

REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

Instrucción ITC-BT-07

El reglamento diferencia los siguientes sistemas de instalación:

- directamente enterrados (tablas 4 y 5).
- bajo tubo (tablas 4 y 5).
- en galerías visitables (tablas 11 y 12).
- en atarjeas o canales revisables (tablas 11 y 12).
- en bandeja.

En la **tabla 1** se indican las **secciones del neutro** con respecto a la sección del conductor de fase.

Los conductores directamente enterrados (en cruces bajo calzada y con ferrocarril deben estar obligatoriamente entubados y hormigonados) deben cumplir una serie de distancias con respecto a otros tipos de canalizaciones, problema que no existe con los conductores entubados. En resumen, estas distancias son:

Líneas de MT: 0,25 m.

Líneas BT: 0,10 m.

Líneas telecomunicación: 0,20 m.

Canalizaciones de agua y gas: 0,20 m.

El reglamento incluye también las distintas tablas con los factores de corrección por instalación bajo tubo (0,8), temperatura del terreno, resistividad térmica del terreno, agrupación de cables, y profundidad de enterramiento.

También tablas para agrupaciones de cables en bandeja (en galerías), y de comprobación de la intensidad de cortocircuito admisible.

Generalidades

Las líneas subterráneas de baja tensión se estructurarán a partir del centro de transformación de origen.

El sistema de tensiones alternas será trifásico con neutro puesto a tierra a 400 V.

Se diseñarán en forma radial ramificada, con sección uniforme. En zonas de alta densidad de carga pueden formarse redes malladas explotadas en forma radial, a cuyo efecto se dispondrán las cajas de seccionamiento oportunas.

Los conductores estarán protegidos en cabecera contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles NH clase gG (salidas del CT).

En el trazado de las líneas se deberán cumplir todas las reglamentaciones y normativas en relación con cruzamientos, paralelismos y proximidades a otros servicios subterráneos.

Criterios de diseño de las redes subterráneas de BT

Los aspectos que con carácter general deberán tenerse en cuenta en el diseño de las líneas subterráneas de BT serán los siguientes:

Como criterio de cálculo para determinar la sección del conductor se considerará que la caída de tensión deberá ser inferior al 5% de la tensión nominal asignada.

En las redes subterráneas principales de BT se utilizarán siempre cables con sección uniforme de 240 mm² de Al para las fases y, como mínimo, 150 mm² de Al para el neutro.

En todas las redes de baja tensión el conductor de neutro estará perfectamente identificado. También se aconseja lo mismo para las fases (se suelen marcar con cinta aislante)

La carga máxima de transporte se determinará en función de la intensidad máxima admisible en el conductor y del momento eléctrico de la línea.

Si la red es muy larga se recomiendan puntos de seccionamiento en la misma con tramos no superiores a 250 m.

En las redes subterráneas de BT las derivaciones saldrán, en general, de cajas de entrada y salida de un cable de BT principal. Así, en caso de avería de un tramo de cable subterráneo de BT, se facilita la identificación y separación del tramo averiado. En ciertos casos se admitirán, también, derivaciones en T del cable de BT.

Las derivaciones de líneas secundarias se efectuarán en cajas de distribución o en cajas de seccionamiento, en las que se ubicarán, si procede, fusibles de protección de calibre apropiado, selectivos con los de cabecera.

El conductor neutro estará conectado a tierra a lo largo de la línea de BT, por lo menos cada 200 m, en los armarios de distribución y en todos los finales tanto en las líneas principales como en sus derivaciones.

Trazado de la red

Las redes subterráneas BT discurrirán siempre por terrenos de dominio público. Solamente en casos excepcionales se admitirá su instalación en zonas de propiedad privada.

Estructura de la red

Las redes de baja tensión subterráneas tendrán una estructura de sección uniforme y cerrada sobre el mismo u otro centro de transformación de forma que, ante una avería, sea posible una alimentación alternativa eficaz en un espacio de tiempo adecuadamente breve. La explotación se hará en red abierta, a cuyo efecto se dispondrán las cajas de seccionamiento oportunas.

Conductores

Los conductores a utilizar en las redes subterráneas de BT serán unipolares de Aluminio homogéneo, tipo RV, tensión nominal 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC.

Los conductores podrán ser de sección 50, 95, 150 y 240 mm²; en cada aplicación se utilizará la sección adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas. Para el neutro se utilizará dentro de estas secciones, como mínimo, la sección inmediatamente inferior a la de fase. El conductor de 50 mm² podrá ser utilizado exclusivamente para el neutro.

Las características principales se indican en la tabla siguiente:

Características principales de cables tipo RV de BT

Conductor	Intensidad máxima admisible a 25 °C		Intensidad 40 °C	Resistencia Ω/km	Reactancia Ω/km
	Enterrado	Bajo tubo	Al aire	a 25 °C	a 25 °C
3x1x95+1x50 AI	260	208	220	0,32	0,08
3x1x150+1x95 AI	330	264	300	0,21	0,08
3x1x240+1x150 AI	430	344	420	0,13	0,08

DESIGNACION

La designación de los cables se efectuará por medio de siglas que indiquen las características siguientes:

- Tipo constructivo (aislamiento, cubierta exterior) - Tensión asignada del cable, expresada en kV - Indicaciones relativas al conductor

Aislamiento, se indicará R (Polietileno reticulado)

Cubierta exterior, será V = PVC

Para los cables con cubierta de poliolefina serán:

Aislamiento, se indicará X (Polietileno reticulado)

Cubierta exterior, será Z1= Poliolefina

Tensión asignada del cable Se expresará en kV y se designará los valores de U₀ y U, en la forma U₀/U

Indicaciones relativas al conductor, se utilizará la cifra 1, correspondiente a un sólo conductor, seguida del signo x, la sección nominal del conductor, expresada en mm² y las letras Al, indicativas de que el conductor es de aluminio

Ejemplo de designación

Cable unipolar de 150 mm² de sección circular compacta de aluminio, aislado con polietileno reticulado y con cubierta exterior de PVC, para U₀= 0,6 kV.

RV 0,6/1 kV 1x150 Al

Cable unipolar de 150 mm² de sección circular compacta de aluminio, aislado con polietileno reticulado y con cubierta exterior de poliolefina, para U₀= 0,6 kV.

RZ1 0,6/1 kV 1x150 Al

CONDUCTOR

Metal: Aluminio.

Flexibilidad: Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.



AISLAMIENTO

Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según HD 603-1.

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo Flamex DMO1, según UNE HD 603-5.

Color: Negro.

APLICACIONES

- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
 - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Las redes subterráneas para distribución según el RBT deben realizarse siguiendo las indicaciones de la ITC-BT 07, cuyo contenido está basado en la UNE 20435, norma que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (diciembre 2007).

Nos encontramos por tanto ante la situación de un contenido reglamentario que está anulado por la aparición de una nueva norma. **Las tablas actualmente vigentes son:**

**TABLA A.1 (UNE 211435):
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

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

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

(1) Tres cables unipolares al tresbolillo.

(2) Tres cables unipolares en la misma tubular.

FACTORES DE CORRECCIÓN

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

TABLA A.6 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS TEMPERATURAS (CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS Y CABLES SOTERRADOS)

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

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



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

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

TABLA A.7 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1,5 K·m/W (CABLES SOTERRADOS)

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



Si los cables van directamente enterrados tenemos:

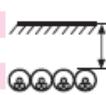
Sección del conductor mm ²	Cables directamente soterrados en triángulo en contacto						
	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
70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



UFO894 Y UF0895 REDES SUTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

TABLA A.8 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS PROFUNDIDADES DE SOTERRAMIENTO (CABLES SOTERRADOS)

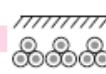
Cables de 0,6/1 kV		
Profundidad, m	Soterrados	En tubular
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90



Coefficientes de corrección por agrupamiento para instalaciones enterradas:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 / 1 kV (CABLES SOTERRADOS)

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



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



UFO894 Y UF0895 REDES SUTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

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

TABLA A.10 (UNE 211435):

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

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

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



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

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

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

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

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

Empalmes

Para la confección de empalmes pueden utilizarse tres técnicas: mediante manguitos de aluminio con compresión mediante matrices con **punzonado profundo escalonado**, mediante manguitos de aluminio por **compresión con matriz hexagonal**, y mediante **conectores atornillables**.

Finalmente se aislarán mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento, como mínimo, igual al del cable, utilizando manguitos termorretráctiles o, en caso de presencia de gas, manguitos contráctiles en frío.

Para una correcta confección de empalmes se facilita el [documento ENDESA CML005 - Método de ejecución de empalmes en líneas subterráneas de BT](#) que describe el proceso a aplicar.



Piezas de derivación

En las derivaciones en T se utilizarán conectores a compresión de aluminio estañado homogéneo, adecuados a las secciones de los cables principal y derivado.

Finalmente se aislarán mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento, como mínimo, igual al del cable, utilizando láminas termoretráctiles o, en caso de presencia de gas, cintas aislantes.

Para una correcta ejecución de las derivaciones en T se facilita el [documento ENDESA CML006 - Método de ejecución de derivaciones en T en líneas subterráneas de BT](#) que describe el proceso a aplicar.



Terminales

Se utilizarán terminales de aluminio macizo estañado adecuados a la sección de los cables a conectar según lo establecido en la [Norma ENDESA NNZ014 - Terminales rectos para conductores de aluminio](#). Finalmente se aplicará un recubrimiento mediante cintas que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable y que, además, evite la penetración de humedad en la unión y la corrosión.

EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Generalidades

Las líneas subterráneas de distribución BT se instalarán, en general, por terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, preferentemente bajo las aceras y se evitarán ángulos pronunciados.

Solamente en casos excepcionales se admitirá la instalación en zonas de propiedad privada y será con servidumbre garantizada. Esto implica que, además de las condiciones de carácter general, se gestionarán y obtendrán, en cada caso, las condiciones especiales, técnicas y jurídicas, que garanticen el acceso permanente a las instalaciones para su explotación y mantenimiento, así como para atender el suministro de futuros clientes.

No se permite la instalación de líneas por patios interiores, garajes, parcelas cerradas, etc.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales. Al marcar el trazado de las zanjas, en los cambios de dirección, se tendrá en cuenta el radio de curvatura mínimo de los conductores que se vayan a instalar.

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas, se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES AISLADOS

En general los conductores se dispondrán enterrados directamente en el terreno.

Bajo las aceras, en las zonas de entrada y salida de vehículos en las fincas en las que no se prevea el paso de vehículos de gran tonelaje, se dispondrán dentro de tubos en seco (sin hormigonar). En los accesos a fincas de vehículos de gran tonelaje y en los cruces de calzada se dispondrán dentro de tubos hormigonados.

Para la ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de los cables se facilita el documento ENDESA [CML003 - Realización de zanjas y tendidos en líneas subterráneas de BT](#), que describe la metodología a aplicar.

Para el vallado y señalización de obras en la vía pública se facilita el documento ENDESA [DMH002 - Realización de vallado y señalización de Obras en la Vía Pública](#) que

Directamente enterrados

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,60 m en acera, ni de 0,80 m en calzada.

Cuando, debido a algún impedimento, no se puedan conseguir las anteriores profundidades, éstas podrán reducirse disponiendo protecciones mecánicas suficientes tal como se describe en el apartado [2.6.3.2.3.- Canalizaciones y zanjas](#).

El objetivo en la instalación de un cable subterráneo es que, después de su manipulación, tendido y protección, el cable no haya recibido daño alguno y ofrezca seguridad frente a futuras excavaciones hechas por terceros. Para ello se seguirán las instrucciones siguientes:

- El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará exento de aristas vivas, cantos, piedras, restos de escombros, etc. En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, limpia, suelta y exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, que cubra la anchura total de la zanja con un espesor mínimo de 0,05 m.
- El cable se tenderá sobre esta capa de arena y se cubrirá con otra capa de arena de 0,15 m de espesor, o sea que la arena llegará hasta 0,20 m por encima del lecho de la zanja y cubrirá su anchura total. Esta disposición será suficiente para mantener una distancia de 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.
- Sobre la capa anterior se colocarán placas de polietileno (PE) como protección mecánica.
- A continuación, se extenderá otra capa de tierra de 0,20 m de espesor, exenta de piedras o cascotes, apisonada por medios manuales. A continuación se irá llenando la zanja por capas de 0,15 m, apisonada por medios mecánicos. Por encima de ellas se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de los cables eléctricos de BT. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m y a la parte superior del cable de 0,25 m.

En canalizaciones entubadas

Cuando concurra alguna de las circunstancias reglamentarias que impidan el tendido de cables directamente enterrado estos se instalarán en canalizaciones entubadas. Los tubos podrán estar enterrados en arena u hormigonados en todo su recorrido, con hormigón en masa de dosificación igual al HM-10.

Las líneas bajo tubo se enterrarán a una profundidad mínima de 60 cm, con una resistencia suficiente a las solicitudes a las que se han de someter durante su instalación; en lo posible, se evitará los cambios de dirección de los tubos.

Por cada tubo sólo discurrirá una línea BT, sin que pueda compartirse un mismo tubo con otras líneas, ya sean eléctricas, de telecomunicaciones, u otras.

En las canalizaciones entubadas los extremos de los tubos quedarán debidamente sellados para evitar la entrada de agua o roedores.

Las canalizaciones pueden ser:

- **Canalizaciones BT.**- Por el trazado solamente se instalan líneas de BT.
- **Canalizaciones mixtas MT/BT.**- Por el mismo trazado se instalan líneas de MT y BT.
- **Canalizaciones de Servicios Auxiliares.**- Cuando se prevea un servicio futuro con destino a telecomunicaciones o servicios generales de otra índole, por el mismo trazado, se colocarán tubos de reserva para estos servicios.

TUBOS

Los tubos tendrán un diámetro nominal de 160 o de 200 y cumplirán la Norma ENDESA CNL002, así como las Especificaciones Técnicas ENDESA Referencias 6700144 y 6700145. No se instalará más de un circuito por tubo. Se instalarán uno o más tubos de reserva.

CABLEDUCTOS CORRUGADOS DOBLE PARED SERIE FU			
Diámetros (mm)	Cableductos corrugados		Manguitos
	Ligero (Naranja)	Normal (Rojo)	
40	-	DX 35 000	DX 58 201
50	-	DX 35 001	DX 58 202
63	SP 35 002	DX 35 002	DX 58 203
75	SP 35 003	DX 35 003	DX 58 204
90	SP 35 004	DX 35 004	DX 58 205
110	SP 35 005	DX 35 005	DX 58 206
125	SP 35 006	DX 35 006	DX 58 207
140	SP 35 007	DX 35 007	DX 58 208
160	SP 35 008	DX 35 008	DX 58 209
200	SP 35 009	DX 35 009	DX 58 210

ARQUETAS

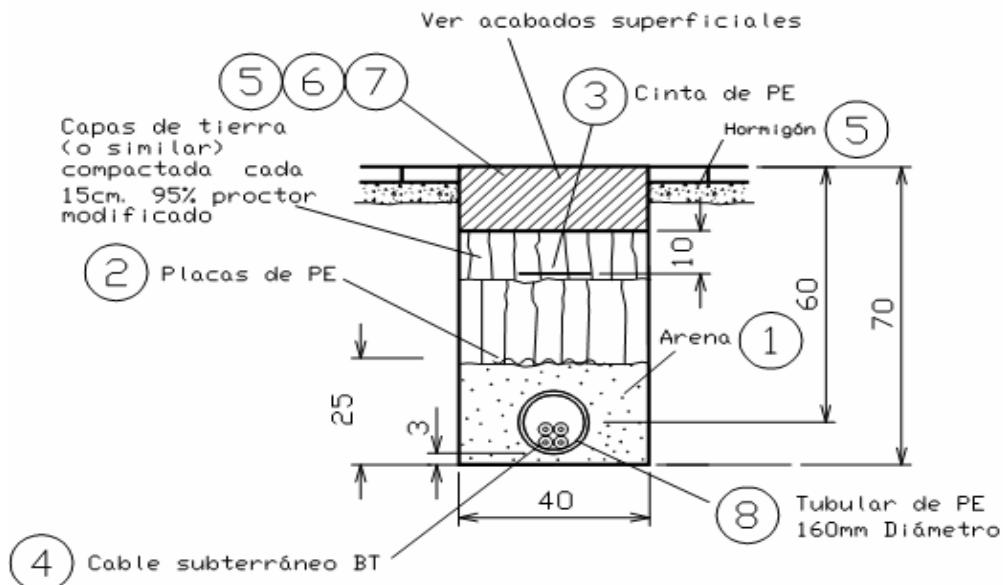
Cuando el tendido se efectúe bajo tubo, en los cambios de dirección, cada 50 m en los tendidos en línea recta o a la distancia que se considere conveniente en el proyecto, se colocarán arquetas de registro cuya función será la de facilitar los trabajos de tendido.

Las arquetas serán prefabricadas o de hormigón encofrado, sin fondo para favorecer la filtración de agua y con dimensiones aproximadas de 116 x 116 cm y una altura de 80 cm, y se situarán en el fondo de la excavación de la zanja. Una vez colocados los cables se llenará la arqueta con arena, sobre pasando la rasante de ésta en 10 cm con el fin de amortiguar las vibraciones que pudieran transmitirse desde la calzada. Por encima de la capa de arena se llenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda. En la arqueta, los tubos quedaran a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con yeso, mortero ignífugo o material expansible de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. En algunos casos las arquetas podrán ser practicables y por tanto cerrarse con la tapa normalizada en el Grupo Endesa para este fin.

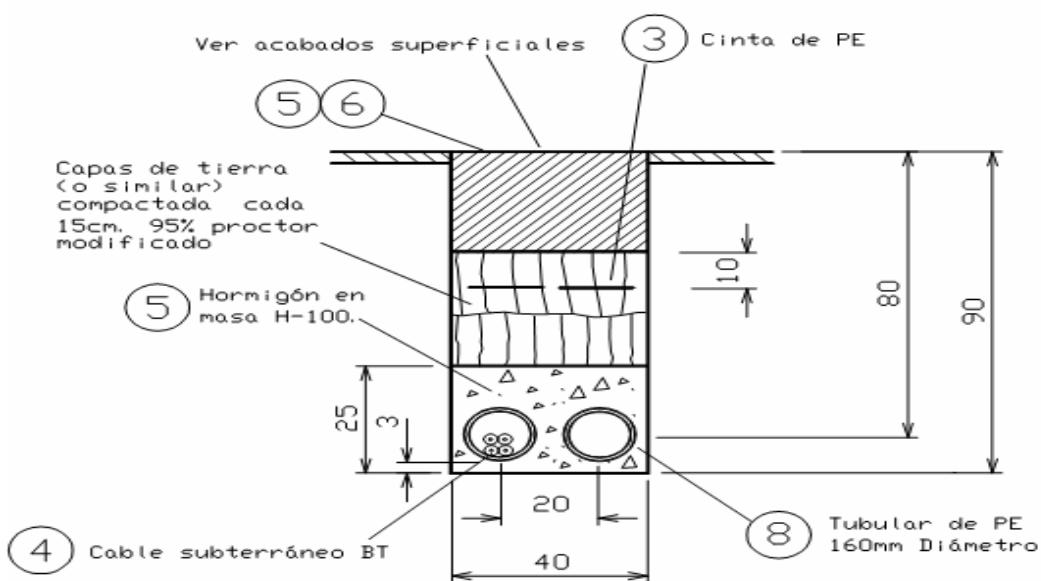


CANALIZACIONES Y ZANJAS Según normativa ERZ-ENDESA (ver planos CD).

1 CIRCUITO EN ACERA (TUBO SECO)



1 CIRCUITO EN CALZADA (2 TUBOS HORMIGONADOS)



TENDIDO DE CONDUCTORES

Este apartado incluye las operaciones necesarias para la instalación de los conductores, comprendiendo la preparación de las bobinas, desenrollado, tendido, protección mecánica y señalización.

Para ello se describen las operaciones siguientes:

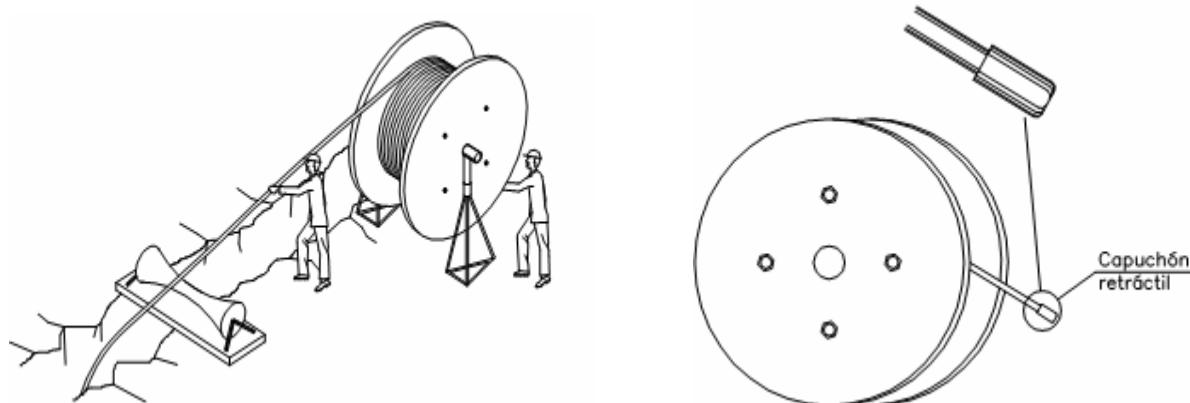
Preparación de las bobinas de cables.

El transporte, carga y descarga, de las bobinas se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central del carrete. Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado.

Las bobinas deben almacenarse al abrigo de la humedad, no deben descargarse ni depositarse en lugares donde el polvo (arena, cemento, carbón) o cualquier otro cuerpo extraño puedan deteriorar el aislamiento, debiéndose tapar las puntas de los cables con capuchones para evitar la penetración de humedad. Las bobinas no deben almacenarse sobre suelo blando.

El desplazamiento de la bobina por rodadura sobre el suelo se hará en el sentido indicado sobre el carrete con una flecha, esto evita que se afloje y deteriore el cable enrollado en la misma.

Con objeto de facilitar el tendido del conductor se estudiará el emplazamiento mas adecuado para colocar la bobina, en el caso de suelo en pendiente se colocará para que el desenrollado y tendido se realice en sentido descendente. La bobina se situará en posición elevada, sujetada con barra y gatos adecuados al peso de la misma y con dispositivos de frenado.



Tendido e instalación del conductor

El tendido e instalación del conductor se realizará por personal especializado.

Antes de proceder al tendido del cable se realizará una inspección visual de la zanja para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables y con una capa de arena fina en el fondo, de 5 cm de espesor mínimo, cubriendo la anchura total de la zanja.

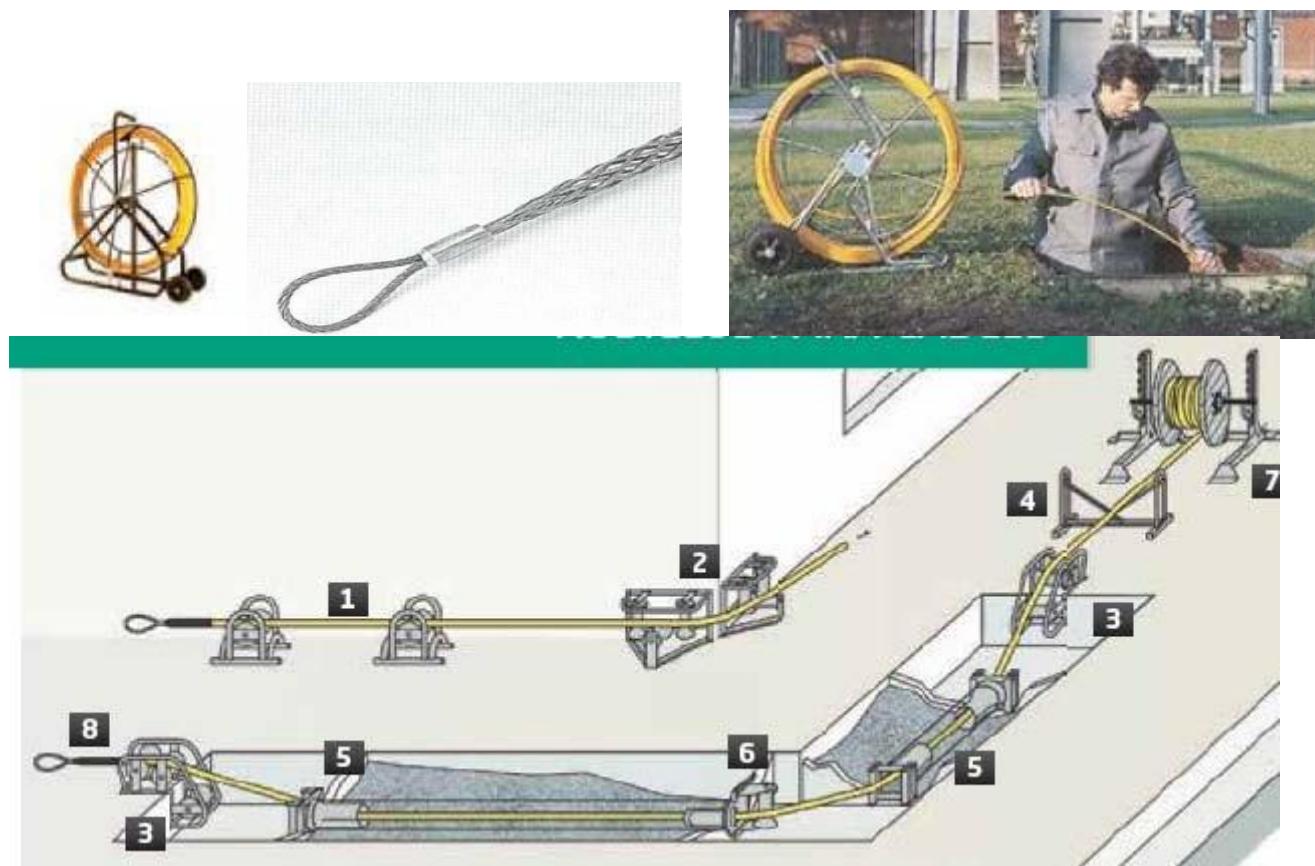
Los cables deben ser siempre desenrollados e instalados con el mayor cuidado, evitando cualquier desperfecto tal como torsión, formación de bucles, aplastamiento o rotura de los cables o de los alambres, rozadura de los cables contra el suelo o contra cualquier objeto abrasivo, desgarrón del aislamiento, etc, teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Se verificará en el curso de la operación de desenrollado que el cable está completamente intacto, eliminando cualquier parte que presente deterioro.

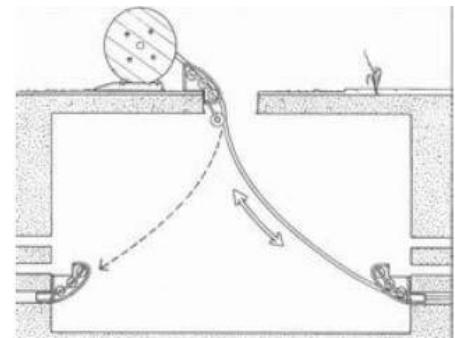
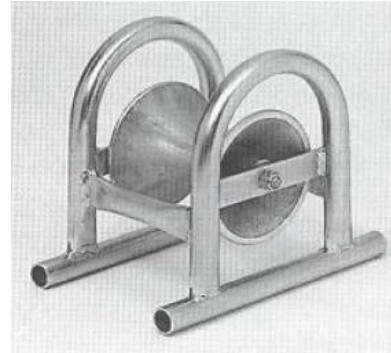
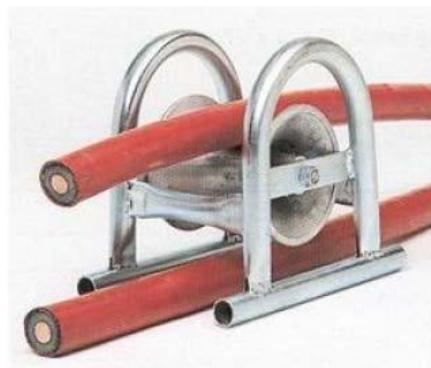
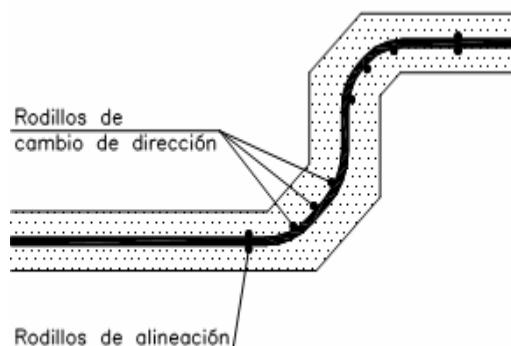
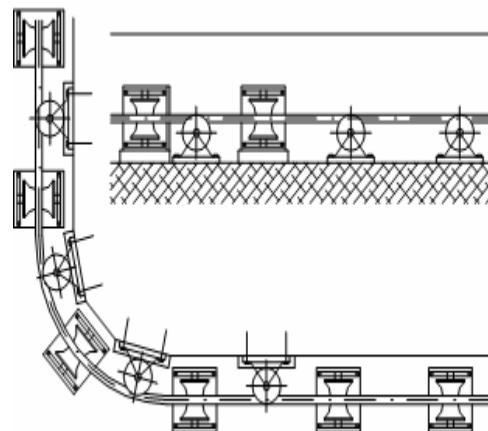
La operación de tendido puede ser realizada manualmente o mediante cabrestantes, en este segundo procedimiento se hará tirando del extremo del cable, al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada, con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe superar el indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción. En ningún caso el esfuerzo total en el cable debe sobrepasar:

2.500 daN en cables unipolares

3.000 daN en cables multipolares



UFO894 Y UF0895 REDES SUTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN



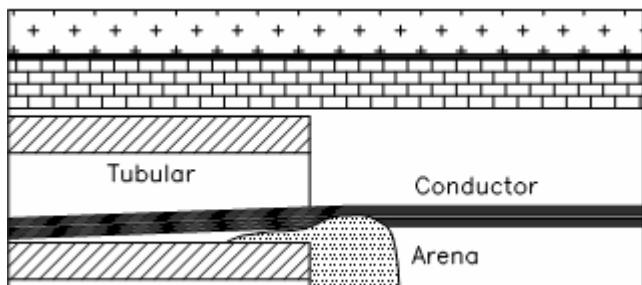
El tendido se hará desenrollando el cable obligatoriamente sobre rodillos situados en el interior de la zanja, que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen al cable. Solo de manera excepcional se autorizara desenrollar el cable fuera de la zanja.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

No se permitirá hacer el tendido del cable cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados, debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares se colocará una sujeción que agrupe las tres fases y el neutro y los mantenga unidos, como máximo, cada metro y medio.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.



Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje, originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables, en este caso el tramo afectado se deberá entubar y asegurar la canalización con hormigón.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y, si esto no fuera posible, se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto. Una vez tendido el cable, los tubos, incluidos los de reserva, se taponarán con obturadores adecuados o productos selladores no combustibles ni emisores de gases tóxicos.

Si con motivo de las obras de canalización aparecen instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban inicialmente.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 15 cm de arena fina. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Su ejecución se corresponde con la tipología de los [Planos Prototipo](#) definidos en el Apartado 2.6.2.-Tendido de conductores, del Anexo y los materiales aceptados para esta aplicación se corresponden con los definidos en el [apartado 2.1.- Conductores y accesorios](#), del Anexo.

CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Las líneas subterráneas de BT deberán cumplir los criterios establecidos en la ITC-BT-07, apartado Condiciones generales para cruzamiento, proximidades y paralelismo, del REBT, cuya casuística está desarrollada en los apartados 2.2.1 Cruzamientos, 2.2.2 Proximidades y paralelismos y 2.2.3 Acometidas (condiciones de servicio), del citado REBT.

Así mismo se deberán cumplir las disposiciones legales que pudieran emanar desde otros Organismos Competentes, cuando sus instalaciones puedan verse afectadas por tendidos de cables subterráneos de BT.

CONDUCTOR NEUTRO

Identificación del conductor neutro

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado.

Continuidad del conductor neutro

En las redes de distribución de BT debe quedar asegurada la continuidad del neutro en todo momento.

En la ITC-BT-07, apartado 2.3 se establece que el conductor neutro no podrá ser interrumpido, salvo que esta interrupción sea realizada con alguno de los dispositivos siguientes:

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

Puesta a tierra del neutro

El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución en BT se conectará a tierra en el centro de transformación o central generadora de alimentación. Además, el conductor neutro deberá estar puesto a tierra en otros puntos.

En el CT, que se diseñará con tierras separadas, la tierra del neutro de la red debe ser independiente y se situará el electrodo a la distancia resultante del cálculo específico, según se indica en Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría (UNESA). Se empleará cable aislado de cobre con sección de 50 mm² (RV 0,6/1 kV), entubado e independiente de la red, unido a la pletina del neutro del cuadro de baja tensión. Este conductor de neutro a tierra, se instalará a una profundidad mínima de 60 cm, pudiendo instalarse en una de las zanjas de cualquiera de las líneas subterráneas.

Por otra parte, el conductor neutro de cada línea se conectará a tierra a lo largo de la red por lo menos cada 200 m, en las cajas y armarios de distribución y en todos los finales, tanto de las redes principales como de sus derivaciones. La conexión a tierra de estos puntos de la red, atendiendo a los criterios expuestos anteriormente, se podrá realizar mediante piquetas de 2 m de acero - cobre, conectadas con cable de cobre desnudo de 50 mm² y terminal a la pletina del neutro. Las piquetas podrán colocarse hincadas en el interior de la zanja de los cables de BT. También podrán utilizarse electrodos formados por cable de cobre enterrado horizontalmente.

Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de puesta a tierra general de la red de BT deberá ser inferior a 37 Ω, de acuerdo con el citado Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de Tercera Categoría.

En caso de ampliar la red de BT con nuevas líneas, el conductor neutro de la nueva línea se deberá conectar en la forma indicada.

Cables y terminales

Los cables y terminales, aceptados por ERZ ENDESA, se corresponden con las Especificaciones Técnicas que figuran en el [apartado 2.4.1.- Cables y terminales](#), del Anexo.

Picas y accesorios

Las picas y sufridera, aceptadas por ERZ ENDESA, cumplen lo establecido en la [Norma ENDESA NNZ035 – Picas cilíndricas para puesta a tierra](#) y se corresponden con las Especificaciones Técnicas que figuran en el [apartado 2.4.2. – Picas y accesorios](#), del Anexo.

Planos de situación de los cables

La empresa Distribuidora, propietaria de las instalaciones de la red subterránea BT, dispondrá de los planos de situación de los cables tendidos, antes de proceder a su energización, (puesta en servicio).

Todos los planos estarán georreferenciados con coordenadas UTM, referenciadas al DATUM EUROPEO de 1950, HUSO 30. Los planos as built se entregarán en formato papel y también una copia en archivo .dwg, (autocad), correspondiendo cada disco o CD a un solo plano con objeto de controlar su transferencia a la base de datos de planos digitalizados.

Se indicarán, claramente acotados, los puntos donde se hayan realizado empalmes, derivaciones y conexiones, con el detalle necesario en caso de haberse realizado varios agrupados e indicando la fecha de ejecución y el nombre y empresa del especialista homologado que lo ha realizado.

Estos planos servirán para la explotación de la red; identificación de posibles averías en los cables, señalización frente a obras de terceros, atender nuevos suministros, etc.

Para la ejecución del croquis se dibujará la línea de fachadas y aceras, así como los medianiles de fincas y números de portal, nombre singular del inmueble si lo hubiera; plano de la calle a escala 1:250 o 1:500, acotándose sobre dicho plano.

Todas las medidas se acotarán a eje de zanja y a dos medianiles, quedando triangulada la cota, marcándose los cambios de dirección que haga la misma respecto a medianiles o distancia de fachadas.

Todos los puntos de giro de la zanja tendrán como mínimo dos medidas para su localización. Además se dibujarán secciones tipo de la zanja realizada, indicando profundidad y anchura.

En los tramos entubados se acotarán como mínimo los dos extremos del tubo, indicando además el número de tubos, así como su longitud y diámetro.

En los cruces con otros servicios se indicará distancia a medianil, naturaleza del servicio que se cruza y si el servicio en cuestión está encima o debajo de la posición de los cables eléctricos.

Aunque estas mediadas se refieren a zanja, en el mismo croquis se acotará el lugar donde se sitúe el empalme, feeder, punta muerta o acometidas.

Todas las medidas se indicarán en metros y se redondearán a un decimal, (por ejemplo 10,62 y 11,79 se redondearían a 10,6 y 11,8 respectivamente).

A parte se realizará un esquema de red, de manera que quede reflejado el número de cables que transcurre por la zanja, indicando origen y destino de cada uno de estos cables, además de las características: tensión, tipo y longitud aproximada de tendido.

Protección mecánica y señalización

Las líneas eléctricas subterráneas deberán estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación.

Para señalizar la existencia de las mismas y protegerlas se colocará, encima de la capa de arena, una placa de protección. La anchura de la placa se dimensionará para conseguir la protección de todas las cuaternas de conductores instalados.

Las placas de protección aceptadas por ERZ ENDESA cumplen lo establecido en la [Norma ENDESA NNZ039 – Placas para señalización de cables subterráneos](#).

Cada conjunto de conductores deberá estar señalizado por una cinta de atención, de acuerdo con la recomendación UNESA RU 0205, situada aproximadamente 20 cm por encima de la placa de protección.

Cuando en una misma zanja existan líneas de diferente nivel de tensión, zanjas mixtas MT/BT, la cinta deberá de colocarse encima de cada conducción.

Para facilitar los trabajos de explotación, (localización de averías, ampliación de tendidos, otros servicios, etc.), además de los planos de situación de las canalizaciones, se dispondrá de señalización sobre el terreno. Un modo de señalización se corresponde con la siguiente tipología:

Cálculo de la sección de una línea

Para el cálculo se pueden utilizar dos criterios, uno en función de la intensidad admisible y otro en función de la potencia a suministrar. El primero de los criterios se utilizará cuando se trate de cargas eléctricas elevadas situadas en puntos cercanos al centro de transformación y el segundo para suministros de pequeñas potencias y diseminadas.

En ambos criterios se partirá de la base de no sobrepasar la caída de tensión máxima permitida desde el punto de origen de la línea - salida del CT - a cualquier punto de utilización. Estos valores han sido definidos en el [apartado 2.6.1.2.- Criterios de diseño de las redes subterráneas de BT](#), de la presente NTP, que a efectos de cálculo define un valor del 5% como caída de tensión máxima para la red BT.