) Cables enterrados.

En el primer caso se debe considerar si el cable está protegido de la radiación solar directa o no. El tema se complica porque para el cálculo de la resistencia térmica exterior hay que tener en cuenta un coeficiente de disipación de calor, para cuya determinación se tienen en cuenta unos coeficientes empíricos que consideran la forma de colocación de los cables: un sólo cable, varios cables en contacto, en trébol, dispuestos vertical u horizontalmente, etc. Además hay que tener en cuenta que la superficie exterior del cable está a mayor temperatura que el ambiente, siendo:

Información General

$$g_e = 1 / \left[\pi \cdot D_e \cdot h \cdot \sqrt[4]{(\Delta \Theta_s)} \right]$$

Donde: D_e es el diámetro exterior del cable (en m)

h es el coeficiente de disipación del calor cuyo valor varia entre 3 y 4 para un cable de color negro, según su forma de instalación.

$(\Delta \Theta_s)$ es el calentamiento de la superficie del cable con respecto a la temperatura ambiente.

En consecuencia, la sencilla e intuitiva fórmula dada anteriormente para determinar la intensidad admisible en un cable se complica, convirtiéndose en:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta \Theta - W_d \left[0.5 \cdot g_1 + n \cdot (g_a' + g_a'' + g_e) \right] - \sigma \cdot D_e \cdot H \cdot g_e}{R \cdot g_1 + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1 \cdot g_a' + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (g_a' + g_e))}}$$

Una primera simplificación de esta expresión se consigue considerando nulas las pérdidas en el dieléctrico (W_d), lo que es una suposición aceptable en los cables de tensión inferior a 12/20 kV, y considerar nulas, también, a λ_1 y λ_2 que representan la relación existente entre las pérdidas totales en pantallas y armaduras respecto a las pérdidas totales en los conductores.

Así, la expresión anterior queda simplificada como sigue:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta \Theta - \sigma \cdot D_e \cdot H \cdot g_e}{R \cdot g_1 + n \cdot R \cdot (g_a' + g_a'' + g_e)}}$$

Donde:

$\Delta \Theta$ es el salto térmico entre conductor y medio ambiente

σ es el coeficiente de absorción de los rayos solares.

D_e es el diámetro exterior del cable (en m)

H es la intensidad de los rayos solares (10^3 W / m²)

g_1 es la resistencia térmica del aislamiento

g_a' es la resistencia térmica del asiento de la armadura

g_a'' es la resistencia térmica de la cubierta exterior

g_e es la resistencia térmica exterior (en m . °C / W)

B) En el caso de cables enterrados, hay que considerar si hay uno o varios, la profundidad a que se encuentran, la distancia que separa a unos de otros, etc.

En el supuesto más sencillo, el de un sólo cable enterrado, la expresión que permite obtener la resistencia térmica del terreno es la siguiente:

$$g_e = \frac{1}{2\pi} g_t \cdot \left(u + \sqrt{\left(\frac{2}{u}\right) - 1} \right) \ln.$$

Donde: g_t es la resistividad térmica del suelo

$$u = 2L/D_e$$

L la profundidad a que está enterrado el cable

D_e el diámetro exterior del cable

Cuando u es superior a 10 una buena aproximación se obtiene con la fórmula:

$$g_e = \frac{1}{2\pi} g_t \cdot \ln(2u)$$

Si se trata de grupos de cables enterrados hay que determinar la elevación de temperatura que, en la superficie de cada cable, ocasiona el calor generado por los restantes y restar esta del salto térmico previsto. Sólo la enunciación del problema muestra las dificultades prácticas del método, pues podemos encontrarnos con cables desigualmente cargados, situados en posiciones diversas y a distancias distintas, etc. Por estas razones, los Reglamentos, Normas técnicas y Catálogos facilitan tablas de carga y coeficientes de corrección que permiten evaluar con suficiente precisión la intensidad admisible en un cable en unas condiciones de instalación determinadas.

Cuando los cables se instalan al aire libre, la resistencia térmica exterior se ve notablemente afectada por el color de la cubierta exterior del cable que influye en el poder emisor de calor del cable.

Observaciones efectuadas en laboratorio han permitido llegar a la conclusión de que la disipación térmica total (H) por centímetro de longitud de la superficie total de un cable al aire viene dada por la expresión:

$$H = \pi \cdot d' \cdot h \cdot \Delta\Theta_s^{5/4} \quad (\text{watt})$$

Donde: d' es el diámetro exterior del cable en cm.

H es una constante que incluye las pérdidas de calor por conducción, convección y radiación en $W \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

$\Delta\Theta_s$ el salto térmico entre la temperatura superficial del cable y la del ambiente que se considera de 40°C .

Cuando los cables han de instalarse en el interior de edificios debe tenerse en cuenta los Reglamentos Técnicos de carácter oficial.

Información General

Para un incremento dado de temperatura $(\Delta\theta_s)$, el valor de H varía con el diámetro del cable, con la posición y situación de otros cables adyacentes, con la distancia del cable que nos ocupa la pared o techo, etc. Se alcanza el equilibrio cuando el calor disipado (H) multiplicado por la resistencia térmica exterior para cables al aire (G_a) es igual al salto térmico entre la temperatura ambiente y la superficie del cable, luego:

$$G_a = \frac{\Delta\theta_s}{H} = \frac{\Delta\theta_s}{\pi \cdot d' \cdot h \cdot (\Delta\theta_s)^{\frac{5}{4}}} = \frac{1}{\pi \cdot d' \cdot h \cdot \sqrt[4]{\Delta\theta_s}}$$

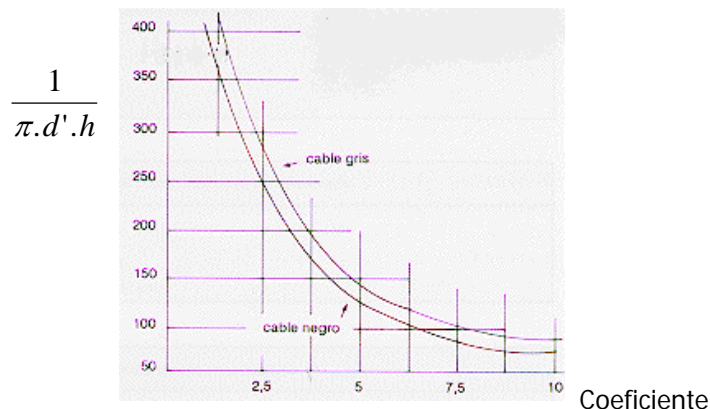
Los cables terminados en plomo, o los armados con alambres desnudos, presentan una baja emisividad cuando están nuevos, pero con el transcurso del tiempo, a medida que se oxidan o se ensucian aumentan su emisividad.

Por lo tanto, para nuestro propósito, es bastante exacto tomar como valor de la emisividad de los cables usados la del cuerpo negro.

La figura siguiente permite calcular la resistencia térmica del aire multiplicando el valor dado en la curva

$\frac{1}{(\pi \cdot d' \cdot h)}$, por el inverso de la raíz cuarta del salto térmico:

$$G_a = \frac{1}{\pi \cdot d' \cdot h} \sqrt[4]{\Delta\theta_s}$$



Curva para determinar la resistencia térmica del aire

CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN LOS CONDUCTORES

Las fórmulas que representan la corriente máxima de cortocircuito se basan en la energía térmica almacenada en el material conductor y en el límite máximo de temperatura tolerada por la aislación.

Generalmente se admite que el lapso de circulación del cortocircuito es muy pequeño, de modo que el calor desarrollado queda contenido en el conductor sin ser intercambiado con el medio; por lo que puede asumirse que el desarrollo térmico sigue una función adiabática que depende del material del conductor, siendo para conductores de cobre:

$$(I/s)^2 t = 115679 \log \left[\frac{T2 + 234}{T1 + 234} \right]$$

Y para conductores de aluminio

$$(I/s)^2 t = 48686 \log \left[\frac{T2 + 228}{T1 + 228} \right]$$

Se debe destacar que la temperatura de fallas persiste por un intervalo de tiempo superior a la duración del cortocircuito. Por ejemplo. Un cable Retenax, que demora 1 segundo en pasar de 90 a 250° C puede demorar una hora en retomar su temperatura normal.

Normalmente la temperatura inicial del conductor no es conocida ya que depende de la carga del cable y de las condiciones ambientales. Por motivos de seguridad se adopta la máxima temperatura admisible del conductor en las condiciones de trabajo normal del cable.

Información General

DETERMINACION DE LA SECCION

La complejidad del método anterior hace que, para la determinación de la sección de los conductores, se recurra en la práctica a un método simplificado en base a las siguientes consideraciones:

- 1) Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente (Intensidad nominal).
- 2) Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.
- 3) Caída de tensión.
- 4) Límites de temperaturas de conectores, terminales y accesorios a los cuales el cable está conectado.

Ante todo, ha de calcularse la corriente máxima permanente que el cable debe transportar, teniendo en cuenta la potencia a transmitir y la tensión de trabajo nominal. En ciertos casos, en lugar de la potencia se dispone como dato, ya directamente, del valor de la corriente nominal.

En el caso de existir fluctuaciones de carga importantes, se deberá disponer del diagrama de cargas correspondiente, esto es, la curva de variación de la corriente en función del tiempo. Con este dato y las condiciones de instalación, se determina la corriente máxima permanente que se debe tener en cuenta. Una vez conocida ésta, el método más aconsejable es hallar la sección según el criterio 1) (capacidad de carga por intensidad máxima admisible por calentamiento), después se controlará que la sección es también aceptable según el criterio 2) (control de calentamiento en cortocircuito) y, por último, se verificará el criterio 3) (control de la caída de tensión).

CRITERIO 1

Determinación de la sección por intensidad máxima admisible por calentamiento.

Calculada la corriente nominal y conocidas las condiciones de instalación, la sección se determina mediante la tabla de capacidad de carga del tipo de cable seleccionado (consultar el catálogo respectivo). Estas tablas permiten elegir la sección de los conductores en base a la corriente máxima admisible para los diversos valores de la tensión de servicio. Se han determinado los dos casos de instalación más corrientes: la instalación al aire y la instalación enterrada, y en base a las siguientes consideraciones:

a) Instalación al aire:

- > Temperatura del aire, 40° C.
- > Solo una terna de cables unipolares separados un diámetro entre sí, o un cable tripolar.
- > Disposición que permita una eficaz renovación del aire.
- > A la sombra.

b) Instalación enterrada:

- > Temperatura del terreno, 25° C.
- > Solo una terna de cables unipolares separados 7 cm entre sí, o un cable tripolar.
- > Terreno de resistividad térmica normal (100° C · cm/W).
- > Profundidad de la instalación (cables en PVC y XLPE):

- 1,1 y 3,3 kV: 70 cm.
- Entre 6,6 y 33 kV: 100 cm.

Los valores de intensidades admisibles indicados en las hojas de productos están referidos a las condiciones mencionadas y con una tensión de servicio igual a la nominal.

La temperatura máxima de trabajo de los cables esta prevista en 90° C y la temperatura ambiente que rodea al cable ha sido supuesta en 40° C para la instalación al aire y de 25° C para la instalación enterrada, tal como ya se ha expresado. Por "instalación al aire" se entiende una disposición en la que el aire pueda circular libremente por ventilación natural alrededor de los cables. En el caso de que la temperatura del aire ambiente o del terreno sea distinta de los valores supuestos, las intensidades admisibles por los cables deben corregirse mediante los coeficientes de las tablas incluidas más adelante.

En el caso de que se deba instalar mas de un cable tripolar o mas de una terna de cables unipolares, a lo largo del recorrido previsto, es preciso tener en cuenta el calentamiento mutuo y reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de los coeficientes de reducción que figuran en las tablas siguientes.

CRITERIO 2

Control de calentamiento en cortocircuito.

Para verificar si la sección elegida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito, conocido el valor de esta última (I, en ampere) y su duración (t, en segundos), debe cumplirse la condición:

$$I * \sqrt{t} = K * S$$

donde:

K - es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito.

S - es la sección nominal del conductor en mm².

En la hipótesis de que los conductores se hallaran inicialmente a la temperatura máxima de régimen y alcancen al final del cortocircuito la admisible en tal caso, el valor de K para el xlpe es de 143 y 92, según se trate de cables con conductores de cobre o de aluminio respectivamente, mientras que si el cable está aislado en PVC el valor de K será de 115 y 75 respectivamente. En el supuesto de que las condiciones de servicio permitieran considerar una temperatura de régimen mas reducida, aumenta el salto de temperatura y la corriente de cortocircuito admisible sería por lo tanto más elevada; en este caso, en que las condiciones de servicio son distintas a las consideradas por Pirelli, el valor de la I máxima admisible durante el cortocircuito puede calcularse según lo indicado por la Norma IEC 60949.

Las corrientes máximas de cortocircuito admisibles en los conductores vienen dadas en los gráficos incluidos al final del presente catálogo. Asimismo, deben verificarse las corrientes de cortocircuito máximas tolerables en las pantallas, para lo cual puede recurrirse a las consideraciones indicadas al final del catálogo.

NOTA IMPORTANTE: Para la determinación de las corrientes de cortocircuito admitidas por las pantallas metálicas no se consideran las mismas temperaturas inicial y final que para el conductor. Esto se debe a que en caso de cortocircuito el blindaje tiene por temperatura inicial un valor inferior al del conductor, y por temperatura final la menor de las temperaturas que admiten los elementos adyacentes a este. En caso de requerirse un cálculo pormenorizado remitirse a la norma IEC 60949.

Información General

CRITERIO 3:

Control de la caída de tensión.

La caída de tensión en el caso de los cables de media tensión, generalmente tiene poca importancia, a menos que se trate de líneas de gran longitud.

COEFICIENTES DE CORRECCIÓN PARA LA CAPACIDAD DE CORRIENTE

INSTALACION AL AIRE.

A - Cables instalados al aire en ambiente de temperatura distinta de 40° C.

15° C	20° C	25° C	30° C	35° C	40° C	45° C	50° C	55° C	60° C
1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1.00	0.95	0.90	0.84	0.77

B - Cables instalados al aire en canales o galerías.

Se observa que en ciertas condiciones de instalación (canales, galerías, etc.) el calor disipado por los cables no puede difundirse libremente y provoca un aumento de la temperatura del aire que los circunda.

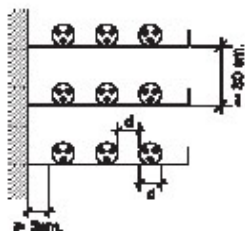
La magnitud de este aumento depende de muchos factores y debe ser determinado en cada caso. Para una valoración aproximada, debe tenerse presente que la sobreelevación de temperatura es del orden de 15° C. La intensidad admisible en las condiciones de régimen deberá, por lo tanto, reducirse con los coeficientes de la tabla precedente.

C - Cables trifásicos o ternas de cables instalados al aire y agrupados.

NOTA: Cuando la separación entre cables sea igual o mayor a 2 d no se precisa corrección.

1° - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas continuas, la circulación del aire es restringida, con una separación entre los cables igual a un diámetro **d**.

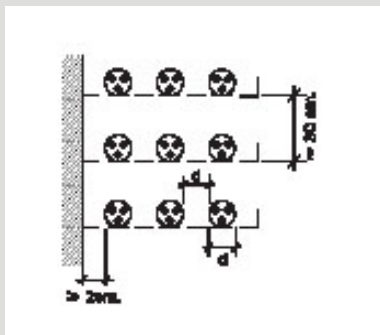
Distancia de la pared ≥ 2 cm.



N° de bandejas	N° de cables o ternas				
	1	2	3	6	9
factor de corrección					
1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84
2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80
3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78
6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76

2° - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas perforadas con separación de cables igual a un diámetro d .

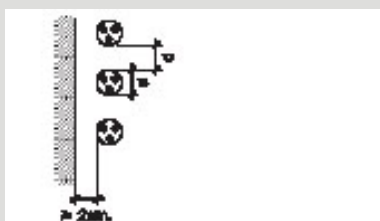
Distancia de la pared ≥ 2 cm.



N° de bandejas	N° de cables o ternas				
	1	2	3	6	9
factor de corrección					
1	1	0,98	0,96	0,93	0,92
2	1	0,95	0,93	0,90	0,89
3	1	0,94	0,92	0,89	0,88
6	1	0,93	0,90	0,87	0,86

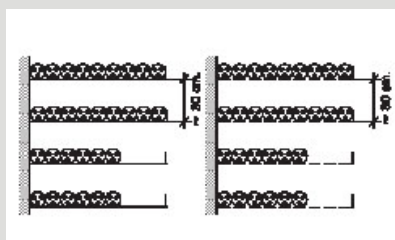
3° - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre soportes, con separación de cables igual a un diámetro d .

Distancia de la pared ≥ 2 cm.



N° de cables o ternas				
1	2	3	6	9
factor de corrección				
1	0,93	0,90	0,87	0,86

4° - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares, en contacto entre sí y con la pared, tendidos sobre bandejas continuas o perforadas (la circulación del aire es restringida).



N° de bandejas	N° de cables o ternas			
	2	3	6	9
factor de corrección				
1	0,84	0,80	0,75	0,73
2	0,80	0,76	0,71	0,69
3	0,78	0,74	0,70	0,68
6	0,76	0,72	0,68	0,66

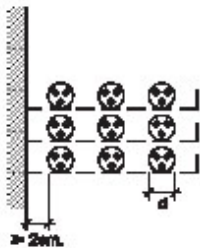
Información General

5° - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares, en contacto entre sí, dispuestos sobre soportes.



Nº de cables o ternas				
1	2	3	6	9
factor de corrección				
0,95	0,78	0,73	0,68	0,66

6° - Agrupación de cables trifásicos o ternas de cables unipolares, con una separación inferior a un diámetro y superior a un cuarto de diámetro, suponiendo su instalación sobre bandeja perforada, es decir, de forma que el aire pueda circular libremente entre los cables.



Nº de cables colocados verticalmente	Nº de cables o ternas			
	1	2	3	>3
factor de corrección				
1	1,00	0,93	0,87	0,83
2	0,89	0,83	0,79	0,75
3	0,80	0,76	0,72	0,69
6	0,75	0,70	0,66	0,64

D - Cables expuestos directamente al sol.

El coeficiente de corrección que deberá aplicarse en un cable expuesto al sol es muy variable. Se recomienda 0,90.

INSTALACION ENTERRADA.

A - Cables directamente enterrados en zanja a diferentes profundidades.

Coeficientes de corrección de las intensidades admisibles de los cables en función de la profundidad de enterrado, partiendo de la profundidad tipo de la instalación (70, 100, 120 cm, etc).

Profundidad de enterrado	70 cm	100 cm	120 cm	150 cm	200 cm
	1,00	0,97	0,95	0,93	0,91
Coeficiente de corrección	1,03	1,00	0,98	0,96	0,94
	1,05	1,02	1,00	0,98	0,96

B - Cables enterrados en una zanja en el interior de tubos o similares.

1º - Cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares, de corta longitud.

Se entiende por corta longitud, instalaciones tubulares que no superen longitudes de 15 metros (cruzamientos de caminos, carreteras etc.). En este caso, no será necesario aplicar un coeficiente corrector de intensidad.

Se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. La relación del diámetro del tubo respecto al del cable será igual o superior a 2. Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna deberá ser igual o superior a 2.

2º - Cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares, de gran longitud.

El coeficiente de corrección que deberá aplicarse a estos cables, dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable según esté colocado en un tubo central o en la periferia. Cada caso deberá estudiarse individualmente.

Se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. La relación del diámetro del tubo respecto al del cable será igual o superior a 2. Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna deberá ser igual o superior a 2.

Como orientación, se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8 en el caso de una línea con cable tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo. Si se trata de una línea con tres cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un coeficiente corrector de 0,9.

Se recuerdan los inconvenientes que puede presentar el empleo de un tubo de hierro o de otro material ferromagnético, para la protección de un cable unipolar, por los calentamientos que podrían presentarse debido a fenómenos de histéresis y otros, por lo que se evitará esta forma de instalación.

C - Cables directamente enterrados o en conducciones enterradas en terrenos de resistividad térmica distinta a 100°C · cm/W.

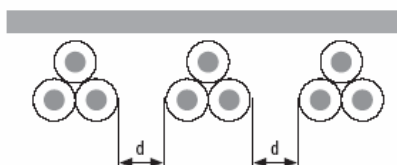
Resistividad térmica del terreno (en °C · cm/W)	Resistividad térmica del terreno (en °C · cm/W)	80	100	120	150	200	250
Coeficiente de	unipolares	1,09	1,00	0,93	0,85	0,75	0,68
Coeficiente de corrección	tripolares	1,07	1,00	0,94	0,87	0,78	0,71

Información General

D - Cables trifásicos o ternos de cables agrupados bajo tierra.



Cables situados con una separación aproximada de :	Nº de cables en la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
	factor de corrección							
En contacto	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
A 7 cm (d=0,07 m)	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50
A 15 cm (d=0,15 m)	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
A 20 cm (d=0,20 m)	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
A 25 cm (d=0,25 m)	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62



E - Cables enterrados con temperatura distinta de 25°C

10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
1.11	1.07	1.04	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78

CABLES CONECTADOS EN PARALELO.

Cuando se prevean líneas constituidas por dos o más ternas en paralelo se aplicará un factor de corrección no superior a 0,9 para compensar el posible desequilibrio de intensidades entre los cables conectados a la misma fase.

ENSAYOS SOBRE CABLES TERMINADOS

Una vez finalizado el proceso de fabricación, durante el cual el producto ha sido sometido a controles intermedios, se realizan sobre los cables una serie de ensayos destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los ensayos a realizar están definidos en las Normas IRAM 2178 e IEC 60502 para los cables desde 1,1 a 33 kV, y en la Norma IEC 60840 para los de tensiones superiores. Estas Normas dividen los ensayos a realizar en tres grupos denominándoles ensayos de Rutina, Especiales y Tipo.

Los ensayos de Rutina (Individuales) se efectúan sobre todas las piezas de cable terminado. Tienen por finalidad demostrar que el conductor y el aislamiento están en buen estado.

Los ensayos Especiales se realizan sobre un número determinado de muestras extraídas de las piezas de cable fabricadas. Su finalidad es la de comprobar que el cable responde a las especificaciones de su diseño.

Los ensayos de Tipo se realizan sobre el cable antes de su comercialización con el fin de demostrar que las características de servicio son satisfactorias para la utilización prevista. Una vez realizados, no es necesario repetirlos a menos que se introduzcan modificaciones en los materiales o en la construcción del cable.

ENSAYOS DE RUTINA

Los ensayos de rutina (Individuales) para cables de tensión nominal desde 1 kV hasta 33 kV son:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión.
- Ensayo de descargas parciales.

Para cables de tensión nominal superior a 33 kV, los ensayos Individuales a realizar son:

- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de tensión.
- Ensayo eléctrico de la cubierta exterior.

ENSAYOS ESPECIALES

Los ensayos Especiales para cables de hasta 33 kV son los siguientes:

- > Examen del conductor.
- > Verificaciones dimensionales.
- > Ensayo eléctrico.
- > Ensayo de alargamiento en caliente.

Información General

Los ensayos Especiales para cables de más de 33 kV son:

- > Examen del conductor.
- > Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- > Medida de los espesores de aislamiento y cubiertas.
- > Ensayo de alargamiento en caliente del aislamiento.
- > Medida de la capacidad.

ENSAYOS DE TIPO

Estos ensayos se dividen en dos grupos según sean eléctricos, o no.

Los ensayos de Tipo eléctricos, para cables de media o alta tensión, consisten en una serie de pruebas a realizar consecutivamente sobre una muestra de cable, entre las que destacan el ensayo de doblado, la medida de la t_{gd} en función de la temperatura y de la tensión, el ensayo de ciclos de calentamiento y el ensayo de tensión a impulsos.

Respecto a los ensayos de Tipo no eléctricos, estos tratan principalmente de poner a prueba las características mecánicas, físicas y químicas de todos los elementos del cable para asegurar su correspondencia con las especificadas en la norma.

INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS BLINDAJES

La determinación de la operabilidad de un cable en condiciones de cortocircuito, está limitada por el flujo de la corriente de falla a través del blindaje metálico del cable.

Esa determinación de operabilidad consiste en el cálculo del tiempo máximo que un blindaje metálico puede ser sometido a una determinada corriente de cortocircuito a tierra, sin daños para la aislación y la cubierta de protección.

La fórmula para blindajes de cobre en forma de cintas o alambres, está basada en la energía térmica almacenada y en el límite máximo de temperatura admitido por la aislación y la cubierta, con la hipótesis de que el intervalo de tiempo para el flujo de corriente sea tan pequeño que el calor desarrollado durante el cortocircuito sea contenido en el blindaje.

La temperatura máxima de cortocircuito en el blindaje para cables con cobertura termoplástica es de 200° C.

$$(I / S)^2 * t = 115679 \log (T_2 + b / T_1 + b)$$

Donde:

S = Sección efectiva del blindaje (mm²)

T = tiempo de duración del cortocircuito (s)

T1 = temperatura de operación del blindaje (°C)

T2 = temperatura de operación del blindaje (°C)

b = 234,5 = inversa del coeficiente de temperatura por resistencia del blindaje, a 0° C.

K = parámetro función de las características del material del blindaje

Referencia ICEA P45-482 e IEC 60949

La fórmula indicada puede ser simplificada, una vez fijadas las temperaturas T1 y T2, tal como se observa en el siguiente cuadro.

Tipo de cable	T2 (° C)	T1 (° C)	Fórmula Simplificada
Retenax	85	200	$I * \sqrt{t} = 122,4 * S$

En el caso de los cables tripolares con blindaje de alambres de cobre, la corriente de retorno en un cortocircuito unipolar circulará por los blindajes de los tres conductores; por lo tanto, los valores pueden en este caso ser multiplicados por tres.

Información General

RECOMENDACIONES PARA EL TENDIDO Y MONTAJE

- > Se debe devanar los carretes sujetando las puntas interiores firmemente al carrete, o de lo contrario éstas se irán corriendo y alargando llegando un momento en que empiezan a golpearse y eventualmente romper.
- > Se debe rodar los carretes en el sentido en que fueron enrollados o se corre el peligro que se suelten y se traben vueltas.
- > Se debe, en lo posible, cuando hay diferentes niveles de terreno, devanar el carrete del nivel superior al inferior y no viceversa.
- > La temperatura del cable durante la operación de tendido, en una instalación fija, en toda su longitud y durante todo el tiempo de la instalación, en que esté sometido a curvaturas y enderezamientos, no debe ser inferior a 0° C.

Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a baja temperatura durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a los 0° C manteniéndolo en un recinto calefaccionado durante varias horas inmediatamente antes del tendido.

- > No se debe pintar la superficie de los cables, pues los solventes aplicados pueden deteriorar fuertemente a revestimientos o aislaciones.
- > Durante las operaciones de tendido, es aconsejable que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a los siguientes valores:

$10 \cdot (D + d)$, para los cables unipolares apantallados y para los armados o con conductor concéntrico;

$7,5 \cdot (D + d)$, para los restantes tipos.

Siendo D, el diámetro exterior del cable y d, el diámetro de un conductor.

- > Los esfuerzos de tracción no deben aplicarse a los revestimientos de protección, sino a los conductores de cobre o de aluminio, recomendándose que las solicitaciones no superen los 6 Kg por mm² de sección del conductor para cables unipolares y de 5 Kg por mm² para cables tripolares de cobre. Para conductores de aluminio se aplicará un esfuerzo de 3 Kg por mm² tanto para conductores unipolares como tripolares. Cuando el esfuerzo previsto exceda de los valores admisibles mencionados, se deberá recurrir al empleo de cables armados con alambres (tipo M o MA); en este caso se aplicará el esfuerzo a la armadura, sin superar el 25 a 30 % de la carga de rotura teórica de la misma.
- > En caso de requerirse, se recomienda poner separadores o agentes deslizantes tipo talco, mica en polvo o bentonita. Si bien los cables eléctricos son resistentes al contacto con grasas o aceites, su empleo no es recomendable dado que su efecto en el largo tiempo no es previsible, dada la gran variedad de grasas y aceites disponibles en el mercado.
- > Como un empalme o un terminal debe tratar de conservar todo lo posible las características físicas del cable al que se aplican, los empalmes o terminales de los cables RETENAX se realizan con la máxima simplicidad y fiabilidad, empleando materiales suministrados por PRYSMIAN, elaborados con materiales similares a los utilizados en la fabricación de los cables.
- > Para los cables con pantallas metálicas es necesario mantener la continuidad de la pantalla en los empalmes y elaborar deflectores de campo adecuados en los terminales, a fin de evitar solicitaciones eléctricas excesivas localizadas

- > Durante el montaje de los accesorios es de fundamental importancia eliminar la capa semiconductora aplicada sobre el aislamiento y limpiar la aislación con percloroetileno, yendo desde la punta del cable hacia el interior donde se termina la pantalla y semiconductora. En todos los casos se limpiará cuidadosamente la superficie del aislamiento hasta asegurarse que se ha eliminado toda traza de material semiconductor.

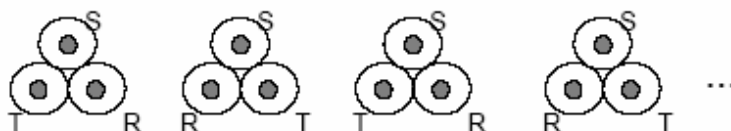
En los cables de capa conductora extruída, para facilitar su retiro se puede calentar suave y cuidadosamente con una llama. Después deberá lijarse la superficie del aislante hasta eliminar completamente la capa de sustancia semiconductora que queda. En los cables de hasta 33 kV fabricados en triple extrusión separable en frío, no es necesario emplear calor para retirar la capa extruída conductora, ya que esta se retira con facilidad.

- > Hacer punta de lápiz al final de la aislación y al término de la capa semiconductora, cuidando no dañar la aislación.
- > La punta de lápiz de la capa semiconductora debe terminar casi en un espesor cero. Se debe cuidar, además que esta capa no se despegue. Si se daña la aislación por un corte, éste si no es profundo debe eliminarse efectuando un pequeño rebaje de la aislación en forma suave cuidando que no queden cortes o superficies irregulares. Se puede usar lijas finas, pero se debe tener mucho cuidado en una limpieza posterior muy prolija y cuidando que esta zona se rellene y quede cubierta con el cono de dispersión o empalme.

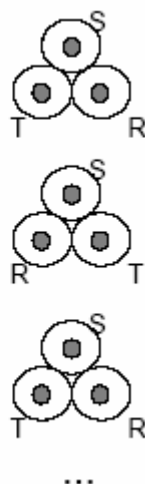
Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrán instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles, por ejemplo:

o Ternas en un nivel:



o Ternas apiladas en diferentes niveles:



CABLES TIPO RETENAX

GENERALIDADES Y NORMATIVA APLICADA

Los cables RETENAX que se proyectan y fabrican en la Argentina cumplen los requisitos exigidos a este tipo de cables por la Norma IRAM 2178 (hasta 33 kV), por la de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 60502-2 (hasta 30 kV), por la IEC 60840 (hasta 161 kV) y por la IEC 62067 (hasta 230 kV), siendo aptos para un amplio campo de aplicaciones. Los precios más asequibles de los cables dotados de este tipo de aislamiento y las cualidades dieléctricas, la mayoría de las veces suficientes, del polietileno reticulado han influido considerablemente en la amplia difusión de estos cables.

PIRELLI con una amplia experiencia y marcado conocimiento de las complejas características tecnológicas de los cables eléctricos, fabrica y suministra los cables RETENAX con aislamiento de polietileno reticulado para la gama de tensiones antes citada.

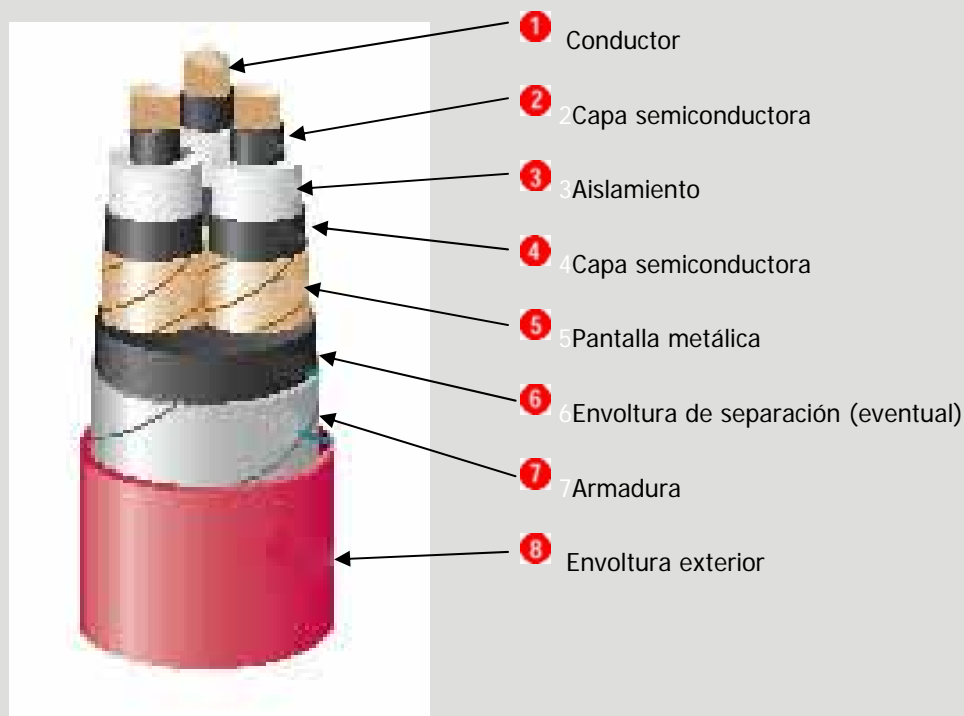
Los cables RETENAX tienen como principales propiedades: una marcada estabilidad al envejecimiento, la posibilidad de un elevado transporte de corriente, diámetros de cable más reducidos y, por tanto, pesos más ligeros. Cada una de las distintas partes que componen un cable RETENAX: conductor, aislamiento, pantalla, armadura y envoltura, ha sido estudiada para realizar con la mayor fiabilidad la función que de ella se requiere. Asimismo, se fabrican con los mejores materiales, una vez que los mismos han sido seleccionados y controlados.

COMPONENTES USUALES DE LOS CABLES RETENAX

Línea RETENAX H

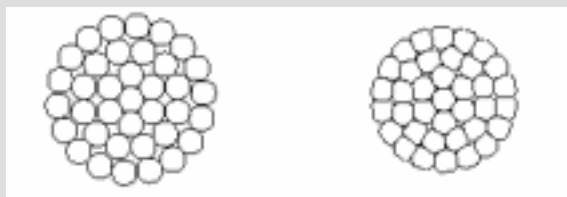


Línea RETENAX HF



CONDUCTOR

Los conductores de los cables RETENAX están constituidos por cuerdas redondas compactas de cobre recocido o de aluminio. La compactación se efectúa por un método patentado que permite obtener superficies más lisas y diámetros de cuerdas menores que los de las cuerdas normales de igual sección nominal.



Conductor, cuerda redonda normal Conductor, cuerda redonda compacta

Si eventualmente entra agua en el interior del cable durante su instalación, o por causa accidental, y se desea evitar su propagación a lo largo de los huecos existentes entre los alambres que forman el conductor, estos conductores pueden fabricarse rellenos con un material obturador que impide dicha propagación.

Los conductores satisfacen las especificaciones de las Normas, tanto nacionales (IRAM 2022), como internacionales (IEC 60228).

CABLES TIPO RETENAX

CAPA SEMICONDUCTORA INTERNA

A partir de la tensión de 3,3 kV los conductores aislados con polietileno reticulado van recubiertos de una capa semiconductora cuya función es doble:

a) Impedir la ionización del aire que, en otro caso, se encontraría entre el conductor metálico y el material aislante (efecto corona). La capa semiconductora forma cuerpo único con el aislante y no se separa del mismo ni aún con las dobladuras a que el cable pueda someterse, constituyendo la verdadera superficie equipotencial del conductor. Los eventuales espacios de aire quedan bajo esta superficie y, por lo tanto, fuera de la acción del campo eléctrico.

b) Mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor. Dicha capa, gracias a su conductividad, convierte en cilíndrica y lisa la superficie del conductor, ya que puede concebirse como parte integrante del mismo, eliminando así los posibles focos de gran sollicitación eléctrica en el aislamiento.

AISLACIÓN

El aislamiento de los cables RETENAX está constituido por polietileno químicamente reticulado, extruido por el proceso de reticulación en seco, conocido como "Dry Curing"; el mismo se efectúa en ambiente de nitrógeno, que evita los inconvenientes aparejados de los antiguos procedimientos de reticulación con vapor (posibilidad de vestigios de agua ocluidos en el aislamiento). Dicho aislamiento es un material termoestable que presenta una muy buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una excelente resistencia de aislamiento.

El polietileno sin reticular posee excelentes propiedades eléctricas, resistencia al ozono y al frío. Una vez reticulado conserva sus propiedades iniciales, adquiriendo además las que le confiere la reticulación, con lo que el material, en su condición de termoestable, no se funde ni gotea.

La excelente estabilidad térmica del polietileno reticulado le capacita para admitir en régimen permanente temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90° C, tolerando temperaturas de cortocircuito de 250°c. La marcada estabilidad al envejecimiento, la elevada resistencia a los agentes químicos, la tenacidad mecánica y eléctrica, son las propiedades más destacadas que hacen del polietileno químicamente reticulado un material apropiado para el aislamiento de cables.

El polietileno reticulado empleado por PRYSMIAN en sus elaboraciones, responde a todas las exigencias que se especifican en las principales Normas en uso, en particular, la Norma IRAM 2178, la IEC 60502, la IEC 60840 o la IEC 62067, según el nivel de tensión requerido.

Los cables de Prysmian son elaborados y manipulados en salas de características "Clean Room"; las mezclas son despachadas a las extrusoras con sistemas de vacío, lo que asegura que los compuestos no estén expuestos a eventuales contaminantes del ambiente.

CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA

También se emplea en los cables aislados con polietileno reticulado a partir de la tensión de 3,3 kV. La capa semiconductora externa se coloca sobre la aislación de XLPE y tiene el propósito de evitar que entre la pantalla y el aislamiento quede una capa de aire ionizable con zonas de alta sollicitación eléctrica en el seno del aislamiento.

La capa semiconductora externa esta formada por una mezcla extruída y reticulada de características químicas semejantes a la del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.

A efectos de evitar las dificultades de separación entre el aislamiento y la capa semi-conductora externa en el momento de confeccionar empalmes o terminales, PIRELLI ha ensayado y puesto a punto un tipo de mezcla semiconductora que, conservando las características que le son propias, se separa fácilmente del aislamiento sin tener que recurrir a herramientas especiales, dejando el aislamiento completamente limpio. Esta mezcla semiconductora externa separable en frío, denominada también como “easy stripping”, se emplea en los cables de hasta 33 kV.

Triple Extrusión

Respecto al proceso de fabricación, cabe indicar que la aplicación de la capa semiconductora sobre el conductor, el aislamiento y la capa semiconductora sobre el aislamiento, se realiza en una sola operación. Dicho proceso de fabricación se denomina Triple Extrusión. Este procedimiento es el más adecuado ya que impide la incrustación de cuerpos extraños entre el aislamiento y las capas conductoras, y dadas las características de los materiales utilizados en la confección de dichas mezclas, se suprime el riesgo de ionización en la interfase.

Con posterioridad a la extrusión del aislante y las capas semiconductoras, el conductor ya aislado es “desgasificado”. Este proceso, habitual en los cables de Media y Alta Tensión, permite eliminar los gases residuales generados durante la reticulación (vulcanización), especialmente el metano.

PANTALLA METÁLICA

Las pantallas desempeñan distintas misiones, entre las que destacan:

- > Confinar el campo eléctrico en el interior del cable.
- > Lograr una distribución simétrica y radial del esfuerzo eléctrico en el seno del aislamiento.
- > Limitar la influencia mutua entre cables eléctricos.
- > Evitar, o al menos reducir, el peligro de electrocuciones.
- > Conducir la corriente de cortocircuito monofásico

Las corrientes de cortocircuito que pueden soportar las partes metálicas de las pantallas, cuya misión encomendada es principalmente electrostática, vienen dadas en la tabla XI, para las pantallas de cintas de cobre, en función del diámetro medio de la pantalla, y en la tabla XII, para las pantallas constituidas por hilos de cobre, en función de la sección total de los hilos. Si estas intensidades no son suficientes para las que se esperan en la instalación particular de que se trate, bajo demanda se pueden fabricar cables con pantallas de mayor sección.

Según la formación del cable (unipolar o tripolar) y los requerimientos particulares del caso, los blindajes en media tensión usualmente están constituidos por cintas o alambres y cintas, siempre de cobre recocido. Otras opciones viables, tanto en media como en alta tensión, son una cubierta de plomo y, solo para alta tensión, una cinta longitudinal de cobre corrugada y soldada (estanca) o alambres de Cu conjuntamente con una cinta longitudinal de aluminio monoplacada pegada.

En el caso de requerirse blindajes de secciones especiales, para su dimensionamiento se debe informar el valor de la corriente de cortocircuito y el tiempo de duración del mismo.

Protecciones contra la humedad

En cables donde se desee evitar la penetración de humedad las opciones son:

- > Bloqueo o taponamiento longitudinal: el mismo se puede efectuar en el conductor, en la pantalla o en ambos, dependiendo de la formación y del tipo de cable. En estos casos el taponamiento se lleva a cabo con elementos hinchables, los cuales en contacto con el agua aumentan de volumen y, estando limitados físicamente por los elementos adyacentes constitutivos del cable, cierran el paso de la misma efectuando el bloqueo.

CABLES TIPO RETENAX

- > Bloqueo radial: según el tipo de cable y su tensión se puede llegar a realizar con una cubierta metálica de aleación de Pb, una cinta longitudinal de Cu corrugada y soldada o una cinta longitudinal de aluminio pegada. A su vez, el bloqueo radial compuesto por elementos metálicos como los citados, cumple la función de pantalla metálica.

Particularmente, y en función de los requerimientos específicos, se puede utilizar ambos tipos de taponamientos en forma conjunta, logrando cables estancos radialmente y con bloqueo longitudinal al paso de la humedad. En ciertos casos particulares, para aumentar de un modo simple la aptitud a la humedad de un cable enterrado (menor absorción de agua), se puede reemplazar la envoltura exterior de PVC por polietileno.

IDENTIFICACIÓN DE LAS ALMAS

El polietileno químicamente reticulado empleado en el aislamiento de los cables RETENAX es de un solo color. Para la identificación de las almas en los cables tripolares se utilizan tiras de distinto color (marrón, negro y rojo) aplicadas en sentido longitudinal entre la capa conductora externa y la pantalla metálica.

RELLENOS

En los cables tripolares, los conductores aislados y apantallados se cablean. Para dar forma cilíndrica al conjunto se aplica un relleno, y eventualmente una capa, extruídos, de un material apropiado que pueda ser fácilmente eliminado cuando hay que confeccionar empalmes o terminales.

PROTECCIONES

Cuando la pantalla y la armadura están constituidas por materiales diferentes, deberán estar separadas por una envoltura extruída. La calidad del material debe ser adecuada para la temperatura de trabajo del cable y sus características quedan definidas en la Norma citada.

Las armaduras de los cables RETENAX han sido estudiadas de forma que se conserve la ligereza y manejabilidad que caracteriza a este tipo de cables. Están constituidas por flejes o alambres metálicos dispuestos sobre un asiento apropiado y bajo la envoltura exterior, con lo que la armadura queda protegida de las corrosiones químicas o electrolíticas.

La armadura asume diversas funciones entre las que cabe distinguir:

- a) Refuerzo mecánico, aconsejable según la forma de instalación y ulterior utilización.
- b) Eventual pantalla eléctrica anti - accidentes.
- c) Barrera de protección contra roedores, insectos o larvas.

Los tipos de armadura utilizados en los cables PRYSMIAN incluyen:

Para cables tripolares:

- a) dos flejes de acero cincado (tipo F).
- b) una corona de alambres de acero cincado (tipo M).

Para cables unipolares:

- c) dos flejes de aluminio (tipo FA).

ENVOLTURA EXTERIOR

Las envolturas empleadas en los cables RETENAX pueden ser de PVC (Policloruro de vinilo) o Pe (polietileno), según la norma IRAM 2178 o IEC 60502-2, denominadas ST2 y ST3 respectivamente.

Cabe destacar que con formulaciones adecuadas se obtienen mezclas de PVC de gran resistencia a los aceites y a los hidrocarburos. En casos muy particulares de utilización en industrias petroquímicas o donde pueda darse la circunstancia de una posible inmersión del cable en hidrocarburos, es aconsejable la utilización de una vaina metálica resistente a estos agentes.

En función del terreno y en caso de requerirse una menor absorción de humedad respecto al PVC, puede optarse por la cubierta de Polietileno. Asimismo, si el cable se instalará a la intemperie, el Polietileno tiene una mejor aptitud a los efectos climáticos.

Se recomienda muy especialmente, y la práctica nos demuestra su conveniencia, que las instalaciones en refinerías e industrias petroquímicas en general se utilicen los cables RETENAX con vaina de plomo (protección P), bajo la cubierta, o bajo la armadura, en los casos en que el cable precise también de esta protección mecánica.

La versatilidad de instalación de estos cables ofrece una solución satisfactoria a múltiples problemas al proyectista y al instalador.

El empleo de una envoltura de PVC ignifugado permite conferir la característica de no propagador del incendio al cable, propiedad aconsejable cuando quieran prevenirse las graves consecuencias de un posible incendio.

Los cables RETENAX pueden también suministrarse con una envoltura especial resistente a los hidrocarburos o de características tales que permitan su empleo en zonas de baja temperatura.

Envoltura con Poliolefina termoplástica (Z1) VEMEX® color negro (opcional rojo)

La envoltura especial termoplástica VEMEX® desarrollada por PRYSMIAN, conjuga una gran resistencia y flexibilidad en frío, con una elevada resistencia al desgarrado a temperatura ambiente, a la vez que muy alta resistencia a la deformación en caliente. El equilibrio conseguido con una adecuada formulación y las propiedades intrínsecas del polímero utilizado, se traducen en que el nuevo compuesto termoplástico tiene unas características mecánicas y una resistencia al medio ambiente activo excepcionales, permitiendo un mayor abanico de aplicaciones. Los cables RETENAX con envoltura VEMEX® presentan, respecto a los cables convencionales:

- mayor resistencia a la absorción de agua
- mayor resistencia al rozamiento y a la abrasión
- mayor resistencia al frío
- mayor resistencia a los golpes
- mayor resistencia al desgarrado
- mayor facilidad de instalación en tramos tubulares
- mayor seguridad en el montaje
- mejor performance ambiental por ausencia de halógenos (cloro) en su formulación

Estas características lo convierten en un cable idóneo para el tendido mecanizado.

Envolturas y eventuales rellenos AFUMEX

Cuando por razones del emplazamiento del cable, instalación en edificios, galerías, etc... se precise disponer de todas las ventajas actualmente asequibles frente al fuego, pueden emplearse envolturas y eventuales rellenos de tipo AFUMEX con las siguientes características:

CABLES TIPO RETENAX

- No propagadores de la llama, según norma IRAM 2399 o IEC 60332-1.
- No propagadores del incendio, según norma IRAM 2289 Cat. "C" o IEC 60332-3-24.
- Reducida emisión de humos, según IEC 61034-1-2.
- Baja emisión de gases tóxicos, según NES 713 o CEI 20-37/7.
- Libre de halógenos, según IEC 60754-2.

INSTALACIÓN

Al estar las envolturas constituidas por mezclas termoplásticas, tienden a endurecerse a temperaturas inferiores a los 0° C, aún cuando conservan cierta flexibilidad a temperaturas entre -10° C y -15° C las de PVC y hasta -30° C la VEMEX y las AFUMEX. La única precaución a considerar es que las operaciones de tendido de los cables no deben realizarse a temperaturas inferiores a los 0° C. Si un cable está fijo y no está sometido a golpes y vibraciones, puede soportar sin daños temperaturas de -50° C.

TIPOS PARTICULARES DE CABLES RETENAX

Dentro de la gama de cables unipolares de tensión hasta 33 kV se encuentra el tipo RETENAX HYDROCAT-CHER. El diseño de este cable incluye una cubierta exterior tipo VEMEX de espesor aumentado, siendo sus características particulares más importantes las siguientes:

- Barrera radial al agua propiciada por la cubierta VEMEX, que optimiza la impermeabilidad del cable.
- Barrera longitudinal al agua consistente en la incorporación de dos hilados hinchantes en la pantalla metálica, que bloquea la accidental entrada de agua en un espacio reducido del cable.
- Las características mecánicas de la cubierta VEMEX aseguran una mayor fiabilidad de la instalación por su demostrado excelente comportamiento a las sollicitaciones mecánicas a que se ve sometido el cable durante su tendido.

EQUIVALENCIAS ENTRE LAS DESIGNACIONES PIRELLI PARA LOS CABLES RETENAX Y LAS CORRESPONDIENTES NORMAS EUROPEAS

Características	Prysmian	Denominación	
		Designación Europea (*)	
		Cables a campo	
		no radial	radial
Unipolar apantallado y cubierta VEMEX	RETENAX H VEMEX		RHZ1
Con pantalla individual	RETENAX H		RHV
Armado con flejes hierro	RETENAX F	RFV	
Armado flejes de hierro y apantallado individual	RETENAX HF		RHVFV
Armado flejes aluminio	RETENAX FA	RFAV	
Armado flejes aluminio y apantallado individual	RETENAX HFA		RHVFAV
Armado alambres de acero	RETENAX M	RMV	
Armado alambres de alambres y apantallado individual	RETENAX HM		RHVMV
Armado hilos aluminio	RETENAX MA	RMAV	
Armado hilos aluminio y apantallado individual	RETENAX HMA		RHVMAV
Vainas de plomo	RETENAX P	RPV	
Vaina interna de plomo y apantallado individual	RETENAX HP		RHVVPV
Con pantalla conjunta	RETENAX O	ROV	

(*) Ante la falta de una nomenclatura nacional para la designación de este tipo de cables se incluye la terminología Europea, por considerarse idónea como clasificación.

Conviene tener presente que los valores que se indican en las tablas correspondientes a cada tipo de cable no deben entenderse como exactos, sino solamente a título informativo, siendo susceptibles de variación sin previo aviso.

Media Tensión

De 2,3/3,3 kV a 19/33 kV

Distribución en MT

DENOMINACIÓN



RETENAX MT

NORMAS DE REFERENCIA



IRAM 2178

DESCRIPCION



> CONDUCTOR

Metal: Alambres de cobre electrolítico de máxima pureza o aluminio grado eléctrico.

Forma: constituidos por cuerdas redondas compactas de cobre o aluminio, mediante un método especial que permite obtener superficies más lisas y diámetros de cuerdas menores que los de las cuerdas normales de igual sección.

Flexibilidad: Clase 2; según IRAM NM-280 e IEC 60228 Opcionalmente, las cuerdas pueden ser obturadas mediante el agregado de elementos que eviten la propagación longitudinal del agua y retarda el desarrollo y la propagación de "Water Trees".

> SEMICONDUCTORA INTERNA

Capa extruida de material semiconductor.

> AISLAMIENTO

Capa homogénea de Polietileno reticulado (XLPE) extruido en triple extrusión simultánea.

El aislamiento de los cables RETENAX está constituido por polietileno químicamente reticulado de altísima pureza y calidad. El proceso de reticulación se realiza en un medio inerte no saturado de vapor, conocido como "Dry Curing".

La excelente estabilidad térmica del polietileno reticulado le capacita para admitir en régimen permanente temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90° C, tolerando temperaturas de cortocircuito de 250° C.

> SEMICONDUCTORA EXTERNA

Norma de Fabrica-	Tensión nominal	Temperatura de servicio	Cuerdas Rígidass	Resistente a la absorción de agua	Resistente a la abrasión

No propagación de la llama	Resistente a agentes químicos	Resistente a grasas y aceites	Mezclas ecológicas

36

CONDICIONES DE EMPLEO



En bandejas



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías

Retenax MT

Las líneas de extrusión continua (conocidas como "catenaria") posibilitan la triple extrusión continua de la capa semiconductora interna, la aislamiento y la capa semiconductora externa, permitiendo la perfecta adherencia de las tres capas, dando como resultado cables de elevada confiabilidad.



> PANTALLA METALICA

Formada por cintas o una corona de alambres y cintas. En todos los casos el material es cobre electrolítico recocido.

La resistencia eléctrica de la pantalla es de $3,3 \Omega / \text{km}$; opcionalmente se pueden dimensionar otras diferentes en función de la corriente de cortocircuito de la red. Asimismo, la pantalla puede ser obturada para evitar la propagación longitudinal del agua.

> ENVOLTURA EXTERIOR

De PVC, Pe o poliolefina termoplástica tipo VEMEX®, color negro (opcional rojo).

Marcación

PRYSMIAN RETENAX® * Ind. Argentina * Tensión (kV) * Cat. (I o II) * Nro. de conductores * Sección

> Certificaciones

Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la TÜV

CARACTERÍSTICAS

Los cables RETENAX son aptos para uso enterrado con protección, en electroductos o canaletas y en bandejas o al aire libre (cuando los Reglamentos así lo permitan); para el uso directamente enterrados requieren de armaduras metálicas robustas. La variante con cubierta VEMEX le otorga ventajas que lo convierten en un cable idóneo para tendido mecanizado.

Acondicionamientos:



Bobinas

Los cables RETENAX son aptos para uso enterrado con protección, en electroductos o canaletas y en bandejas o al aire libre (cuando los Reglamentos así lo permitan); para el uso directamente enterrados requieren de armaduras metálicas robustas. La variante con cubierta VEMEX le otorga ventajas que lo convierten en un cable idóneo para tendido mecanizado.

IRAM 2178

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares								
16	4,8	2,3	1,8	17	485	1,8	23	725
25	6,0	2,3	1,8	18,5	600	1,8	24	860
35	7,0	2,3	1,8	19,5	720	1,8	25	990
50	8,1	2,3	1,8	21	870	1,8	26	1180
70	9,8	2,3	1,8	22	1100	1,8	28	1390
95	11,5	2,3	1,8	24	1360	1,8	29	1680
120	13	2,3	1,8	25	1650	1,9	31	1980
150	14,4	2,3	1,8	27	1900	1,9	32	2280
185	16,1	2,3	1,8	29	2270	2,0	34	2670
240	18,5	2,3	1,9	31	2870	2,1	37	3300
300	20,7	2,3	2,0	34	3500	2,1	39	3960
400	23,3	2,5	2,1	37	4400	2,3	43	4900
500	26,4	2,5	2,2	40	5450	2,4	46	6050
630	30	2,7	2,3	45	6950	2,5	51	7650
Tripolares								
16	4,8	2,3	2,0	34	1690	2,1	36	2000
25	6,0	2,3	2,0	37	2100	2,2	40	2690
35	7,0	2,3	2,1	39	2520	2,3	42	3140
50	8,1	2,3	2,2	42	3080	2,4	45	3730
70	9,8	2,3	2,3	46	3920	2,5	49	4630
95	11,5	2,3	2,5	50	4920	2,6	53	5670
120	13,	2,3	2,6	54	5850	2,7	57	6680
150	14,4	2,3	2,7	57	6930	2,9	61	7820
185	16,1	2,3	2,8	61	8250	3,0	65	9200
240	18,5	2,3	3,0	67	10400	3,2	70	11400
300	20,7	2,3	3,1	73	12700	3,3	76	13800
400	23,3	2,5	3,4	80	15800	3,6	86	18100

Cable Retenax AL 3,3 kV

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares								
25	6,0	2,3	1,8	18	450	1,8	24	705
35	7,0	2,3	1,8	19	510	1,8	25	780
50	8,2	2,3	1,8	21	610	1,8	26	890
70	9,9	2,3	1,8	22	680	1,8	28	980
95	11,7	2,3	1,8	24	800	1,8	29	1150
120	13,1	2,3	1,8	26	900	1,9	31	1300
150	14,6	2,3	1,8	27	1020	1,9	33	1400
185	16,3	2,3	1,8	29	1160	2,0	34	1560
240	18,6	2,3	1,9	31	1400	2,1	37	1850
300	20,9	2,3	2,0	34	1650	2,1	40	2150
400	23,7	2,5	2,1	38	2050	2,3	43	2560
500	26,8	2,5	2,2	41	2450	2,4	47	3050
630	30,3	2,7	2,3	46	3050	2,5	52	3750
Tripolares								
25	6,0	2,3	2,0	37	1650	2,2	40	2250
35	7,0	2,3	0,1	39	1880	2,3	43	2510
50	8,2	2,3	2,2	42	2250	2,4	46	2870
70	9,9	2,3	2,3	46	2680	2,5	50	3410
95	11,7	2,3	2,5	51	3250	2,6	54	3990
120	13,1	2,3	2,6	54	3700	2,7	57	4550
150	14,6	2,3	2,7	58	4300	2,9	61	5170
185	16,3	2,3	2,8	62	4950	3,0	65	5870
240	18,6	2,3	3,0	67	5950	3,2	71	6980
300	20,9	2,3	3,1	73	7150	3,3	77	8250
400	23,7	2,5	3,4	81	8810	3,6	87	11100

Cable Retenax CU 3,3 kV

Datos Eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (unipolares)	Corriente admisible para cables en aire (tripolares)	Corriente admisible para cables enterrados (unipolares)	Corriente admisible para cables enterrados (tripolares)	Resistencia a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz (unipolares)	Reactancia a 50 Hz (tripolares)
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km
16	140	100	140	115	1,468	0,253	0,115
25	175	125	175	145	0,926	0,240	0,107
35	205	150	205	170	0,668	0,231	0,102
50	245	190	240	210	0,493	0,222	0,0976
70	305	225	295	250	0,341	0,212	0,0926
95	375	275	350	300	0,246	0,203	0,0885
120	425	315	395	335	0,195	0,197	0,0860
150	480	360	440	380	0,158	0,191	0,0838
185	550	405	495	425	0,126	0,185	0,0816
240	645	475	570	490	0,0961	0,179	0,0782
300	730	550	630	550	0,0766	0,173	0,0773
400	840	705	710	610	0,0599	0,167	0,0755
500	955	-	800	-	0,0466	0,161	-
630	1080	-	885	-	0,0360	0,157	-

Cable Retenax AL 3,3 kV

Datos Eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (unipolares)	Corriente admisible para cables en aire (tripolares)	Corriente admisible para cables enterrados (unipolares)	Corriente admisible para cables enterrados (tripolares)	Resistencia a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz (unipolares)	Reactancia a 50 Hz (tripolares)
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km
25	140	100	140	116	1,53	0,240	0,107
35	164	120	164	136	1,112	0,231	0,102
50	196	152	192	168	0,821	0,222	0,0976
70	244	180	236	200	0,567	0,212	0,0926
95	300	220	280	240	0,410	0,203	0,0885
120	340	252	316	268	0,324	0,197	0,0860
150	384	288	352	304	0,264	0,191	0,0838
185	440	324	396	340	0,210	0,185	0,0816
240	516	380	456	392	0,16	0,179	0,0782
300	584	440	504	440	0,128	0,173	0,0773
400	672	564	568	488	0,0997	0,167	0,0755
500	764	-	640	-	0,0755	0,161	-

- Cables en aire: se considera tres cables unipolares en un plano sobre bandeja y distanciados un diámetro o un cable multipolar sólo, en un ambiente a 40° C.

- Cables enterrados: tres cables unipolares colocados en un plano horizontal y distanciados 7 cm. o un cable multipolar solo, enterrado a 0,70 m. de profundidad en un terreno a 25° C. y 100° C . cm / W de resistividad térmica.

Cable Retenax Cu 6,6 kV—Categoría I - Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares Cat. I								
16	4,8	2,5	1,8	17,5	500	1,8	23	750
25	6,0	2,5	1,8	19	620	1,8	24	880
35	7,0	2,5	1,8	20	770	1,8	25	1040
50	8,1	2,5	1,8	21	870	1,8	26	1160
70	9,8	2,5	1,8	23	1100	1,8	28	1410
95	11,5	2,5	1,8	24	1380	1,8	29	1710
120	13,0	2,5	1,8	26	1640	1,9	31	2000
150	14,4	2,5	1,8	27	1930	1,9	32	2310
185	16,1	2,5	1,9	29	2310	2,0	34	2700
240	18,5	2,6	1,9	32	2900	2,1	37	3350
300	20,7	2,8	2,0	35	3560	2,2	40	4060
400	23,3	3,0	2,1	38	4440	2,3	43	5000
500	26,4	3,2	2,2	42	5540	2,4	47	6150
630	30,0	3,2	2,4	47	7030	2,5	52	7720
Tripolares Cat. I								
16	4,8	2,5	2,0	35	1760	2,2	38	2320
25	6,0	2,5	2,1	38	2190	2,2	41	2780
35	7,0	2,5	2,2	40	2620	2,3	44	3260
50	8,1	2,5	2,3	43	3180	2,4	46	3810
70	9,8	2,5	2,4	47	4020	2,5	50	4730
95	11,5	2,5	2,5	51	5010	2,7	55	5840
120	13,0	2,5	2,6	55	6010	2,8	58	6830
150	14,4	2,5	2,7	58	7040	2,9	62	7940
185	16,1	2,5	2,8	62	8370	3,0	65	9320
240	18,5	2,6	3,0	68	10520	3,2	72	11600
300	20,7	2,8	3,2	75	13050	3,4	79	14200
400	23,3	3,0	3,5	83	16200	3,7	88	18540

Cable Retenax Cu 6,6 kV - Categoría II

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares Cat. II								
16	4,8	3,3	1,8	19	570	1,8	25	830
25	6,0	3,3	1,8	21	520	1,8	26	1000
35	7,0	3,3	1,8	22	795	1,8	27	1090
50	8,1	3,3	1,8	23	940	1,8	28	1250
70	9,8	3,3	1,8	24	1180	1,8	30	1500
95	11,5	3,3	1,8	26	1460	1,9	32	1830
120	13,0	3,3	1,8	28	1720	2,0	33	2110
150	14,4	3,3	1,9	29	2020	2,0	34	2410
185	16,1	3,3	1,9	31	2400	2,1	36	2830
240	18,5	3,3	2,0	33	2990	2,1	39	3440
300	20,7	3,3	2,1	36	3640	2,2	42	4140
400	23,3	3,3	2,2	39	4500	2,3	45	5050
500	26,4	3,3	2,3	42	5570	2,4	48	6170
630	30,0	3,3	2,4	47	7050	2,5	53	7740
Tripolares Cat. II								
16	4,8	3,3	2,1	39	2050	2,3	42	2680
25	6,0	3,3	2,2	42	2510	2,4	45	3200
35	7,0	3,3	2,3	45	2990	2,4	47	3640
50	8,1	3,3	2,4	47	3530	2,6	51	4280
70	9,8	3,3	2,5	51	4400	2,7	55	5230
95	11,5	3,3	2,6	55	5490	2,8	58	6310
120	13,0	3,3	2,7	59	6450	2,9	62	7360
150	14,4	3,3	2,8	62	7500	3,0	65	8450
185	16,1	3,3	2,9	66	8860	3,1	69	9900
240	18,5	3,3	3,1	72	11070	3,3	75	12150
300	20,7	3,3	3,3	78	13420	3,5	82	14620
400	23,3	3,3	3,5	84	16430	3,8	90	18840

Cable Retenax AL 6,6 kV - Categoría I

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares Cat I								
25	6,0	2,5	1,8	19	465	1,8	24	730
35	7,0	2,5	1,8	20	550	1,8	25	830
50	8,2	2,5	1,8	21	585	1,8	26	870
70	9,9	2,5	1,8	23	690	1,8	28	1000
95	11,7	2,5	1,8	24	820	1,8	29	1150
120	13,1	2,5	1,8	26	920	1,9	31	1290
150	14,6	2,5	1,8	27	1040	1,9	32	1420
185	16,3	2,5	1,9	29	1200	2,0	34	1590
240	18,6	2,6	1,9	32	1430	2,1	37	1880
300	20,9	2,8	2,0	35	1720	2,2	40	2220
400	23,7	3,0	2,1	38	2100	2,3	43	2670
500	26,8	3,2	2,2	42	2520	2,4	47	3140
630	30,3	3,2	2,4	47	3130	2,5	53	3820
Tripolares Cat I								
25	6,0	2,5	2,1	38	1730	2,2	41	2320
35	7,0	2,5	2,2	40	1980	2,3	44	2620
50	8,2	2,5	2,3	43	2320	2,4	46	2960
70	9,9	2,5	2,4	47	2790	2,5	51	3510
95	11,7	2,5	2,5	51	3330	2,7	55	4160
120	13,1	2,5	2,6	55	3870	2,8	58	4690
150	14,6	2,5	2,7	58	4390	2,9	62	5290
185	16,3	2,5	2,8	62	5050	3,0	66	6000
240	18,6	2,6	3,0	68	6110	3,2	72	7180
300	20,9	2,8	3,2	76	7520	3,4	80	8690
400	23,7	3,0	3,5	84	9220	3,7	89	11570

Cable Retenax AL 6,6 kV - Categoría II

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares Cat II								
25	6,0	3,3	1,8	21	570	1,8	26	1000
35	7,0	3,3	1,8	22	580	1,8	27	1090
50	8,2	3,3	1,8	23	660	1,8	28	1250
70	9,9	3,3	1,8	25	770	1,8	30	1500
95	11,7	3,3	1,8	26	890	1,9	32	1830
120	13,1	3,3	1,8	28	1010	2,0	33	2110
150	14,6	3,3	1,8	29	1140	2,0	34	2410
185	16,3	3,3	1,9	31	1290	2,1	36	2830
240	18,6	3,3	1,9	33	1520	2,1	39	3440
300	20,9	3,3	2,0	36	1800	2,2	42	4140
400	23,7	3,3	2,1	39	2160	2,3	45	5050
500	26,8	3,3	2,2	43	2560	2,4	48	6170
630	30,3	3,3	2,4	47	3150	2,5	53	7740
Tripolares Cat II								
25	6,0	3,3	2,1	42	2050	2,4	45	2740
35	7,0	3,3	2,2	45	2350	2,4	47	3000
50	8,2	3,3	2,3	47	2680	2,6	51	3430
70	9,9	3,3	2,4	51	3180	2,7	55	4010
95	11,7	3,3	2,5	56	3800	2,8	58	4630
120	13,1	3,3	2,6	59	4310	2,9	63	5220
150	14,6	3,3	2,7	62	4850	3,0	66	5800
185	16,3	3,3	2,8	66	5550	3,1	70	6590
240	18,6	3,3	3,0	72	6660	3,3	76	7740
300	20,9	3,3	3,2	78	7900	3,5	82	9110
400	23,7	3,3	3,5	85	9440	3,8	91	11880

Cable Retenax CU 6,6 kV

Datos Eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (unipolares)	Corriente admisible para cables en aire (tripolares)	Corriente admisible para cables enterrados (unipolares)	Corriente admisible para cables enterrados (tripolares)	Resistencia a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz (unipolares)	Reactancia a 50 Hz (tripolares)
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km
16	140	100	140	115	1,468	0,255	0,125
25	175	125	175	145	0,926	0,242	0,116
35	205	150	205	170	0,668	0,233	0,110
50	245	190	240	210	0,493	0,244	0,105
70	305	225	295	250	0,341	0,213	0,0995
95	375	275	350	300	0,248	0,204	0,0948
120	425	315	395	335	0,195	0,198	0,0919
150	480	360	440	380	0,158	0,192	0,0892
185	550	405	495	425	0,126	0,187	0,0867
240	645	475	570	490	0,0961	0,180	0,0838
300	730	550	630	550	0,0766	0,174	0,0816
400	840	705	710	610	0,0599	0,168	0,0795
500	955	-	800	-	0,0466	0,163	-

Cable Retenax AL 6,6 kV

Datos Eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (unipolares)	Corriente admisible para cables en aire (tripolares)	Corriente admisible para cables enterrados (unipolares)	Corriente admisible para cables enterrados (tripolares)	Resistencia a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz (unipolares)	Reactancia a 50 Hz (tripolares)
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km
25	140	100	140	116	1,53	0,242	0,116
35	164	120	164	136	1,112	0,233	0,110
50	196	152	192	168	0,821	0,244	0,105
70	244	180	236	200	0,567	0,213	0,0995
95	300	220	280	240	0,410	0,204	0,0948
120	340	252	316	268	0,324	0,198	0,0919
150	384	288	352	304	0,264	0,192	0,0892
185	440	324	396	340	0,210	0,187	0,0867
240	516	380	456	392	0,16	0,180	0,0838
300	584	440	504	440	0,128	0,174	0,0816
400	672	564	568	488	0,0997	0,168	0,0795
500	764	-	640	-	0,0755	0,163	-

- Cables en aire: se considera tres cables unipolares en un plano sobre bandeja y distanciados un diámetro o un cable multipolar sólo, en un ambiente a 40° C.

- Cables enterrados: tres cables unipolares colocados en un plano horizontal y distanciados 7 cm. o un cable multipolar solo, enterrado a 1 m. de profundidad en un terreno a 25° C. y 100° C. cm / W de resistividad térmica.

- Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.

Cable Retenax CU 13,2 kV - Categoría I

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares Cat I								
25	6,0	3,9	1,8	21,5	730	1,8	27	1030
35	7,0	3,9	1,8	23	850	1,8	28	1160
50	8,1	3,9	1,8	24	1000	1,8	29	1320
70	9,8	3,9	1,8	26	1240	1,9	31	1600
95	11,5	3,9	1,8	27	1520	1,9	33	1900
120	13	3,9	1,9	29	1800	2,0	34	2180
150	14,4	3,9	1,9	30	2090	2,1	36	2510
185	16,1	3,9	2,0	32	2470	2,1	38	2920
240	18,5	3,9	2,0	35	3080	2,2	40	3560
300	20,7	3,9	2,1	37	3720	2,3	43	4250
400	23,3	3,9	2,2	40	4590	2,4	46	5180
500	26,4	3,9	2,3	44	5660	2,5	49	6300
Tripolares Cat I								
25	6,0	3,9	2,3	45	2800	2,5	48	3490
35	7,0	3,9	2,4	47	3260	2,5	51	3980
50	8,1	3,9	2,5	50	3830	2,6	53	4580
70	9,8	3,9	2,6	54	4770	2,8	58	5580
95	11,5	3,9	2,7	58	5820	2,9	62	6720
120	13	3,9	2,8	62	6800	3,0	65	7740
150	14,4	3,9	2,9	65	7870	3,1	69	8900
185	16,1	3,9	3,0	69	9250	3,2	73	10380
240	18,5	3,9	3,2	75	11500	3,4	79	12660
300	20,7	3,9	3,4	81	13900	3,6	87	16160
400	23,3	3,9	3,6	87	16930	3,9	93	19470

Cable Retenax CU 13,2 kV - Categoría II

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares Cat II								
35	7,0	5,0	1,8	25	950	1,9	31	1310
50	8,1	5,0	1,8	26	1110	1,9	32	1470
70	9,8	5,0	1,8	28	1350	2,0	34	1740
95	11,5	5,0	1,9	30	1650	2,0	35	12050
120	13	5,0	1,9	31	1920	2,1	37	2360
150	14,4	5,0	2,0	33	2220	2,1	38	26710
185	16,1	5,0	2,0	35	2600	2,2	40	3100
240	18,5	5,0	2,1	37	3220	2,3	43	3750
300	20,7	5,0	2,2	40	3900	2,3	46	4460
400	23,3	5,0	2,3	43	4770	2,4	49	5370
500	26,4	5,0	2,4	46	5860	2,5	52	6540
Tripolares Cat II								
35	7,0	5,0	2,5	53	3790	2,7	56	4640
50	8,1	5,0	2,6	56	4440	2,8	59	5270
70	9,8	5,0	2,8	60	5400	2,9	63	6290
95	11,5	5,0	2,9	64	6480	3,1	67	7490
120	13	5,0	3,0	67	7500	3,2	71	8550
150	14,4	5,0	3,1	70	8610	3,3	74	9750
185	16,1	5,0	3,2	75	10110	3,4	78	11260
240	18,5	5,0	3,4	80	12340	3,6	86	14610
300	20,7	5,0	3,5	86	14750	3,8	92	17210
400	23,3	5,0	3,8	93	17900	4,0	99	20580

Cable Retenax AL 13,2 kV - Categoría I

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares Cat I								
25	6,0	3,9	1,8	22	580	1,8	27	880
35	7,0	3,9	1,8	23	640	1,8	28	950
50	8,2	3,9	1,8	24	710	1,8	29	1040
70	9,9	3,9	1,8	26	830	1,9	31	1190
95	11,7	3,9	1,8	28	960	1,9	33	1340
120	13,1	3,9	1,9	29	1080	2,0	35	1470
150	14,6	3,9	1,9	31	1200	2,1	36	1630
185	16,3	3,9	2,0	32	1360	2,1	38	1810
240	18,6	3,9	2,0	35	1590	2,2	40	2090
300	20,9	3,9	2,1	38	1880	2,3	43	2420
400	23,7	3,9	2,2	41	2250	2,4	47	2850
500	26,8	3,9	2,3	44	2650	2,5	50	3300
Tripolares Cat I								
25	6,0	3,9	2,3	45	2350	2,5	48	3030
35	7,0	3,9	2,4	48	2630	2,5	51	3350
50	8,2	3,9	2,5	50	2980	2,6	53	3730
70	9,9	3,9	2,6	55	3550	2,8	58	4370
95	11,7	3,9	2,7	59	4150	2,9	62	5050
120	13,1	3,9	2,8	62	4660	3,0	65	5610
150	14,6	3,9	2,9	65	5230	3,1	69	6260
185	16,3	3,9	3,0	69	5950	3,2	73	7070
240	18,6	3,9	3,2	75	7100	3,4	79	8260
300	20,9	3,9	3,4	81	8380	3,6	87	10660
400	23,7	3,9	3,6	88	9950	3,9	94	12510

Cable Retenax AL 13,2 kV - Categoría II

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares								
35	7,0	5,0	1,8	25	740	1,9	31	1100
50	8,2	5,0	1,8	26	820	1,9	32	1190
70	9,9	5,0	1,8	28	940	2,0	34	1330
95	11,7	5,0	1,9	30	1090	2,0	35	1490
120	13,1	5,0	1,9	31	1210	2,1	37	1640
150	14,6	5,0	2,0	33	1350	2,1	38	1790
185	16,3	5,0	2,0	35	1490	2,2	40	1990
240	18,6	5,0	2,1	37	1750	2,3	43	2280
300	20,9	5,0	2,2	40	2060	2,3	46	2620
400	23,7	5,0	2,3	43	2430	2,4	49	3040
500	26,8	5,0	2,4	46	2850	2,5	52	3530
Tripolares								
35	7,0	5,0	2,5	53	3160	2,7	56	4010
50	8,2	5,0	2,6	56	3590	2,8	59	4420
70	9,9	5,0	2,8	60	4180	2,9	63	5070
95	11,7	5,0	2,9	64	4810	3,1	67	5820
120	13,1	5,0	3,0	67	5670	3,2	71	6420
150	14,6	5,0	3,1	71	5970	3,3	74	7110
185	16,3	5,0	3,2	75	6800	3,4	78	7960
240	18,6	5,0	3,4	81	7940	3,6	86	10220
300	20,9	5,0	3,5	87	9240	3,8	92	11710
400	23,7	5,0	3,8	93	10950	4,0	99	13650

Cable Retenax CU 13,2 kV

Datos Eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (unipolares)	Corriente admisible para cables en aire (tripolares)	Corriente admisible para cables enterrados (unipolares)	Corriente admisible para cables enterrados (tripolares)	Resistencia a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz (unipolares)	Reactancia a 50 Hz (tripolares)
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km
25	175	135	165	145	0,926	0,245	0,132
35	205	155	195	170	0,668	0,235	0,122
50	245	190	230	200	0,493	0,226	0,116
70	305	230	280	240	0,341	0,216	0,110
95	370	280	335	290	0,246	0,206	0,101
120	425	320	380	330	0,195	0,200	0,104
150	475	360	420	365	0,158	0,195	0,0976
185	545	415	470	410	0,126	0,189	0,0946
240	640	485	540	475	0,0961	0,182	0,0911
300	730	550	610	535	0,0766	0,176	0,0883
400	835	640	685	615	0,0599	0,171	0,0853
500	940	-	755	-	0,0466	0,165	-

Cable Retenax AL 13,2 kV

Datos Eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (unipolares)	Corriente admisible para cables en aire (tripolares)	Corriente admisible para cables enterrados (unipolares)	Corriente admisible para cables enterrados (tripolares)	Resistencia a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz (unipolares)	Reactancia a 50 Hz (tripolares)
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km
25	140	108	132	116		0,245	0,132
35	164	124	156	136	1,112	0,235	0,122
50	196	152	184	160	0,821	0,226	0,116
70	244	184	224	192	0,567	0,216	0,110
95	296	224	268	232	0,410	0,206	0,101
120	340	256	304	264	0,324	0,200	0,104
150	380	288	336	292	0,264	0,195	0,0976
185	436	332	376	328	0,210	0,189	0,0946
240	512	388	432	380	0,16	0,182	0,0911
300	584	440	488	428	0,128	0,176	0,0883
400	668	512	548	492	0,0997	0,171	0,0853
500	752	-	604	-	0,0755	0,165	-

- Cables en aire: se considera tres cables unipolares en un plano sobre bandeja y distanciados un diámetro o un cable multipolar sólo, en un ambiente a 40° C.

- Cables enterrados: tres cables unipolares colocados en un plano horizontal y distanciados 7 cm. o un cable multipolar solo, enterrado a 1 m. de profundidad en un terreno a 25° C. y 100° C . cm / W de resistividad térmica.

Cable Retenax CU 33 kV - Categoría I

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares Cu								
50	8,1	8,0	2,0	33	1450	2,1	38	1900
70	9,8	8,0	2,0	34	1710	2,2	40	2200
95	11,5	8,0	2,1	36	2030	2,2	42	2530
120	13	8,0	2,1	38	2320	2,3	44	2850
150	14,4	8,0	2,2	40	2650	2,3	45	3210
185	16,1	8,0	2,2	41	3050	2,4	47	3660
240	18,5	8,0	2,3	44	3700	2,5	50	4370
300	20,7	8,0	2,4	47	4400	2,6	53	5110
400	23,3	8,0	2,5	50	5310	2,7	56	6090
Tripolares Cu								
50	8,1	8,0	3,1	71	6370	3,3	74	7440
70	9,8	8,0	3,2	75	7410	3,4	78	8560
95	11,5	8,0	3,3	79	8610	3,6	84	10870
120	13	8,0	3,4	82	9730	3,7	88	12080
150	14,4	8,0	3,5	85	10950	3,8	91	13420
185	16,1	8,0	3,7	89	12550	3,9	95	15100
240	18,5	8,0	3,8	95	14950	4,1	101	17650
300	20,7	8,0	4,0	101	17600	-	-	-

Cable Retenax AL 33 kV - Categoría I

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares								
50	8,2	8,0	2,0	33	1170	2,1	39	1620
70	9,9	8,0	2,0	35	1300	2,2	40	1790
95	11,7	8,0	2,1	37	1470	2,2	42	1970
120	13,1	8,0	2,1	38	1600	2,3	44	2140
150	14,6	8,0	2,2	40	1770	2,3	45	2330
185	16,3	8,0	2,2	41	1950	2,4	47	2550
240	18,6	8,0	2,3	44	2230	2,5	50	2200
300	20,9	8,0	2,4	47	2560	2,6	53	3280
400	23,7	8,0	2,5	50	2970	2,7	56	3800
Tripolares								
50	8,2	8,0	3,1	71	5530	3,3	74	6590
70	9,9	8,0	3,2	75	6200	3,4	79	7360
95	11,7	8,0	3,3	79	6950	3,6	85	9220
120	13,1	8,0	3,4	82	7600	3,7	88	9970
150	14,6	8,0	3,5	86	8300	3,8	92	10800
185	16,3	8,0	3,7	90	9210	3,9	96	11800
240	18,6	8,0	3,8	96	10560	4,1	102	13300
300	20,9	8,0	4,0	102	-	-	-	-

Cable Retenax CU 33 kV - Categoría I

Datos Eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (unipolares)	Corriente admisible para cables en aire (tripolares)	Corriente admisible para cables enterrados (unipolares)	Corriente admisible para cables enterrados (tripolares)	Resistencia a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz (unipolares)	Reactancia a 50 Hz (tripolares)
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km
50	245	195	230	200	0,493	0,231	0,132
70	305	240	280	240	0,341	0,220	0,125
95	370	290	330	290	0,246	0,210	0,118
120	420	325	375	325	0,195	0,240	0,114
150	475	370	420	365	0,158	0,199	0,110
185	545	410	470	405	0,126	0,193	0,106
240	635	500	540	485	0,0961	0,186	0,102
300	720	575	605	550	0,0766	0,180	0,0985
400	825	-	685	-	0,0599	0,174	-

Cable Retenax AL 33 kV - Categoría I

Datos Eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (unipolares)	Corriente admisible para cables en aire (tripolares)	Corriente admisible para cables enterrados (unipolares)	Corriente admisible para cables enterrados (tripolares)	Resistencia a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz (unipolares)	Reactancia a 50 Hz (tripolares)
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km
50	196	156	184	160	0,821	0,231	0,132
70	244	192	224	192	0,567	0,220	0,125
95	296	232	264	232	0,410	0,210	0,118
120	336	260	300	260	0,324	0,240	0,114
150	380	296	336	292	0,264	0,199	0,110
185	436	328	376	324	0,210	0,193	0,106
240	508	400	432	388	0,16	0,186	0,102
300	576	460	484	440	0,128	0,180	0,0985
400	660	-	548	-	0,0997	0,174	-

- Cables en aire: se considera tres cables unipolares en un plano sobre bandeja y distanciados un diámetro o un cable multipolar sólo, en un ambiente a 40° C.

- Cables enterrados: tres cables unipolares colocados en un plano horizontal y distanciados 7 cm. o un cable multipolar solo, enterrado a 1 m. de profundidad en un terreno a 25° C. y 100° C. cm / W de resistividad térmica.

- Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.

Media Tensión

13,2 Y 33 kV

Cable extruído para Media Tensión

NORMAS DE REFERENCIA

DESCRIPCION



Instalaciones Fijas

RETENAX MT UTILITIES

ESP. EDENOR, EDESUR y EDELAP

CONDUCTOR

Metal: Alambres de cobre electrolítico de máxima pureza o aluminio grado eléctrico.

Forma: constituidos por cuerdas redondas compactas de cobre o aluminio, mediante un método especial que permite obtener superficies más lisas y diámetros de cuerdas menores que los de las cuerdas normales de igual sección.

Flexibilidad: Clase 2; según IRAM NM-280 e IEC 60228

Opcionalmente, las cuerdas pueden ser obturadas mediante el agregado de elementos que eviten la propagación longitudinal del agua y retarda el desarrollo y la propagación de "Water Trees".

Sección: 185 mm² (u otras bajo pedido).

SEMICONDUCTORA INTERNA

Capa semiconductora extruída.

AISLAMIENTO

Capa homogénea de Polietileno reticulado (XLPE) extruído en triple extrusión simultánea.

El aislamiento de los cables RETENAX está constituido por polietileno químicamente reticulado. El proceso de reticulación se realiza en un medio inerte no saturado de vapor, conocido como "Dry Curing".



Norma de Fabricación



Tensión nominal



Temperatura de servicio



Cuerdas rígidas



No propagación de la llama



Resistente a absorción de agua



Resistente a la abrasión

CONDICIONES DE EMPLEO



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías



Al aire libre



SEMICONDUCTORA EXTERNA

Capa extruída de material semiconductor.

La capa semiconductora externa está formada por una mezcla extruída y reticulada de características químicas semejantes a las del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica. Esta mezcla semiconductora externa separable en frío, denominada también como "easy stripping", se emplea en los cables de hasta 33 kV. Sobre la misma se coloca una cinta semiconductora.

PANTALLA METALICA

Combinación de alambres y cintas (ambas de Cu recocido), colocadas sobre el semiconductor externo, con sección de 50 mm² (u otras bajo pedido). Asimismo, la pantalla puede ser obturada para evitar la propagación longitudinal del agua.

PROTECCIONES (eventuales)

Como protección mecánica se emplea una armadura metálica compuesta por flejes de acero galvanizado para cables tripolares o de material no magnético para cables unipolares.

ENVOLTURA EXTERIOR

De PVC o poliolefina termoplástica tipo VEMEX®, color negro (opcional rojo).

Marcación: **PRYSMIAN RETENAX®** * Ind. Argentina * Tensión (kV) * Cat. (I o II) * Nro. de conductores * Sección

Normativas

CARACTERÍSTICAS



Los cables RETENAX son aptos para transmisión de energía en redes subterráneas, ya sea en ductos, directamente enterrados o en aire.

Acondicionamientos:



Bobinas

Prysmian Energía Cables y Sistemas de Argentina S. A.

Av. Argentina 6784, Buenos Aires, Argentina—TE 54 11 4630—20000—www.prysmian.com.ar