



INDICE

1	MANIPULACION DE BOBINAS DE CABLE	2
1.1	Izado de bobinas mediante grúa	2
1.2	Izado y transporte mediante carretilla elevadora.....	2
1.3	Carga y descarga del camión o plataforma de transporte	3
1.4	Transporte mediante camión o plataforma de transporte.....	3
1.5	Rodadura sobre el suelo.....	4
1.6	Apilamiento de bobinas	5
1.7	Almacenamiento a la intemperie	5
2	TENDIDO DE CABLES.....	6
2.1	Ubicación de la bobina	6
2.2	Extracción del cable.....	7
2.3	Manipulación del cable	8
2.3.1	<i>Radios de curvatura.....</i>	<i>8</i>
2.3.2	<i>Esfuerzos de tiro durante el tendido.....</i>	<i>9</i>
2.3.3	<i>Coeficiente de fricción en el tendido de tubos.....</i>	<i>11</i>
2.3.4	<i>Temperaturas bajas</i>	<i>12</i>
2.3.5	<i>Estanqueidad de los extremos del cable.....</i>	<i>12</i>
2.3.6	<i>Solape entre cables para confeccionar los empalmes.....</i>	<i>12</i>
2.4	Tendido en zanja	13
2.4.1	<i>A mano</i>	<i>14</i>
2.4.2	<i>Con medios mecánicos</i>	<i>14</i>
2.5	Tendido en tubo	15
2.6	Tendido en galería.....	16
3	DISPOSICION DE LOS CABLES	17
3.1	Zanjas con cables de distintas tensiones	17
3.2	Circuitos de una sola línea con cables unipolares	17
3.3	Conexión en paralelo de cables	17
3.4	Circuitos próximos con cables unipolares.....	17



1 MANIPULACION DE BOBINAS DE CABLE

1.1 Izado de bobinas mediante grúa

Hay que suspender la bobina mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos Fig. 1.

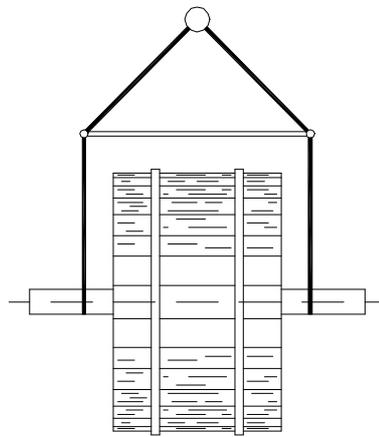


Fig. 1

1.2 Izado y transporte mediante carretilla elevadora

La bobina ha de quedar soportada por la parte inferior de los platos, de forma que la horquilla se apoye en los dos platos a la vez. El traslado de la carretilla será paralelo al eje de la bobina Fig. 2.



Fig. 2

1.3 Carga y descarga del camión o plataforma de transporte

La carga y descarga de la bobina debe hacerse mediante grúa o carretilla elevadora. Bajo ningún concepto, se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina ya que podrían romper las duelas y apoyarse sobre la capa exterior del cable enrollado.

También es totalmente inadmisibles dejar caer la bobina al suelo desde el camión o plataforma de transporte, incluso aunque la bobina sea pequeña y se utilice un amortiguador como arena Fig. 3.

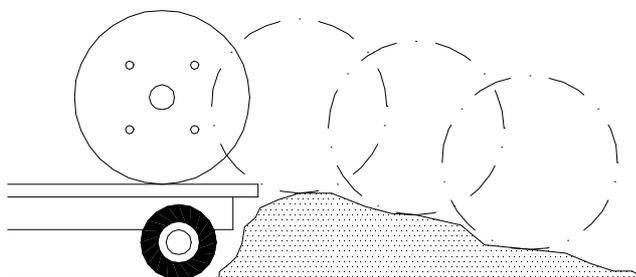


Fig. 3

La descarga de la bobina sobre el terreno para el tendido del cable debe hacerse sobre suelo liso y de forma que la distancia a recorrer hasta la ubicación definitiva de la bobina para el tendido sea lo más corta posible.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

1.4 Transporte mediante camión o plataforma de transporte

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales.

Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento por rodadura, y trabas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha Fig. 4.

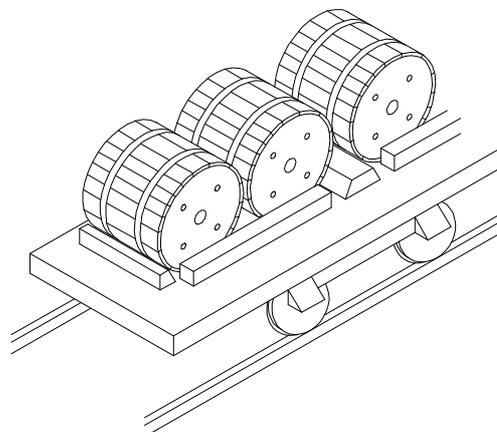


Fig. 4

1.5 Rodadura sobre el suelo

Hay que evitarla en lo posible y sólo es aceptable para recorridos cortos. Para desplazar la bobina por el suelo haciéndola rodar, los suelos deben ser lisos y el sentido de rotación debe ser el mismo en que se enrolló el cable en la bobina al fabricarse. Normalmente en los platos de la bobina se señala con una flecha el sentido en que debe desenrollarse el cable; sentido contrario al de rodadura de la bobina por el suelo.

De no haber indicación hay que hacerla rodar en sentido contrario al que sigue el cable para desenrollarse; de esta forma se evita que el cable se afloje.

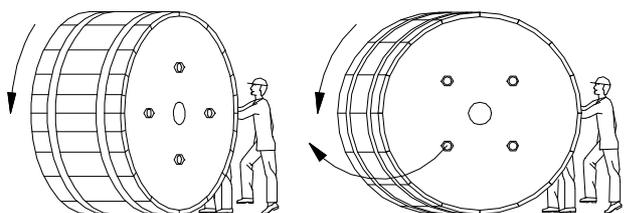


Fig. 5

Si es necesario revirar la bobina en algún momento, se empleará un borneador que, apoyado en uno de los tornillos de fijación de los platos laterales, al tropezar con el suelo cuando gira la bobina la impulsa hacia el lado contrario Fig. 5.

1.6 Apilamiento de bobinas

Hay que evitarlo en lo posible, especialmente sobre suelo blando. Las bobinas con cable, de poco peso y de las mismas dimensiones pueden almacenarse en línea con la parte convexa de los platos en contacto y con una segunda línea sobre la primera. En este caso los platos de las bobinas de la fila superior deben descansar justamente sobre los platos de las bobinas de la fila inferior, pues de lo contrario podrían romperse las duelas hiriendo la capa exterior del cable.

Asimismo, deben calzarse adecuadamente las bobinas extremas de la fila inferior para que no se separen, debido al peso de las bobinas de la fila superior Fig.6.

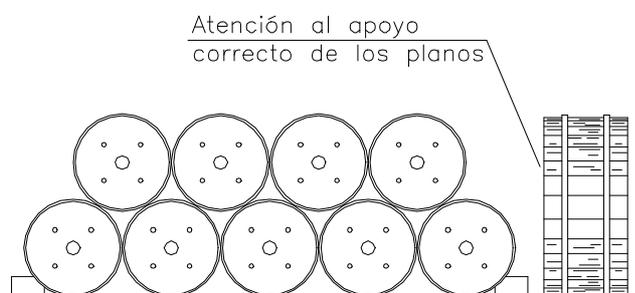


Fig. 6

1.7 Almacenamiento a la intemperie

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues la madera puede deteriorarse considerablemente (especialmente los platos), lo que podría causar importantes problemas durante el transporte, elevación y giro de la bobina durante el tendido.

El almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando las bobinas entre sí.

Si las bobinas han de estar almacenadas durante un período largo es aconsejable cubrir las para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Los extremos de los cables han de estar protegidos para evitar la penetración de humedad. Es importante cuidar esa protección ya que la penetración de agua de lluvia puede provocar lesiones latentes en los aislamientos.

Las protecciones originales de los cables pueden perderse en manipulaciones durante el almacenamiento; en este caso deben reponerse lo antes posible, utilizando soldadura si existen tubos de plomo o encintado en los demás casos; en ambos casos pueden emplearse capuchones de goma fabricados al efecto Fig. 7.

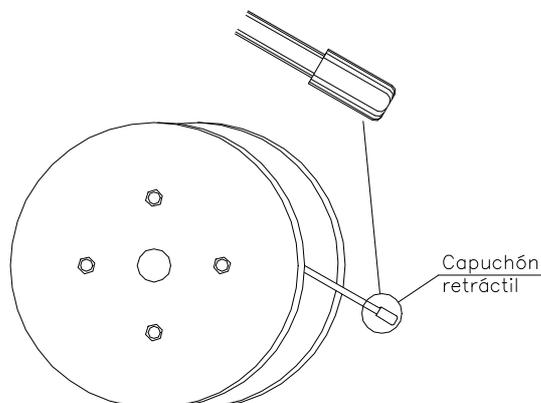


Fig. 7

2 TENDIDO DE CABLES

El tendido del cable es la operación más crítica al instalar una línea subterránea de M.T. Un tendido incorrecto puede hacer aparecer una avería inmediata en el cable (cubierta herida, punzonada o golpeada) o una avería latente que puede tardar semanas e incluso años en convertirse en avería franca (penetración de humedad en el aislamiento bajo la cubierta, dobladura excesiva del cable creando oquedades en el aislamiento o estrangulando la sección de los hilos de la pantalla, etc.).

El tendido y la protección del cable deberán efectuarse siempre en presencia del director de obra o persona por él delegada, programando dicha operación con la suficiente antelación.

A continuación se tratan las distintas fases del tendido.

2.1 Ubicación de la bobina

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Si existen canalizaciones, curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud del cable.

2.2 Extracción del cable

La bobina se suspende por medio de una barra o eje adecuado que pasa por el agujero central. El eje se soporta mediante gatos mecánicos u otros elementos de elevación adecuados al peso y dimensiones de la bobina.

Los pies de soporte del eje, deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar (es suficiente una elevación de 0,10 a 0,15 m respecto al suelo) se quitarán las duelas de protección de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.).

La extracción se hará por rotación de la bobina alrededor del eje y extracción del cable por la parte superior Fig. 8.

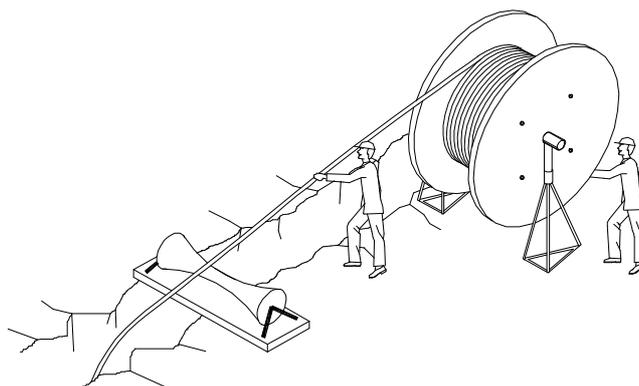


Fig. 8

Como alternativa, la bobina puede estar montada sobre un vehículo y soportada por el eje, efectuándose entonces la extracción por desplazamiento del vehículo.

Se dispondrá algún dispositivo de frenado; normalmente, es suficiente disponer un tablón en el suelo por un extremo, con el que se hace presión contra la superficie convexa inferior del plato. El tablón debe disponerse en la parte de la bobina por donde sale el cable durante el tendido Fig. 9.

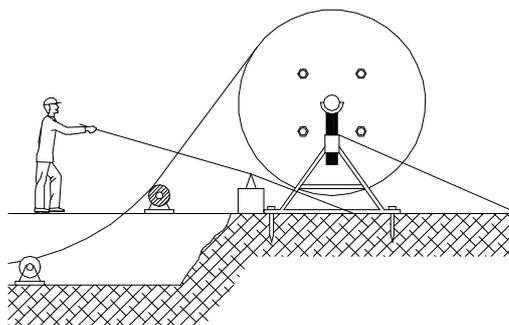


Fig. 9

El desenrollado ha de ser lento para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión, con el consiguiente trabado del cable.

La extracción del cable, tirando del mismo, debe estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable hay que frenar inmediatamente la bobina, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hace que ésta siga desenrollando cable, lo que lleva a la formación de un bucle Fig. 10.

Debe vigilarse el extremo interior del cable, ya que al desenrollarlo puede llegar a salir de su alojamiento. Si esto se produce hay que dejar libre el extremo interior y recoger el cable sobrante sujetándolo a la bobina. Si se intenta impedir el movimiento del extremo interior del cable se podrían crear deformaciones en las capas interiores del cable.

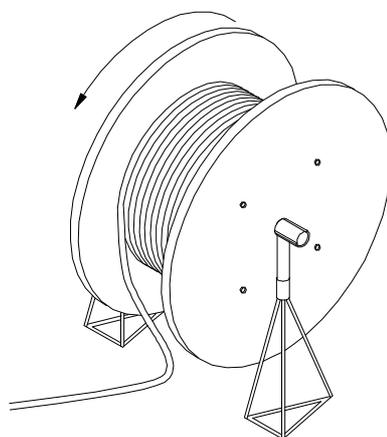


Fig. 10

2.3 Manipulación del cable

Se tomarán las precauciones necesarias para procurar que el cable no sufra golpes, rozaduras, pinchazos, ni tampoco esfuerzos importantes, ni de tensión, ni de flexión ni de tracción.

2.3.1 Radios de curvatura

Durante el tendido hay que evitar las dobladuras del cable debidas a la formación de bucles, a curvas demasiado fuertes en el trazado, a rodillos mal colocados en las curvas, a irregularidades de tiro y frenado, etc. Fig. 10. El doblez excesivo, somete el cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar la deformación permanente del cable con formación de oquedades en los dieléctricos, tanto en cables secos como en cables de papel, y la rotura o pérdida de sección en las pantallas de cobre.

Resulta muy importante definir los radios de curvatura mínimos a que puede someterse el cable sin que aparezcan los esfuerzos y efectos descritos. Estos radios de curvatura se definen en número de veces el diámetro exterior del cable "D".

Los radios de curvatura mínimos, finales, una vez los cables en su posición definitiva, están indicados en las normas de cables o en las recomendaciones de los fabricantes del cable. Para los de MT, $R > 15 D$.

Durante el tendido, el cable puede quedar sometido a doblados y enderezados posteriores, más peligrosos que un doblado final.

Así pues durante el tendido, el radio de curvatura no debe ser inferior a 20 D.

Para cables hasta 26/45 kV, sin armaduras metálicas y sin pantallas electrostáticas conjuntas, se puede llegar hasta $R = 10 D$.

En el caso en que la composición del cable obligue a curvas cuyo radio esté comprendido entre 15 y 20 veces su diámetro, durante el tendido se suavizará la curva de forma que el cable no quede sometido a radios de valor inferior a 20 veces su diámetro, a excepción del tramo indispensable que quedará ubicado definitivamente en la curva.

2.3.2 Esfuerzos de tiro durante el tendido

Tiro Manual:

Tradicionalmente el tiro se efectúa con la colaboración de peonaje distribuido a lo largo de la zanja, que aplica su esfuerzo sobre el propio cable.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentran (cruces de alcantarillado, conducciones de agua, gas, electricidad, etc.) y para el enhebrado de las canalizaciones, se suele colocar en esa extremidad una manga tira cables (trenza de amarre) que sujeta al cable por el exterior y a la que se une una cuerda Fig. 11.



Fig. 11

Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un esfuerzo excesivo ejercido sobre los elementos externos del cable producen en él deslizamiento de la cubierta respecto de la cuerda, con las consiguientes deformaciones.

Tiro mecánico con cabrestante:

Actualmente se usa cada vez más el tiro mecánico mediante cabrestante. En cuanto a su seguridad puede decirse que es absoluta si previamente se han preparado los útiles adecuados y se adoptan las precauciones oportunas, especialmente en trazados sinuosos donde las curvas podrían ser un obstáculo.

Normalmente el esfuerzo se aplica a la punta del cable. Se emplean unas mordazas de amarre al cable que consisten en un disco taladrado por donde pasan los conductores sujetándolos con manguitos mediante tornillos.

El conjunto queda protegido por una envolvente (el disco antes citado va roscado interiormente a ésta) que es donde se sujeta el fiador para el tiro Fig. 12.

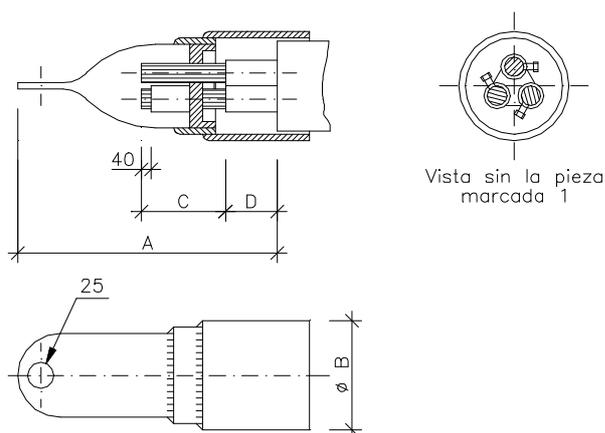


Fig. 12

Para los cables tripolares los esfuerzos de tracción no deben sobrepasar 4 daN/mm² de sección del conductor, si es de cobre ó 2,4 daN/mm² de sección del conductor si es aluminio, considerando la sección del conductor que soporta efectivamente el esfuerzo de tracción. Para cables unipolares estos valores pueden aumentarse en un 25% (valor x 1,25).

Por otro lado, en ningún caso el esfuerzo total en el cable debe sobrepasar:

2.500 daN en cables unipolares

3.000 daN en cables multipolares

Cuando el cable se tira en tramos con curvas, hay que tener presente que el esfuerzo de tracción genera una presión lateral en la curva que impone un límite máximo a la tracción de tendido, en función del radio de curvatura "R" expresado en metros. Así pues la máxima tracción admisible en tramos con curvas es:

450 x R daN

Así mismo, debe vigilarse con sumo cuidado el paso del cable en las curvas (donde deben colocarse varios rodillos) para que el movimiento del mismo se efectúe suavemente Fig. 13 e igualmente debe vigilarse en las embocaduras de las canalizaciones en donde deben colocarse protecciones adecuadas.

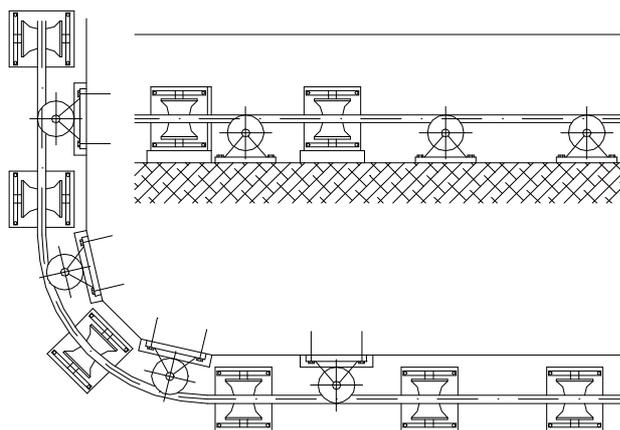


Fig. 13

2.3.3 Coeficiente de fricción en el tendido de tubos

Para calcular el esfuerzo de tracción necesario para la instalación de cable por tubo se recomienda usar un coeficiente de fricción de 0,5 como primera aproximación. Según sea el tipo del material del tubo o soporte, la cobertura del cable, etc. se pueden hallar valores distintos e incluso superiores.

Partiendo de este valor y del esfuerzo máximo (ver 2.3.2) se puede hallar la longitud máxima que se puede instalar sin sobrepasar los esfuerzos admitidos, sea por limitación de la sección de los conductores o por los esfuerzos laterales en las curvas.

Puede disminuirse el rozamiento y por tanto el esfuerzo de tiro poniendo grasa neutra en la cubierta exterior del cable antes de introducirlo en la canalización.

En caso necesario pueden usarse arquetas intermedias para reducir el esfuerzo de tiro utilizando rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo para evitar el rozamiento entre cable y tubo Fig. 14. Si las arquetas se consideran provisionales, se les dará continuidad, a cable tendido, mediante tubos cortados o medias cañas, que, a su vez se hormigonarán.

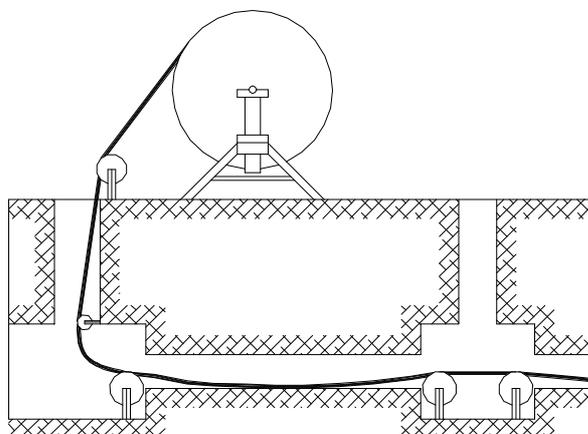


Fig. 14

2.3.4 Temperaturas bajas

En el caso de temperaturas inferiores a 0°C el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación.

Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no se permitirá hacer el tendido del cable.

Hay que tener en cuenta, también, que una bobina almacenada a la intemperie durante la noche puede mantener una temperatura baja, inferior a la temperatura ambiente, durante muchas horas de la siguiente mañana y este efecto es más acusado y menos visible en el interior de la bobina.

2.3.5 Estanqueidad de los extremos del cable

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina (ver 1.7).

2.3.6 Solape entre cables para confeccionar los empalmes

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Cuando el tendido se haya efectuado por medios mecánicos se cortará 1 m del extremo del cable, ya que al haber sido sometido a mayor esfuerzo, puede presentar desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

2.4 Tendido en zanja

Antes de proceder al tendido del cable se recorrerán detenidamente las zanjas y se comprobarán los siguientes puntos:

- a) La entrada del cable a la zanja debe hacerse con una pendiente suave.
- b) El suelo de la zanja que va a recibir el cable debe:
 - Ser liso.
 - Estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.
 - Disponer de un lecho de mínimo 6 cm de arena.

c) A lo largo de la zanja debe haber rodillos dispuestos cada 3 a 6 m (según el peso del cable), contruidos de forma que puedan girar libremente, tengan una base suficiente para no volcar y no puedan dañar al cable.

De esta forma los esfuerzos de arrastre son del orden del 15% del peso del cable.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura (fig.8) para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. Deberá tenerse especial cuidado en la posición de los rodillos en todas las curvas en las que se dispondrán algunos rodillos verticalmente para evitar que el cable se ciña al borde de la zanja (fig. 13 y 15).

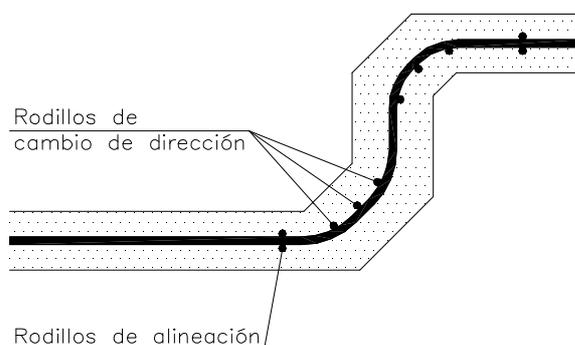


Fig. 15

d) Los bordes de la zanja, así como los montones de tierra cercanos a los mismos, deberán estar libres de piedras, cantos u objetos que puedan caer al fondo de la zanja.

Durante el tendido del cable, sólo de manera excepcional y siempre bajo vigilancia del director de obra o persona por él delegada, se autorizará a desenrollar el cable fuera de la zanja.

Una vez tendido el cable, no se permitirá desplazarlo lateralmente por medio de palancas u otros útiles. Esta operación deberá realizarse siempre a mano.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- a) Se colocará una sujeción tipo abrazadera cada 1 m, envolviendo las tres fases de M.T. de forma que queden agrupadas y las mantenga unidas.
- b) Aunque no es práctica general, algunas empresas colocan cada 1 m unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta hasta el día siguiente sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo por lo menos con una capa de 0,08 m de arena fina y con la protección de placas de PE.

2.4.1 A mano

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de manera uniforme a lo largo de la zanja. Habrá operarios en la entrada del cable a la zanja, en las curvas y en las entradas y salidas de canalizaciones. En la bobina habrá un operario que se ocupará exclusivamente del frenado de la misma cuando tome demasiada velocidad y uno o dos más se cuidarán de que todas las precauciones se realicen correctamente. Otro operario irá siguiendo el extremo del cable por si aparece alguna dificultad.

La parada intempestiva del cable se anunciará mediante silbatos, timbres u otro medio de comunicación eficiente.

2.4.2 Con medios mecánicos

Cuando los cables se tiendan mediante abrazaderas, tirando del extremo del cable al que se le haya adaptado una manga de arrastre o cabeza apropiada, el esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado del conductor, no debe sobrepasar el indicado por el fabricante del mismo (ver 2.3.2).

Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción Fig. 16. En el tendido mecánico deberán utilizarse sistemas de vigilancia y aviso, de forma que el operador del cabrestante pueda responder inmediatamente a la necesidad de cualquier parada intempestiva. Debe existir también un sistema de comunicaciones eficiente entre el director de obra, sus ayudantes y el personal que controla el frenado de la bobina.



Fig. 16

2.5 Tendido en tubo

Los diámetros interiores de los tubos serán función de "D", diámetro exterior del cable y sus valores serán del orden de:

2 D para cables unipolares o tripolares.

4 D para ternas de cables unipolares.

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el tubo asegurándose de que no hay cantos vivos ni aristas, de que los distintos tubos están adecuadamente alineados y de que no existen taponamientos.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se coloca un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, y se coloca un montoncito de arena a la salida del tubo de forma que se obligue el cable a salir por la parte media de la boca sin apoyarse sobre el borde inferior de la misma Fig. 17.

Una vez instalado el cable deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores. Previamente, se protegerá la parte correspondiente de la cubierta del cable con yute, arpillera alquitranada, trapos, etc., y se taparán las bocas con mortero pobre, lechada espumas etc., que sea fácil de eliminar y no esté en contacto con la cubierta del cable.

En ocasiones los tubos se rellenan con mezclas de tipo cemento débil, bentonita, etc., con ello se mejora la disipación de calor y se mantiene el cable inamovible respecto a las dilataciones debidas a ciclos de carga. Otras veces se prefiere dejar el tubo libre para su fácil acceso posterior.

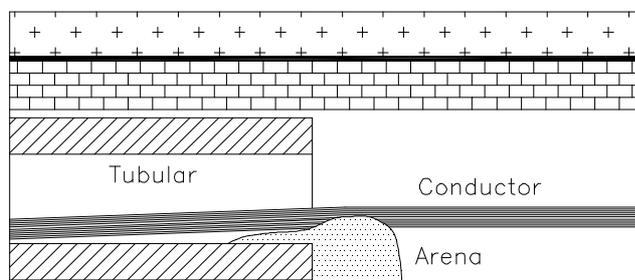


Fig. 17

2.6 Tendido en galería

En galerías, los cables se pueden instalar:

- Sobre bandejas.
- Sobre soportes transversales que deben estar lo suficientemente próximos entre sí para evitar que los cables cuelguen excesivamente.
- En canales que se rellenan de arena, sobre el fondo.

El cable se dispone paralelo a la zona de instalación y se traslada luego lateralmente a su posición definitiva.

La distancia vertical entre bandejas o soportes no será inferior a 0,30 m para permitir la manipulación del cable.

Una vez instalado el cable, debe evitarse su desplazamiento, sea lateral o axial, y para ello, cuando sea necesario, se fijará el cable a su soporte por medio de piezas de sujeción adecuadas.

3 DISPOSICION DE LOS CABLES

3.1 Zanjas con cables de distintas tensiones

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en capas horizontales a distinto nivel de forma que en cada capa se agrupen cables de igual tensión.

La profundidad de las respectivas capas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

3.2 Circuitos de una sola línea con cables unipolares

La disposición más adecuada en caso de cables unipolares es colocar los 3 conductores en triángulo.

3.3 Conexión en paralelo de cables

Cuando la potencia a transportar es importante, se puede recurrir a conectar en paralelo varios cables unipolares manteniendo las siguientes precauciones:

- Para conseguir una distribución de corriente equilibrada, los cables conectados han de tener la misma longitud, la misma sección y la misma inductancia (es decir la misma disposición relativa de los conductores de fase). No es fácil cumplir estas condiciones, en particular en trayectos cortos donde suele ser difícil alterar la posición relativa de los distintos conductores.
- A igualdad de sección y longitud de cables, la distribución de la corriente entre ellos depende de la inducción de los cables paralelos de una misma fase. Si se consigue una inducción igual para las tres fases, la distribución será uniforme.

3.4 Circuitos próximos con cables unipolares

En el caso de varios circuitos próximos de cables unipolares en capa, la separación entre dos sistemas de cables debe ser aproximadamente dos veces mayor que la distancia entre ejes de los cables unipolares del mismo sistema. El orden de fases dentro de un sistema es igualmente de suma importancia. La disposición más adecuada es la siguiente:

RST, TSR, RST, TSR...

Con esta disposición, los coeficientes de inducción de los cables paralelos en una fase son prácticamente iguales, mientras que los de las fases R, S y T difieren entre sí, pero esto es menos perjudicial que la diferencia de inducción en los cables paralelos de la misma fase. La disposición RST, RST, RST, etc. es desfavorable, pues en este caso



difieren no solamente los coeficientes de inducción de las fases RST, sino también los de los cables paralelos de una fase.

Si los cables han de tenderse sobre bandejas, los cables pertenecientes a una misma fase no deben instalarse juntos, sino en diferentes planos. Si el espacio es suficiente pueden instalarse en una misma bandeja dos sistemas con sucesión de fases permutadas. La disposición sería pues:

RST, TSR

RST, TSR

RST, TSR

con separación vertical entre bandejas de 0,30 m. El coeficiente de inducción de los cables conectados en paralelo es prácticamente uniforme si se adopta esta disposición. Los coeficientes de inducción de las distintas fases son diferentes, aunque esto suele no resultar importante ya que en la mayoría de casos estas uniones son de poca longitud. Si sólo se tiende un sistema, con la disposición en triángulo, se obtienen coeficientes de inducción iguales en las tres fases. Si se trata de varios sistemas en triángulo, es aconsejable colocar los cables de la siguiente forma:

T T T T
R S R S R S R S

La disposición en triángulo de varios sistemas superpuestos no es recomendable, pues los coeficientes de inducción de los cables en paralelo difieren considerablemente.