La fuerza que transforma

Anexo

ANEXO C2: PLIEGO DE CONDICIONES. TÉCNICAS DE MONTAJE

Proyecto Tipo: Líneas Eléctricas Subterráneas

Código: **DE.MA.025-AX15**

Edición: **01**

Fecha de aprobación: 26/01/2022

Elaborador:	Véase aprobación documento: DE.MA.025
Revisor:	Véase aprobación documento: DE.MA.025
Aprobador:	Véase aprobación documento: DE.MA.025

Tabla de contenido

Página

1. OBJETO 4
2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 4
   2.1. TRAZADO 4
   2.2. EXCAVACIONES DE ZANJAS 4
   2.3. CANALIZACIONES 6
      2.3.1. Sub base granular SBG-400 6
      2.3.2. Base granular BG-2 6
      2.3.3. Base granular BG-600 7
      2.3.4. Concretos 7
      2.3.5. Reposición de pavimento 15
   2.4. CONDUCTORES AL AIRE, ALOJADOS EN GALERIAS 15
   2.5. CINTAS DE SEÑALIZACIÓN 15
   2.6. CAJAS Y CAMARAS 16
   2.7. TENDIDO DE CONDUCTORES 17
3. TRANSICIÓN AEREO – SUBTERRÁNEA 17
4. CONDUCTORES 17
   4.1. CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN 17
   4.2. CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN 17
5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 17
6. MARCACIÓN DE CIRCUITOS 18
7. RECEPCIÓN DE LA OBRA 18
   7.1. PRUEBA DE CONDUCTOR VLF (Very Low Frecuency) O DE MUY BAJA FRECUENCIA 18
   7.2. ENSAYOS DE RECEPCIÓN 19
   7.3. MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA 19

ANEXO: TÉCNICAS DE MONTAJE 20

1. ANEXO 1: CANALIZACIONES 21
   1.1. DESCARGUE DE LA TUBERÍA 21
   1.2. MANIPULACIÓN DE LA TUBERÍA 22
   1.3. ALMACENAMIENTO 22
   1.4. INSTALACIÓN DE DUCTOS 23

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

2. ANEXO 2: RELLENO Y COMPACTACIÓN 25

3. ANEXO 3: TRANSPORTE DE CONDUCTORES 27

4. ANEXO 4: TENDIDO DE CONDUCTORES 30

4.1. INSTALACIÓN DE DUCTOS 31

4.2. CONDUCTORES EN DUCTO DENTRO DE ZANJAS 32

4.3. CONDUCTORES AL AIRE, ALOJADOS EN GALERÍAS 34

5. ANEXO 5: TERMINALES DE MEDIA TENSIÓN 35

6. ANEXO 6: EMPALMES DE MEDIA TENSIÓN 38

7. ANEXO 7: BARRAJES DE MEDIA TENSIÓN 40

8. ANEXO 8: CONECTORES TIPO CODO 41

9. ANEXO 9: INDICADOR DE PASO DE FALTA 42

10. ANEXO 10: BARRAJES DE BAJA TENSIÓN 43

11. ANEXO 11: TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL 44

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

1. OBJETO

Este pliego de condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de líneas eléctricas subterráneas en Media y Baja Tensión. Dichas obras contemplan el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de dichas líneas, así como la puesta en servicio de las mismas.

2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deben realizarse conforme a la normativa y especificaciones vigentes.

2.1. TRAZADO

La trayectoria de la canalización debe ser lo más recta posible, para que la cantidad de conductor utilizado sea mínima, pero tomando en cuenta la disposición de otras construcciones como gaseoductos, conductos de agua, alcantarillados, redes eléctricas, y redes de telecomunicación, así como los radios mínimos de curvatura del conductor.

Antes de comenzar los trabajos, se deben marcar en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su ancho como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios existentes, se deben indicar sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Del mismo modo antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se debe realizar la señalización de acuerdo con la normatividad técnica vigente y las normas municipales, se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos (si es necesario).

La canalización no debe tener trayectoria curva, en caso de necesitar giro éste debe hacerse por medio de una caja de giro. Se debe evitar en lo posible que la trayectoria atraviese terrenos inestables como pantanos y lodos o altamente corrosivos. Si es necesario instalar los ductos a través de estos terrenos, se debe realizar de tal forma que queden adecuadamente protegidos contra cualquier daño.

2.2. EXCAVACIONES DE ZANJAS

Las zanjas se deben hacer verticales hasta la profundidad necesaria, de tal manera que el fondo de esta se adapte a los alineamientos y pendientes de las mismas. Se deben instalar entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se debe procurar dejar un paso de 50 cm entre zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja; la tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado.

Las excavaciones se deben realizar con herramientas y equipos apropiados para el tipo de terreno.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

En terrenos rocosos en los que sea imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, será por cuenta del contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En sitios donde haya que fundir concreto y se tenga alto nivel freático, se debe proceder a su desecado, procurando realizar la cimentación lo más rápido posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes de la canalización. En sitios donde el relleno de los ductos es con arena y sea de alto nivel freático, la zanja debe estar totalmente cubierta por un geotextil no tejido 1600.

Las dimensiones de las zanjas y las canalizaciones se deben ajustar a las normalizadas dependiendo de la configuración y el número de ductos a instalar. Se deben tomar las disposiciones convenientes para que las excavaciones permanezcan abiertas el menor tiempo posible, con objeto de evitar accidentes.

Si es necesario abrir las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado para prevenir derrumbes. Es necesario que el fondo de la zanja esté en terreno firme para evitar corrimientos en profundidad.

La excavación común se realiza en tierra, conglomerado, roca descompuesta, y en todo material que no se asimila a la clasificación de roca, que pueda extraerse por los métodos manuales normales o mecánicos mediante las herramientas y equipos de uso frecuente para esta clase de labor: barras, picas, palas, retroexcavadoras. Entre estos materiales encontramos: arcilla, limo, arena, cascajo y piedras con tamaño inferior a 50 cm, cualquiera que sea el grado de compactación o dureza. En estos casos se usan máquinas de media a baja potencia, tales como topadores frontales o excavadoras. También se incluyen los suelos compactos de roca blanda, arcillas duras, esquistosas, marga (roca blanda calizo-arcillosa), masa de roca altamente fisurada o estratificada, roca blanda y roca fragmentada por el uso de herramienta pesada o explosivos. Toda excavación que se ejecute por debajo del nivel freático existente, requiere el uso continuo de un equipo de bombeo para la extracción de agua. En el caso de las canalizaciones, este requerimiento es fundamental, pues se trata de excavaciones de dimensiones pequeñas que generalmente requieren de la colocación de un relleno posterior.

Los trabajos preparatorios para las excavaciones se realizarán simultáneamente con la preparación de instalación de ductos, esto se hace principalmente en terrenos de mucho tránsito donde no es posible dejar abierta la zanja por mucho tiempo.

Si se encontraren rocas o piedras, éstas deben ser removidas completamente, lo mismo que cualquier suelo que contenga materia orgánica o que sea inadecuado a juicio del Interventor. La zanja así excavada debe llenarse de nuevo con material aprobado por el interventor para proporcionar una base adecuada.

La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar la superficie de los ductos. Se deben tomar las precauciones para no tapar con tierras registro de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc. Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se deben dejar pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se debe precisar una autorización especial.

Una vez determinada la ruta de instalación del conductor, se programan los trabajos de apertura de la zanja para posteriormente llevar a cabo la colocación del banco de ductos.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Deben tomarse las medidas de seguridad y señalización adecuadas en las zonas críticas, donde se tendrá que abrir la zanja por etapas o en horas y días no hábiles evitando así la interrupción del tráfico de vehículos y peatones.

Disposición de los materiales sobrantes:

Cuando sea posible, el material extraído de las excavaciones debe ser utilizado en los rellenos previa aprobación del Interventor. Cuando el aprovechamiento no sea inmediato se debe proceder a colocarlo en las zonas de desecho mostradas en los planos o indicadas por el Interventor, para su utilización posterior. Cuando el material se declara como material no útil, éste debe ser trasladado a una escombrera autorizada por el municipio o ente ambiental.

Las zonas de desecho deben dejarse en condiciones satisfactorias de nivelación y drenaje. Se debe preparar adecuadamente los sitios en donde se van a depositar los materiales de desecho y colocar estos en forma tal que se garantice su estabilidad. El material se debe colocar en capas no mayores de 80 centímetros extendidas de tal manera que los equipos de acarreo pasen por encima de las capas colocadas anteriormente para darles alguna compactación. En ningún caso se debe permitir botar el material a los lados de la excavación y tampoco en pilas en las zonas de desecho.

2.3. CANALIZACIONES

El procedimiento para construir las canalizaciones y manejo de la tubería se muestra en el Anexo 1 de este documento.

2.3.1. Sub base granular SBG-400

Este relleno debe cumplir las siguientes características físicas:

- Estar libre de terrones de arcilla, material orgánico, basuras, escombros u otros elementos objetables.
- El desgaste del material no podrá ser superior al 50%.
- La fracción del material de relleno clasificado tipo SBG-400 debe presentar un límite liquido menor o igual al 25% y un índice de plasticidad menor de 6%.
- El agregado triturado no debe mostrar señales de desintegración ni perdida mayor de 18%, al someterlo a la prueba de solidez en el sulfato de magnesio.

2.3.2. Base granular BG-2

Este relleno debe cumplir las siguientes características físicas:

- Estar libre de terrones de arcilla, material orgánico, basuras, escombros u otros elementos objetables.
- El desgaste del material no podrá ser superior al 45%.
- La fracción del material de relleno clasificado tipo BG- 2 debe presentar un límite líquido menor o igual al 25% y un índice de plasticidad menor o igual al 3%.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

- El agregado triturado no debe mostrar señales de desintegración ni perdida mayor de 18%, al someterlo a la prueba de solidez en el sulfato de magnesio.

2.3.3. Base granular BG-600

Este relleno debe cumplir las siguientes características físicas:

- Estar libre de terrones de arcilla, material orgánico, basuras, escombros u otros elementos objetables.
- El desgaste del material no podrá ser superior al 45%.
- El agregado triturado no debe mostrar señales de desintegración ni perdida mayor de 18%, al someterlo a la prueba de solidez en el sulfato de magnesio.

2.3.4. Concretos

El concreto vertido debe ser vibrado con el fin de evitar las coqueras que pudieran formarse durante el fraguado. El proceso de fundición debe realizarse de manera continua hasta su terminación. Sí por fuerza mayor hubiera de suspenderse y quedara este sin terminar, antes de proceder de nuevo al hormigonado se debe levantar la concha de lechada que tenga, con todo cuidado para no mover la piedra, siendo aconsejable el empleo suave del pico y luego cepillo de alambre con agua, o solamente este último si con él fuere suficiente. Más tarde se debe proceder a mojarlo con una lechada de cemento e inmediatamente se procederá de nuevo al hormigonado.

Tanto el cemento como los agregados deben ser medidos con elementos apropiados.

La temperatura de la masa del hormigón, en el momento de verterlo en el molde o encofrado, no debe ser inferior a 5 ºC.

No se debe fundir concreto a temperaturas superiores a 40 ºC o con vientos excesivos.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, debe asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado.

Podrán utilizarse aditivos para el concreto cuando éstos sean estrictamente necesarios para mejorar las condiciones o propiedades de la mezcla, previa autorización escrita de la Interventoría en cuanto al tipo, clase y sistema de aplicación del aditivo. Los aditivos no deben disminuir las propiedades básicas ni la resistencia especificada del concreto en el cual se empleen, ni deteriorar los elementos embebidos.

Todos los aditivos que se usen para acelerar el fraguado, retardarlo o dar condiciones de impermeabilidad al concreto, deben ser previamente autorizados por el Interventor. Todos los aditivos deben utilizarse siguiendo las instrucciones del fabricante respectivo.

Como norma general se exigirá el uso de aditivos en todas las estructuras que deben excluir humedad. No se permitirá uso de aditivos que contengan cloruro de calcio u otras sustancias corrosivas.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

2.3.4.1. Formaletas

Cuando sea necesario, se deben usar formaletas para encerrar el concreto, moldearlo según la forma y dimensiones requeridas y preservarlo del contacto con materiales rodados o removidos de la excavación. Las formaletas deben ser de madera o metal y estarán sujetas a la aprobación del Interventor. Las uniones de formaletas deben ser lo suficientemente herméticas para evitar pérdidas de mortero. Las esquinas del concreto expuesto a la vista o donde lo indiquen los planos deben ser biseladas.

La madera que se utilice en las formaletas debe estar libre de nudos, huecos o irregularidades y ser de una calidad tal que ningún deterioro o descomposición afecte las caras expuestas del concreto.

La formaleta debe estar limpia de impurezas, incrustaciones de mortero y de todo material extraño cuando se vaya a colocar el concreto. Antes de colocar el concreto la superficie de la formaleta debe cubrirse con una capa de aceite o un producto especial, que evite la adherencia y no manche la superficie del concreto. Debe tenerse especial cuidado en no dejar que el aceite o producto penetre a las partes que necesitan adherencia, como el acero de refuerzo.

El tiempo de retiro de las formaletas se determinará para cada caso, de común acuerdo con el Interventor. La formaleta se debe remover tan pronto como sea posible para acelerar las operaciones de curación y reparación de las superficies expuestas.

2.3.4.2. Fundición de concreto en sitio

Estas especificaciones comprenden el diseño de las mezclas, el suministro, la colocación, el curado y los ensayos de todos los concretos que se usen en la construcción de las obras.

El concreto que se prepare en los sitios de las obras se debe hacer en mezcladoras del tipo de carga accionadas mecánica o eléctricamente que garanticen un control estricto de las cantidades determinadas por peso de los distintos ingredientes que entren en la mezcla, así como su distribución homogénea en toda la masa. El concreto se debe mezclar en las cantidades que se necesiten para su uso inmediato, por lo tanto no se permitirá el uso de ningún concreto en que se haya iniciado el fraguado o que haya estado mezclado por más de 30 minutos antes de colocarlo. Antes de cargar el tambor con los materiales para la mezclada siguiente debe cuidarse de que toda la mezcla de la carga precedente haya sido vaciada y que el interior del tambor quede limpio y libre de sobrantes de concreto y mortero endurecidos.

Códigos

Para los materiales utilizados en el concreto, para su dosificación mezcla, transporte, colocación y curación para los ensayos de resistencia y durabilidad, para las formaletas, juntas, refuerzo e incrustaciones de concreto simple, ciclópeo o reforzado, se debe cumplir con los requisitos y las especificaciones, normas e indicaciones contenidas en las mismas y las normas y reglamentos de construcción vigentes.

Donde haya discrepancia entre los planos o las especificaciones aquí transcritas y los códigos mencionados, primarán los planos o las especificaciones aquí transcritas.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Ensayos

Cuando lo solicite el Interventor y cuando el CONTRATISTA lo requiera, este hará a su costo los ensayos de laboratorio necesarios para comprobar la calidad de los materiales que se propone emplear en los concretos. Estos ensayos se deben hacer con muestras representativas de los materiales de cada una de las fuentes y canteras de suministro y los resultados se suministrarán al Interventor. No podrán cambiarse las fuentes de suministro de materiales sin previa aprobación del Interventor, quien exigirá los ensayos de laboratorio que se requieran.

Cemento

El cemento usado para concreto debe ser el tipo Portland y debe cumplir con los requisitos para el cemento Portland Tipo I, según la última revisión de la norma ASTM C-1 50 o aquella que la modifique o sustituya. El cemento debe estar inalterado y libre de terrones en el momento de usarse. El cemento usado para las obras debe ser del mismo tipo y marca utilizado para el diseño de las mezclas.

Agregados

Los agregados para concreto deben cumplir con las "Especificaciones para Agregados de Concreto", ASTM C-33 o aquella que la modifique o sustituya. Con la aprobación de la Interventoría se pueden usar otros agregados que no cumplan con estas normas, siempre y cuando se muestre, por medio de ensayos, que producen concretos de resistencia y durabilidad adecuadas.

Se debe presentar oportunamente al Interventor una lista de las fuentes que se proponen utilizar, adjuntando ensayos y diseño de mezclas y toda la información requerida para que esta pueda evaluar, controlar y aprobar las fuentes. El interventor aprobará las fuentes y los materiales y puede revocar dicha aprobación cuando se detecten variaciones significativas en las características de los agregados.

Arena

La arena debe estar constituida por granos densos, durables, limpios, libres de tierra, raíces, basura, etc., y razonablemente, libre de polvo, arcilla, materia orgánica o cualquier otro material perjudicial y cumplir con la designación C-33 de la ASTM o aquella que la modifique o sustituya.

Agregado Grueso

El agregado grueso debe tener un tamaño mínimo de dos (2) centímetros.

La forma de las partículas del material que se use como agregado debe ser redonda o cúbica y estar libre de partículas cuya dimensión mínima sea al menos cinco (5) veces mayor que la mínima.

El agregado grueso debe estar compuesto por cascajos aluviales o roca triturada, fuerte, libre de polvo, arcilla, materia orgánica u otros elementos perjudiciales.

Agua

El agua que se use para concreto, mortero y lechada, así como durante el período de curado, debe ser limpia, libre de aceite, ácidos, sales, álcalis, limo, materia orgánica y otras impurezas.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Si el Interventor lo juzga conveniente se debe realizar análisis químicos del agua que se proponga utilizar.

2.3.4.3. Diseño de Mezclas

El concreto debe ser una mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos finos y gruesos.

Se debe suministrar al Interventor, con anticipación suficiente a la construcción, todos los elementos necesarios para poder evaluar tanto las características de las mezclas que se propone usar como la calidad del concreto terminado. Esto comprende muestras representativas de todos los materiales en las cantidades que determine el Interventor, diseño de las mezclas y la elaboración y ensayo de cilindros de concreto.

El diseño de mezclas comprende la determinación de la cantidad de kilogramos o volúmenes de cada uno de los materiales, componentes de la mezcla, necesarios para producir un metro cúbico de concreto de la clase especificada.

De cada mezcla que se proponga usar, se deben elaborar tres (3) juegos de tres (3) cilindros de concreto, para ser ensayados a los siete (7) y veintiocho (28) días respectivamente, después de la fecha de vaciado. Los cilindros de concreto se deben preparar y determinar su resistencia a la compresión de acuerdo con las normas ASTM o aquellas que las modifiquen o sustituyan. Los trabajos respectivos deben ser ejecutados bajo la vigilancia del interventor o de un representante autorizado por éste.

La aprobación previa que dé el Interventor al diseño a los materiales y a las resistencias determinadas en el laboratorio, no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan.

La aceptación de las obras para fines del pago depende de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia mínima a la compresión especificada para la respectiva clase de concreto que debe ser determinada con base en las mezclas realmente incorporada en tales obras.

Los concretos se clasifican según su resistencia a la compresión a los 28 días conforme a las normas aplicables de la ASTM de la siguiente forma:

- Clase A 245 kg/cm2 (3500 psi)
- Clase B 210 kg/cm2 (3000 psi)
- Clase C 175 kg/cm2 (2500 psi)
- Clase D "Pobre" 100 kg/cm2 (1400 psi)
- Clase E "Ciclópeo"

El concreto ciclópeo Clase E, estará constituido por concreto Clase B y agregado ciclópeo en proporciones del 40% de ciclópeo del volumen total, como mínimo.

Las clases de concreto se usarán en las estructuras de acuerdo con lo indicado en los planos o lo ordenado por el Interventor.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

2.3.4.4. Acabados

Los acabados de las superficies del concreto se designan por A-l, A-2 y A-3. Los salientes y rebabas causados por desplazamiento, mala colocación, desprendimiento de ataduras o cualquier defecto de los entablados o de las formaletas, se considerarán como irregularidades y deben corregirse a satisfacción del Interventor.

Se exigirá que todas las esquinas expuestas sean biseladas; los acabados que no cumplan con las especificaciones deben ser reparados. El interventor podrá exigir el pulimento de las superficies defectuosas, con esmeril u otros medios apropiados.

Acabado A-1

Se usará en las superficies del concreto encofrado expuestas a la vista, donde el aspecto tenga especial importancia. El Interventor podrá exigir pulimento especial, por frotamientos con tela de fique o cualquier otro medio adecuado.

Las formaletas deben ser construidas con la forma y dimensiones exactas y con muy buen acabado. Deberán hacerse de tablas machihembradas bien ajustadas y en caso de ser necesario se lijará toda la superficie que vaya a estar en contacto con el hormigón.

Previa autorización del Interventor, se podrá usar formaleta contrachapada con tríplex; no se aceptarán salientes, rebabas ni desviaciones visibles.

Acabado A-2

Se aplica a las superficies de concreto encofrado en la que se admite rugosidad, como aquellas sobre las cuales o junto a las cuales se colocará relleno o concreto, o las que se mantendrán permanentemente ocultas. No se exige tratamiento especial para este acabado, pero se deberá corregir el concreto defectuoso y las irregularidades superficiales de más de 25 milímetros. Los encofrados deben construirse en tal forma que no dejen escapar el mortero al vibrar el concreto. Se aplicará principalmente en las bases de equipos y pórticos, o donde lo indique el Interventor.

Para las partes salientes sobre el relleno, el Interventor podrá exigir el pulimento de las superficies expuestas.

Acabado A-3

Se exigirá para superficies de concreto sin encofrar que vayan a cubrirse de relleno.

2.3.4.5. Transporte

El concreto se debe transportar de la mezcladora al sitio de colocación tan pronto se prepare la mezcla por modos que eviten la segregación de los materiales, la pérdida de los ingredientes y la introducción de materiales extraños.

2.3.4.6. Colocación y Vaciado

Ninguna porción de concreto se debe colocar mientras no hayan sido aprobados por escrito, por el Interventor, todos los detalles de los encofrados y de las armaduras, la instalación de las piezas que vayan a quedar embebidas y el estado de las superficies o terrenos sobre los cuales o contra los cuales se vaciará el concreto.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

No podrá colocarse concreto bajo agua sin previo permiso escrito del Interventor y nunca se colocará concreto en agua en movimiento. Inmediatamente antes de colocar el concreto todas las superficies de cimentación o excavaciones destinadas a recibir el concreto deben estar libres de agua estancada, de lodo y escombros. Las superficies contra las cuales se vaya a colocar concreto deben humedecerse en todas sus partes para evitar que absorban la humedad del concreto recién colocado y afecten su calidad.

El concreto se debe compactar con la ayuda de vibradores mecánicos o eléctricos los cuales en ningún caso se usarán para transportar concreto dentro de la formaleta.

El equipo de vibración debe ser del tipo inmersión. Debe disponerse de un número adecuado de unidades para alcanzar la consolidación deseada. La duración del vibrado debe ser únicamente la necesaria para producir la compactación adecuada que evite posible segregación de los materiales. Las superficies del concreto de la carga anterior deben ser rugosas para obtener buena adherencia con concreto de la carga siguiente.

La temperatura de colocación del concreto no debe ser mayor de 30ºC. Cuando sea necesario bajar la temperatura de la mezcla debe utilizarse un equipo enfriador de agua adecuado, aprobado por el Interventor.

2.3.4.7. Refuerzo para Concreto

Generalidades

Este trabajo consiste en el suministro, figuración y colocación de varillas de acero de refuerzo para concreto, según lo indiquen los planos, las cartillas de despiece o lo ordenado por el Interventor.

Materiales

Las varillas de refuerzo para concreto deben ser de acero, con un límite de fluencia mínimo de 420 MPa para varillas corrugadas, según se estipule en los planos y en las cartillas de despiece. El acero de refuerzo debe cumplir con las normas ASTM A515 o aquellas que las modifiquen o sustituyan, para acero corrugado.

Figuración y Colocación

El corte y figuración se debe hacer según lo indicado en los planos y en las cartillas de despiece. Todos los hierros se deben cortar en su longitud exacta y ser doblados en frío según las normas y dimensiones requeridas.

Los ganchos, dobleces y traslapes deben hacerse de acuerdo con las estipulaciones respectivas de la última versión del Código A.C.I.

Antes de fundir el concreto, el Interventor inspeccionará y aprobará la figuración y colocación del acero de refuerzo.

El acero antes de su colocación debe estar libre de toda suciedad, escamas, polvo, lodo, pintura, aceite o cualquier materia extraña que pueda perjudicar su adherencia con el concreto.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

El refuerzo se debe colocar con exactitud según lo indiquen los planos o lo ordene el Interventor. Las barras deben asegurarse firmemente en las posiciones indicadas, de manera que no sufran desplazamientos al colocarse el concreto.

Debe tenerse especial cuidado para prevenir cualquier alteración del refuerzo que sobresalga del concreto colocado.

Elementos embebidos en el concreto

Antes de fundir el concreto se debe tener especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso para que los pernos y accesorios que vayan embebidos en las estructuras queden correctamente fijados en el concreto y para que no se formen vacíos, grietas ni hormigueros en los sitios en donde se instalen.

Los huecos o aberturas para montaje de elementos metálicos o equipos deben localizarse de acuerdo con las recomendaciones y planos del fabricante e instrucciones del Interventor.

En el caso de que los elementos no puedan colocarse satisfactoriamente por mala posición de los anclajes, debe corregirse la situación hasta dejarlos en el sitio indicado.

En el caso de que los elementos metálicos se fijen al concreto con posterioridad a la fundida del mismo, las cavidades dejadas para tal fin se deben rellenar con mortero mezclado con un producto expansor, previamente aprobado por el Interventor. No se aceptará ninguna desviación en la colocación de estos elementos.

2.3.4.8. Protección, Curado y Reparaciones al Concreto.

Se debe proteger todo el concreto contra el deterioro hasta la recepción final de las obras. Las superficies descubiertas deben protegerse de los rayos directos del sol, por lo menos durante los tres primeros días después de la colocación del concreto sin formaletas o después del retiro de éstas.

Curado

El concreto debe curarse con agua o con un producto para curado, aprobado por el Interventor.

El concreto curado con agua debe conservarse húmedo por lo menos durante siete (7) días después de su colocación cubriéndolo con material saturado de agua y regándolo con un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o por cualquier otro método aprobado que conserve continuamente (no periódicamente) húmedas todas las superficies que se vayan a curar. El agua usada para el curado debe llenar los requisitos de estas especificaciones referentes al agua para mezclas de concreto.

La aplicación de un producto para curado, debe cumplir con la norma ASTM C309 o aquella que la modifique o sustituya, y las indicaciones del interventor.

Todo vaciado de concreto que no sea curado de acuerdo con estas especificaciones puede ser rechazado.

Si se trata de una superficie en contacto con fundidas subsecuentes de concreto deficientemente curado, el Interventor podrá exigir su remoción a cincel, de una capa superficial hasta de 5 centímetros de espesor.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

La reparación de las imperfecciones de las superficies encofradas debe llevarse a cabo tan pronto como se haya hecho el retiro de las formaletas y, de ser posible, debe terminarse dentro de las 24 horas siguientes.

Las depresiones o huecos que queden al retirar el concreto dañado y las grietas superficiales deben ser rellenadas con concreto o mortero de reparación para elementos estructurales.

Antes de la colocación del mortero de reparación se debe hacer la limpieza o el lavado de las superficies que se van a reparar y se les debe aplicar una capa de lechada de cemento, para así garantizar la completa adherencia del nuevo material con el existente.

Las grietas profundas, los huecos de pequeñas dimensiones y gran profundidad y los vacíos que queden detrás del refuerzo, deben ser rellenados con mortero aplicado a presión por medio de pistola, limpiándolos antes con chorro de agua a presión y aire comprimido. Los defectos que en opinión del Interventor no se encuentren dentro de los límites aceptables para reparaciones, darán motivo al rechazo del concreto.

2.3.4.9. Ensayos del Concreto

Con el fin de controlar las propiedades del concreto se podrán efectuar los siguientes tipos de ensayos, a juicio del Interventor.

Consistencia

En el ensayo de consistencia el asentamiento del concreto después de colocado, pero antes de consolidado, no debe ser mayor de 5 centímetros. El Interventor tendrá derecho de exigir un menor asentamiento siempre que la mezcla así obtenida se pueda consolidar adecuadamente por medio de vibradores. El asentamiento debe ser determinado por el método recomendado en la Norma C-143 de la ASTM o aquella que la modifique o sustituya.

Compresión

Antes de iniciar la etapa de construcción de estructuras se deben hacer una serie de ensayos a los concretos preparados, según el diseño que se ha hecho para las diferentes clases de concreto, tomando seis (6) cilindros de prueba de cada clase. Estos cilindros se deben someter a ensayos de compresión que se harán a los siete y veintiocho días de tomadas las muestras, en juegos de tres cilindros cada vez. Las pruebas se deben hacer para cada clase de concreto hasta que se obtengan resultados aceptables.

Durante la operación de vaciado del concreto se debe tomar seis (6) muestras para ensayo a la compresión por cada día de mezcla de cada clase de concreto colocado.

Las muestras curadas se deben ensayar a la compresión en presencia del Interventor y de un delegado del Contratista. Los cilindros de prueba deben ser tomados y curados de acuerdo con la Norma C-31 de la ASTM o aquella que la modifique o sustituya, y el ensayo se debe hacer de acuerdo con la Norma C-39 de la ASTM o aquella que la modifique o sustituya. Los cilindros se deben ensayar a los 28 días de tomados, pero podrán ser ensayados a los 7 días siempre que esté perfectamente establecida la relación entre las resistencias a los 7 y 28 días.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

El resultado del ensayo debe ser el promedio que resulte de los cilindros ensayados, descartando los de las muestras que hayan sido tomadas o ensayadas defectuosamente.

Si existiere alguna duda sobre la calidad del concreto en la estructura, el Interventor podrá exigir ensayos adicionales de acuerdo con la Norma ACI 318 o aquella que la modifique o sustituya, o ensayos de compresión a muestras tomadas de la estructura por rotación con recobro de núcleo.

Rechazo del concreto

En caso de que la resistencia promedio resultante del ensayo de compresión del concreto resultare inferior a la especificada, la estructura será rechazada por la Interventoría ordenando la demolición y la reconstrucción.

2.3.5. Reposición de pavimento

Los pavimentos deben ser repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Debe lograrse una homogeneidad de forma que el pavimento nuevo quede lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc.

En general se deben utilizar materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

2.4. CONDUCTORES AL AIRE, ALOJADOS EN GALERIAS

Este tipo de canalización se debe evitar en lo posible, utilizándose únicamente en el caso en que el número de conducciones sea tal que justifique la realización de galerías; o en los casos especiales en que no se puedan utilizar las canalizaciones por tubería (Ver Anexo 4 de este documento).

No se deben instalar conductores eléctricos en galerías con conducciones de gases o líquidos inflamables.

2.5. CINTAS DE SEÑALIZACIÓN

Por encima de los ductos a una distancia de 200 mm se deben instalar una cinta de señalización de color rojo y a 200 mm de esta hacia la superficie otra cinta de color amarillo advirtiendo de la presencia de conductores eléctricos durante todo el recorrido de la canalización.

Las cintas de advertencia serán de un ancho de 250 mm y se debe instalar una roja y una amarilla para la canalización de 2 tubos horizontales y dos cintas rojas y dos amarillas para el resto de canalizaciones.

La cinta roja debe llevar un aviso que diga: PELIGRO REDES ELÉCTRICAS AIR-E.

Para la cinta amarilla un aviso que diga: PRECAUCION REDES ELÉCTRICAS AIR-E.

Las dos cintas deben llevar además el símbolo eléctrico con las dimensiones establecidas en la normatividad técnica de seguridad .

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

2.6. CAJAS Y CÁMARAS

Cuando se construyan cajas o cámaras, éstas deben ser de hormigón impermeabilizado. Estas también podrán ser pre fabricadas.

En la caja los tubos deben quedar, a unos 20 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillo en las operaciones de tendido. Una vez tendido el conductor los tubos se deben taponar con espuma selladora de ductos, de acuerdo con las especificaciones técnicas de materiales. Los ductos de reserva también deben ser cerrados con el sello para ductos o tapón para ductos, según las especificaciones técnicas.

La situación de los tubos en la caja o cámara debe ser la que permita el máximo radio de curvatura. Estas cajas de inspección deben ser registrables y, tener tapas según lo especificado en los planos del Proyecto Tipo y las especificaciones técnicas de materiales. Siempre que se remueva cualquier elemento para su apertura, por ejemplo el sellante elástico, este debe ser colocado nuevamente para no afectar la impermeabilización.

Estas cajas o cámaras deben permitir la presencia de personal para ayuda y observación del tendido y colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se deben colocar tan elevados respecto al tubo, como lo permita el diámetro del conductor, a fin de evitar el máximo rozamiento contra él.

Las cajas o cámaras abiertas tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso con señal de peligro eléctrico. No es recomendable entrar en una arqueta recién abierta, debe dejarse transcurrir al menos 15 minutos después de abierta, con el fin de evitar posibles intoxicaciones con gases.

En la llegada de los ductos a las cámaras de registro deben ser empleados adaptadores terminales tipo campana cuando no pueda hacerlo coincidencialmente la campana que posee el ducto de fábrica, o hacer un emboquillado de aproximadamente 5 cm de profundidad y 45 grados de inclinación a la llegada del ducto.

Existen los siguientes tipos de cámaras y cajas de inspección a construir:

- Caja de inspección tipo 1.
- Caja de inspección tipo 2.
- Caja de giro tipo 1.
- Caja de giro tipo 2.
- Caja de vehicular.
- Caja de inspección BT.
- Cámara tipo 1 – Barraje y Seccionador.
- Cámara tipo 2 – Barraje Elastomérico.
- Cámara tipo 3 – Seccionador.
- Cámara tipo 4 – Barraje, seccionador y transformador.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

2.7. TENDIDO DE CONDUCTORES

El tendido de conductores para canalizaciones se debe realizar como se indica en el Anexo 4 de este documento.

3. TRANSICIÓN AÉREO – SUBTERRÁNEA

Las transiciones son el conjunto de estructuras y dispositivos cuyo objetivo es realizar la interconexión entre un sistema aéreo con un sistema subterráneo.

En las transiciones de red aérea a subterránea y viceversa se deben instalar ductos metálicos galvanizados con sus respectivos accesorios, para los circuitos de Media y Baja Tensión, identificado de conformidad con la normatividad técnica vigente, si fuere el caso.

Los elementos de protección que se deben utilizar para la transición entre red aérea y subterránea dependen de diferentes factores, para lo cual deben consultarse los respectivos planos en el Proyecto Tipo.

Las acometidas particulares deben llevar capacete cuando sean exigibles por lo estipulado en las Especificaciones Particulares para Instalaciones de Conexión y Enlace.

4. CONDUCTORES

En las líneas eléctricas subterráneas se deben utilizar conductores para Media y Baja Tensión, tanto para distribución como para acometidas, los cuales deben estar certificados por la normativa técnica vigente en el país.

4.1. CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN

El material conductor será aluminio y el aislamiento de los conductores para líneas subterráneas de M.T. debe ser de polietileno reticulado (XLPE), de acuerdo a lo estipulado por las Especificaciones Técnicas de Materiales.

4.2. CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

Los conductores de Baja Tensión serán de aluminio, aislamiento XLPE y temperatura de operación de 90 °C (Ver Especificaciones Técnicas de Materiales).

5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para las redes de Media Tensión el sistema de puesta a tierra se debe instalar en cada extremo de la línea, en el CT, en la transición aérea- subterránea, en donde se encuentren empalmes, equipos de seccionamiento, barrajes y terminales premoldeados de manera que el valor de la resistencia de puesta a tierra garantice que las tensiones de paso y contacto sean inferiores a las máximas admisibles establecidas por el documento Memorias, de este Proyecto Tipo.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a conductores eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

a) Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los conductores.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

b) Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los conductores o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

Para el caso de las redes de Baja Tensión el conductor neutro se debe conectar a tierra en las acometidas, así como en las derivaciones y en cada final de circuito. De cualquier modo se debe asegurar un aterrizaje cada 250 metros como máximo.

La puesta a tierra será una varilla de cobre de 2,4 m de longitud o una malla dependiendo de las condiciones del terreno y debe ser instalada en las cajas de inspección y cámaras.

6. MARCACIÓN DE CIRCUITOS

Todas las líneas eléctricas subterráneas deben ir marcadas en cada caja o cámara de inspección y deben llevar, como mínimo, la siguiente información.

a) Número del CT.

b) Nombre del circuito.

c) Procedencia del conductor.

d) Destino del conductor.

e) Identificación de las fases R-S-T.

f) El Logo Corporativo de la EMPRESA.

7. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Durante la obra y una vez finalizada la misma, el director de obra debe verificar que los trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este pliego de condiciones general y demás pliegos de condiciones particulares.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista debe solicitar la oportuna recepción global de la obra.

El director de obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

Antes de la energización y puesta en servicio el contratista debe presentar ante la EMPRESA la respectiva certificación emitida por un ente acreditado, para los casos que apliquen.

En la recepción de la instalación se deben incluir los siguientes aspectos:

7.1. PRUEBA DE CONDUCTOR VLF (Very Low Frecuency) O DE MUY BAJA FRECUENCIA

Esta prueba se realiza con el conductor instalado y dispuesto según su uso final pero aun sin energizar. La prueba se debe parametrizar de acuerdo con esto y según lo estipulado en la norma IEEE Std400 de 2001 o aquella que la modifique o sustituya. Con esta prueba se detectan defectos de fabricación o problemas en el conductor que se hayan producido durante el transporte o el almacenamiento.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Para su realización se aplica una señal de tensión a una frecuencia de 0.1 Hz. Para conductores 1/0 AWG o 4/0 AWG en cobre o aluminio esta señal de tensión se debe aplicar durante al menos media hora y máximo hasta una hora. Para conductores de mayor sección, se debe aplicar siempre durante una hora.

El resultado final de la prueba es de "aceptación" o "rechazo" o "pasa la prueba" / "no pasa la prueba". Para que el conductor pueda ser conectado a la red eléctrica de AIR-E S.A.S. E.S.P., debe pasar la prueba de VLF.

7.2. ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Están destinados a verificar las características de los equipos asociados a la instalación que dependen de la calidad de fabricación y de los materiales empleados. Todo el material que forma parte de la red subterránea debe haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.

Todos los equipos deben contar con sus respectivos protocolos de pruebas eléctricas y se debe realizar una inspección visual para verificar el buen estado de los equipos.

Toda la tubería debe ser probada por medio de un mandril de área transversal del 95% de diámetro del ducto y 60 cm de longitud.

7.3. MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se debe comprobar la medida de las resistencias de tierra, en caso que esta sea mayor al requerido será necesario realizar tratamientos al terreno para alcanzar dicho valor.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

ANEXO: TÉCNICAS DE MONTAJE

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

1. ANEXO 1: CANALIZACIONES

La canalización se debe realizar preferentemente en tubería PE acorde a la Especificación Técnica de la EMPRESA, ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se debe colocar con pendiente de 1 % hacia las cajas de inspección y dirección recta, con fundición en toda su longitud en los cruces de vías.
- Se debe colocar con pendiente de 1 % hacia las cajas de inspección y dirección recta, con fundición o en arena, (según sea el caso), en toda su longitud en andenes y zonas verdes.
- Se debe utilizar campana en la llegada a las cajas.
- El tipo de tubería a utilizar es corrugado por fuera lisa por dentro para Media y Baja Tensión. Para acometidas se podrá usar tubería lisa DB.
- La selección del diámetro de la tubería dependerá del calibre a utilizar y teniendo en cuenta que la ocupación del ducto no debe superar el 40% del área del ducto.
- Se deben sellar contra la entrada de agua, insectos y roedores todos los orificios de los tubos ocupados por conductores con elementos diseñados para ello y que ofrezcan garantía de funcionamiento de más de 15 años, de acuerdo con las Especificaciones Técnicas de Materiales.
- Se deben sellar contra la entrada de agua, insectos y roedores todos los orificios de los tubos libres con tapón o sello para ductos, de acuerdo con las Especificaciones Técnicas de Materiales.
- Cuando no pueda mantenerse la profundidad mínima prevista en el Proyecto Tipo, se optará por fundir una mayor capa de concreto en los ductos o utilizar tubos de acero galvanizado según sea el caso.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deben proyectarse con todo detalle.
- Debe preverse para futuras ampliaciones de la Red de Media Tensión un tubo de reserva por cada dos ductos ocupados; para Baja Tensión se debe dejar mínimo un ducto de reserva por cada banco de ducto.
- Se debe evitar la posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

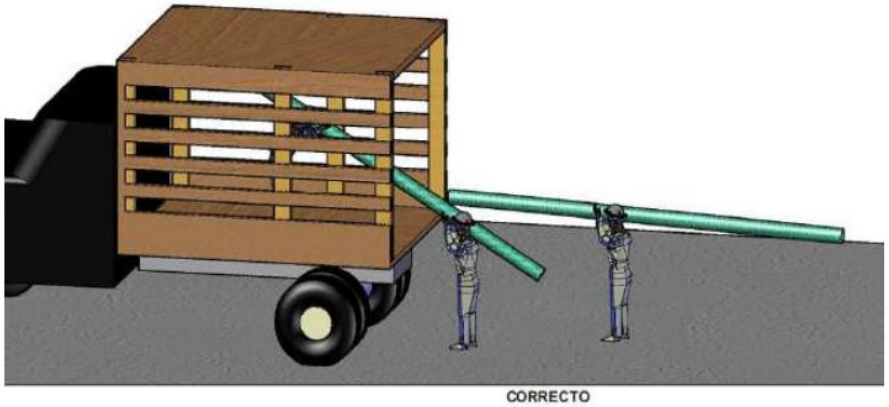
1.1. DESCARGUE DE LA TUBERÍA

Durante el procedimiento de carga y descarga de la tubería esta no debe ser arrojada al suelo ni golpeada, debe ser puesta en su sitio[1] (Ver Figura 1).

[1] Consultar Manual Técnico de fabricante Pavco, pág. 17.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Figura 1.

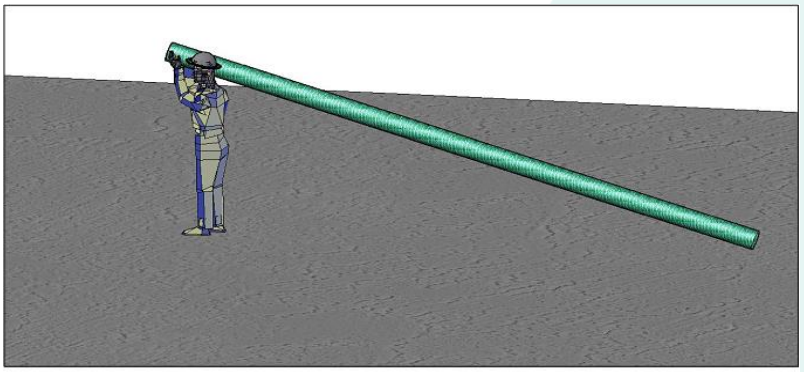


CORRECTO

1.2. MANIPULACIÓN DE LA TUBERÍA

La tubería debe ser transportada sin arrastrarse al suelo para evitar su daño[2] (Ver Figura 2).

Figura 2.



INCORRECTO

1.3. ALMACENAMIENTO

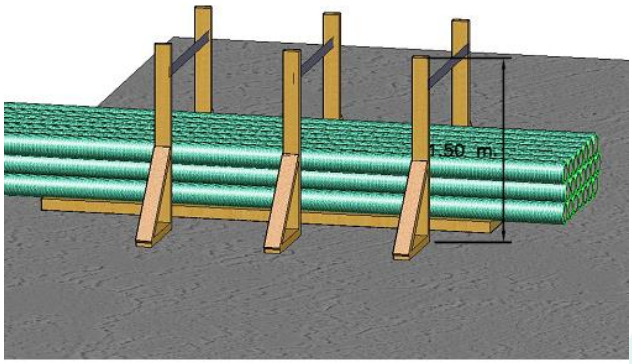
El almacenamiento debe ser sobre piso nivelado con zanjas para proteger las campanas y amarre los parales para que no se desacomoden los tubos.

Cuando el almacenamiento de las tuberías se hace al aire libre esta deben protegerse de los rayos del sol, colocándolas bajo una cubierta que no permita el paso de la luz directa, que tengan buena ventilación y apilándolas a una altura que no pase de 1.5 m[3] (Ver Figura 3).

[2] Consultar Manual Técnico de fabricante Pavco, pág. 17.
[3] Consultar Manual Técnico de fabricante Pavco, pág. 17.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Figura 3. Almacenamiento sobre piso duro



APILADO

1.4. INSTALACIÓN DE DUCTOS

- En terrenos con bajo nivel freático y relleno de arena, en el fondo de la zanja y en toda su extensión, se colocará una solera de limpieza de unos 60 mm de espesor de arenilla compactada sobre la que se depositaran los tubos. Se instalan directamente en el terreno y al momento de la colocación en el fondo de la zanja este debe estar apisonado y liso con la pendiente correcta hacia una de las cámaras y libre de piedras.
- En terreno con alto nivel freático se debe instalar un manta geotextil no tejido 1600 cubriendo toda la zanja.
- La unión para tuberías tipo DB, se realizará aplicando soldadura liquida con una brocha y empujando el tubo en la campana, se le dará ¼ de vuelta.
- La unión entre la tubería tipo TDP se realizará empujando el tubo hacia la campana.
- Las uniones de ductos dentro del tendido deben quedar traslapadas, nunca debe quedar una unión sobre otra.
- Antes de que se realice el tendido de conductores debe realizarse un proceso de mandrilado y limpieza al interior de los ductos.
- Los tubos deben quedar separados entre sí de manera uniforme, de acuerdo a lo especificado en este proyecto tipo. Para lograr esto se debe planificar el tendido de los tubos y se deben utilizar elementos especialmente diseñados (tales como separadores de polipropileno (PP) y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)) para sostener los tubos y mantenerlos uniformemente separados y alineados previo a la compactación del terreno según el Anexo 2 (Ver figuras 4 y 5)[4].

[4] Consultar Guía de producto HeiblSpacers.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Figura 4. Separadores de tubería

Figura 5. Separadores de tubería

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

2. ANEXO 2: RELLENO Y COMPACTACIÓN

Una vez se ha instalado la tubería se procede a rellenar la zanja con arenilla, ésta se compactará con un pisón metálico, el tipo de relleno será del tipo exigido en la norma de construcción redes subterránea (Ver figuras 6, 7 y 8).

Figura 6. Ejecución de relleno de arena

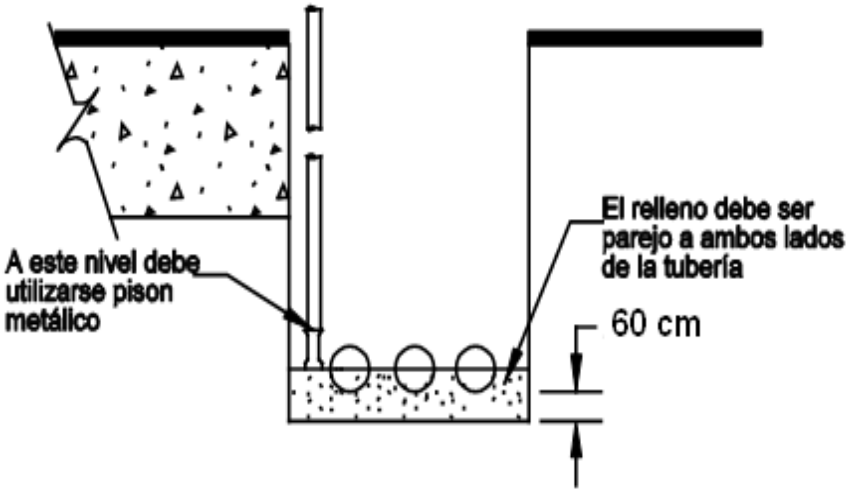
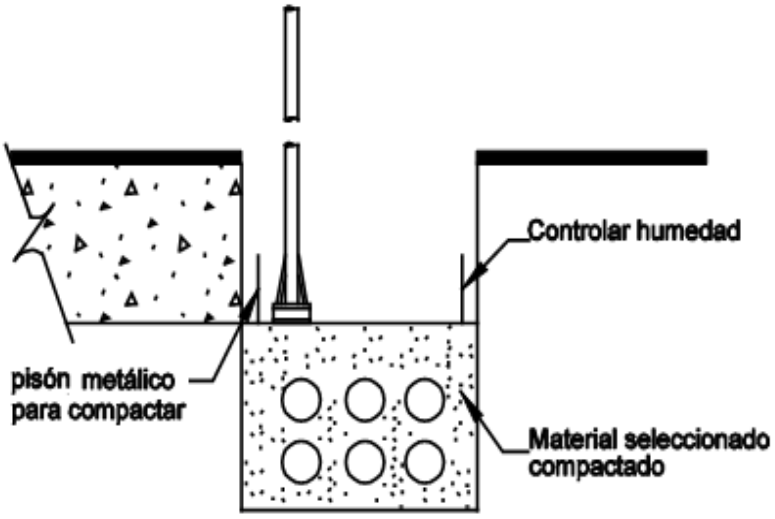
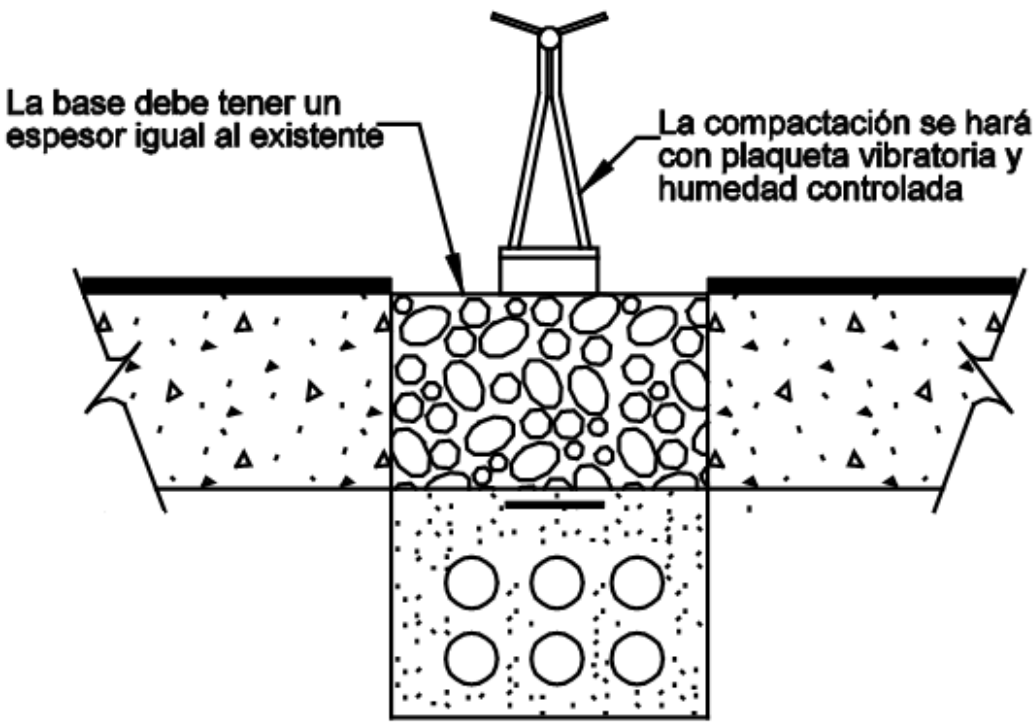


Figura 7. Compactación de relleno de arena



Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Figura 8. Compactación final



Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

3. ANEXO 3: TRANSPORTE DE CONDUCTORES

- El cargue y descargue, sobre camiones o remolques apropiados, se debe hacer siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central del carrete.
- Los carretes del conductor se deben transportar siempre de pie y nunca tumbados sobre una de las tapas.
- Cuando los carretes se colocan llenos, éstos deben quedar en línea, en contacto uno con otro y bloqueados firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.
- El bloqueo de los carretes se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros, con un largo que cubra totalmente el ancho del carrete y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el conductor[5] (Ver figuras 9 y 10).

Figura 9. Transporte de carretes de conductor Correcto

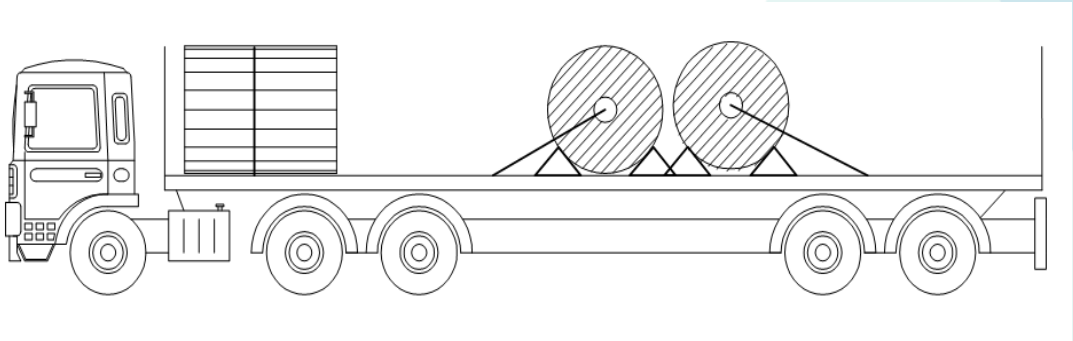
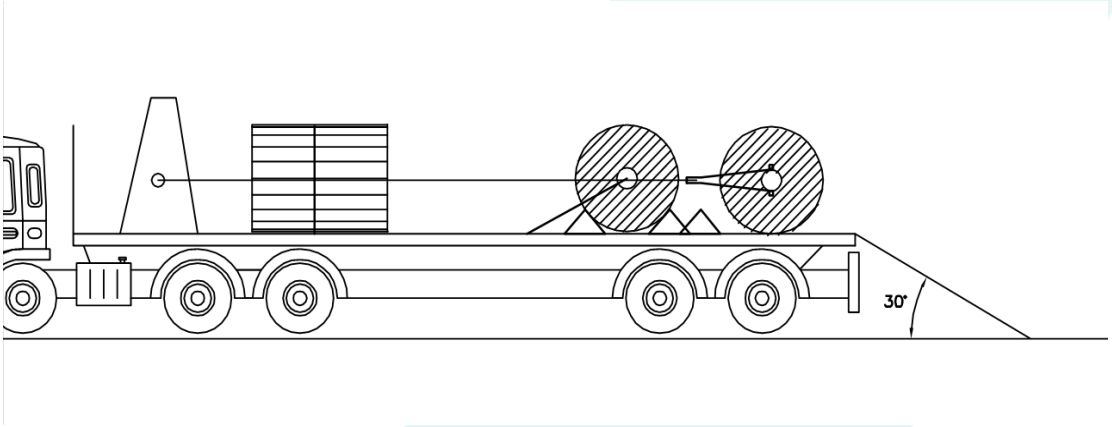


Figura 10. Transporte de carretes de conductor Incorrecto



En sustitución de estos tacos también se pueden emplear cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad.

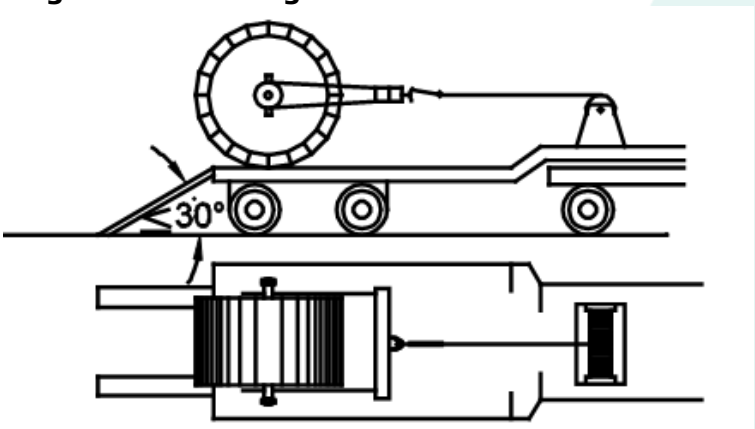
[5] Consultar Norma ABNT NBR 7310/2011

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Estas cuñas nunca se deben colocar sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

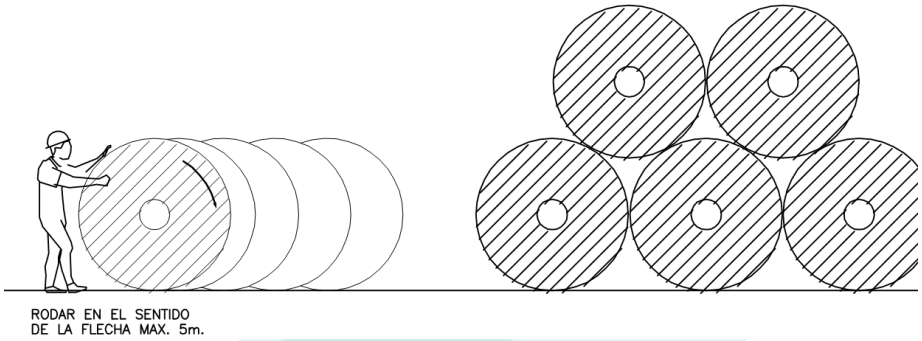
De ninguna manera se debe retener el carrete con cuerdas, conductores o cadenas que lo abracen y se apoyen sobre la capa exterior del conductor enrollado; asimismo no se debe dejar caer el carrete al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se debe montar una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior al 30%. Debe guiarse el carrete con conductores de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno. Cuando se desplace el carrete rodándolo por tierra habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el conductor enrollado en el mismo[6] (Ver Figura 11).

Figura 11. Descargue de carretes de conductor



Cuando los carretes deban trasladarse girándolos sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada. Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos[7] (Ver Figura 12).

Figura 12. Rodamiento de carretes de conductor



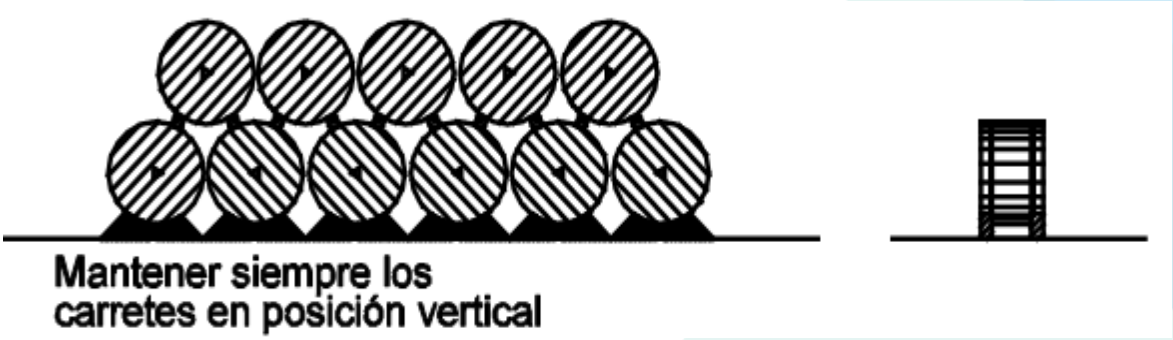
[6] Consultar catálogo de productos Procables, Anexo E.
[7] Consultar manual Manipulación de bobinas con cables eléctricos, Selt.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan los carretes, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el conductor. Siempre que sea posible, debe evitarse la colocación de bobinas de conductor a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse un carrete del que se ha utilizado una parte del conductor que contenía, han de taponarse los extremos de los conductores, utilizando capuchones retráctiles. Los carretes deben mantenerse siempre en posición vertical[8] (Ver Figura 13).

Figura 13. Almacenamiento de bobinas de conductor



Antes de empezar el tendido del conductor se debe estudiar el lugar más adecuado para colocar el carrete con el objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

[8] Consultar manual técnico Recomendaciones de instalación cables subterráneos, Centelsa.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

4. ANEXO 4: TENDIDO DE CONDUCTORES

Todos los carretes deben venir marcados con los siguientes datos:

a) Marca

b) Tensión de aislamiento

c) Longitud total (m)

d) Ubicación del tramo a ser instalado.

- El carrete se debe colocar en el lugar elegido de forma que la salida del conductor se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el conductor no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.
- Para el tendido, el carrete debe estar siempre elevado y sujeto por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso del carrete.
- La base de los gatos debe ser suficientemente amplia para que garantice la estabilidad del carrete durante su rotación.
- Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el conductor.
- Los conductores deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del conductor debe ser superior a 12 veces su diámetro durante el tendido.
- Cuando los conductores sean tendidos a mano los operarios deben estar distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se pueden tender mediante cabestrantes tirando del extremo del conductor al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción que no supere del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.
- El tendido se debe hacer obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y, construidos de forma que no dañen el conductor. Estos rodillos deben permitir un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el conductor para evitar su salida o caída.
- Los rodillos se deben distanciar entre sí de acuerdo con las características del conductor, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del conductor entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación debe ser especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del conductor contra el borde de la zanja en el cambio de sentido.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Para evitar el roce del conductor contra el suelo, a la salida del carrete, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el conductor. No se debe permitir desplazar lateralmente el conductor por medio de palancas u otros útiles; debe hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el conductor fuera de zanja, siempre bajo vigilancia del director de obra.

Para la guía del extremo del conductor a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tira cables sujeta a una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del conductor, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del conductor produce en él deslizamientos y deformaciones.

Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se debe aplicar sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello (método de ojo de halar). Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, el carrete siga girando por inercia y desenrollándose el conductor que no circula, es conveniente dotarlo de un freno para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el conductor.

La zanja en toda su longitud debe estar cubierta con una capa de arena fina de unos 5 cm en el fondo antes de proceder al tendido del conductor en la instalación entubada.

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

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se debe avisar con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista debe conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Nunca se deben pasar dos circuitos por un mismo tubo.

4.1. INSTALACIÓN DE DUCTOS

Una vez se ha terminado la excavación de la zanja, de acuerdo a la longitud de conductor, se debe seleccionar el carrete correspondiente para ser instalado.

Una vez el conductor se ha tendido no debe quedar tenso sino formando pequeñas "S" a lo largo de toda la trayectoria para compensar los movimientos del conductor por contracción y dilatación durante los ciclos de operación y para posibles asentamientos. Generalmente la longitud total del conductor se verá afectada en un 3% más para absorber las "S" en su recorrido.

Al momento de la instalación los conductores deben ser identificados en ambos extremos de acuerdo a lo indicado en el documento Memorias, de este Proyecto Tipo, y con una marquilla plástica indeleble con los siguientes datos:

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

- Nombre de circuito
- Tensión de aislamiento
- Fase
- Lugar de procedencia

4.2. CONDUCTORES EN DUCTO DENTRO DE ZANJAS

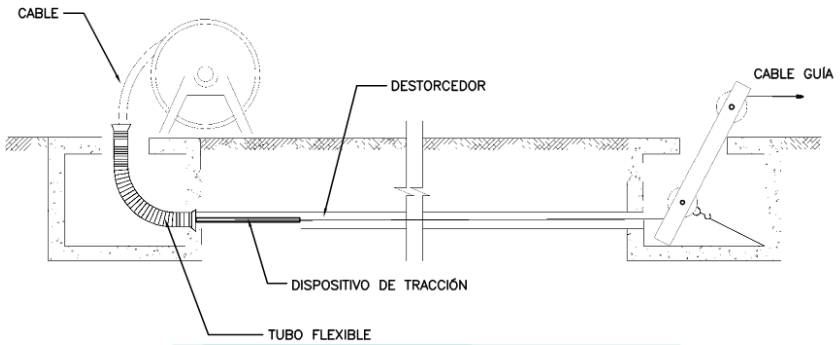
Para lograr una instalación confiable es necesario contar con el equipo de instalación adecuado al tipo de conductor e instalación, para la instalación de los conductores debe tenerse especial cuidado en los siguientes parámetros:

- Máxima tensión de tendido.
- Longitud de tendido.
- Presión lateral.
- Radio mínimo de curvatura.
- Fricción.

La instalación se debe realizar usando un conductor guía, de características adecuadas al tipo y longitud de conductor para halarlo a través de los ductos[9] (Ver Figura 14). Si el tendido del conductor se realiza usando un equipo mecanizado, se debe colocar el malacate en el registro que previamente se haya seleccionado de acuerdo con el cálculo de las tensiones y longitudes de tendido y debe anclarse de tal forma que resista sin desplazarse la tensión que se presente al halar el conductor en el ducto. Es importante la manera de halar el conductor, lo más recomendable es halar directamente del conductor ya que este es el material de mayor resistencia a la tensión.

- Para facilitar el tendido del conductor este se debe impregnar con un lubricante de emulsión especial para conductores, obteniéndose un bajo coeficiente de fricción para mayor suavidad y menor tensión mecánica al halar, el lubricante debe estar compuesto por poliméricos solubles al agua.
- Se prohíbe el uso de jabones, grasas, aceites y compuestos hechos a base de petróleo ya que estos deterioran el aislamiento del conductor.

Figura 14. Instalación de carrete para tendido de conductor



[9] Consultar manual técnico Recomendaciones de instalación cables subterráneos, Centelsa.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

- El carrete del conductor debe colocarse en el registro, en el extremo opuesto al malacate. Si existen cambios de dirección en la ruta de los conductores estos deben quedar localizados en los registros, si este fuere el caso se deben colocar rodillos de diámetro suficiente para evitar que el conductor se dañe durante el tendido.
- Los extremos del conductor deben tener colocados un perno u ojo de tracción directamente en el conductor para facilitar el tendido del conductor.
- Deberá distribuirse el personal a lo largo de la trayectoria del conductor por instalar en los extremos y en los registros intermedios, para que se vigile con el fin de evitar posibles daños por caída de troqueles o roce del conductor. Durante el tendido los operarios estarán provistos de un sistema de intercomunicación.
- Un dinamómetro debe ser colocado sobre el malacate para medir la tensión de tendido y la longitud del conductor. Antes de iniciar el tendido del conductor se realizará una inspección final a toda la instalación, cámaras de registro, poleas, rodillos, troqueles y estado del conductor.
- En la cámara de registro cercana al malacate se colocarán y fijarán los dispositivos que permitan orientar el conductor guía del ducto durante el tendido del conductor. Al finalizar el tendido dentro de un registro, los conductores de energía deberán ir adelante tanto como sea posible; se recomienda dejar una cantidad de conductor en los registros adyacentes a los terminales para tener una reserva en caso de posibles fallas que se presenten en la operación del conductor.
- Se recomienda que en un banco de ductos los conductores de mayor sección sean colocados en los ductos externos, de manera que el calor del conductor sea transmitido lo más rápidamente posible al terreno.
- Se deben utilizar sellos o tapones herméticos en las ducterías vacías, la ductería con conductores también debe ser sellada con la espuma especificada para tal fin[10] (Ver Figura 15).

Figura 15. Tapones para sellado de ductería

[10] Consultar manual técnico de fabricante Pavco, pág. 16.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

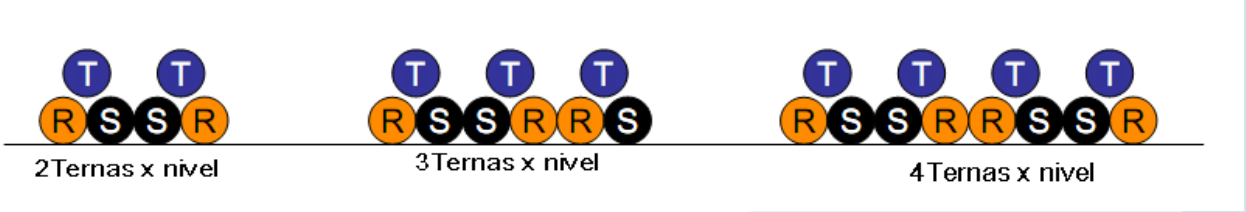
4.3. CONDUCTORES AL AIRE, ALOJADOS EN GALERÍAS

- Los conductores se deben colocar al aire, fijados sobre bandejas perforadas, de manera que no se desplacen por efectos electrodinámicos[11] (Ver Figura 16). La separación entre ternas debe ser la indicada en planos y documentos del Proyecto Tipo.

- Se deben conectar eléctricamente a tierra todos los elementos metálicos de sujeción, siendo independientes las conexiones cuando existan circuitos de diferentes tensiones.

- Los locales o galerías deben estar bien ventilados para obtener una baja temperatura media y evitar accidentes por emanación de gases, debiendo, además, disponer de un buen sistema de drenaje.

Figura 16. Disposición de conductores en galerías



[11] Consultar en https://www.electricaplicada.com/instalacion-de-conductores-en-paralelo-sobre-una-bandeja/.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

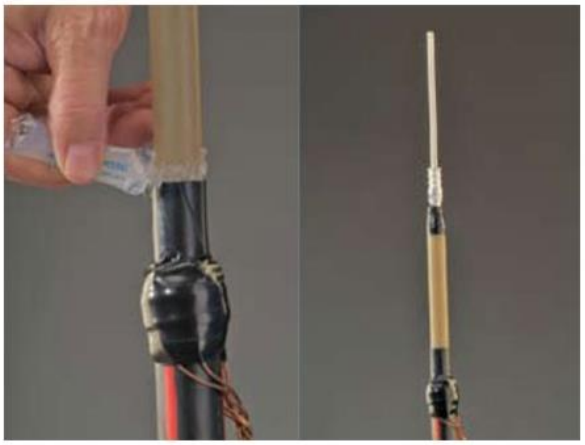
5. ANEXO 5: TERMINALES DE MEDIA TENSIÓN

La instalación de los terminales de Media Tensión debe ser ejecutada por personal con certificación de competencias laborales relacionada con esta labor específica. Es obligación del instalador observar las instrucciones del fabricante, las que están anexas a cada kit de instalación.

Los terminales se deben instalar en los barrajes o puntos de transición. Se deben instalar empalmes de Media y Baja Tensión en puntos donde el conductor no tenga la longitud necesaria, estos empalmes se deben realizar en las cajas o cámaras de registro y deben ser de tipo premoldeado, de acuerdo a las especificaciones de materiales.

- Para su instalación se debe preparar la punta del conductor monopolar dejándolo en forma punta de lápiz, corte la tira o lengüeta del conductor.
- La pantalla semiconductora y el aislamiento del conductor mostrando el conductor, termine de preparar la pantalla metálica.
- Para neutro concéntrico o conductores concéntricos neutrales cubiertos, doble hacia atrás los neutros y selle con tiras de mastique y cinta de vinilo.
- Limpie el conductor expuesto, instale y comprima el conectador, utilice la masilla y la cinta de vinilo para llenar cualquier espacio o abertura entre el conector y el aislamiento (Ver Figura 17)[12].

Figura 17. Aplicación de silicona

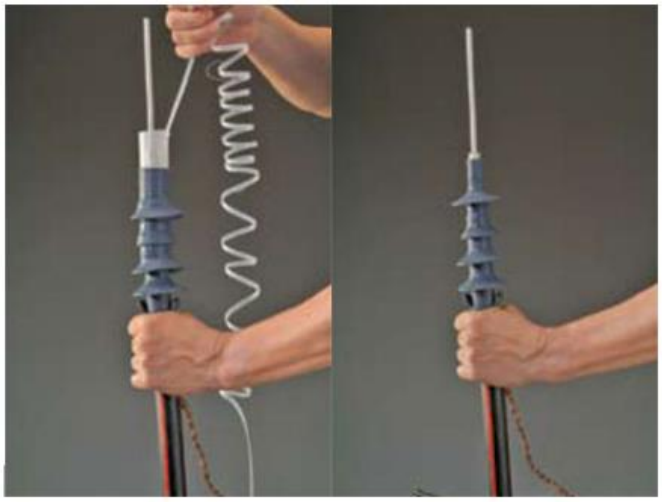


- Aplique un cordón de lubricante siliconado a la pantalla semiconductora, hale la cuerda final suelta del núcleo, hasta que coincida con el final del encapsulado de la terminal gris (Ver Figura 18)[13].

[12] Consultar instructivo de Instalación fabricante 3M-Terminaciones Contraíbles en Frío.
[13] Consultar instructivo de Instalación fabricante 3M-Terminaciones Contraíbles en Frío.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Figura 18. Instalación de campana



- Coloque el terminal sobre el conductor, tire la guía en el lugar correcto, y el núcleo removible se comprimirá.
- Aplique lubricante siliconado en el borde y área de la masilla, doble hacia abajo el borde sobre de la masilla para sellar la entrada del conductor (Ver Figura 19)[14].

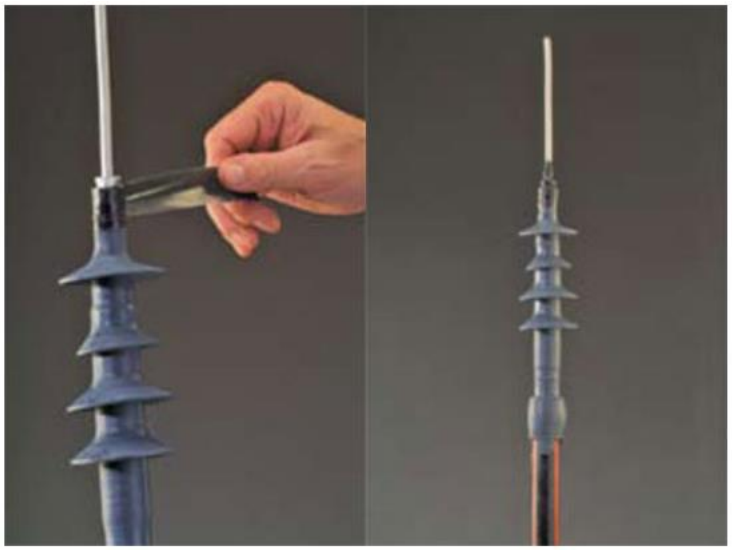
Figura 19.Sellar entrada del conductor

[14] Consultar instructivo de Instalación fabricante 3M-Terminaciones Contraíbles en Frío.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

- Finalmente, selle la parte superior de la terminal en el área de la funda, una los conductores de tierra al sistema de tierra (Ver Figura 20)[15].

Figura 20. Sellar parte superior



- El anterior procedimiento es de carácter ilustrativo, pudiendo cambiar según las instrucciones del fabricante. El procedimiento a seguirse debe ser siempre el que indique este último.

[15] Consultar instructivo de Instalación fabricante 3M-Terminaciones Contraíbles en Frío.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

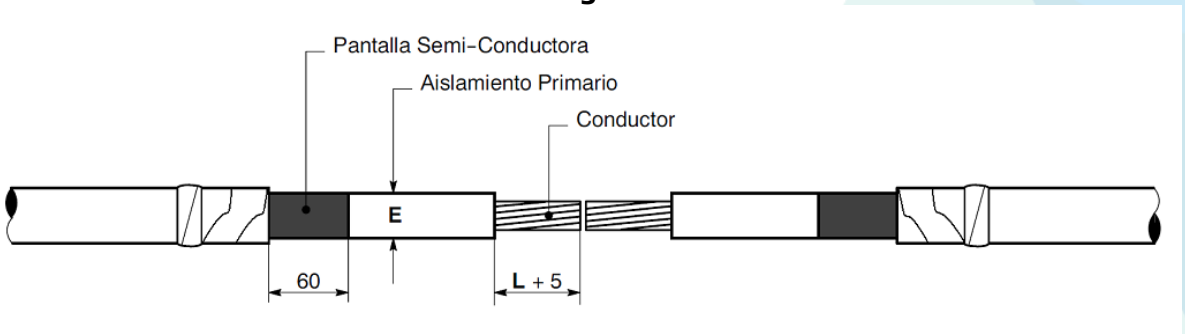
6. ANEXO 6: EMPALMES DE MEDIA TENSIÓN

La instalación de los empalmes de Media Tensión debe ser ejecutada por personal con certificación de competencias laborales relacionada con esta labor específica. Es obligación del instalador observar las instrucciones del fabricante, las que están anexas a cada kit de instalación.

Procedimiento general:

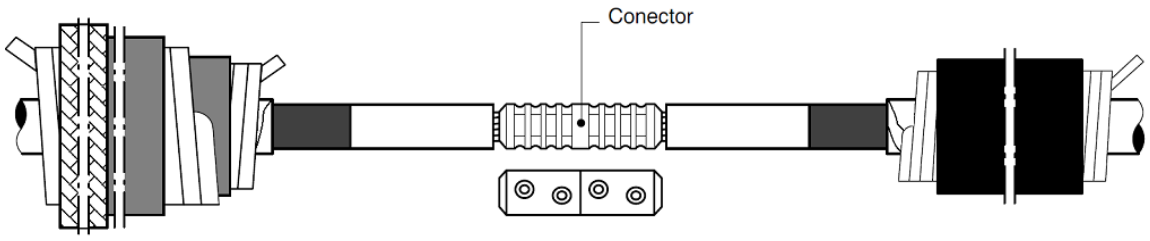
- Retirar la chaqueta externa y la cinta plástica protectora en una longitud de acuerdo a las recomendaciones de cada fabricante.
- Se llevan hacia atrás los hilos de la pantalla metálica dejando 60 mm y colocar dos vueltas de cintas sobre dichos hilos, luego se retira el aislamiento y la pantalla semiconductora del conductor en los extremos del conductor[16] (Ver Figura 21).

Figura 21.



- Se introduce el empalme preformado sobre uno de los conductores.
- Se unen los conductores con un conector de compresión.
- Se coloca una cinta semiconductora No 13 sobre el conductor a una distancia "d" del centro del conector, se debe lubricar el conector, aislamiento y pantalla semiconductora[17] (Ver Figura 22).

Figura 22.

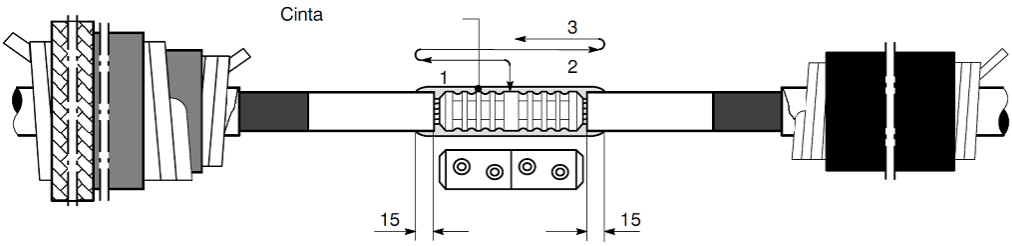


[16] Consultar Instructivo de Instalación Empalme Contráctil en Frío fabricante 3M.
[17] Consultar Instructivo de Instalación Empalme Contráctil en Frío fabricante 3M.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

- Luego se desliza el empalme preformado hacia el centro hasta que el extremo de este quede contra la cinta.
- Retirar la cinta y se limpia el lubricante que esté sobre el conductor.
- Se entronchan los alambres de la pantalla metálica uniéndolos con un conector de compresión, se limpia la pantalla metálica de cobre y la manguera contráctil[18] (Ver Figura 23).

Figura 23.



- Finalmente se coloca la manguera contráctil en frio sobre el preformado para asegurar el empalme[19] (Ver figuras 24 y 25).

Figura 24.

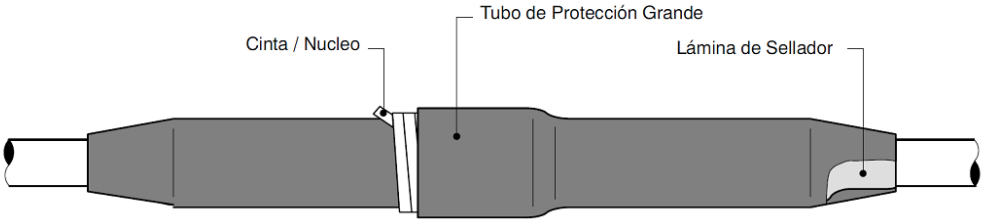
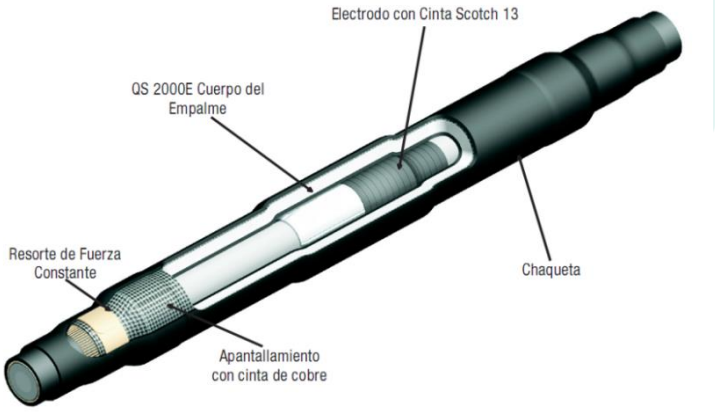


Figura 25.



[18] Consultar Instructivo de Instalación Empalme Contráctil en Frío fabricante 3M.
[19] Consultar Instructivo de Instalación Empalme Contráctil en Frío fabricante 3M.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

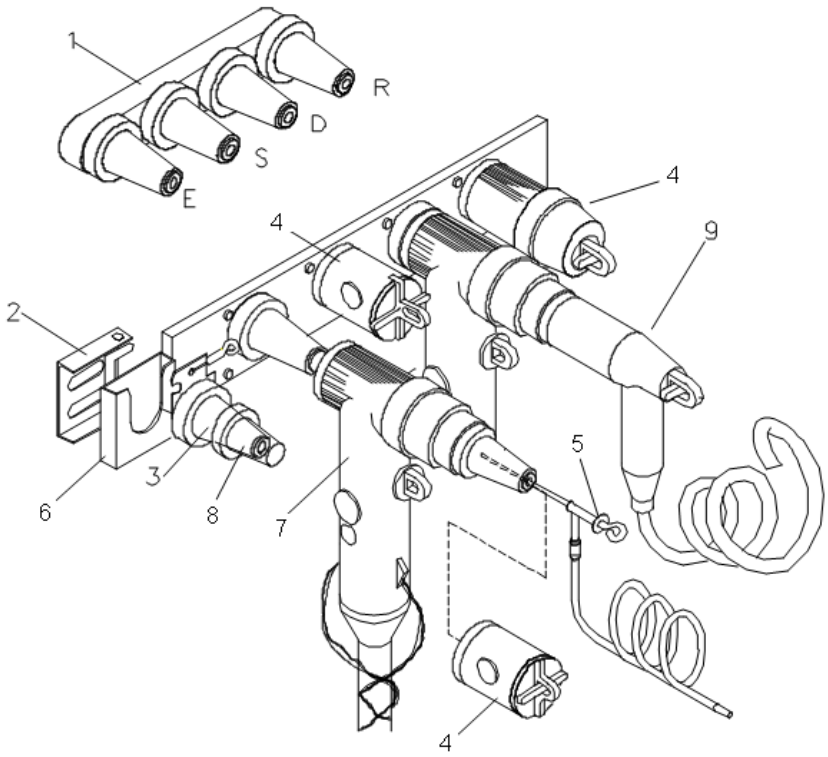
7. ANEXO 7: BARRAJES DE MEDIA TENSIÓN

Se instalarán barrajes elastoméricos de Media Tensión para hacer derivaciones de circuitos o hacer el empalme de una línea subterránea (Ver Especificaciones Técnicas de Materiales).

Para el montaje del barraje de Media Tensión se requiere lo siguiente (Ver Figura 26):

1. Barraje preformado.
2. Soporte de montaje.
3. Receptáculo de parqueo.
4. Tapón protector aislado.
5. Punta de prueba para aterrizar el barraje.
6. Soporte de parqueo.
7. Terminal tipo codo.
8. Protector de polvo.

Figura 26.



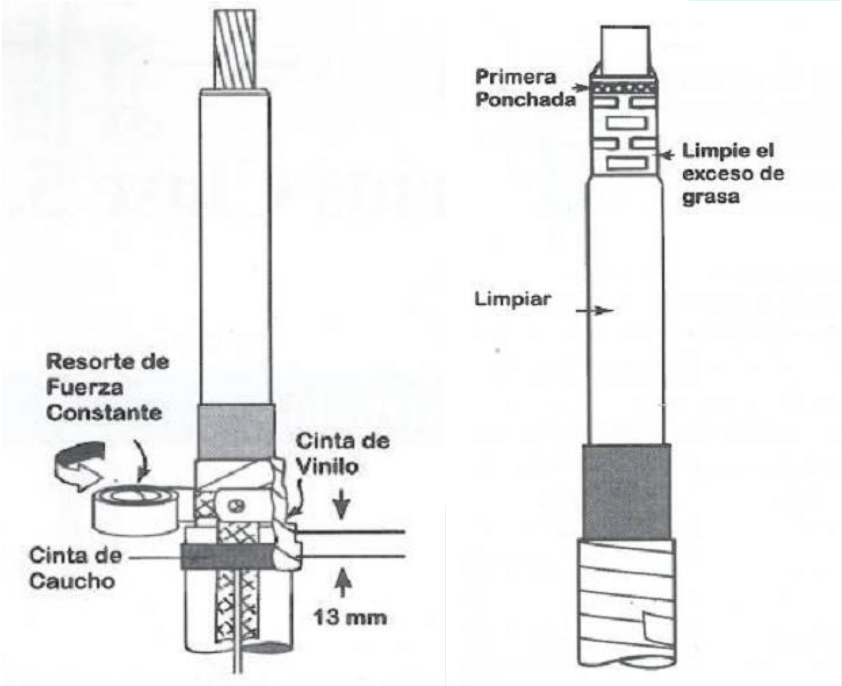
Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

8. ANEXO 8: CONECTORES TIPO CODO

Se deben utilizar herramientas apropiadas para el corte y manejo del conductor para la instalación de los codos de operación con carga.

- Se debe limpiar el conductor y retirar las partes semiconductoras.
- luego se poncha el conector y aplique una capa delgada de lubricante de silicona sobre el aislamiento del conductor y sobre la entrada del codo.
- Sitúe el codo en el conductor y con un giro suave empújelo sobre el conductor hasta que el extremo del conector toque la pared del codo (Ver Figura 27).

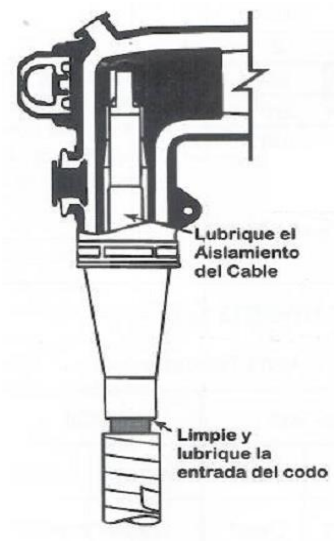
Figura 27.



- Rosque el electrodo en el conector con la herramienta adecuada.
- Se aplican dos capas de cintas de caucho desde 13 mm sobre el codo y hasta 51 mm después del borde de la chaqueta hasta la cinta de marca de pantalla de hilos.
- Se aplican dos capas de cinta de vinilo cubriendo completamente las cintas aplicadas (Ver Figura 28).

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Figura 28.



- El anterior procedimiento es de carácter ilustrativo, pudiendo cambiar según las instrucciones del fabricante. El procedimiento a seguirse debe ser siempre el que indique este último.

9. ANEXO 9: INDICADOR DE PASO DE FALTA

Los indicadores de falla deben instalarse en la alimentación de cada barraje o alimentación del seccionador de maniobra, con el fin de que identifique las fallas que puedan ocurrir en dicha línea (Ver Figura 29)[20].

Figura 29

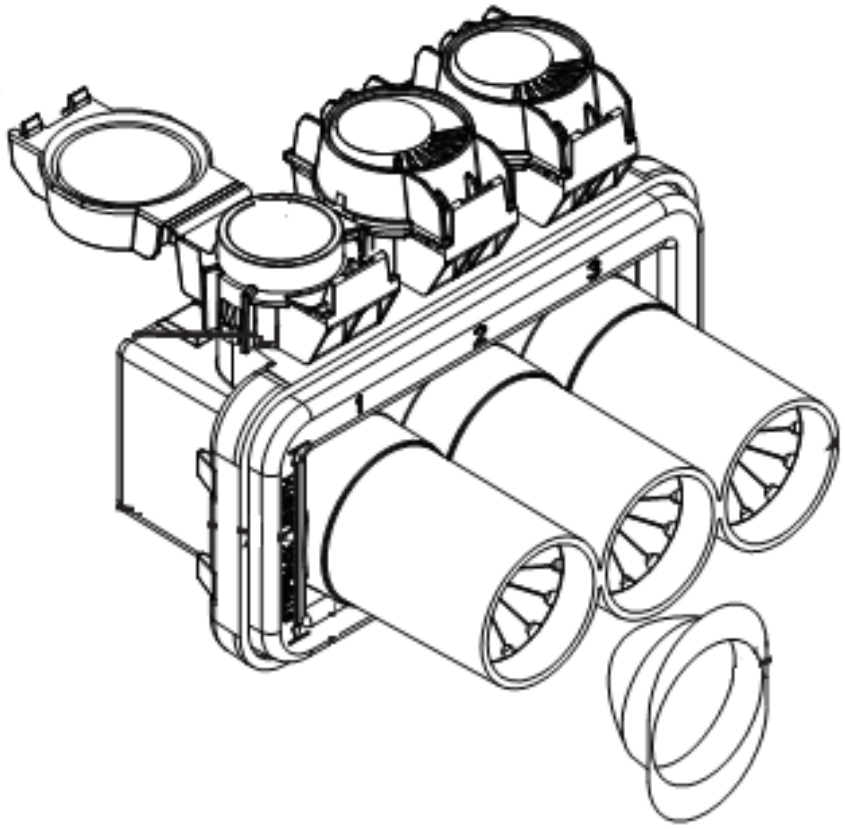
[20] Consultar catálogo Indicadores de falla aéreos y subterráneos, fabricante Fisher Pierce.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

10.ANEXO 10: BARRAJES DE BAJA TENSIÓN

Los barrajes de Baja Tensión a 600 V. son para conductores desde calibre No. 6 AWG hasta 500 MCM. Los barrajes deben ser tipo sumergibles de 8 puestos, aptos para conductores de cobre y aluminio (Ver Figura 30 y Especificaciones Técnicas de Materiales).

Figura 30.



Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

11. ANEXO 11: TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL

Los transformadores deben quedar montados sobre una base completamente lisa y nivelada; no se aceptarán desniveles superiores a 1,5% en ninguna dirección, pues se incrementa la posibilidad de falla del equipo.

Previamente a la instalación del transformador debe hacerse una inspección al sitio de su instalación para verificar dimensiones, nivelación de la base, condiciones de ventilación, entre otras cosas.

Si el transformador ha permanecido guardado por un tiempo de al menos 4 meses se recomienda antes de su puesta en servicio realizar pruebas y mediciones básicas.

El procedimiento de instalación es el siguiente:

1) Conectar a tierra: Desde el borne neutro, en calibre no inferior al del conductor neutro, se conecta al Sistema de Puesta a Tierra (SPT). El chasis del transformador también debe ser conectado al SPT, a esta tierra también se conectan todas las partes metálicas descubiertas y que no transporten corriente.

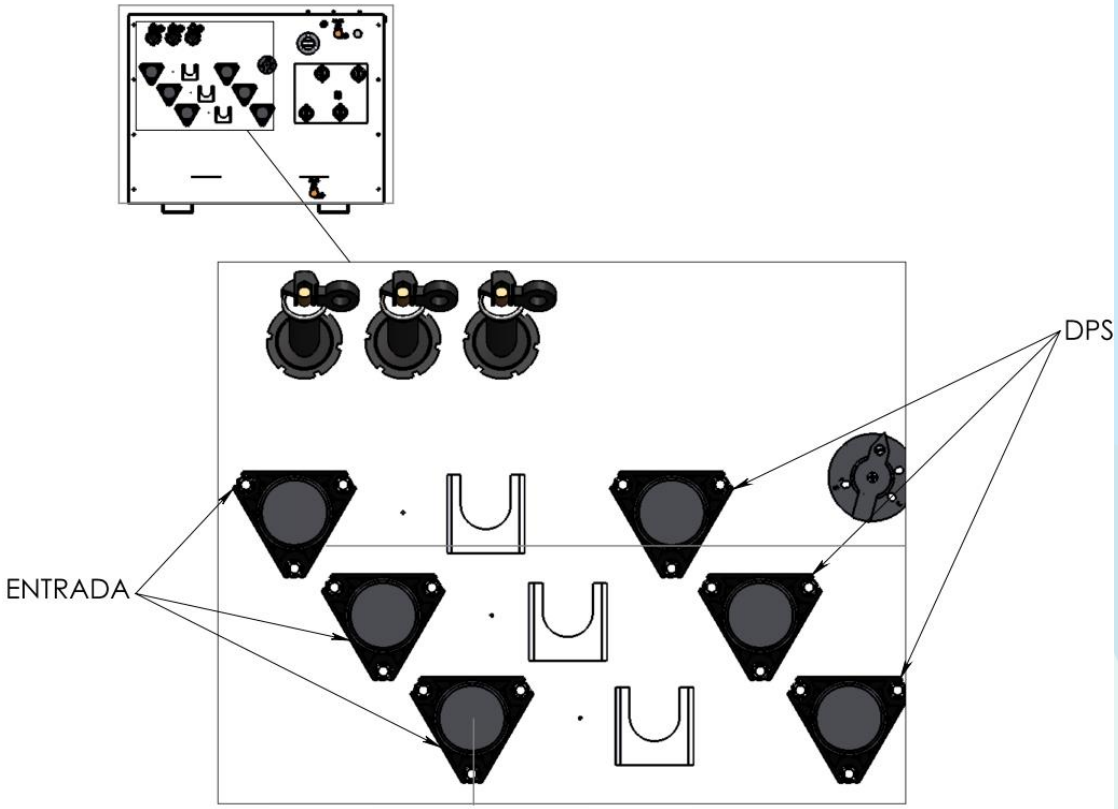
2) Conexión de Baja Tensión: Teniéndose identificados los conductores debe verificarse que su longitud sea tal que al ser conectados a los bornes del transformador no le impriman tensión mecánica. Solamente deberá removerse de cada conductor el aislamiento necesario para realizar la conexión y luego deben forrarse los terminales de Baja Tensión con cinta auto-fundente que garantice frente muerto en la instalación. Antes de la energización del equipo debe verificarse con Megger que no exista corto entre fases y que ninguna esté puesta a tierra.

3) Conexión de Media Tensión: Luego de identificarse con los colores apropiados las fases y terminales del transformador debe verificarse que los accesorios premoldeados estén bien ajustados y sean del calibre del conductor a ser utilizado, luego se realiza su conexión con el conductor seco. Por ningún motivo el conductor ejercerá presión sobre los accesorios al conectarse al transformador. Deberá tenerse especial cuidado con la limpieza de las superficies de contacto y que las conexiones queden ajustadas.

4) Conexión de DPS tipo codo en Media Tensión: Estos dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias usualmente son instalados en el buje inserto del transformador (Ver Figura 31).

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Figura 31[21].



[21] Consultar Guía para el Manejo del Transformador Tipo Pedestal, Magnetron.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*

Control de cambios

Edición	Fecha de aprobación	Motivo de la edición y/o resumen de cambios
01	26/01/2022	Documento de primera edición que reemplaza el documento No. 4 pliego de condiciones. Técnicas de montaje relacionado al proyecto tipo Líneas Eléctricas Subterráneas de fecha 03 de noviembre del 2020.

Protejamos el medio ambiente, imprime este documento solo si es necesario. Las copias impresas son *no controladas.*