

## ÍNDICE

## CAPÍTULO 3

## CONSTRUCCIÓN

- 3.1 PERSPECTIVAS Y APLICACIONES
- 3.2 REQUISITOS PARA LA INICIACIÓN DE LA OBRA
- 3.3 OBRA CIVIL
- 3.4 OBRA ELECTROMECAÁNICA

## CONSTRUCCIÓN

### 3.1 PERSPECTIVAS Y APLICACIONES

### 3.2 REQUISITOS PARA LA INICIACIÓN DE LA OBRA

#### 3.2.1 APROBACIÓN DEL PROYECTO

#### 3.2.2 CONVENIO DE CONSTRUCCIÓN

#### 3.2.3 BITÁCORA DE LA OBRA

### 3.3 OBRA CIVIL

#### 3.3.1 CANALIZACIÓN A CIELO ABIERTO

A) TRAZO

B) SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIONES

C) EXCAVACIÓN DE ZANJA

D) BANCO DE DUCTOS

E) VACIADO DE CONCRETO EN BANCO DE DUCTOS

F) SUMINISTRO DE MATERIAL PARA RELLENO PRODUCTO DE BANCO

G) RELLENO, COMPACTADO Y NIVELADO

#### 3.3.2 PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA

A) CONDICIONES DE TERRENO

B) FLUIDOS DE PERFORACIÓN

C) ADITIVOS PARA FLUIDOS DE PERFORACIÓN

D) PERFORACIÓN

E) AMPLIACIÓN EN RETROCESO

F) TAPÓN DE LODO (HIDRA-LOCK)

G) RENDIMIENTOS

H) DESCRIPCIÓN

I) PROCEDIMIENTO

I.1 Condiciones de trabajo.

I.2 Condiciones del suelo y subsuelo.

I.3 Equipos y ejecución.

I.4 Condiciones de la superficie.

I.5 Seguridad.

### 3.3.3 REGISTROS, POZOS DE VISITA, BASES PARA EQUIPO Y MURETE DE CONECTORES MÚLTIPLES DE MEDIA TENSIÓN

A) REGISTROS TIPO RBT1 Y RBT2 PREFABRICADOS

B) REGISTROS TIPO RBT1 Y RBT2 DE CONCRETO COLADOS EN SITIO

C) REGISTROS TIPO RMT3 Y RMT4 PREFABRICADOS

D) REGISTROS TIPO RMT3 Y RMT4 COLADOS EN SITIO

E) POZOS DE VISITA PREFABRICADOS

F) POZOS DE VISITA COLADOS EN SITIO

G) BASES DE CONCRETO PARA EQUIPO COLADAS EN SITIO

H) BASES DE CONCRETO PREFABRICADAS

I) MURETES PARA ALOJAR CONECTADORES MÚLTIPLES DE MEDIA TENSIÓN FABRICADOS EN SITIO

J) MURETES PREFABRICADOS PARA ALOJAR CONECTADORES MÚLTIPLES DE MEDIA TENSIÓN

K) TAPAS.

### 3.4 OBRA ELECTROMECAÁNICA

#### 3.4.1 ALMACENAJE

#### 3.4.2 REVISIÓN DEL CABLE DE POTENCIA EN EL CAMPO

- A) PRESENCIA DE HUMEDAD
- B) VERIFICAR QUE EL CABLE DE POTENCIA CORRESPONDA AL DEL PROYECTO APROBADO.
- C) ADHERENCIA DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA EXTRUIDA
- D) RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA

#### 3.4.3 REQUISITOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL CABLEADO

#### 3.4.4 INSTALACIÓN DEL CABLE

- A) INSTALACIÓN DEL CABLE POR MEDIO MANUAL
- B) INSTALACIÓN DEL CABLE CON MALACATE

#### 3.4.5 INSTALACIÓN DE ACCESORIOS

#### 3.4.6 INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES

#### 3.4.7 INSTALACIÓN Y CONEXIÓN A TRANSFORMADORES

#### 3.4.8 INSTALACIÓN DE SECCIONADORES

#### 3.4.9 INSTALACIÓN DEL CABLE DE BAJA TENSIÓN

#### 3.4.10 CONEXIONES DE BAJA TENSIÓN

## CONSTRUCCIÓN

### 3.1 PERSPECTIVAS Y APLICACIONES

Las siguientes especificaciones establecen los procedimientos, técnicas y recomendaciones que se deben de cumplir durante la construcción de Redes de Distribución Subterránea por la Comisión Federal de Electricidad y terceros, sin menoscabo de lo establecido en el "PROCEDIMIENTO PARA EL TRÁMITE DE PROYECTO Y OBRA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONSTRUIDAS POR TERCEROS" (PROTER).

Deben ser seguidas lo más cerca posible por la CFE y contratistas, con el conocimiento de que cuando sea impráctico el uso de estas Normas, debe obtenerse una aprobación especial para cualquier desviación, la cual será otorgada por la Subgerencia de Distribución correspondiente.



### 3.2 REQUISITOS PARA LA INICIACIÓN DE LA OBRA

#### 3.2.1 APROBACIÓN DEL PROYECTO

Una vez revisado el proyecto y de encontrarlo correcto, la CFE enviará al interesado o representante la autorización de proyecto.

#### 3.2.2 CONVENIO DE CONSTRUCCIÓN

Se deben tener liquidadas las aportaciones fijadas tanto en el oficio resolutivo, así como en el de aprobación de proyecto, presentándose el interesado a las oficinas de la CFE con la documentación que acredite debidamente la personalidad de quien vaya a firmar el Convenio.

En el momento en que el Convenio de Obra quede formalizado, la CFE entregará al interesado o representante, el plano y copia de la memoria técnica descriptiva aprobados.

El Contratista debe notificar a la CFE, el día en que iniciará la construcción y el nombre del residente o residentes de la obra y a su vez la CFE nombrará oficialmente a un supervisor quien abrirá la bitácora correspondiente.

#### 3.2.3 BITÁCORA DE LA OBRA

La bitácora debe ser un libro empastado con original y dos copias, foliado en cuya primera página debe quedar asentados los siguientes datos:

##### CFE

- 1) OBRA
- 2) UBICACIÓN
- 3) CIUDAD Y ESTADO
- 4) FECHAS PROGRAMADAS DE INICIO Y TERMINACIÓN
- 5) NOMBRE DEL SUPERVISOR, IDENTIFICACIÓN Y FIRMA RECONOCIDA
- 6) TELÉFONOS

CONSTRUCTOR

- 1) NOMBRE O RAZÓN SOCIAL
- 2) DOMICILIO
- 3) TELÉFONOS
- 4) REPRESENTANTE
- 5) RESIDENTE, IDENTIFICACIÓN Y FIRMA RECONOCIDA

Las anotaciones deben realizarse todos los días laborables en la obra, indicando los trabajos realizados, acuerdos y modificaciones pequeñas al proyecto aprobado.

La bitácora tiene validez oficial; al finalizar cada nota diaria, esta debe firmarse por el residente y el supervisor; también debe firmar por parte de la CFE el Jefe de la Oficina de Distribución o el Jefe del Departamento de Distribución.

Si por algún motivo no se encontrara el supervisor durante la construcción de una sección de la obra, quedará asentado que se podrán hacer muestreos, excavando o desarmando accesorios y en caso de encontrarse alguna anomalía, se debe revisar toda esta sección minuciosamente y si es necesario rehacerse todo.

En el caso de que el supervisor detectara una deficiencia que por su importancia la considerara relevante, independientemente del registro en la bitácora, se ratificará por escrito para su corrección oportuna al representante e interesado.

### 3.3 OBRA CIVIL

Desde el inicio y durante todo el proceso de construcción de la Obra Civil se deberá observar el Manual de Procedimientos para la revisión, supervisión y construcción de Redes Subterráneas, contando para ello con los permisos de construcción de las autoridades competentes y Tránsito Municipal.

#### 3.3.1 CANALIZACIÓN A CIELO ABIERTO

##### A) TRAZO

El trazo debe realizarse conforme a Planos de Proyecto e indicaciones de la supervisión de obra de la CFE, debe hacerse con equipo topográfico, evitando en lo posible interferencias y cruzamientos con otras instalaciones existentes.

En caso de encontrarse con otra instalación de servicio, ya sea teléfonos, agua potable, drenaje o alumbrado, se debe coordinar con la supervisión de la CFE a fin de determinar una solución a la intersección.

Para lugares donde se detecte la presencia de registros telefónicos, agua, etc., y no se cuente con información que permita conocer su trayectoria y características, se recomienda efectuar tres sondeos máximos por cuadra preferentemente donde se construirán los registros, con el fin de planear el nuevo trazo si fuese necesario.

El trazo de la trinchera se hará con pintura sobre banquetas y con cal sobre terrecerías al igual que la ubicación de registros, pozos de visita y bases para equipo.

Si la construcción se realiza en la zona urbana, es muy importante el proyecto de la trayectoria, procurando evitar instalaciones que pudieran dañar las líneas por contaminación, como son: refinерías, gasolineras o cualquier otro establecimiento que pudiera ocasionar derrames inundando pozos de visita o bancos de ductos, dañando los cables y accesorios.

Por ningún motivo se debe compartir o conectar la Obra Civil de la CFE con cualquier otro servicio, como drenaje pluvial, aguas negras u otras instalaciones.

##### B) SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIONES

Antes de iniciar los trabajos de excavación, se debe contar

con la señalización necesaria a través de avisos de precaución para proteger las áreas de trabajo, principalmente en zonas peatonales y pasos vehiculares, procurando no entorpecer la circulación, instalando tarimas y placas de acero respectivamente sobre las zanjas. Durante la noche se debe contar con señalización luminosa a una distancia adecuada, así como con barreras, que podrán hacerse de madera y cinta indicadora de peligro, limitando la zona de trabajo en áreas peatonales.

### C) EXCAVACIÓN DE ZANJA

La excavación se puede llevar a cabo por medios manuales, principalmente en donde se presenten materiales sueltos como arena o de aglomerado como tepetate, arcilla, etc.

La excavación por medios mecánicos no es muy recomendable en lugares donde existan otras instalaciones de servicio tales como: teléfono, agua potable, drenaje, alumbrado público, gas, etc. ya que existe la posibilidad de ocasionar algún daño.

Las dimensiones de la zanja dependen del tipo de banco de ductos a instalar, de acuerdo a las Normas de Distribución, Construcción de Líneas Subterráneas.

En los casos donde la zanja tenga que ser profunda y el terreno no sea estable, se debe ampliar hasta encontrar el ángulo de reposo del material o en caso contrario ademar, para evitar derrumbes y accidentes.

La zanja debe estar limpia, libre de basura y derrumbes, la plantilla nivelada y compactada al 90% PROCTOR, humedeciendo piso y taludes antes del colado debiendo ser este monolítico en tramos definidos, por ejemplo entre registros.

En los casos que por alguna razón no pueda efectuarse el colado monolítico de registro a registro, por ser un volumen considerable de concreto, se deberá dejar una preparación en corte a 45 grados procurando que el siguiente colado se realice dentro de las siguientes 72 horas.

En el caso de que se utilice ducto de PAD o PADC, la plantilla de la zanja debe ser de 5 cm de arena y el relleno entre ductos como se indica en las Normas.

**D) BANCO DE DUCTOS**

Los ductos de PVC tipo conduit servicio pesado y de PADC, con campana integrada o con cople, deben garantizar una unión hermética. En los Planos de Proyecto de Obra Civil, se indicará el diámetro, número de ductos y profundidad conforme a las Normas, así mismo se incluye como alternativa la utilización de ducto de PAD, el cual debe ser de una pieza entre registros y su instalación será conforme a las Normas.

Para conservar una distancia uniforme entre ductos de PVC, se deben utilizar separadores según las Normas de la CFE, estos podrán ser de fibra de vidrio, plástico, espuma de poliuretano o varilla (siempre y cuando no se cierre el circuito magnético), colocados a una distancia de 3 metros.

Cuando se utilicen tubos de PVC, estos deberán quedar alineados evitando las deflexiones, en todos los cambios de dirección en proyección horizontal se utilizarán registros o pozos de visita, igualmente en los cambios verticales que indique el proyecto. Finalmente debe verificarse que no exista alguna obstrucción dentro de los ductos, mediante la utilización del accesorio para limpieza (ratón).

Cuando se utilicen bancos de ductos con tubos de PAD o PADC, se deben colocar directamente enterrados, dejando las separaciones y profundidades indicadas en los croquis constructivos, utilizando una cinta de advertencia en la parte superior del banco, respetando los grados de compactación indicados en el Capítulo 4 de estas Normas, se podrá utilizar producto de excavación si no contiene arcillas expansivas, y un boleo mayor a  $\frac{3}{4}$ " (19 mm).

Cuando se empleen tubos de PAD se utilizará solamente una RD de 17 bajo banqueteta y una RD de 13.5 bajo arroyo.

Cuando se empleen ductos de PAD o PADC, únicamente se instalarán separadores en el banco de ductos a dos metros del registro, en ningún caso se aceptarán cruces longitudinales de ductos.

En terrenos con nivel freático muy alto, se utilizarán ductos de PAD o PADC en tramos continuos entre registro y registro. No se permite el uso de coples.

**E) VACIADO DE CONCRETO EN BANCO DE DUCTOS**

Antes de iniciar el vaciado de concreto, se debe taponear

provisionalmente los ductos en los extremos, con estopa, yeso y una agarradera de alambre recocido, para ser retirado con facilidad, para evitar que el concreto penetre dentro del ducto.

En terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos no se debe enterrar directamente el neutro corrido multiaterrizado.

En terrenos con ambiente marino y/o suelos salitrosos se debe utilizar cemento tipo II, IPo V según la NOM C-1.

En bancos de ductos localizados bajo banquetas, se debe utilizar concreto  $f'c = 4903,325$  kPa (50 kg/cm) de fraguado normal, con un revenimiento de  $14 \pm 2$  cm y tamaño máximo de agregado de 19,1 mm (3/4").

En bancos de ductos ubicados bajo arroyo, se debe utilizar un concreto  $f'c = 9806,65$  kPa (100 kg/cm<sup>2</sup>) con características físicas iguales al anterior.

El concreto debe compactarse o vibrarse de tal manera que se asegure el perfecto acomodamiento y eliminación de vacíos.

#### F) SUMINISTRO DE MATERIAL PARA RELLENO PRODUCTO DE BANCO

Cuando por alguna razón sea necesario suministrar material para relleno producto de banco, este debe ser material inerte y libre de arcillas expansivas. La aprobación de este material se debe determinar por medio de muestras y pruebas obtenidas del banco de material, por cualquier laboratorio autorizado por la CFE, el cual dictaminará por escrito su empleo como relleno.

#### G) RELLENO, COMPACTADO Y NIVELADO

El relleno debe efectuarse en capas no mayores de 15 cm de espesor, con la humedad óptima para obtener una compactación del 90% PROCTOR en áreas de banquetas.

En arroyo de calle el grado de compactación será como sigue: Se compactará al 95% PROCTOR, la capa de 15 cm de espesor adyacente a la carpeta de rodamiento, este relleno estará sustentado en un relleno previamente compactado al 90% PROCTOR, cuidando de evitar la ruptura de los ductos o cualquier otra instalación. Podrá efectuarse por medios manuales o mecánicos, este último debe ser autorizado por la

supervisión quedando bajo responsabilidad del contratista todos los daños que pudiese ocasionar.

En forma periódica, se revisarán las compactaciones en los puntos que la supervisión considere convenientes por medio de un laboratorio autorizado por la CFE.

Los resultados deben entregarse por escrito a la brevedad posible a la supervisión, si las pruebas de compactación cumplen con la especificación, la supervisión dará su autorización para que se continúen las siguientes etapas de construcción, quedando asentado en la bitácora.

La cota de terminación y nivelación de estos trabajos debe ser la indicada para recibir la reposición de banquetas o pavimentos.

Para el relleno se podrá utilizar material producto de la excavación si este no contiene materia orgánica o expansiva y que no contenga boleo mayor a  $\frac{3}{4}$ ". En su defecto se empleará material de banco. En cualquier caso el material debe ser analizado por el laboratorio autorizado por la CFE.

### 3.3.2 PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA

Actualmente la más moderna tecnología para la instalación de ductos y tuberías es el sistema de Perforación Horizontal Direccional. Este sistema ofrece todas las ventajas que nuestras obras necesitan: rapidez, limpieza y seguridad, sin causar un impacto ambiental y sin interrumpir el tráfico vehicular y peatonal.

#### A) CONDICIONES DE TERRENO

El tipo de suelo se puede clasificar en dos categorías generales: materiales gruesos y finos. Los suelos gruesos consisten en arenas y gravas, los finos son arcillas. El tipo de terreno determina las características de un fluido de perforación, la función del fluido es proveer la refrigeración necesaria a la cabeza de perforación y a la sonda direccionable, permitir la lubricación adecuada en el proceso de inmersión de los ductos y estabilizar los túneles impidiendo que se derrumben. El principal componente de un fluido de perforación es el agua, pero en raras veces se puede utilizar el agua sola para perforar. En el mercado existen numerosos productos que adicionados al agua optimizan su funcionamiento, el uso de estos aditivos dependen de las condiciones del terreno.

**B) FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

La Bentonita es un silicato de aluminio formada por la actividad volcánica desde hace 60 millones de años. Cuando al agua se le agrega la Bentonita, se quiebra en partículas microscópicas llamadas platelets. Cuando esta se utiliza para perforación, los platelets tienen un efecto de sellado que estabiliza las paredes del túnel, impidiendo con esta barrera que el fluido se escape. Para asegurar una mezcla adecuada, la Bentonita debe mezclarse con agua limpia, con un PH de 8.5 - 9.5.

**C) ADITIVOS PARA FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

Polímero es el nombre que describe a numerosos compuestos orgánicos y sintéticos de gran peso molecular que tiene la característica de formar cadenas estructurales muy ligeras, que permiten una mayor fuerza de adhesión entre las moléculas del fluido. Los Polímeros son usados en perforación por la habilidad de impedir que las arcillas se esponjen y se hagan mucilaginosas, además de impedir la fricción actuando como lubricante.

**D) PERFORACIÓN**

El proceso de perforación se logra maniobrando una cabeza de perforación con una herramienta de corte en la punta que puede direccionarse en cualquier sentido. El ángulo de perforación y la profundidad se captan electrónicamente en la superficie y las provee una sonda alojada dentro de la cabeza. Para perforar, la cabeza gira desbastando el terreno, utilizando un fluido de perforación adecuado para enfriar y lubricar la cabeza.

**E) AMPLIACIÓN EN RETROCESO**

El proceso de ampliado en retroceso, mejor conocido como jalado, está determinado por la habilidad de escoger el ampliador adecuado y la cantidad de fluido que cree un lodo que se pueda desplazar hasta la apertura de entrada. Este proceso es crítico y determina el rendimiento de la máquina. No solamente es necesario usar los fluidos apropiados, también es importante determinar la cantidad de fluido. Para crear un lodo favorable, se requiere tener una relación mínima del 50/50 de fluidos contra sólidos desplazados. Es importante no apresurar el proceso de jalado ya que la ampliación necesita tiempo para forjar el túnel y crear una

mezcla adecuada de lodos. La capacidad del tanque de lodos de la máquina, la potencia, el tipo de terreno y el diámetro del túnel determinan la velocidad de jalado.

#### F) TAPÓN DE LODO (HIDRA-LOOK)

Es una condición indeseada que se crea durante el jalado, cuando el lodo no puede ser bombeado dentro del túnel por la pobre mezcla del mismo. El Tapón de Lodo (Hidra Look) no permite pasar en la entrada, sin una ruta de escape el fluido dentro del hoyo. Se presuriza y actúa como un cilindro hidráulico, la presión impide que los tubos se muevan mientras que el fluido no encuentre una salida.

#### G) RENDIMIENTOS

El proceso de perforación es complicado, para calcular los rendimientos de las variables que intervienen en el proceso, se deben considerar las condiciones del terreno, el tipo de trabajo, la potencia de la máquina perforadora y la experiencia del personal que la opera. Para optimizar el proceso debemos tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1.- Usar el apropiado tipo y cantidad de fluido de perforación para las condiciones del suelo encontradas.
- 2.- En el proceso de ampliación, la velocidad de jalado no debe sobrepasar a la velocidad con la que el lodo abandona el túnel.
- 3.- Usar un tamaño adecuado de ampliador. El ampliador debe ser mayor que el diámetro del haz de tubos, pero no demasiado; una regla es usar un ampliador entre 1.3 a 1.5 veces el tamaño de los tubos.

#### H) DESCRIPCIÓN

El trabajo consiste en instalar tubos de PAD (HDPE RD 11 a 13.5) utilizando un sistema de Perforación Horizontal de túneles subterráneos, dirigido electrónicamente capaz de acertar sobre un blanco de 40 cm de diámetro, a distancias señaladas en proyecto, medidas a partir del punto de inicio. El sistema debe realizar la instalación de los tubos mientras el rompimiento de la capa de terreno se reduce al mínimo, la herramienta barrenadora debe ser electrónicamente rastreable y dirigible, capaz de evitar cualquier obstáculo subterráneo y servicios existentes en su ruta. Debe girar en un radio aproximadamente de 20 metros y debe ser

detectable a una profundidad de hasta 5 metros. El sistema debe utilizar una mezcla de bentonita-polimero-agua de acuerdo a las características del terreno, emitida a través de un surtidor de diámetro pequeño con una presión que permita trabajar en la masa del terreno, estabilizar la pared del túnel y lubricar los tubos que estén instalados.

Los vacíos o bolsas de aire generados durante el proceso de la masa del subsuelo deben ser mínimos sin repercusiones en la superficie.

## I) PROCEDIMIENTO

### I.1 Condiciones de trabajo.

Mantener el acceso para el tráfico vehicular y de peatones evitando la interrupción de operación de los derechos de vía pública con las señalizaciones de tránsito necesarias, donde por condiciones de congestión vehicular y peatonal, de concentración de comercios, servicios y otros o donde la CFE lo decida, los trabajos deben realizarse en horario nocturno para evitar trastornos mayores a estas actividades y servicios.

Las señalizaciones deben proteger el lugar de trabajo y consisten en: cintas, barreras, boyas, luces fijas e intermitentes, letreros e indicaciones gráficas. Antes del inicio de perforación de cada tramo el contratista debe verificar en cada domicilio la continuidad del servicio del agua potable y descarga del drenaje y al final de la instalación del ducto de cada tramo debe verificar la continuidad de estos servicios y en su caso proceder a la reparación inmediata. El contratista debe tener personal capacitado para dar cumplimiento a lo anterior.

### I.2 Condiciones del suelo y subsuelo.

Con la información disponible de las dependencias que tienen instalaciones subterráneas (teléfonos, agua potable, semáforos, televisión por cable, etc.), el contratista antes de barrenar tiene la obligación de realizar la localización de todos los sistemas de servicios, aunque no estén indicados en los planos entregados, con pruebas físicas y de detección electrónica o de sondeos en puntos donde coincidan con la ubicación de registros o como última alternativa en cualquier otro punto (o cualquier combinación) con el objeto de evitar

daños a los mismos, esta actividad incluye la detección de:

Servicios subterráneos:

- 1.- Drenaje pluvial.
- 2.- Líneas eléctricas.
- 3.- Líneas principales de agua.
- 4.- Alcantarillado y sistemas sépticos.
- 5.- Tuberías de gas.
- 6.- Líneas telefónicas.
- 7.- Líneas de televisión por cable.
- 8.- Pozos.
- 9.- Otras instalaciones.

Servicios aéreos y otras construcciones tales como:

- 1.- Postes eléctricos y telefónicos.
- 2.- Cimentaciones y edificios.
- 3.- Árboles.
- 4.- Señalamientos.
- 5.- Mobiliario urbano.

### 1.3 Equipos y ejecución.

Los trabajos para la elaboración de las excavaciones inicial y final de cada tramo deben de ser hechos por el contratista de acuerdo con el proyecto o las indicaciones de la supervisión. Los trabajos adicionales que el constructor requiera por las condiciones de trabajo, daños a instalaciones y/o su proceso constructivo los hará por su cuenta, en el entendimiento que debe dejar la superficie en la condición original, el contratista debe proceder a las reposiciones de banquetas y pavimentos por daños ocasionados por las siguientes actividades:

- 1.- Anclaje de maquina de perforación.
- 2.- Reparaciones de agua potable, drenaje o a otras instalaciones.
- 3.- Ruptura por proceso de perforación.
- 4.- Por comienzo de perforación fuera de las excavaciones iniciales.

En todos los casos de reposición y/o elaboración de concreto, se evitará la obstrucción de accesos y banquetas, se recogerá cualquier excedente y se barrera al final de la jornada. En los casos de pisos de canteras, adocreto o similares además de lo anterior se sustituirán las piezas dañadas por sus equivalentes. El contratista entregará una serie de cilindros de prueba y su reporte correspondiente por cada 50 m<sup>2</sup> de reposición.

El sistema debe ser remotamente dirigible y permitir monitoreo electrónico de la profundidad del túnel y su localización, además de ser capaz de controlar la profundidad y la dirección y dar con exactitud a una ventana de 40 cm.

Los tubos se instalarán a una profundidad media de 65 cm para la baja tensión y 100 cm para la media tensión. El rango en el sentido vertical será de 50 a 90 cm en baja tensión y de 90 a 150 cm para la media tensión. Estos rangos deben respetarse aún en los tramos donde se instalarán tubos para media y baja tensión.

En el sentido longitudinal los rangos son: para la baja tensión el ancho de la banqueta (para poder interceptar la trayectoria con los registros de acometida) y para la media tensión también el ancho de banquetas donde lo indique el proyecto. En donde la banqueta ya tenga instalaciones existentes de otras entidades, la perforación se direccionará por el arroyo y los registros que se instalen en arroyo deben cumplir con las especificaciones que la CFE tiene para este tipo de instalaciones. Las trayectorias deben tener las pendientes adecuadas para permitir el drenaje a cualquiera de los registros aledaños.

El contratista debe señalar con marcas de pintura deoble la trayectoria y proporcionará a la CFE un plano y un reporte con los datos sobre la profundidad y trayectoria, cada 6 metros.

Cuando se realicen trabajos cerca de instalaciones energizadas, deben considerarse los accesorios capaces de detectar corriente y/o potencial eléctrico para avisar al operador cuando la cabeza o amplificador del perforador se acerquen a cables eléctricos.

En caso de que durante el proceso de construcción el contratista incurra en daño a inmuebles, mobiliario urbano, otras instalaciones a terceros y de no ser responsable evidente, se someterá al peritaje de las autoridades que procedan para determinar su responsabilidad, en caso de ser evidente procederá a la reparación o pago del daño según corresponda en forma inmediata.

En caso de que por proceso constructivo el contratista requiera seccionar un tramo de poliducto determinado, debe efectuar el empalme de los ductos por medio del método de termofusión.

#### 1.4 Condiciones de la superficie.

Es responsabilidad del contratista evitar los asentamientos del terreno y daños en la superficie sobre las trayectorias y debe garantizar esta condición en por lo menos 12 meses a partir de la recepción total de la obra.

El agua excedente, lodos y materiales producto de excavación y/o perforación serán retirados del área de trabajo y vía pública por el contratista.

#### 1.5 Seguridad.

La señalización para seguridad del personal del contratista se referirá, principalmente, al equipo que es obligatorio portar: casco, botas duras o de hule, impermeables, guantes, mascarillas, caretas y el equipo especial para evitar un shock eléctrico en los operadores del equipo perforador.

Debe existir señalización para seguridad contra terceros, colocando las señales en sitios visibles y de buen tamaño, con colores llamativos y letras visibles a distancia adecuada, tanto para peatones como vehículos, ya sea para circulación o para indicar áreas de peligro. Esta señalización debe ser visible y de color especial en cada área de trabajo.

El incumplimiento de estas indicaciones es motivo para impedir que el contratista realice sus trabajos hasta que las mismas sean atendidas completamente.

### 3.3.3 REGISTROS POZOS DE VISITA, BASES PARA EQUIPO Y MURETE DE CONECTADORES MÚLTIPLES DE MEDIA TENSIÓN

#### A) REGISTROS TIPO RBT1 Y RBT2 PREFABRICADOS

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con la autorización de la supervisión de la CFE, se colocarán registros de tipo RBT1 y RBT2 prefabricados, de concreto armado, los cuales deben estar avalados por el representante de LAPEM.

La colocación de los registros prefabricados debe ser sobre una cama de grava-arena de 3/4" (19,1 mm) acompasada mediante compactador mecánico de 10 cm de espesor, quedando debidamente nivelado de acuerdo al perfil del piso terminado de la banqueta. En caso de ser necesario se modificarán las pendientes del piso para que el agua descargue en el cárcamo.

Una vez instalado el registro se debe cuidar la conexión con el ducto, para que quede perfectamente sellada con pasta cemento-arena incluyendo un adhesivo de concreto, redondeando todas las aristas para evitar daños al cable dejando un abocinado.

Se aceptará el uso de registros RBT1 y RBT2 prefabricadas de otro material diferente al concreto siempre y cuando cuenten con la aceptación del LAPEM.

Para el caso de registros RBT1 y RBT2 prefabricados, cuyo diseños no se encuentren incluidos en la presente Norma, previa a su instalación, se requiere la aprobación de la Gerencia de Distribución, de los planos correspondientes al prototipo del registro, así como el haber aprobado las pruebas que el LAPEM indique.

#### B) REGISTROS TIPO RBT1 Y RBT2 DE CONCRETO COLADOS EN SITIO

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con la autorización correspondiente de la supervisión de la CFE, se construirán los registros de tipo RBT1 y RBT2 colados en sitio de acuerdo a las Normas de la CFE,

construyéndose sobre una plantilla de concreto de  $f'c = 4903,325 \text{ kPa}$  ( $50 \text{ kg/cm}^2$ ) de 5 cm de espesor. El armado se calzará sobre apoyos colocados sobre la plantilla de aproximadamente 2,5 cm de espesor a fin de dar un recubrimiento adecuado al acero de refuerzo. Es necesario cuidar el perfecto troquelado de la cimbra, para evitar que debido al vibrado, esta se abra. En el concreto utilizado para la construcción del registro debe incluirse un impermeabilizante integral dosificado de acuerdo con las recomendaciones del producto.

En caso de que el registro lleve cárcamo, la plantilla de concreto pobre se desplantará sobre una plantilla de grava-arena de 10 cm de espesor y agregado máximo de 19.1 mm (3/4), acompasada con un compactador mecánico; la cual servirá como dren.

#### C) REGISTROS TIPO RMT3 Y RMT4 PREFABRICADOS

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con el visto bueno de la supervisión de la CFE, se colocarán registros de tipo RMT3 y RMT4 prefabricados, de concreto armado, los cuales deberán estar avalados por el representante de LAPEM.

La colocación de los registros prefabricados debe ser sobre una cama de grava-arena de 10 cm de espesor y agregado máximo de 19.1 mm (3/4"), acompasada con un compactador mecánico; quedando debidamente nivelado de acuerdo al perfil del piso terminado de la banqueteta o arroyo. en caso de ser necesario, se modificaran las pendientes del piso para que el agua descargue en el cárcamo.

Una vez instalado el registro se debe cuidar la conexión con el ducto para que quede perfectamente sellada con pasta cemento-arena incluyendo un adhesivo de concreto, redondeando todas las aristas para evitar daños al cable, dejando un abocinado.

En el armado de la losa superior de concreto, se deben dejar varillas con dobleces hacia arriba a fin de ajustar el brocal para el marco de la tapa, conforme a los niveles de piso terminado de banquetetas o arroyo decalle.

Es importante conocer el nivel freático con el fin de determinar la posibilidad de construir el cárcamo en el registro. Una vez instalado el registro, se debe cuidar el

sellado en las preparaciones para recibir los bancos de ductos, en los casos donde el nivel freático es muy alto, se debe eliminar el cárcamo.

Se aceptará el uso de registros prefabricados de otro material diferente al concreto siempre y cuando cuenten con la aprobación del LAPEM.

Para el caso de registros RMT3 y RMT4 prefabricados, cuyo diseños no se encuentren incluidos en la presente Norma, previa a su instalación, se requiere la aprobación de la Gerencia de Distribución, de los planos correspondientes al prototipo del registro, así como el haber aprobado las pruebas que el LAPEM indique.

#### D) REGISTROS TIPO RMT3 Y RMT4 COLADOS EN SITIO

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con la autorización correspondiente de la supervisión de la CFE, se construirán los registros de tipo RMT3 y RMT4 colados en el sitio, de acuerdo a las Normas de la CFE, construyéndose sobre una plantilla de concreto de  $f'c = 4903,325 \text{ kPa}$  ( $50 \text{ kg/cm}^2$ ) de 5 cm de espesor.

El armado se calzará sobre apoyos colocados sobre la plantilla mínimo de 25 cm de espesor a fin de dar un recubrimiento adecuado al acero de refuerzo. Es necesario cuidar el perfecto troquelado de la cimbra para evitar que debido al vibrado, esta se abra. Se debe incluir un impermeabilizante integral dosificado de acuerdo a las recomendaciones del producto en el concreto utilizado.

En caso de que el registro lleve cárcamo, la plantilla de concreto pobre se desplantará sobre una plantilla de grava-arena máximo de 19.1 mm ( $3/4"$ ), acompasada con un compactador mecánico; la cual servirá como dren.

#### E) POZOS DE VISITA PREFABRICADOS

En los lugares que se indican en los Planos de Proyecto y con el visto bueno de la supervisión de la CFE, se colocarán pozos de visita de concreto armado, invariablemente estos pozos de visita prefabricados deben estar avalados por el representante del LAPEM.

Se recomienda instalar este tipo de pozo de visita prefabricado, en avenidas o calles sumamente transitadas.

Se aceptará el uso de pozos de visita prefabricados de otro material diferente al concreto siempre y cuando cuenten con la aceptación del LAPEM.

Para su instalación se hacen las siguientes observaciones:

- La excavación debe estar perfectamente nivelada y compactada al 90% PROCTOR mínimo en el piso.
- Construir una plantilla de grava-arena de 10 cm de espesor y agregado máximo de 19.1 mm (3/4"), acompañada con un compactador mecánico; 10 cm mayor al perímetro de pozo de visita.
- En caso de que el pozo de visita no cuente con la losa superior, esta debe colarse cuidando el nivel de piso terminado de banquetas y arroyo de calle.
- Se debe cuidar el sellado de las ventanas donde se alojan los bancos de ductos con un mortero cemento-arena adicionándole un impermeabilizante integral.

Para el caso de pozos de visita prefabricados, cuyos diseños no se encuentren incluidos en la presente Norma, previa a su instalación, se requiere la aprobación de la Gerencia de Distribución, de los planos correspondientes al prototipo del registro, así como el haber aprobado las pruebas que el LAPEM indique.

#### F) POZOS DE VISITA COLADOS EN SITIO

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con la autorización correspondiente de la supervisión de la CFE, se construirán los pozos de visita de concreto armado, de acuerdo al tipo de pozo que se requiera.

Se debe desplantar de una plantilla de concreto de  $f'c = 4903,325 \text{ kpa}$  ( $50 \text{ kg/cm}^2$ ) de 5 cm de espesor, siendo esta mayor en 10 cm. en todo el perímetro del pozo de visita. Si el nivel freático fuera alto, se debe construir sin cárcamo y sellar perfectamente las preparaciones para recibir los bancos de ductos, cuidando el abocinamiento de las mismas. En caso de que el pozo de visita lleve cárcamo, la plantilla de concreto se colocará sobre una plantilla de grava-arena de 10 cm de espesor y agregado máximo de 19.1 mm (3/4"), acompañada con un compactador mecánico.

No se debe construir el pozo de visita sobre ninguna línea

de servicio, tales como agua o drenaje, de no ser así, recurrir a la supervisión de la CFE para adaptar esta línea a nuestra necesidad o viceversa. La parte inferior de la cepa donde se construya el pozo, debe estar debidamente compactada al 90% p.p.

Si el pozo de visita queda construido en el arroyo de la calle, se debe utilizar la tapa y marco 84 A. Es necesario que al colocar la tapa sobre el marco, se selle con algún cemento plástico a fin de evitar el constante golpeteo a la hora del tráfico, evitando la fractura de la misma. Durante la fabricación del concreto es importante suministrarle algún impermeabilizante del tipo integral a fin de evitar filtraciones de agua.

#### G) BASES DE CONCRETO PARA EQUIPO COLADAS EN SITIO

En los lugares que el Plano de Proyecto indique y con la autorización de la supervisión, se podrán construir las bases para equipo, como pueden ser transformadores, seccionadores o equipos de transferencia automática.

La base del equipo debe construirse integrada al registro o pozo de visita, cuidando que la ventana que los comunique, sea del tamaño adecuado para que la conexión a la red no ocasione que los accesorios queden en una posición que no sea la adecuada, de acuerdo a la Norma de la CFE..

Es recomendable investigar con el fabricante las dimensiones de los equipos.

#### H) BASES DE CONCRETO PREFABRICADA

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con el visto bueno de la supervisión de CFE, se colocarán bases prefabricadas de concreto armado. Invariablemente estas bases prefabricadas, deben estar avaladas por el representante del LAPEM.

Se aceptará el uso de bases prefabricadas de otro material diferente al concreto siempre y cuando cuenten con la aceptación del LAPEM.

#### I) MURETES PARA ALOJAR CONECTADORES MÚLTIPLES DE MEDIA TENSIÓN FABRICADOS EN SITIO

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con la autorización correspondiente de la supervisión de la CFE,

se podrá construir muretes de concreto armado colados en sitio, de acuerdo a las Normas de la CFE.

El armado integrado al registro tendrá un recubrimiento mínimo de 5 centímetros, es necesario cuidar el perfecto troquelado de la cimbra para evitar que debido al vibrado, esta se abra. El acabado del murete debe ser aparte.

El murete debe construirse integrado a la pared del registro o pozo de visita, cuidando que la ventana que los comunique, sea del tamaño adecuado para que la conexión a la red no ocasione que los conectadores múltiples y accesorios queden en una posición que no sea la adecuada, las superficies de la ventana que comunique al murete con el registro o pozo de vista deberá ser acabado boleado eliminando las aristas del concreto que pudieran dañar al cable de potencia.

#### J) MURETES PREFABRICADOS PARA ALOJAR CONECTADORES MÚLTIPLES DE MEDIA TENSIÓN

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con el visto bueno de la supervisión de la CFE, se colocarán muretes prefabricados de concreto armado. Estos muretes prefabricados deben estar avalados por el representante del LAPEM.

Se aceptará el uso de muretes prefabricados de otro material diferente al concreto siempre y cuando cuenten con la aceptación del LAPEM.

Los muretes prefabricados deben quedar debidamente anclados al registro o pozo de vista quedando correctamente nivelados de acuerdo al perfil del piso terminado de las banquetas y no permitir el ingreso de líquidos o contaminantes al interior del registro.

La ventana que comunique al murete prefabricado con el registro o pozo de vista debe ser de las dimensiones adecuadas y tener las superficies sin aristas que pudieran ocasionar daños al cable de potencia.

#### K) TAPAS

Sólo se deben emplear tapas 84 A y 84 B con bisagras.

El uso de tapas 84 A y 84 B sin bisagras queda restringido a reemplazos de tapas existentes por mantenimiento.

### 3.4 OBRA ELECTROMECAÁNICA

Desde el inicio y durante todo el proceso de construcción de la Obra Electromecánica se debe observar el Manual de Procedimientos para la revisión, supervisión y construcción de Redes Subterráneas.

Terminada la Obra Civil y antes de iniciar la instalación del cable, se señalarán los ductos en las paredes de cada registro indicando sobre las mismas y de acuerdo al proyecto, la fase que le corresponderá a cada ducto, igualmente en el interior de cada registro de M.T. y B.T., se marcará el número consecutivo que le corresponde de acuerdo a la normativa, con letras de pintura especificación CFE A-12 en el concreto.

Verificar que, tanto el cable como los carretes que lo contienen son recibidos en perfectas condiciones, revisar que el cable recibido corresponda al especificado en el proyecto y que además cuente con el Vo.Bo. del LAPEM y que este sellado en ambos extremos por un tapón polimérico.

Antes de indicar la instalación del cable debe instalarse la soportería necesaria de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos.

#### 3.4.1 ALMACENAJE

En el caso que los cables no se vayan a instalar en forma inmediata se debe conservar su empaque original y cuidar la forma de almacenarlos.

Se debe vigilar que las puntas se encuentren bien amarradas para que no se afloje el cable en el carrete, además de que las puntas debe estar perfectamente selladas.

Los carretes se deben colocar verticalmente, nunca acostarse, porque las vueltas se caen y se puede enredar.

Se debe almacenar en lugares techados con suelo de concreto, si no fuera este el caso, se deben de calzar con polines o tarimas para que no se humedezca la parte inferior.

Además, debe evitarse que se ubiquen cerca del tránsito de vehículos que pudieran golpearlos o de cualquier otra cosa que los pueda dañar mecánicamente.

#### 3.4.2 REVISIÓN DEL CABLE DE POTENCIA EN EL CAMPO

Antes de iniciar el tendido del conductor es conveniente cortar un tramo de 50 cm de cable, sellar nuevamente la punta del carrete, y verificar en el tramo cortado lo siguiente:

**A) PRESENCIA DE HUMEDAD**

Para verificar la presencia de humedad en los cables tipo D.S., se observarán los hilos de cobre de la pantalla metálica, si están brillantes significa que no hay humedad pero si están manchados o verdes, es señal inequívoca que existe humedad por la corrosión presente, en tal caso deberá rechazarse no permitiéndose la instalación.

**B) VERIFICAR QUE EL CABLE DE POTENCIA CORRESPONDA AL DEL PROYECTO APROBADO.**

Debe verificarse en la cubierta del cable, si sus características corresponden al del cable aprobado en el proyecto.

**C) ADHERENCIA DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA EXTRUIDA**

Para verificar la adherencia de la semiconductora extruida sobre el aislamiento, se procederá como sigue:

Después de haber retirado la cubierta y la pantalla metálica, se efectuarán cortes paralelos sobre la semiconductora de 20 cm de longitud, después se retirará ese corte como al pelar un plátano, si no ofrece resistencia, significa que no tiene adherencia y por lo tanto no deberá instalarse, ya que la falta de la misma pudo haber ocasionado durante el proceso de fabricación, que hayan quedado burbujas de aire atrapadas entre aislamiento y semiconductora, originando por lo mismo concentración de esfuerzos que ocasionarían que el cable llegara a fallar durante su operación.

En caso de duda respecto a la adherencia, el retiro de los cortes paralelos puede realizarse utilizando un pequeño dinamómetro, para conocer la fuerza requerida, la cual no debe ser inferior a 26,48 N (2,7 kg) de tensión.

Se debe verificar que el diámetro sobre el aislamiento este dentro de los rangos especificados, así como también confirmar que las características en general estén dentro de los límites que señala la especificación, como son: calibre del conductor, pantalla metálica con número de hilos y calibre correcto, espesor de cubierta, color, barreras bloqueadoras contra ingreso de humedad, etc.

En caso de que alguna de las características del cable no

cumpla con la especificación o se encuentre maltratado o deteriorado físicamente no se permitirá su instalación.

#### D) RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA

Para revisar la resistencia eléctrica de la semiconductora sobre el aislamiento, se utilizará un multímetro poniendo las puntas de prueba sobre la pantalla con una separación entre ellas de 2,54 cm, el valor medido deberá ser inferior a los 5000 (Ohms).

#### 3.4.3 REQUISITOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL CABLEADO

Los tramos de cable entre equipos pedestales y sumergibles, y conectores múltiples de media tensión, derivadoras, etc. deben ser de una sola pieza sin empalmes, en caso de que la distancia sea mayor a 500 m se podrán emplear empalmes del tipo premoldeado, termocontráctil o contráctil en frío, por lo que es recomendable que una vez autorizado el proyecto, el fraccionador o el encargado de la Oficina de Distribución Subterránea tomen las medidas de cada tramo y se consideren los desperdicios para la instalación de los accesorios, solamente se dejará excedente de cable en donde se ubiquen equipos y accesorios, deben dejar un excedente de cable igual al perímetro del registro o pozo de visita y bóveda. También se deben dejar en el perímetro del registro en los que sean aledaños a la base de un equipo.

No debe dejarse excedente del cable de cobre que se utiliza como neutro corrido, ya que por el valor del material, es causa de vandalismo.

Los circuitos deben seguir la trayectoria que indique el proyecto aprobado y como lo establece este Capítulo. Una vez concluida la instalación de la soportería, limpieza de ductos, registros y verificando que el cable se haya fabricado de acuerdo a la especificación, se podrá iniciar con el tendido. La instalación del cable normalmente se realiza en forma manual, ya que los cables de secciones transversales normalizadas de aluminio no son pesados, y los tramos tienen que ser menores a 500 m para jalarlo se debe utilizar una malla de acero en la punta (calcetín), que se ilustra en el Capítulo 4.

Si por algún caso se tiene que instalar un tramo de 500 m y se dispone del equipo mecánico para cablear, se debe contar con lo siguiente:

- 1.- Grúa con capacidad mínima de 19613,3 N (2000 kg) para carga y descarga de los carretes de cable.
- 2.- Devanadora con capacidad mínima de 19613,3 N (2000 kg).
- 3.- Perno de tracción, el cual debe ser instalado de preferencia de fábrica o el empleo de un jalador de cuña para cable.
- 4.- Destorcedor para absorber los giros aplicados por el malacate.
- 5.- Conos de manta o vasos de plástico con un diámetro un poco menor al ducto para meter la guía o sopladores de guía.
- 6.- Hilo de plástico para que sea jalado por el cono o por el vaso.
- 7.- Compresora de aire para desplazar el cono dentro del ducto para guiar.
- 8.- Malacate de capacidad mínima de 29419,95 N (3000 kg).
- 9.- Rodamientos, curvas, poleas y polines para troquelar los cambios de dirección horizontal y vertical en el trayecto del tendido.
- 10.- Tubos flexibles abocinados para proteger el cable a la entrada y a la salida de los ductos.
- 11.- Dinamómetro de escala 0 - 29419,95 N (3000 kg).
- 12.- Bentonita o lubricante base agua para reducir la fricción entre el ducto y el cable. Por ningún motivo utilizarse productos que dejen residuos orgánicos.
- 13.- Barreras de seguridad, señalizaciones de tránsito y avisos para evitar se accidente cualquier persona y el daño posible al cable.
- 14.- Equipo de comunicación para todo el personal involucrado en la instalación del cable.

En este caso, cuando se jale el cable directamente sobre el perno de tracción se puede aplicar como máximo las tensiones indicadas en la Tabla 3.4.3.A.

Se puede utilizar para el jalado, una malla de acero (calcetín), cuando la instalación del cable se haga manualmente.

En los tramos con curva, es necesario calcular la presión lateral que ejercerá el conductor sobre las paredes de la curva, la cual no debe exceder los valores indicados en la Tabla 3.4.3.A.

TABLA 3.4.3.A.

TENSIONES Y PRESIONES LATERALES MÁXIMAS PERMISIBLES PARA CABLES DE MEDIA TENSION CONSTRUIDOS CON BASE A LA ESPECIFICACIÓN CFE E0000 - 16

CALIBRE	SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	TENSIÓN MÁXIMA PERMISIBLE COBRE (kg)	TENSIÓN MÁXIMA PERMISIBLE ALUMINIO (kg)	PRESIÓN LATERAL MÁXIMA 15 kV (kg)	PRESIÓN LATERAL MÁXIMA 25 kV (kg)	PRESIÓN LATERAL MÁXIMA 35 kV (kg)
1/0 AWG	53.5	375	187	253	303	363
3/0 AWG	85.0	595	298	275	325	390
500 KCM	253.4	1,774	887	365	410	492
750 KCM	380.0	2,660	1330	413	475	570
1000 KCM	506.7	3,547	1773	453	518	621

El tendido del conductor se debe supervisar con especial cuidado, ya que una mala instalación podría dañarlo, provocando fallas, ya sea en la puesta en servicio o posteriormente durante su operación, tomando en cuenta que lo que no se vea durante la instalación, quedará oculto en los ductos hasta el momento de la falla.

En base a lo anterior, es importante que quien vaya a ejecutar la obra, cuente con todos los elementos necesarios para realizar los trabajos adecuadamente.

### 3.4.4 INSTALACIÓN DEL CABLE

El cable se puede instalar manualmente o con un medio motorizado, como se describe a continuación:

#### A) INSTALACIÓN DEL CABLE POR MEDIO MANUAL

Se debe contar con todo lo indicado para este método, se colocará el carrete en el registro que por trayectoria cuente

con el menor número de deflexiones. Se debe ubicar el personal necesario en el carrete para desenrollar el cable o frenar el carrete, entre el registro y el carrete y dentro de los registros o pozos de visita, por donde pasará el cable.

El grupo de trabajo debe contar con un coordinador quien será el que organice la instalación, verificando y coordinando a las demás personas para que el jalado sea parejo en todo el trayecto aplicando las medidas de seguridad correspondientes. Cada persona debe cuidar que el cable no sufra dobleces ni torceduras. Para facilitar la instalación se debe utilizar bentonita o un lubricante con base agua, evitando la utilización de lubricantes orgánicos. La aplicación de estos productos se realizará en cada registro o pozo de visita por donde pase el cable.

Una vez terminado el cableado se procederá a cortar el cable, vigilando dejar el excedente de cable necesario y a sellar las puntas perfectamente con un tapón polimérico, debiendo dejarlas amarradas en alto en tanto no se instalen los accesorios, para que en caso de lluvia no estén en contacto con el agua.

Después de la instalación del cable, es importante sellar tanto los ductos de reserva, como los que contienen cables, ya sea con selloductos o con estopa y yeso, para evitar que se asolven con las lluvias.

Si las fases o troncales son más de una, se deben identificar para evitar problemas durante su conexión.

#### B) INSTALACIÓN DEL CABLE CON MALACATE

Una vez que se cuente con todo lo mencionado en el punto 3.4.3, se colocará el carrete del cable en el registro o pozo de visita previamente escogido de acuerdo a los cálculos de tensión de jalado. El carrete con el cable de potencia se debe colocar de tal forma, que al estarse desenrollando durante su instalación, no sufra más de una deflexión antes de entrar al ducto de alojamiento.

Es recomendable el ubicar el malacate un registro más adelante de la terminación del tramo a cablear, teniendo cuidado de anclar perfectamente el equipo para soportar la tensión de jalado.

Si se tiene una guía de nylon muy delgada, debe jalarsse con ella una guía de polipropileno de 12,7 mm para con ella jalar

el cable de acero del malacate.

Si existen cambios de dirección en el tramo, es necesario instalar poleas o rodillos que permitan al cable absorber con suavidad ese cambio de dirección, manteniendo el radio de curvatura dentro del valor permisible. La curvatura permisible no debe ser menor al diámetro del carrete original.

En cada registro intermedio del tramo a cablear, es necesario distribuir al personal con el objeto de vigilar el jalado y avisar a tiempo de cualquier obstáculo que pudiera presentarse, para detener el malacate antes de que se dañe el conductor o se reviente el propio cable de acero del malacate. Estas personas deberán ir lubricando el cable en cada punto donde se encuentren.

Se debe colocar el dinamómetro en un lugar visible, lo más cercano posible al malacate, con el fin de medir la tensión de jalado que se está desarrollando, destinando para ello una persona exclusivamente para verificar la tensión que se aplique durante la instalación.

La comunicación entre el personal del malacate, registros o pozos de visita intermedios y el personal ubicado en el carrete debe ser efectiva y constante mientras dure el proceso de jalado, igualmente durante todo el proceso de cableado es necesario aplicar suficiente lubricante en el tubo flexible alimentador, así como también directamente sobre el cable a la entrada de los ductos en los registros intermedios, con el fin de reducir la fricción que se presentará al momento del jalado.

Deben evitarse paradas y arranques bruscos del malacate, con el objeto de disminuir tensiones altas de jalado en el conductor. Si por alguna razón el tendido del cable se interrumpió, se debe reiniciar lentamente, procurando que en ningún momento la velocidad de tendido rebase los valores de tensión de jalado previamente calculados.

Al finalizar el cableado es necesario llevar la punta del cable lo más alejado posible del registro, con objeto de cortar la parte que se hubiese dañado en el punto de tracción y confirmar que se tiene la suficiente longitud para la instalación de la terminal o empalme.

Por último, los cables deben ser acomodados correctamente en la soportería previamente instalada en cada registro,

cuidando que sus extremos queden perfectamente sellados con tapones poliméricos, para protegerlos del ingreso de humedad, además de identificar los cables para no tener errores durante su conexión.

### 3.4.5 INSTALACIÓN DE ACCESORIOS

Antes de proceder a la instalación de empalmes, terminales o accesorios, se debe verificar lo siguiente:

- Que se cuente con el equipo, material, herramientas e instructivo de elaboración del accesorio a instalar.
- Que los empalmes, terminales y accesorios correspondan a la tensión de operación del sistema donde se van a instalar, así también que sus dimensiones sean correctas respecto al diámetro sobre el aislamiento del conductor.
- Que el personal este capacitado y con experiencia.

Requisitos que se deben cumplir al preparar cables de potencia para instalar empalmes, terminales y accesorios:

- Al retirar la cubierta y la pantalla metálica no se debe dañar la pantalla semiconductor.
- La limpieza del aislamiento del cable de potencia se debe realizar cuidando de no contaminarlo con material semiconductor.
- Al retirar la pantalla semiconductor, no se debe dañar el aislamiento, retirando los residuos que hayan quedado impregnados. con una lija suave no metálica y el solvente adecuado, recomendado por el fabricante.
- Verificar la distancia del conductor desnudo antes de instalar el conector de compresión, cepille el conductor antes de introducirlo en el conector, el cual debe tener suficiente grasa inhibidora.
- La herramienta de compresión que se utilice, debe ser la recomendada por el fabricante del conector, aplicando el número de compresiones y posición que se indiquen.
- Antes de introducir los accesorios premoldeados como son: adaptadores de tierra, adaptadores de cable, codos, etc., en el cable, se debe lubricar el aislamiento con grasa silicón.

- La instalación de accesorios debe realizarse con el máximo de limpieza y el mejor de los cuidados, utilizando herramientas adecuadas recomendadas por el fabricante y ajustándose al instructivo de cada accesorio, ya que esta fase es la más delicada de la obra electromecánica.

Una vez concluida la instalación de los accesorios, se deben conectar al equipo o a una boquilla estacionaria que asegure su hermeticidad y evite accidentes.

### 3.4.6 INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES

Al recibir los transformadores en la obra, se debe verificar que sus capacidades (kVA) correspondan al proyecto aprobado y que cuenten con el aviso de prueba del laboratorio de la CFE. Si algún transformador no contara con el protocolo de prueba del laboratorio, se debe informar al contratista que no se autoriza su instalación.

Es necesario inspeccionar visualmente los transformadores, para verificar que lleguen en perfectas condiciones, tanto el tanque como sus accesorios y que no tenga fugas de aceite.

Retirar el fusible de expulsión removible, para comprobar que la capacidad es correcta, verificando que también cumpla con los valores de coordinación en caso de que esté en serie con el fusible limitador de corriente, de acuerdo a tablas del fabricante. Es necesario probar continuidad en cada uno de ellos para revisar que no se encuentren dañados.

Si el transformador no va a ser instalado de inmediato, vigilar que sean almacenados en lugares adecuados, donde no queden expuestos a golpes. Las terminales de alta tensión siempre deberán estar cubiertas por los tapones protectores en tanto no se conecten. Deben cuidarse el manejo del transformador durante su carga y descarga, así como en su instalación, para no dañar el recubrimiento, ya que este difícilmente será recuperado con la misma eficiencia, la maniobra debe realizarse con elementos que soporten la tensión adecuada y que no provoquen daños al recubrimiento.

### 3.4.7 INSTALACIÓN Y CONEXIÓN A TRANSFORMADORES

Antes de conectar los accesorios premoldeados, verificar que el transformador no tenga ninguna fuga, principalmente por las boquillas tipo pozo o perno, ya que el aceite ataca estos accesorios dañándolos.

Limpiar muy bien y lubricar con grasa silicón las boquillas tipo

pozo y boquillas tipo inserto, se podrá instalar con el torquímetro adecuado, de no contar con este se podrá atornillar con las manos teniendo cuidado de que entre derecho. Si es que entró trasroscado no se debe forzar, es necesario sacarlo y volverlo a introducir hasta que embone perfectamente, evitando con ello que se dañen las cuerdas de la rosca.

Para verificar que hayan quedado bien instaladas las boquillas, los faldones semiconductores deben quedar tocando el borde del inserto tipo pozo a 1,588 mm del mismo.

Antes de conectar el codo de 200 A por primera vez, estando el transformador y el cable desenergizados, limpiar y lubricar tanto la boquilla inserto como el interior del codo y conectarlos verificando que el codo avance totalmente en el inserto.

En caso de que los conectadores separables tipo codo sean de operación con carga, es muy importante vigilar que en el momento de su instalación queden en una posición cómoda para su operación, esto es, que la conexión a tierra, así como otros elementos queden lo suficientemente retirados para que no obstruyan su operación, igualmente que se deje la cantidad necesaria de cable para que cuando se necesite efectuar maniobras, no se tengan problemas en su ejecución.

En anillos de 600 A, los conectadores separables tipo codo siempre se operan desenergizados.

Antes de conectarlos, al igual que los codos utilizados para 200 A, es necesario limpiarlos muy bien y lubricar con grasa silicón, tanto el codo como la terminal tipo perno. Una vez que el codo ha sido instalado en su posición definitiva, asegurarlo, atornillando el accesorio complementario.

Al utilizar accesorios de 600 A, es muy importante que el apriete sea en forma correcta, verificando que no quede trasroscado, para que cuando se de el apriete final con la herramienta de torque, quede perfectamente conectado, debiendo vigilar que el torque se encuentre entre N por m (74.4 kg por m) y 875 N por m (89.28 kg por m). Si el accesorio utilizado es un conectador unión (plug) se utilizará una herramienta especial de media luna acoplada al torquímetro, vigilando que no se excedan los valores antes mencionados.

Para finalizar con la instalación de los transformadores en su posición definitiva, deben interconectarse al sistema de tierras del neutro corrido de la Subestación, los accesorios premoldeados, la terminal de B.T., el transformador y los

electrodos de tierra localizados en el registro de la base del equipo.

La puesta a tierra de los accesorios premoldeados, así como del adaptador de tierras se hará con THW calibre 10, contando con la suficiente longitud para permitir que el codo sea conectado y desconectado con plena libertad.

Deben de conectarse los codos del lado fuente en las terminales HA y los codos lado carga a las terminales HB, para facilitar la identificación durante la operación, independientemente de la placa de identificación.

### 3.4.8 INSTALACIÓN DE SECCIONADORES

Cuando el contratista o fraccionador reciba en la obra los seccionadores, se debe realizar una inspección visual para verificar que tanto la unidad como los accesorios (controles electrónicos, terminales, etc.) lleguen en perfectas condiciones; verifique los datos y diagramas de placa para confirmar que es la unidad que se requiere, verificando las dimensiones del equipo con las indicadas en los planos de construcción aprobados.

En caso de que las dimensiones, diagramas o especificaciones no concuerden con los aprobados, no autorice su instalación hasta que se realicen todas las aclaraciones necesarias y se este convencido de que el equipo proporcionará las funciones de él esperadas.

Certifique que todas y cada una de las unidades cuenten con el visto bueno del laboratorio de la CFE.

Realice pruebas de hermeticidad y de rigidez dieléctrica del aceite, verificando que el nivel sea correcto, en caso de tener hexafloruro de azufre como medio aislante, se debe verificar que la presión del mismo sea la recomendada por el fabricante, de acuerdo a la temperatura ambiente. En caso de contar con vías protegidas se probarán los ajustes de los disparos inyectando corriente.

Se debe verificar la correcta operación de apertura y cierre de cada una de las fases, lo cual debe coincidir tanto con el diagrama del equipo, como con las placas que identifican las salidas.

### 3.4.9 INSTALACIÓN DEL CABLE DE BAJA TENSIÓN

El tendido del conductor normalmente se realiza a mano, ya que por lo general los tramos de cable son de longitudes cortas (90 a

120 m).

El cable utilizado en los sistemas subterráneos de B.T. con aislamiento para 600 V cumpliendo con la especificación CFE E0000-02 debiendo ser de configuración triplex para sistemas monofásicos y de configuración cuádruplex para sistemas trifásicos.

Una vez que el fraccionador o el contratista reciban en campo los carretes de cable de B.T. se debe verificar su estado confirmando que sea el indicado en el proyecto.

Al igual que en M.T., para las maniobras de subir, bajar y transportar los carretes, se utilizará el equipo adecuado para no dañar el cable, mientras no se instale el mismo, los carretes deben almacenarse bajo techo para protegerlos del intemperismo.

Los tramos deben ser de una sola pieza entre transformador y registro de conexión o de registro a registro. No se deben usar empalmes.

Es muy importante vigilar que durante el tendido no se dañe el cable y que se ejecute de acuerdo a lo señalado en el proyecto.

#### 3.4.10 CONEXIONES DE BAJA TENSIÓN

Para proporcionar las acometidas y para interconectar los tramos de cada circuito, se utilizarán conectores múltiples aislados para 600 V de 4, 6, 8 ó 10 salidas, conectadas cada una de ellas mediante un juego de tornillo zapata y manga removible o termocontráctil.

Para instalar los conectores múltiples se procederá como sigue:

- 1.- Identifique las fases en las cuales se instalarán los conectores.
- 2.- Retire el tapón aislado de la salida elegida para hacer la conexión.
- 3.- Limpie con solvente la cubierta del cable, aproximadamente 40 cm a partir del extremo del mismo.
- 4.- Mida la profundidad del conector zapata para retirar el aislamiento necesario, dejando como tolerancia 3,75 mm más, cuide no marcar ni dañar el conductor al retirar

el aislamiento.

- 5.- Introduzca la manga removible o termoajustable en el cable recorriéndolo 40 cm.
- 6.- Verifique que el conector tenga suficiente grasa Inhibidora, en caso contrario aplíquela. Cepille perfectamente el conductor expuesto e introdúzcalo inmediatamente en el conector.
- 7.- Comprima el conector con la herramienta de compresión adecuada, traslapando las compresiones.
- 8.- Revise que el conector haya quedado firmemente instalado en el cable y que no presente fracturas por compresión, si presentará fracturas, instale uno nuevo. Verifique antes si el conector se fracturó por no usar la herramienta adecuada o por mala calidad del conector, si este es el caso y lo mismo sucede en varios conectores devuelva todo el lote para que le sean repuestos.
- 9.- Limpie muy bien la superficie metálica del conector múltiple donde se va a hacer la conexión y la superficie de la zapata que entrará en contacto con la del conector múltiple, para efectuar esto utilice lija de óxido de aluminio.
- 10.- Con un tornillo de 9.52 mm y una rondana de presión (de fierro galvanizado) fije fuertemente la zapata instalada en el cable al conector múltiple, cuidando que los cables lado fuente y lado carga queden conectados en la primera y segunda salida respectivamente, dejando las demás salidas del conector para las acometidas. Los cables deben permitir que el conector múltiple salga del registro 70 cm arriba del nivel del piso.
- 11.- Remueva la manga a su lugar definitivo, si es removible verifique que quede bien instalada, debiendo quedar a tope con el aislamiento del cuerpo del conector múltiple.
- 12.- Si la manga es termoajustable, remuévala a que quede a tope con el aislamiento del cuerpo del conector y aplique calor (flama indirecta) por medio de un soplete adecuado, iniciando en la parte inferior de la manga (la que esta a tope con el aislamiento del cuerpo del conector múltiple) moviendo constantemente la flama

para distribuir uniformemente el calor alrededor de la manga. Deberá cuidarse de no dejar burbujas de aire atrapadas. Nunca se debe aplicar el calor en un sólo punto porque se daña la manga y su agarre no es uniforme. En caso de ser mangas removibles o contráctiles en frío se instalarán de acuerdo a las recomendaciones indicadas por el fabricante.

Una vez concluido lo anterior y antes de conectar los circuitos al transformador, efectúe las pruebas eléctricas necesarias y verifique el balanceo de cargas con las acometidas.

Para conectar los cables del circuito a las zapatas del transformador, instale en los cables los conectadores tipo zapata adecuados (zapata plana con dos barrenos nema) de acuerdo a lo que se describió para la instalación de los conectadores múltiples.

Una vez conectados los circuitos al transformador y antes de energizar, revise todos los conectadores múltiples para verificar que todas sus salidas se encuentren aisladas ya sea con las mangas o con los propios tapones aislados del conectador.