



CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

ENERO 2015

CONTENIDO

1	GENERALIDADES	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Objetivo	1
1.3	Marco Jurídico	1
1.4	Alcance	2
1.5	Políticas	2
1.6	Definiciones	2
1.7	Siglas y Abreviaturas	12
2	DISEÑO Y PROYECTO EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN	14
2.1	Perspectivas y Aplicaciones	14
2.2	Tipos de Sistemas Aplicables en Instalaciones Subterráneas	15
2.3	Tipos de Instalaciones	30
2.4	Obra Civil	33
2.5	Obra Electromecánica	42
2.6	Consideraciones Técnicas para el Diseño de Proyectos	49
2.7	Lineamientos para la Elaboración de Proyectos	71
3	CONSTRUCCIÓN BAJA Y MEDIA TENSIÓN	89
3.1	Perspectivas y Aplicaciones	89
3.2	Requisitos para el Inicio de la Obra	89
3.3	Obra Civil	90
3.4	Obra Electromecánica	103
4	ESPECIFICACIONES DE OBRA CIVIL Y CATÁLOGO DE EQUIPO, MATERIALES, ACCESORIOS Y HERRAMIENTA DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN	115
4.1	Obra Civil	115
4.2	Soportería	239
4.3	Transiciones	245
4.4	Cables	267
4.5	Equipos	281

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS	ESPECIFICACIÓN CFE DCCSSUBT
--	--

4.6	Empalmes Rectos _____	315
4.7	Accesorios de 200 A para Media Tensión _____	321
4.8	Accesorios de 600 A para Media Tensión _____	339
4.9	Accesorios para Baja Tensión _____	358
4.10	Accesorios para Protección e Indicación _____	375
4.11	Herramientas _____	391
4.12	Materiales _____	417
5	DISEÑO Y PROYECTO _____	425
5.1	Perspectivas y Aplicaciones _____	425
5.2	Configuraciones de Sistemas Aplicables en Líneas Subterráneas con Tensiones de 69 kV a 138 kV _____	425
5.3	Obra Civil _____	428
5.4	Obra Electromecánica _____	432
5.5	Consideraciones Técnicas para el Diseño de Proyectos _____	448
5.6	Lineamientos para la Elaboración de Proyectos por Terceros _____	481
5.7	Líneas Subterráneas con Cable de Fibra Óptica _____	489
6	CONSTRUCCIÓN ALTA TENSIÓN _____	490
6.1	Perspectivas y Aplicaciones _____	490
6.2	Requisitos para la Iniciación de la Obra _____	490
6.3	Obra Civil _____	492
6.4	Obra Electromecánica _____	508
7	ESPECIFICACIONES DE OBRA CIVIL Y CATÁLOGO DE EQUIPO, MATERIALES, ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS DE ALTA TENSIÓN _____	516
7.1	Obra Civil _____	516
7.2	Soportería _____	550
7.3	Transiciones _____	556
7.4	Cables _____	561
7.5	Terminales _____	564
7.6	Empalmes _____	572
7.7	Herramientas _____	580

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1 GENERALIDADES**Introducción**

La especificación de Construcción de Sistemas Subterráneos, obedece a la necesidad de tener una reglamentación a nivel nacional, para uniformizar la calidad y al mismo tiempo simplificar la construcción de líneas y redes subterráneas conforme a un criterio técnico-económico. Manejando un concepto enfocado a transmitir armonía con el entorno de un diseño y construcción de sistemas subterráneos a favor del respeto al medio ambiente.

1.1 Antecedentes

Las primeras Normas Nacionales se editaron en 1974 y estuvieron vigentes hasta el 20 de noviembre de 1992, la segunda edición estuvo vigente hasta el 5 de marzo de 1997, la tercera edición estuvo vigente hasta 1 de mayo del 2002, la cuarta edición estuvo vigente hasta 11 de marzo del 2005, la quinta edición estuvo vigente hasta el 21 de agosto del 2008; actualmente a treinta y cuatro años de la implantación de las primeras Normas Nacionales se presenta su sexta edición, la cual incorpora los avances tecnológicos que han permitido la modernización de las técnicas de construcción, así como el empleo de materiales, equipos y accesorios más eficientes, que permiten abatir costos, sin menoscabo de la confiabilidad y seguridad que proporcionan los Sistemas Subterráneos.

Para la optimización de los proyectos, se incorpora la herramienta de diseño y configuración de redes de distribución subterránea de baja tensión asistida por computadora "Conjunto Transformador Red Secundaria" CTRS, la cual facilita el diseño de redes optimizadas, considerando demanda, pérdidas de energía eléctrica, costos de inversión y operación. En la sección correspondiente a alta tensión se incluyen consideraciones técnicas para su diseño, obra civil y electromecánica, así como animaciones que muestran la elaboración de empalmes y terminales de las principales tecnologías que actualmente se emplean en CFE.

Esta actualización considera los comentarios y aportaciones a la versión anterior durante su vigencia y los derivados de los Congresos en Sistemas de Distribución Subterránea, de parte de fabricantes, desarrolladores, contratistas y personal de CFE de todo el país.

Se presenta en un disco compacto multimedia, con el mismo contenido que el libro impreso, que cuenta con una interfaz gráfica intuitiva y vanguardista, empleando animaciones tridimensionales manipulables. Además se preparó una versión adecuada para internet con vínculos de consulta a Especificaciones y Normas de Referencia de CFE vigentes, que también permite futuras actualizaciones en línea indicando las secciones que han sido modificadas.

1.2 Objetivo

Establecer a nivel nacional en el área de Distribución de la CFE, los criterios, métodos, equipos y materiales utilizados en la planeación, proyecto y construcción de Redes de Distribución Subterránea, que permitan lograr con la máxima economía, instalaciones eficientes que requieran un mínimo de mantenimiento.

1.3 Marco Jurídico

- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI Sistema General de Unidades de Medida.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE Instalaciones Eléctricas (utilización).

NOTA: En caso de que los documentos anteriores sean revisados o modificados, debe tomarse en cuenta la edición en vigor.

1.4 Alcance

La presente Especificaciones aplicable a sistemas de distribución hasta 138 kV, para todo tipo de terreno.

1.5 Políticas

Se deben sujetar a la aplicación de esta Especificación los responsables del área de Distribución que intervienen en la revisión de proyectos, supervisión de construcción y recepción de obras eléctricas, que serán entregadas a la CFE.

Los trabajos de construcción de los Sistemas Subterráneos deben realizarse en forma eficiente, con la máxima economía, sin menoscabo del cumplimiento de los preceptos incluidos en esta Especificación. Los trabajos de construcción de los Sistemas Subterráneos deben realizarse por personal calificado.

1.6 Definiciones**1.6.1 Obra electromecánica y obra civil****Banco de ductos:**

Conjunto formado por dos o más ductos.

Bóveda:

Recinto subterráneo de amplias dimensiones, accesible desde el exterior, donde se colocan cables con sus accesorios y equipo, generalmente de transformación en donde se ejecutan maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que pueda estar en su interior.

Sistema de canalización:

Es la combinación de ductos, bancos de ductos, registros, pozos, bóvedas y cimentación de subestaciones que forman la obra civil para instalaciones subterráneas.

Ducto:

Conducto individual para conductores eléctricos.

Empalme:

Unión destinada a asegurar la continuidad del flujo eléctrico entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

Mangas:

Cubierta colocada sobre conductores, permite el sello del conductor sobre el cual se aplica.

Equipo subterráneo:

El diseñado y construido para quedar instalado dentro de pozos o bóvedas y el cual debe ser capaz de soportar las condiciones a que estará sometido durante su operación.

Equipo sumergible:

Aquel equipo hermético que por características de diseño, puede estar inmerso en cualquier tipo de agua en forma intermitente.

Equipo tipo pedestal:

Aquel que está instalado sobre el nivel del terreno, en una base plataforma con cimentación adecuada y que forma parte de un sistema eléctrico subterráneo.

Estructura de transición:

Conjunto formado por cables, accesorios, herrajes y soportes que estando conectados o formando parte de un sistema de líneas subterráneas, quedan arriba del nivel del suelo, generalmente conectadas a líneas aéreas y que se soportan en postes o estructuras.

Frente muerto:

Sin partes energizadas expuestas hacia una persona en el lado de accionamiento del equipo.

Línea subterránea:

Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos o en cualquier otro tipo de canalización.

Par galvánico:

Al formado por dos partes distintas de una superficie metálica o de dos metales distintos, que en contacto con un electrólito, tienen una diferencia de potencial, formando una pila galvánica en la que el ánodo (potencial más negativo) se corroe mientras que el cátodo (potencial menos negativo) no sufre corrosión. Al formarse el par galvánico el ánodo se polariza positivamente (a potencial menos negativo) y el cátodo se polariza negativamente (a potencial más negativo).

Pozo de visita:

Recinto subterráneo accesible desde el exterior, donde se colocan equipos, cables y sus accesorios para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que pueda estar en su interior.

Proctor:

Determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por el procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad.

Registro:

Recinto subterráneo de dimensiones reducidas, donde se coloca algún equipo, cables y accesorios para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

Transición de línea:

Tramo de cable soportado en un poste u otro tipo de estructura, provisto de una terminal que conecta una línea aérea a subterránea.

Terminal de cable:

Dispositivo que distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

1.6.2 Cables eléctricos**1.6.2.1 Conductores****Conductor:**

Parte de un cable que tiene la función específica de transportar corriente eléctrica.

Conductor sencillo (simple):

Conductor no cubierto con ningún metal adicional (pantalla metálica, blindaje, etc.)

Conductor cubierto:

Conductor en el que cada polo está cubierto de una capa delgada de otro metal o aleación.

Conductor estañado:

Conductor cubierto de estaño.

Conductor con revestido:

Conductor en el cual cada alambre consiste en una parte interna de un metal y una cáscara externa metalúrgicamente enlazada, de otro metal.

Conductor sólido:

Conductor que consiste de un solo alambre.

Nota: Este conductor puede ser de sección circular o de cualquier otra forma.

Conductor trenzado (cable):

Conductor que consiste de un número individual de alambres o cables, los cuales generalmente tienen una forma helicoidal.

Conductor de cableado concéntrico circular (cable concéntrico):

Cable cuyos alambres se encuentran ensamblados juntos en forma helicoidal en una o más capas concéntricas. Pudiendo o no tener una dirección de cableado alternada por capa.

Cable sectorial:

Conductor formado cuya sección transversal se aproxima a un sector de círculo.

Conductor compacto:

Cable en cuyos intersticios los alambres componentes han sido compactados por compresión mecánica, trefilado o mediante una adecuada selección de forma y disposición de alambres.

Conductor segmental (milliken):

Cable que consta de un ensamble de conductores formados trenzados, aislados unos de otros.

Conductor hueco:

Conductor construido de tal manera que está provisto de un canal central. (Es un tubo).

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Cable concéntrico:

Elemento de un conductor de trenzado múltiple que consiste de un grupo de alambres ensamblados concéntricamente.

Neutro concéntrico (conductor):

Conductor concéntrico usado como neutro.

Aislamiento (de un cable):

Elemento que contiene dentro de su masa el campo eléctrico aplicado (tensión eléctrica).

Nivel de aislamiento:

Conjunto de tensiones de aguante normalizadas que caracterizan la rigidez dieléctrica del aislamiento.

Aislamiento termoplástico:

Aislamiento hecho de un plástico capaz de ser repetidamente suavizado mediante calor y endurecido por enfriamiento a través de un rango de temperatura característico del plástico y en el estado suavizado, capaz de ser repetidamente deformado mediante extrusión.

Aislamiento termofijo:

Aislamiento hecho de material elastomérico el cual, cuando se cura mediante calor u otros medios, tales como radiación, catálisis, etc., se transforma en un producto sustancialmente insoluble e imposible de fundirse.

Pantalla sobre conductor:

Pantalla extruida de un material semiconductor negro termofijo compatible con el conductor y el aislamiento y sirve para distribuir el campo eléctrico hacia el aislamiento.

Pantalla del aislamiento:

Pantalla que consta de dos elementos: una capa semiconductor no metálica que se aplica sobre el aislamiento y un componente metálico no magnético que se aplica directamente sobre la capa semiconductor, que tienen la función de controlar y distribuir el campo eléctrico dentro del aislamiento.

Nota - Esta puede también proveer superficies suaves en los límites del aislamiento y ayuda en la eliminación de espacios en estas fronteras.

Pantalla metálica:

Capa metálica circundante que puede estar formada por alambres, cintas o cubiertas metálicas o una combinación de estos materiales no magnéticos y que forman parte de la pantalla sobre el aislamiento.

Pantalla retirable:

Pantalla aislante de un material extruido que puede ser completamente removido sin una herramienta especial, un solvente, la aplicación de calor o mediante cualquier combinación de estos elementos.

Cable armado:

Cable conformado por conductores aislados o cables de núcleo sencillo trenzados juntos, sin una cubierta común.

Cableado SZ:

Método de cableado en el cual la dirección de la capa de los componentes del cable, se invierte periódicamente.

Cubierta exterior:

Cubierta no metálica aplicada sobre una metálica, para asegurar la protección del cable de los efectos externos.

Armadura:

Cubierta que consiste de cintas metálicas o alambres, generalmente usada para proteger el cable de efectos mecánicos externos.

Cinta selladora (bloqueadora de humedad):

Cinta aplicada bajo una cubierta o entre los intersticios de un conductor a fin de prevenir la entrada de agua a lo largo del cable.

Nota: El ingreso de agua puede ocurrir.

- a) Bajo la cubierta, por ejemplo cuando ésta se ha dañado,
- b) A lo largo del conductor, por ejemplo cuando las capas del cable a lo largo del mismo se han dañado.

Cable monoconductor:

Cable de un solo conductor aislado.

Cable multiconductor:

Cable con más de un conductor; alguno de los cuales pueden ser desnudos y con una cubierta protectora común.

Electrodo de tierra:

Conductor o grupo de conductores en contacto íntimo con tierra y que provee una conexión eléctrica a ella.

Conductor de puesta a tierra:

Conductor de baja impedancia que provee una conexión eléctrica entre un punto dado en un equipo (una instalación o sistema) y el electrodo de tierra.

Conductor desnudo de puesta a tierra:

Conductor desnudo protegido (si se requiere) contra corrosión, directamente en contacto con el suelo, a fin de asegurar la integridad de la conexión a tierra a lo largo de su recorrido.

Nota: Este conductor puede hacer las veces de un conductor y/o de un electrodo.

Conductor del electrodo de puesta a tierra:

Conductor utilizado para conectar el(los) electrodo(s) de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra del equipo, al conductor puesto a tierra o a ambos a la acometida en cada edificio o a la estructura donde esté alimentado desde una acometida común o a la fuente de un sistema derivado separadamente.

Conductor puesto a tierra:

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Conductor de un sistema o circuito intencionadamente puesto a tierra.

1.6.2.2 Terminales

Tapón aislante:

Dispositivo aislante para terminar un extremo no conectado de un cable energizado.

Terminal elástica:

Terminal prefabricada expandible que es auto ajustable por elasticidad después de aplicarla en un extremo de cable preparado.

Terminal para uso interior:

Terminal para utilizarse donde no está expuesta ni a radiación solar directa ni a intemperie.

Terminal para uso exterior:

Terminal para utilizarse donde existe exposición ya sea a radiación solar o a intemperismo o a ambos.

Conector separable con pantalla:

Conector separable que tiene una superficie externa completamente apantallada.

Conector separable tipo enchufable:

Conector separable en el cual el contacto eléctrico se hace mediante un dispositivo deslizable.

Conector separable tipo perno:

Conector separable en el cual el contacto eléctrico se hace mediante un perno.

Conector para apertura sin tensión:

Conector separable diseñado para conectarse y desconectarse únicamente en circuitos desenergizados.

Conector para apertura con carga:

Conector separable diseñado para conectarse y desconectarse en circuitos energizados.

Terminal recta:

Accesorio que conecta dos cables para formar un circuito continuo.

Trifurcación:

Accesorio que permite conectar un cable de tres núcleos a tres cables monoconductores.

Unión transición:

Accesorio que hace conexión entre dos cables con diferentes tipos de aislamiento.

Unión de inyección:

Unión en la cual se inyecta resina en un molde o en un material tejido, envuelto en aislante.

Unión premoldeada:

Unión premoldeada para deslizarse o contraerse sobre cables.

Unión elástica:

Unión expandible prefabricada que es auto-retráctil por elasticidad después de aplicarla a dos cables para ser conectados.

Unión tipo papel enrollado:

Unión en la cual el aislamiento se hace envolviendo papel generalmente impregnado de aceite.

Unión derivación:

Accesorio que permite la conexión ramal a una troncal.

Unión de campo radial:

Unión en la cual los núcleos individuales tienen pantalla a todo lo largo de la unión.

Unión de campo no radial:

Unión que no tiene núcleos con pantalla individual, prefabricada para unión.

1.6.2.3 Arreglos

Formación en trébol:

Formación de tres cables de tal forma que sean equidistantes.

Nota1: Visto en sección transversal, la líneas ficticias que conectan los centros de los cables aislados forman un triángulo equilátero.

Formación horizontal:

Formación de un número de cables dispuestos en un plano, usualmente con igual espacio entre cables adyacentes.

Transposición (de cables aislados):

- a) En relación a cables de energía: Arreglo de cables monoconductores de manera que el cable de cada fase sucesivamente ocupa, cada posición en aproximadamente iguales longitudes a lo largo de la trayectoria.
- b) En relación a conductores blindados: Arreglo de conductor blindado al lado de una sección elemental de cables de energía no traspuestos de manera que, en relación al plano de simetría del arreglo, el conductor ocupa una determinada posición alrededor de la mitad de la trayectoria y alrededor de la otra mitad ocupa una posición simétricamente opuesta.

1.6.2.4 Conexión de pantallas

Sistema de cables monoconductor sólidamente conectado:

Sistema de cables monoconductores con pantalla, las cuales están eléctricamente conectadas juntas y a tierra en cada extremo de la ruta, si es necesario, a posiciones intermedias.

Enlace especial de pantallas:

Métodos de conexión a tierra de pantallas de cables monoconductores a fin de minimizar la corriente inducida longitudinal a través de la pantalla.

Sistema de cable aislado blindado:

Sistema de cable en el cual la pantalla de cada cable se encuentra individualmente aislada a todo lo largo de su trayectoria excepto donde se requiere conectar a tierra o interconectar pantallas.

Sección elemental:

Longitud del sistema de cable entre cualquier par de elementos adyacentes: uniones seccionadoras, terminales y conexiones interpantalla.

Conexión sólida:

Conexión entre pantallas de impedancia mínima.

Conexión puntual:

Forma de conexión especial en la cual las tres pantallas de una sección elemental se conectan sólidamente juntas y a tierra a un solo punto.

Conexión cruzada:

Forma de conexión especial en la cual las pantallas en secciones elementales consecutivas se conectan de manera cruzada de forma tal que cada circuito de pantalla continua rodea los tres conductores de fase consecutivamente.

Conexión cruzada seccionada:

Forma de conexión cruzada en la cual tres secciones elementales consecutivas, denominadas "secciones terminales", se toman para conformar una unidad separada, llamada "sección principal".

Nota: Las tres pantallas están sólidamente conectadas en ambos extremos de la sección principal y pueden conectarse a tierra en estos puntos. En las dos posiciones intermedias, los cables usualmente se trasponen y las pantallas se interconectan de tal forma que cada circuito de pantalla continua a lo largo de la sección principal ocupa la misma posición geométrica en el arreglo.

Sección principal uniforme:

Sección principal que consiste en tres secciones elementales iguales.

Conexión cruzada continúa:

Arreglo aplicable a circuito que consisten de más de tres secciones elementales en las que las pantallas se conectan sucesivamente de manera cruzada y los cables son usualmente traspuestos en cada unión entre secciones elementales adyacentes a lo largo de la ruta del cable.

Nota: En cada extremo de la trayectoria, las pantallas se conectan sólidamente a tierra.

1.6.2.5 Accesorios para interconectar pantallas**Conductor paralelo de puesta a tierra:**

Conductor que se instala usualmente junto y a lo largo de la trayectoria del cable para proporcionar una conexión a tierra continua entre los sistemas de puesta a tierra situados en los extremos del mismo.

Limitador de tensión en pantalla:

Dispositivo conectado a una pantalla o a las pantallas de cables especialmente conectados, utilizado para limitar las tensiones en pantalla durante transitorios en el sistema.

Caja unión (para sistema blindado aislado):

Caja en donde la interconexión y/o las conexiones de puesta a tierra se hacen mediante enlaces removibles y que pueden incluso contener limitadores de tensión para la pantalla.

Punta de interconexión de pantalla:

Conductor aislado que forma la conexión entre la pantalla del cable o la funda unión y el enlace en la caja enlace.

Aislamiento para funda unión:

Aislamiento externo aplicado a funda unión metálica de un cable especialmente conectado.

1.6.2.6 Terminales varias**Resistencia térmica (de un elemento de un cable):**

Diferencia de temperatura entre las superficies interior y exterior de este elemento, dividido por el flujo de calor que lo atraviesa.

1.6.2.7 Componentes de los accesorios**Terminal perno:**

Dispositivo metálico que conecta un cable a otro equipo eléctrico.

Conector (de cables):

Dispositivo metálico para interconectar cables entre sí.

Conector bimetalico:

Conector formado por dos diferentes metales metalúrgicamente aleados, utilizados para conectar partes conductoras consistentes de los mismos metales.

Cono de alivio:

Dispositivo en forma de cono para incrementar el diámetro de la pantalla del aislamiento de cable de alta tensión a fin de aliviar los esfuerzos eléctricos en una unión o terminal dentro de los límites de diseño.

Graduador resistivo de esfuerzos:

Dispositivo que utiliza materiales de alta permitividad y generalmente de resistencia variable para cubrir la pantalla del aislamiento de un cable de alta tensión con el propósito de mantener los esfuerzos eléctricos en una terminal dentro de los límites de diseño.

Conector de pantalla:

Dispositivo utilizado para hacer una conexión a la pantalla de un cable con el propósito de dar continuidad o conectar a tierra.

1.6.2.8 Métodos de conexión**Conexión comprimida:**

Conexión permanente hecha mediante la aplicación de presión provocando la deformación o restitución del barril que rodea a un cable.

Conexión circular comprimida:

Conexión en la cual el barril se comprime manteniendo su forma circular.

Conexión hexagonal comprimida:

Conexión en la cual el barril se comprime y se restituye a una forma hexagonal.

Conexión por indentación profunda:

Conexión en la cual el barril y el cable se comprimen y se deforman mediante indentaciones profundas.

Conexión perno:

Conexión en la cual la presión sobre el conductor se aplica mediante un perno.

1.6.2.9 Manejo de cables**Carrete:**

Cilindro con bridas en el cual se arrolla el cable durante su manufactura, para almacenamiento, transporte e instalación.

Bobina:

Carrete con cable enrollado.

Tambor (barril) de un carrete:

Parte cilíndrica de un carrete en la cual se arrolla el cable.

Revestimiento o entablillado:

Material externo protector que cubre una bobina de cable en un carrete.

Refuerzo o tablilla:

Una de las tiras, generalmente hecha de madera, que forma el revestimiento.

Rollo:

Enrollamiento de cable en forma circular, sin soporte interno.

Capuchón (sello, remate):

Dispositivo colocado en los extremos del cable para prevenir la humedad durante el almacenamiento, transportación e instalación.

1.6.2.10 Instalación de cable**Rodillos:**

Cilindro o conjunto de cilindros de giro libre, adecuadamente conformado para ayudar a desplazar el cable durante la instalación.

Pinza (mordaza) o malla de acero:

Dispositivo tubular colocado en torno a un cable, cuyo diámetro se ve reducido como resultado de una fuerza de jalado y utilizado para sujetar el cable.

Ojillo de jalado:

Dispositivo colocado en el conductor a fin de aplicar una fuerza de jalado al cable, durante la instalación.

Cinta señalizadora:

Cinta o malla colocada en el piso, por encima de un circuito a fin de advertir de su proximidad.

Relleno térmico:

Relleno compuesto por materiales cuyas características térmicas se eligen para facilitar el paso del calor producido por los cables.

1.7 Siglas y Abreviaturas

A	Ampere
ANSI	American National Standard Institute
AWG	American Wire Gage
CENAM	Centro Nacional de Metrología
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CTRS	Conjunto Transformador Red Secundaria
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación
DEPRORED	Sistema Desarrollador de Proyectos de Redes
Dmax	Demanda Máxima
Fc	Factor de Carga en Concreto
kA	kiloampere
kcmil	mil circular mil
km	Kilómetro
kVAmin	Capacidad mínima de transformador en KVA
kV	kilovolt

kVA	kilovoltampere
kWH	Kilowatthora
LAPEM	Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales
m	Metro
MCOV	Tensión Máxima de Operación Continua
mm	Milímetro
MP	Margen de Protección
NMX	Norma Mexicana
NBAI	Nivel Básico de Aislamiento al Impulso
NOM	Norma Oficial Mexicana
NRF	Norma de referencia
PAD	Polietileno de Alta Densidad
PADC	Polietileno de Alta Densidad Corrugado
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PROASOL	Procedimiento para la Atención de Solicitudes de Servicio
PROTER	Procedimiento para Construcción de Obras por Terceros
Rmc	Radio Medio Cuadrático
Tmft	Tensión máxima del sistema de fase a tierra
Tmff	Tensión máxima del sistema entre fases
VR	Tensión de descarga residual
V	Volt
Wb	Weber
XLP	Polietileno de Cadena Cruzada.

2 DISEÑO Y PROYECTO EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN

Introducción

La elaboración de diseños de Sistemas subterráneos, debe realizarse en forma eficiente, con la máxima economía, sin menoscabo del cumplimiento de los lineamientos incluidos en esta Especificación. En la presente se incorporan apartados específicos para instalaciones subterráneas en terrenos con nivel freático muy alto y rocoso, se redujeron las profundidades en banco de ductos de polietileno de alta densidad directamente enterrados en cumplimiento con la NOM-001-SEDE. Así mismo se incluye un capítulo específico para el diseño de sistemas subterráneos en poblaciones

rurales rehabilitadas, colonias, conjuntos habitacionales y fraccionamientos con vivienda de interés social, popular y económico.

2.1 Perspectivas y Aplicaciones

2.1.1 Perspectiva

Las siguientes especificaciones son para el diseño y construcción de todos los Sistemas de Distribución Subterránea de la CFE.

Deben seguirse lo más cerca posible por la CFE y contratistas. Para cualquier desviación derivada de una situación específica no contemplada en estas especificaciones, se debe obtener una aprobación por parte de la Subgerencia de Distribución Divisional. La descripción de los equipos materiales y accesorios que se incluyen en la presente Especificación, son con la finalidad de proporcionar una referencia rápida para consulta. Para la construcción o fabricación de los mismos, debe recurrirse a las especificaciones del producto correspondiente.

2.1.2 Aplicaciones

En general se aplicarán estas Especificaciones en los lugares descritos a continuación:

- A) Desarrollos residenciales de nivel alto, medio, interés social, vivienda económica y poblaciones rurales rehabilitadas.
- B) Electrificación rural y vivienda popular.
- C) Áreas comerciales importantes que requieren alta confiabilidad.
- D) Áreas de ciudades o poblaciones consideradas como centros históricos o turísticos.
- E) Poblaciones ubicadas en áreas de alta contaminación salina, industriales y/o expuestas a ciclones.
- F) Desarrollos urbanísticos con una topografía irregular.
- G) Zonas arboladas o consideradas como reservas ecológicas.
- H) Lugares de concentración masiva como mercados, centrales de autobuses, aeropuertos, estadios, centros religiosos importantes, etc.
- I) Avenidas y calles con alto tráfico vehicular.
- J) Plazas cívicas.
- K) Edificios altos.

La relación anterior no limita la aplicación de las instalaciones subterráneas en áreas no incluidas en la misma.

2.2 Tipos de Sistemas Aplicables en Instalaciones Subterráneas

2.2.1 Configuraciones

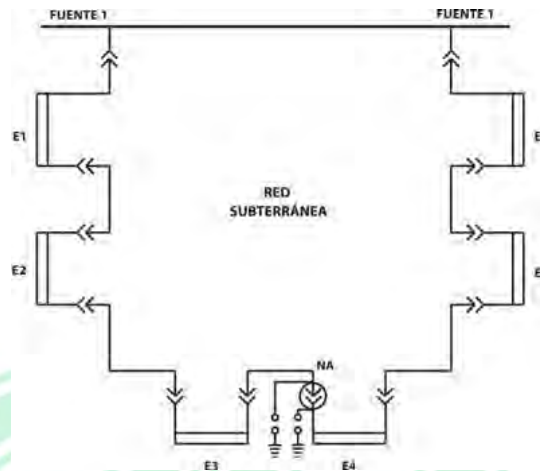
A) Mediatensión

A.1 Configuración en anillo.

Es aquella que cuenta con más de una trayectoria entre la fuente o fuentes y la carga para proporcionar el servicio de energía eléctrica.

A.1.1 Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación. Es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con una sola fuente de alimentación. Opera en forma radial con un punto de enlace normalmente abierto en el centro de la carga.

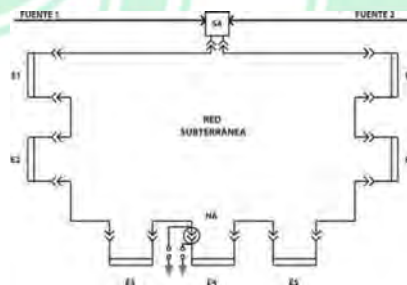
Figura 2.2.1-A.1.1



A.1.2 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación. Es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con dos fuentes de alimentación. Opera en forma radial con un punto de enlace normalmente abierto en el centro de la carga.

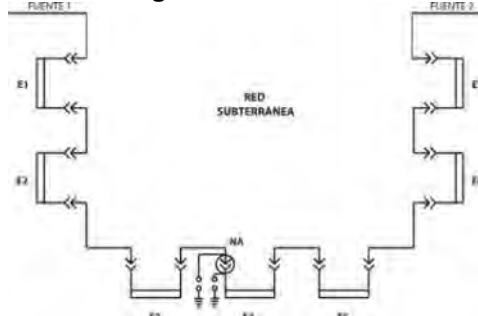
A.1.2.1 Conectando las fuentes a un mismo equipo o accesorio de la red.

Figura 2.2.1-A.1.2.1



A.1.2.2 Conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red.

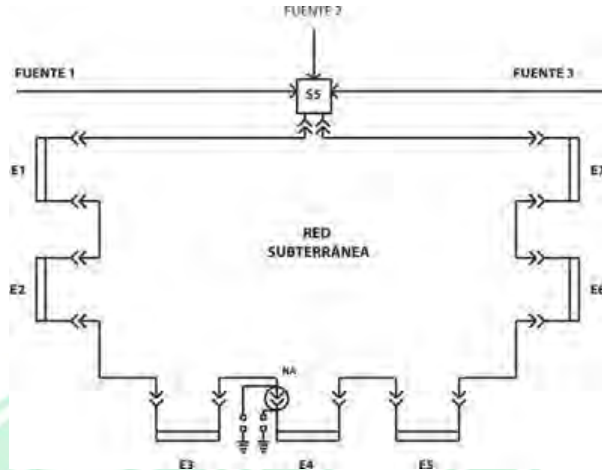
Figura 2.2.1-A.1.2.2



A.1.3 Configuración en anillo operación radial con tres fuentes de alimentación.

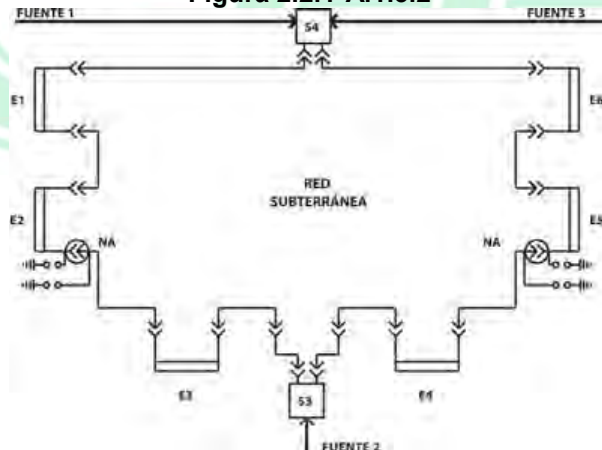
A.1.3.1 Conectadas las fuentes a un mismo equipo de la red.

Figura 2.2.1-A.1.3.1



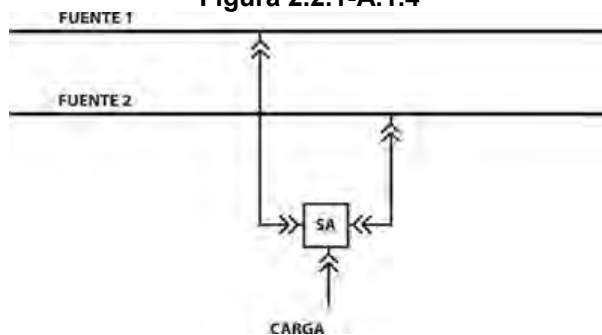
A.1.3.2 Conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red.

Figura 2.2.1-A.1.3.2



A.1.4 Sistema de alimentación selectiva. Sistema en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación que sigue la misma trayectoria, una de las cuales se considera como preferente y la otra como emergente y que utiliza un seccionador con transferencia automática.

Figura 2.2.1-A.1.4

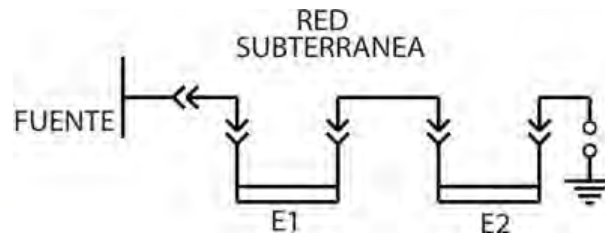


Los arreglos mostrados no son limitativos ya que las diferentes fuentes también se pueden conectar en distintos puntos de la red, lo que permite la posibilidad de tener múltiples arreglos.

A.2 Configuración radial

Es aquella que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga proporcionando el servicio de energía eléctrica.

Figura 2.2.1-A.2

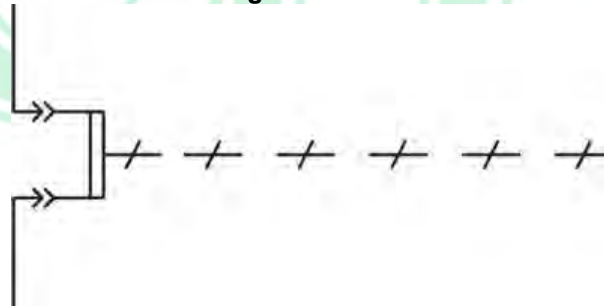


B) Bajatensión

Configuración radial.

Es aquella que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga, proporcionando el servicio de energía eléctrica.

Figura 2.2.1-B



2.2.2 Media tensión

A) Sistema de distribución de 200 A.

Es aquél en el cual la corriente continua, en condiciones normales o de emergencia no rebasa los 200 A. Se utiliza en circuitos que se derivan de troncales de media tensión (tensiones de 13.2 kV a 34.5 kV) aéreas o subterráneas, la configuración debe ser conforme se indica en 2.2.1. En condiciones de operación normal para el caso de circuitos en anillo, estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en el punto dispuesto por el centro de operación. Con el objeto de tener mayor flexibilidad, se tendrá un medio de seccionamiento en todos los transformadores y derivaciones del circuito.

A.1 Se diseñarán de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido con conexiones múltiples de puesta a tierra.

A.2 Los circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3F-4H.

A.3 Los circuitos alimentadores subterráneos deben ser:

CARGAS	CONFIGURACIÓN
Residencial	1F-2H o 3F-4H
Comercial	3F-4H
Industrial	3F-4H

A.4 La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no debe exceder del 1% del punto de suministro indicado por CFE a la carga más alejada, en condiciones normales de operación, tomando en cuenta demandas máximas.

A.5 El cable del neutro debe ser cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre o aquél que haya sido aprobado por el LAPEM.

A.6 El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla. En ningún caso la corriente de corto circuito en el bus de las subestaciones que alimenten circuitos subterráneos, debe exceder los 10 kA simétricos.

A.7 El conductor de neutro corrido debe tener múltiples conexiones de puesta a tierra para garantizar en los sitios en donde se instalen accesorios y equipos, una resistencia a tierra inferior a 10 Ω en época de estiaje y menor a 5 Ω en época de lluvia, debiendo ser todas las conexiones del tipo exotérmica o comprimible.

A.8 El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado, excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos.

A.9 El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100 %. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (alto gradiente).

En transiciones aéreo-subterráneo-aéreo el nivel de aislamiento de los cables debe ser de 133 %, debiéndose utilizar cables con cubierta negra, para la protección contra los rayos ultravioleta. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (alto gradiente).

A.10 La sección transversal del cable debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo debe ser 53.5 mm² (1/0 AWG) y cumplir con la norma NRF-024-CFE.

A.11 Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales en que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.

A.12 Se debe indicar en las bases de diseño si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según lo indica la especificación NRF-024-CFE y de acuerdo a las características del lugar de instalación.

A.13 La pantalla metálica del cable, debe conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones generales del artículo 250 de la NOM-001-SEDE. En equipos (transformadores y seccionadores), se permite la puesta a tierra de los accesorios mediante sistemas mecánicos.

- A.14** Los cables deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las tablas 2.4.5 de esta Especificación; considerando siempre, que se deben respetar los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.
- A.15** Donde se instalen equipos y/o accesorios debe dejarse un excedente de cable de 1.0 m después de haberse instalado en los soportes y presentado para la elaboración del accesorios. Cuando los transformadores no lleven registros, la reserva de cable debe dejarse en uno de los registros adyacentes.
- A.16** En seccionadores y conectadores múltiples de media tensión, se deben utilizar indicadores de falla de acuerdo a la corriente continua del sistema. Se deben emplear indicadores monofásicos o trifásicos con abanderamiento monofásico. Excepto en los siguientes casos:
1. Cuando el seccionador cuente con protección electrónica.
 2. Cuando un codo portafusible derive del conector múltiple.
- A.17** Los indicadores de falla a instalar deben cumplir con la especificación CFE GCUIO-68.
- A.18** Se deben instalar apartarrayos de frente muerto en los puntos normalmente abiertos de los anillos y en el último transformador de cada ramal radial.
- A.19** No se debe utilizar la red subterránea como troncal para alimentar redes aéreas.

B) Sistema de distribución de 600 A.

Es aquel en el cual la corriente continua en condiciones normales o de emergencia rebasa los 200 A. Se utilizan en circuitos troncales de media tensión, la configuración será en anillo o alimentación selectiva, de operación radial con una o más fuentes de alimentación. En condiciones de operación normal, el anillo estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en el punto dispuesto por el centro de operación.

- B.1** Se diseñarán los alimentadores de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido con múltiples conexiones de puesta a tierra.
- B.2** Los circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3F-4H.
- B.3** Los circuitos alimentadores subterráneos deben ser 3F-4H.
- B.4** La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no debe exceder del 1% del punto de suministro indicado por CFE a la carga más alejada, en condiciones normales de operación, tomando en cuenta demandas máximas.
- B.5** El cable del neutro debe ser de cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre o aquél que haya sido aprobado por el LAPEM.
- B.6** El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla. En ningún caso la corriente de corto circuito en el bus de las subestaciones que alimenten circuitos subterráneos, debe exceder los 10 kA simétricos.
- B.7** El conductor de neutro corrido debe tener múltiples conexiones de puesta a tierra para garantizar en los sitios donde se instalen accesorios y equipos una resistencia a tierra inferior a 10 Ω en época de estiaje y menor a 5 Ω en época de lluvia, debiendo ser todas las conexiones del tipo exotérmica o comprimible.

- B.8** El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado, excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos.
- B.9** El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100 %. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (alto gradiente).
- B.10** Tratándose de salidas subterráneas de circuitos de media tensión, desde Subestaciones de Distribución hacia la transición subterráneo-aéreo, el nivel de aislamiento de los cables debe ser de 133 %. Debiéndose utilizar cables con cubierta negra, para la protección contra los rayos ultravioleta. De manera similar se procederá en transiciones aéreo-subterráneo-aéreo. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (alto gradiente).
- B.11** La sección transversal del cable debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo del cable es 253 mm² (500 kcmil) y debe cumplir con la norma NRF-024-CFE.
- B.12** Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.
- B.13** Se debe indicar en las bases de diseño si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según lo indica la especificación NRF-024-CFE y de acuerdo a las características del lugar de instalación.
- B.14** La pantalla metálica del cable, debe conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones generales del artículo 250 de la NOM-001-SEDE. En equipos (transformadores y seccionadores), se permite la puesta a tierra de los accesorios mediante sistemas mecánicos.
- B.15** Los cables deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las tablas 2.4.5 de esta Especificación; considerando siempre, que se deben respetar los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.
- B.16** Donde se instalen equipos y/o accesorios debe dejarse un excedente de cable de 1.0 m después de haberse instalado en los soportes y presentado para la elaboración del accesorio. Cuando los transformadores no lleven registros la reserva de cable debe dejarse en uno de los registros adyacentes.
- B.17** En seccionadores y conectores múltiples de media tensión, se deben utilizar indicadores de falla de acuerdo a la corriente continua del sistema. Se deben emplear indicadores monofásicos o trifásicos con abanderamiento monofásico. Excepto en el caso que el seccionador cuente con protección electrónica en la vía de 600 A.
- B.18** Los indicadores de falla a instalar deben cumplir con la especificación CFE GCUIO-68.
- B.19** En ambos lados del punto normalmente abierto, deben instalarse apartarrayos de frente muerto mediante su respectivo accesorio reductor.
- B.20** No se debe utilizar la red subterránea como troncal para alimentar redes aéreas.
- B.21** No se podrán realizar derivaciones de un circuito troncal de 600 A mediante el uso de conectores múltiples o empalmes separables.

2.2.3 Baja tensión

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

En áreas residenciales los circuitos de baja tensión monofásicos deben ser 2F-3H 240/120 V. Se emplearán tantos circuitos radiales como lo determine el CTRS. En cada uno de los circuitos se deben cumplir los valores de regulación y pérdidas indicados en esta Especificación.

En transformadores con boquillas rectas y sólo con el fin de optimizar los proyectos, se permite la conexión de acometidas directamente de la boquilla, debiéndose utilizar para ello, las perforaciones más alejadas de la pared del transformador, reservando las más cercanas para los circuitos. Se deben instalar las boquillas tipo rectas de acuerdo a la cantidad de circuitos y acometidas que se deriven directamente.

En áreas comerciales los circuitos de baja tensión deben ser 3F-4H 220/127 V. Se emplearán tantos circuitos radiales como lo determine el CTRS. En cada uno de los circuitos se deben cumplir los requisitos de regulación y pérdidas indicados en esta Especificación. Al igual que en las áreas residenciales también se permite utilizar transformadores con boquillas rectas, teniendo las mismas consideraciones de conexión y cantidad de circuitos y acometidas que se deriven directamente.

- A.1** La caída de tensión del transformador al registro más lejano no debe exceder del 3 % en sistemas monofásicos y del 5 % en sistemas trifásicos y los cálculos deben incluirse en la memoria técnica descriptiva. Ver sección 2.6.5.

Cables

- A.2** Circuitos de baja tensión. Los registros de baja tensión se deben colocar, según lo permitan las acometidas, lo más retirado uno del otro, cuidando el cumplimiento de los criterios de regulación y pérdidas de la red de distribución.

Los cables de baja tensión deben cumplir con la norma NRF-052-CFE.

- A.3** La configuración de los cables debe ser triplex para sistemas monofásicos y cuádruplex para sistemas trifásicos, con el neutro de sección reducida y de acuerdo con la norma NRF-052-CFE.
- A.4** El neutro debe ponerse a tierra mediante el conector múltiple en el registro de final del circuito secundario y en el transformador mediante la conexión al sistema de tierras.
- A.5** Debe usarse una sección transversal de acuerdo a las necesidades del proyecto.
- A.6** Por regla general los circuitos de baja tensión no excederán una longitud de 200 m, permitiéndose en casos excepcionales longitudes mayores, siempre y cuando se satisfagan los límites de caída de tensión y pérdidas, las cuales no deben exceder el 2%.
- A.7** La referencia de tierra del transformador, el neutro de la red de baja tensión y el neutro corrido deben interconectarse entre sí.
- A.8** Entre registros no deben usarse empalmes en el conductor.
- A.9** Los circuitos de baja tensión deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las tablas 2.4.5 de esta Especificación; considerando siempre, que se deben respetar los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.
- A.10** Debe instalarse un circuito de baja tensión por ducto.

A.11 En el caso de que los circuitos de baja tensión alimenten exclusivamente concentraciones de medidores, el cable a utilizar podrá ser cobre tipo THHW-LS de 600 V sin conexiones intermedias, la longitud debe ser tal que no se excedan los límites de caída de tensión y pérdidas, las cuales no deben ser superiores al 2%.

A.12 Todos los sistemas de tierras deben tener una resistencia máxima equivalente a 10 Ω en época de estiaje y 5 Ω en época de lluvias, debiendo ser todas las conexiones del tipo exotérmica o comprimible.

2.2.4 Puesta a tierra de sistemas flotantes.

Un sistema flotante es aquel en que no existe una conexión intencional entre los conductores de fase y tierra. Sin embargo, en todos los sistemas existe una conexión capacitiva entre los conductores del sistema y las superficies adyacentes que se encuentran a tierra. Consecuentemente, un sistema flotante es puesto a tierra por la capacitancia distribuida del sistema. Durante condiciones normales de operación un sistema flotante no presenta problemas, pero estos pueden surgir ante la presencia de fallas. Al ocurrir una falla de línea a tierra aparecen tensiones de línea a línea en todo el sistema con el consecuente deterioro del aislamiento. Por otra parte, la interacción entre el sistema fallado y su capacitancia distribuida puede causar la presencia de sobretensiones transitorias entre línea y tierra al operar interruptores en el sistema fallado. La conexión intencional de un sistema a una tierra física provee un punto de referencia de tensión cero. Esta medida ofrece ventajas significativas sobre el sistema de neutro flotante como:

- Reducción de la magnitud de sobretensión.
- Simplicidad en la localización de fallas.
- Mejor protección contra fallas en el sistema y en los equipos.
- Reducción en tiempo y costo de mantenimiento.
- Mayor seguridad para el personal.
- Mejor protección contra descargas.
- Reducción en la frecuencia de fallas.

La puesta a tierra de un sistema flotante se aborda desde dos áreas: el método de puesta a tierra y el diseño de la red de tierras, cubiertos en las secciones A y B de este documento.

A) Método de puesta a tierra

Los métodos más comunes para la puesta a tierra son:

- Transformador con conexión en estrella - delta con el neutro de la estrella puesto a tierra mediante una resistencia.
- Transformador con conexión en estrella- delta con el neutro de la estrella conectado sólidamente a tierra una resistencia en el secundario de la delta.
- Transformador con conexión en zigzag con resistencia en el neutro.

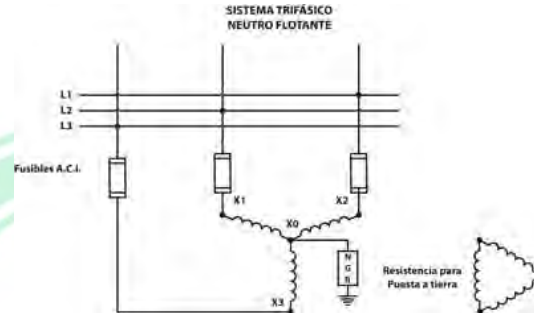
A.1 Transformador estrella delta, puesto a tierra con una resistencia en el neutro.

En este método se cuenta con transformadores estrella delta, donde el neutro de la estrella se conecta a tierra a través de una resistencia de puesta a tierra y la delta no se conecta a tierra ni tiene ninguna carga.

En condiciones de operación normal el transformador opera en vacío con una alta impedancia para las corrientes de fase del sistema, teniendo una corriente de magnetización muy pequeña. Al ocurrir una falla la corriente fluye a través de la falla por tierra hacia la resistencia en el neutro del transformador en donde se limita a su valor máximo permisible. Ahí la corriente se divide en tres partes iguales en cada ramificación de la estrella del primario del transformador. Como estas tres corrientes iguales en fase y en tiempo y en virtud que el secundario es un circuito serie cerrado, la corriente de falla sólo ve la reactancia de fuga del transformador pudiendo regresar al sistema.

La corriente de falla se limita por: la impedancia de falla, la resistencia entre neutro y tierra y la reactancia de fuga del transformador. La conexión de este se muestra a continuación:

Figura 2.2.4-A.1



La práctica común para puesta a tierra de los sistemas de media tensión o mayores es mediante una baja resistencia que límite la corriente alrededor de 9 kA. La capacidad mínima de cada uno de los transformadores monofásicos que forman el arreglo trifásico es:

$$KVA_{min} = \frac{(3I_0)(V_{LL})}{T}$$

Donde:

kVA_{min} = Capacidad mínima de transformador en KVA

I_p = Corriente del transformador = 10 en Amperes

3I₀ = Corriente de falla deseable en Amperes

VLL = Tensión línea a línea del sistema (kV)

T = Constante

$$T = 35.14 t_0^{0.94}$$

t₀ = Duración de la corriente de falla.

El factor T para dimensionar el transformador corresponde a la sobrecarga de corto tiempo (30 s o menos) de un transformador de distribución según la norma IEEE C57.91 1995.

En forma aproximada la resistencia de puesta a tierra se puede calcular considerando que para una falla a tierra aparece en las terminales de la resistencia la tensión de línea a neutro del sistema. Por ejemplo para limitar a 500 A la corriente de falla en un sistema de 13.8 kV (7.96 kV línea a tierra) se tiene:

$$\text{Resistencia de puesta a tierra} = 7.96 / 0.5 \text{ kA} = 15.92 \Omega$$

Para la resistencia de puesta a tierra se debe especificar:

$$\text{- Tensión} = \text{Tensión fase a tierra} = V_p / 1.732$$

Corriente inicial que circulará por la resistencia (tiempo durante el cual la resistencia permanecerá energizada este tiempo varía entre 1 min o 10 min, en función de la protección utilizada).

Ejemplo: Se tiene un sistema flotante con una tensión de fase a tierra de 13.8 kV, se desea diseñar el sistema para su puesta a tierra mediante un banco de transformadores monofásicos con conexión en estrella delta con el neutro de la estrella aterrizado a través de una resistencia. Considerar que la corriente de falla se debe limitar a 200 A. La capacidad de cada uno de los transformadores monofásicos es:

$$kVA_{min} = 13.8 \text{ kV} * (0.2 \text{ kA} / 3) / 3 = 306 \text{ kVA}$$

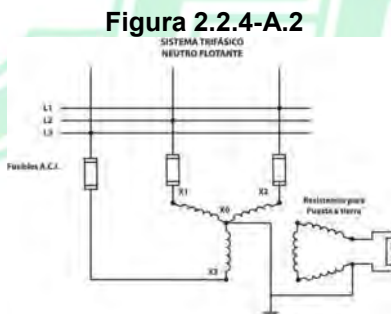
La resistencia a tierra se dimensiona para una tensión de fase a tierra (7.96 kV) de la siguiente forma:

$$R (\Omega) = 7.96 \text{ kV} / 0.2 \text{ kA} = 39.8 \Omega$$

La clasificación del tiempo de operación de la resistencia puede ser de 10 s, 1 min, 10 min o tiempo extendido dependiendo de las características de la protección utilizada.

A.2 Transformadores estrella delta, la estrella puesta a tierra sólidamente con una resistencia en la delta.

Es una configuración estrella delta pero con el secundario en delta abierto, en esta configuración el neutro del primario se conecta a tierra sólidamente, la resistencia limitadora se conecta entre las terminales de la delta abierta del secundario como se muestra en la siguiente figura:



La resistencia de carga se selecciona de la misma forma que en caso anterior, con la excepción de que su valor se verá reducido por el cuadrado de la relación de espiras del transformador.

Esta resistencia limita el flujo de corriente en el secundario del transformador, de igual forma limita el flujo en los embobinados de la estrella.

Ejemplo: Se tiene un sistema flotante con una tensión de fase a tierra de 13.8 kV, se desea diseñar el sistema para su puesta a tierra mediante un banco de transformadores monofásicos con conexión en estrella delta con el neutro de la estrella puesto sólidamente a tierra y la delta abierta conectada con una resistencia.

Considerar que la corriente de falla se debe limitar a 200 A.

La capacidad de cada uno de los transformadores monofásicos es:

$$kVA_{min} = 13.8 \text{ kV} * (0.2 \text{ kA} / 3) / 3 = 306 \text{ kVA}$$

La resistencia a tierra se dimensiona de la siguiente forma:

- La relación de transformación del transformador es **13.8 kV/0.120 kV = 115**

- La corriente en cada devanado del transformador es $0.2 \text{ kA} / 3 = 66.66 \text{ A}$
- La corriente en el secundario es $66.66 * 115 = 7\,665.9 \text{ A}$
- El tensión en el resistor secundario es $120 * 1.7322 = 207.84 \text{ V}$

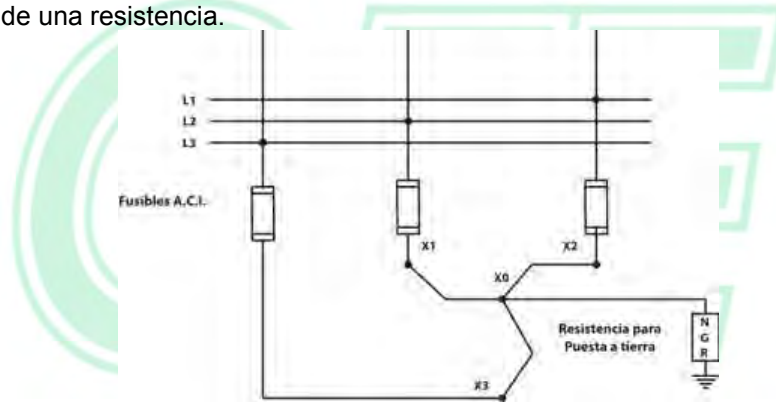
Por lo tanto:

$$R (\Omega) = 207.84 \text{ V} / 7.66 \text{ kA} = 0.027\Omega$$

La clasificación del tiempo de operación de la resistencia puede ser de 10 s, 1 min, 10 min o tiempo extendido dependiendo de las características de la protección utilizada.

A.3 Transformador con conexión en zigzag con resistencia en el neutro.

De los diversos tipos de transformadores el más utilizado es el autotransformador trifásico tipo seco. En éstos cada fase tiene dos bobinados idénticos pero embobinados en sentido contrario para presentar una impedancia alta a las corrientes normales de fase, las bobinas se conectan a una configuración estrella y su neutro se conecta a tierra, directamente o a través de una resistencia.



Al ocurrir una falla más allá del transformador zigzag, la corriente de falla fluye a través de la falla, regresando por tierra hacia el neutro, pasa por la resistencia donde se limita a un valor predeterminado y fluye por el transformador en zigzag. La corriente se reparte en tres partes iguales ya que las ramificaciones de dicho transformador son iguales en fase y en tiempo (secuencia cero). Debido a la dirección contraria en sus bobinados éstos presentan baja impedancia para la corriente de falla permitiéndole regresar al sistema. Como se puede observar la corriente está limitada por la impedancia de falla, la resistencia del neutro y la reactancia del transformador zigzag.

El transformador en zigzag se dimensiona para operar en forma continua, para una corriente inicial especificada a un tensión entre fase y neutro, sin exceder los límites de elevación de temperatura para el tipo de aislamiento (clase "B" hasta 2400 V, clase "H" para más de 2400 V). El nivel de tensión de saturación es normalmente 1.5 veces el tensión entre fase y fase. La resistencia debe dimensionarse con las mismas características de corriente y tiempo que el zigzag.

B) Diseño de la red de tierras

B.1 Sistemas de conexión a tierra.

Los sistemas de puesta a tierra son componentes importantes de los sistemas eléctricos, puesto que deben permitir la conducción hacia el suelo de cargas eléctricas no deseadas, originadas por las fallas en los equipos del sistema eléctrico y las producidas por las descargas atmosféricas. Deben poseer una capacidad de dispersión sin que se presenten potenciales peligrosos en la superficie del suelo que puedan dañar los equipos eléctricos y poner en riesgo la seguridad de los trabajadores.

Por razones de seguridad en sistemas subterráneos las pantallas metálicas de los conductores deben estar siempre puestas a tierra al menos en un punto con el objeto de limitar las tensiones inducidas (55 V, NOM-001-SEDE).

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

Parte importante en el proceso de limitar las tensiones inducidas lo constituye la resistencia de puesta a tierra, cuyos valores no deben exceder de 5Ω en épocas de lluvia y de 10Ω en temporada de estiaje respectivamente, según se indica en el procedimiento para la revisión, supervisión y construcción de redes subterráneas.

Uno de los elementos principales en una instalación de una red de tierras es el electrodo de puesta a tierra o también conocida como electrodo de tierra, la resistencia del electrodo de puesta a tierra, tiene tres componentes:

- Una es su propia resistencia, la cual puede ser despreciable para efectos de cálculo. Pero las conexiones entre electrodo y conductor de bajada pueden llegar a tener una resistencia considerable con el tiempo.
- La resistencia de contacto entre electrodo y suelo, cuando el electrodo está libre de grasa o pintura, es despreciable. Sin embargo la resistencia de contacto puede aumentar significativamente en terrenos secos, aumentando rápidamente cuando el contenido de humedad disminuye por debajo de un 15 %.
- La resistividad del terreno alrededor del electrodo. Introduciendo un electrodo en un terreno uniforme, la corriente se dispersará uniformemente alrededor del electrodo. La resistividad del terreno varía ampliamente según su composición y zonas climáticas, también varía estacionalmente, debido a que la resistividad se determina en gran proporción por el contenido de electrolito, consistente de agua, minerales y sales.

Adicionalmente también varía con la temperatura. Algunos valores típicos de resistividades de suelos se resumen en la tabla 2.2.4-B.1.

TABLA 2.2.4-B.1

VALORES TÍPICOS DE RESISTIVIDAD PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELOS	
Tipo de suelo	Resistividad (Ω m)
Arcilla	2 - 100
Arena y grava	50 - 1 000
Piedra caliza de superficie	100 - 10 000
Piedra caliza	5 - 4 000
Esquisto o pizarra	5 - 100
Piedra arenisca	20 - 2 000
Granito, basalto	1 000

El valor de resistividad del terreno debe obtenerse con base en mediciones, las cuales se recomienda realizarlas en época de estiaje.

B.2 Reducción de los valores de resistencia de conexión a tierra.

A continuación se enumeran algunos de los métodos usados para mejorar los valores de resistencia de puesta a tierra:

a) Electrodos profundos

Cuando el terreno es penetrable se puede usar este método para mejorar el valor de resistencia de tierra.

b) Electrodos múltiples en paralelo

Cuando se tienen valores de la resistividad del terreno de las capas superiores más baja que la de las capas más profundas o en casos donde no se puedan obtener las profundidades adecuadas de los electrodos de tierra, se recomienda el uso de dos o más electrodos en paralelo.

c) Contra-antenas

En terrenos donde no es posible la penetración de electrodos teniéndose un manto delgado de suelo sobre subsuelo de roca, se recomienda el uso de conductores enterrados a baja profundidad a lo largo de zanjas construidas específicamente para contener al conductor.

d) Hormigón armado

El hormigón armado puede considerarse como electrodo metálico inmerso en un medio razonablemente homogéneo (el hormigón), cuya resistividad está en el orden de los 30 Ω -m. El hormigón, a su vez está inmerso en el terreno, cuya resistividad puede variar desde 1 hasta 1 000 Ω -m. La relación de resistividades de hormigón y terreno determina la resistencia de dispersión a tierra resultante.

e) Reducción de la resistividad del suelo mediante procedimientos artificiales.

En algunos terrenos con alta resistividad, las prácticas de los métodos resumidos anteriormente pueden resultar prácticamente imposibles de aplicar para obtener valores de resistencia de conexión a tierra aceptables. En estos casos puede resultar aceptable el uso de procedimientos para reducir artificialmente la resistividad del terreno que circunda al electrodo de tierra.

TABLA 2.2.4-B.2

CARACTERÍSTICAS DE ELECTRODOS PARA PUESTA A TIERRA		
Concepto	Acero con recubrimiento de cobre electrolítico	Acero con recubrimiento de cobre soldado
Uso	Electrodos con profundidad para conexiones a tierra en terrenos de alta resistencia eléctrica.	
Descripción corta	ACE – 16	ACS - 16
Abreviaturas en la descripción	A = Acero, C = cobre, E = Electrolítico	A = Acero, C = cobre, S = Soldado
Código MySAP	649181	445302
Longitud (L) mm (Tolerancia)	3 000 (-0 + 10 mm)	3 000 (-0 +10 mm)
Masa aproximada en kg	4.4	4.4
Rectitud cm/m	0.083	0.083
Núcleo	Material Acero estirado en frío AISI1018, 1035 ó 1045	

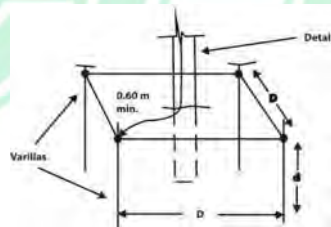
140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	Diámetro en mm	14.3 min. 15.5 max.	16
Recubrimiento	Material	Cobre electrolítico ASTM-B-152	Acero y cobre soldado
	Espesor mínimo (mm)	0.25	0.25
	Adherencia	Ningún desprendimiento del recubrimiento del núcleo	
Información	Logotipo de lote o marca de fabricación	Debe ser permanente en forma circular o longitudinal a 300 mm a partir del extremo de aristas redondeadas	
	Número de lote y año de fabricación	Debe estar contenido en la información	
	Empaque	10 piezas, Atados con fleje galvanizado o plástico	
	Unidad	Pieza	

La resistencia de conexión a tierra es afectada principalmente por cuatro factores: la resistividad del suelo, la longitud, el número de electrodos y el espaciamiento entre ellos. Las resistencias de conexión a tierra en situaciones críticas pueden mejorarse por varios métodos, utilizando electrodos más largos, ya que usualmente reducen la resistencia de conexión a tierra.

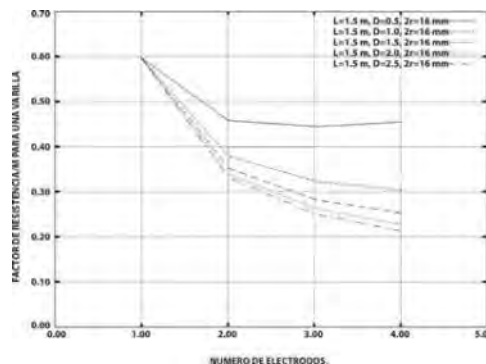
Electrodo de puesta a tierra. Los electrodos que se utilizan en los sistemas de tierras; deben cumplir con la especificación CFE56100-16 "Electrodos para tierra" y son en términos generales, de acero con recubrimiento de cobre soldado o electrolítico, ver tabla 2.2.4-B.2.

Figura 2.2.4-B.2



La Figura 2.2.4-B.2 muestra una instalación típica de una conexión a tierra para un arreglo de cuatro electrodos en paralelo.

Figura 2.2.4-B.3.1



d = longitud del electrodo

D = separación entre electrodos

B.3 Resistencia de conexión a tierra para una, dos, tres y cuatro electrodos.

Por medio de las tablas 2.2.4-B.3.1, 2.2.4-B.3.2 y 2.2.4-B.3.3 se puede calcular la resistencia en función de la resistividad del terreno para: un electrodo, dos electrodos en paralelo, tres electrodos en paralelo en triángulo o cuatro electrodos en paralelo localizadas en los vértices de un cuadrado. Se utilizaron los diámetros y longitudes típicas de los electrodos descritas en la tabla 2.2.4-B.2.

De las figuras indicadas la resistencia del terreno se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\text{Fracción de Resistencia} = RT / r.$$

Donde:

RT = Fracción de Resistencia. Obtenida de las figuras 2.2.4-B.3.1, 2.2.4-B.3.2 y 2.2.4-B.3.3

- r = resistividad obtenida de mediciones.

La figura 2.2.4-B.3.1 muestra los resultados para un electrodo de longitud L de 1.5 m, diámetro de los electrodos 2r = 16 mm, separación entre electrodos D de 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 m.

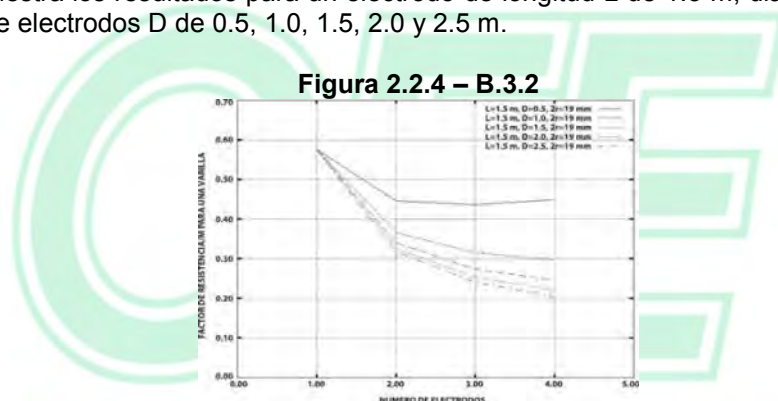
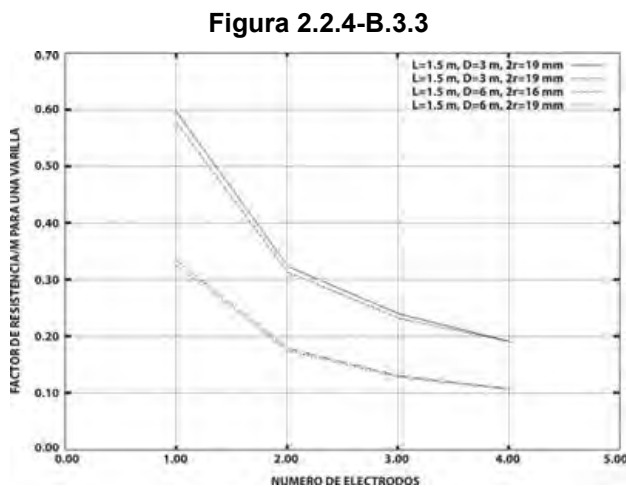


Figura 2.2.4 – B.3.2 muestra los resultados para electrodos de longitud L de 1.5 m, diámetro de los electrodos 2r = 19 mm, separación entre electrodos D de 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 m. Fracción del valor de la resistencia de un electrodo para 2, 3 ó 4 electrodos en paralelo.



La figura 2.2.4-B.3.3 muestra los resultados para electrodos de longitud L de 1.5 y 3.0 m, diámetro de los electrodos $2r = 16$ y 19 mm, separación entre electrodos $D = 3$ y 6 m. Fracción del valor de la resistencia de una electrodo para 2, 3 ó 4 electrodos en paralelo.

Pasos a seguir para el cálculo de la resistencia del terreno:

- a) Realizar mediciones para obtener la resistividad del terreno (r).
- b) Con base en la resistividad y la resistencia recomendada, obtener la fracción de la resistencia:

$$\text{Fracción de Resistencia} = RT / r.$$

- c) De las figura 2.2.4-B.3.2 y 2.2.4-B.3.3, dependiendo si se cuenta con electrodos de 16 ó 19 mm, se obtiene el número de electrodos a utilizar en el arreglo. Si no es alcanzada la fracción de la resistencia buscada con las distancias entre electrodos de las figuras 2 y 3, se debe aumentar la distancia entre electrodos utilizando la figura 2.2.4-B.3.3.

2.3 Tipos de Instalaciones

2.3.1 Distribución residencial

Se deben emplear preferentemente sistemas monofásicos. Cuando la carga residencial sea alta se analizará la conveniencia de utilizar un sistema trifásico. Se podrán utilizar los siguientes tipos de configuración:

- A) Anillo de operación radial.
- B) Radial con las siguientes restricciones:
 1. Se podrán conectar como máximo 2 transformadores monofásicos o trifásicos sólo en sistemas de 200 A.
 2. De un sistema aéreo existente se podrán derivar tantos ramales radiales (según punto anterior 1) como lo permite las condiciones operativas del circuito.
 3. Para el caso de circuitos totalmente subterráneos se instalarán indicadores de falla tanto en la derivación como en el circuito alimentador.

Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los fraccionamientos subterráneos sean 3F-3H. Se optará por una de las siguientes alternativas (la que resulte más económica):

- a) Se correrá el neutro desde la subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada o por la propia CFE con cargo al fraccionador. La conexión de las cargas a su fuente de alimentación se hará de acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.4.
- b) Se diseñará la puesta a tierra del sistema según se indique en el punto 2.2.4.

Se deben utilizar bases de transformadores sin registro en forma alternada. En los transformadores donde se empleen registros, éstos deben ser del tipo reducido, según se indica en los planos de las Bases para Transformador Monofásico o Trifásico y Registro Reducido tipo 5 ó 6.

2.3.2 Distribución comercial y turística

Se utilizará un sistema 3F-4H y su configuración será en Anillo Operación Radial.

Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los fraccionamientos subterráneos sean 3F-3H. Se optará por una de las siguientes alternativas (la que resulte más económica):

- A)** Se correrá el neutro desde la Subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión, y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada o por la propia CFE con cargo al fraccionador. La conexión de las cargas a su fuente de alimentación se hará de acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.4.
- B)** Se diseñará la puesta a tierra del sistema según se indique en el punto 2.2.4.

2.3.3 Distribución comercial y turística y edificios que requieren alta confiabilidad

Se empleará un sistema 3F-4H y la configuración de la alimentación será selectiva mediante dos o más alimentadores que parten de una misma o diferentes subestaciones de distribución. En este caso cada alimentador se diseñará de acuerdo a las cargas de operación y de emergencia, la conexión a la carga se hará con un seccionador con transferencia automática. Lo anterior se aplicará en hoteles de gran turismo, edificios altos (donde la distribución no puede realizarse con transformadores a nivel de piso), centros de convenciones o donde se requiera de acuerdo a la importancia estratégica de la instalación. Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los fraccionamientos subterráneos sean 3F-3H. Se optará por una de las siguientes alternativas (la que resulte más económica):

- A)** Se correrá el neutro desde la subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión, y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada o por la propia CFE con cargo al fraccionador.
- B)** Se diseñará la puesta a tierra del sistema según se indique en el punto 2.2.4.

2.3.4 Distribución industrial

Se empleará un sistema de 200 A o 600 A, 3F-4H en el circuito alimentador.

Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los desarrollos industriales sean 3F-3H. Se optará por una de las siguientes alternativas (la que resulte más económica):

- A)** Se correrá el neutro desde la subestación alimentadora hasta el desarrollo industrial. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión, y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada o por la propia CFE con cargo al desarrollador. La conexión de las cargas a su fuente de alimentación se hará de acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.4.
- B)** Se diseñará la puesta a tierra del sistema según se indique en el punto 2.2.4, será a cargo del solicitante y se apegará a lo descrito en el punto 2.5.4, inciso A de esta Especificación.

2.3.5 Distribución en poblaciones rurales rehabilitadas, colonias, conjuntos habitacionales y fraccionamientos con vivienda de interés social, popular y económica

Se deben emplear sistemas monofásicos en configuración radial. Cuando el número de viviendas requiera sistemas de más de 200 A, se debe analizar desde el punto de vista económico si es conveniente aplicar el contenido de la sección 2.3.1.

1. El uso de múltiples derivaciones de ramales radiales solo se permite en sistemas de 200 A.
2. Cuando el desarrollo se proyecte con ramales radiales monofásicos, la demanda máxima permisible en cada ramal, debe ser el resultado de realizar un análisis de coordinación de protecciones, determinando la capacidad máxima del ramal, la cual debe estar limitada a evitar la salida del circuito por una operación por desbalance, cuidando la capacidad del codo fusible.
3. Se deben instalar indicadores de falla al inicio de los ramales y se emplearán transformadores sin indicador de falla.
4. No se podrán realizar derivaciones de un circuito troncal de 600 A mediante el uso de conectores múltiple o empalmes separables.

Transformadores

1. Se deben usar transformadores monofásicos contruidos con base a la especificación CFE K0000-04 "Transformadores monofásicos tipo pedestal hasta 100 kVA para Distribución Subterránea", sin térmico o interruptor termo magnético y sin indicador de falla.
2. Cuando el espacio en la banqueta no lo permita, se deben usar transformadores contruidos con base a la especificación CFE K0000-19 "Transformadores monofásicos tipo sumergible hasta 100 kVA para Distribución Residencial Subterránea" sin térmico o interruptor termo magnético y sin indicador de falla.
3. Cuando no sea posible la utilización de sistemas monofásicos, las cargas trifásicas se deben alimentar con transformadores contruidos con base a la especificación CFE K0000-08 "Transformadores trifásicos tipo pedestal hasta 225 kVA para Distribución Subterránea", tipo radial.
4. Cuando el espacio en la banqueta no lo permita, se deben alimentar con transformadores contruidos con base a la especificación CFE K0000-22 "Transformadores trifásicos tipo sumergible hasta 225 kVA para Distribución Subterránea".

2.4 Obra Civil**2.4.1 Diferentes tipos de terrenos en los cuales es aplicable la presente especificación**

TABLA 2.4.1

TIPOS DE TERRENOS	
TIPO DE TERRENO	CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA CIVIL
I.- TERRENO BLANDO Y NORMAL	Se puede utilizar como relleno, retirando únicamente las capas con contenido orgánico para evitar la expansión del relleno.
II.- DURO Y ROCOSO	Para utilizar este material como relleno, es necesario eliminar las rocas con tamaños mayores a $\frac{3}{4}$ ", y eliminar las capas con contenido orgánico.
III.- PIEDRA	Este material no se debe utilizar como relleno, a menos que la excavación se

	efectúe con zanjadora, la cual deja un material de grano fino propicio para la compactación, en caso contrario se utilizará material de banco para los rellenos.
IV.- CON ALTO NIVEL FREÁTICO	Se puede utilizar producto de excavación que no contenga piedra en tamaños mayores a ¾" y libre de contenido orgánico.
V.- NIVEL FREÁTICO MUY ALTO	Se considera terreno con nivel freático muy alto donde el agua esté a 85 cm del nivel de piso o menos.
VI.- TERRENOS INESTABLES	Se excavará hasta encontrar estratos donde se tenga la firmeza de terreno suficiente para poder compactar, se utilizará material de banco para rellenar y compactar hasta el nivel de la instalación.

A) CONSIDERACIONES GENERALES.

- A.1** Los circuitos deben seguir una trayectoria que vaya a lo largo de las aceras, camellones, periferia de zonas verdes y andadores.
- A.2** En el acabado final de la banqueta y en el eje del trazo del banco de ductos se marcará a cada 5 m bajo relieve las siglas de CFE. Ver **figura 3.3.1-F.1**.
- A.3** Los registros no deben localizarse en banquetas angostas, en carriles de estacionamiento, cocheras y frente a puertas o salidas de peatones.
- A.4** Los registros deben ubicarse en el límite de propiedad y se deben colocar, según lo permitan las acometidas, lo más retirado uno del otro, cuidando el cumplimiento de los criterios de regulación y pérdidas de la red de distribución.
- A.5** Deben instalarse registros en los puntos donde se consideren derivaciones por acometidas.
- A.6** Los cambios de dirección pueden ser absorbidos por los ductos, siempre y cuando se respeten los radios mínimos de curvatura de los cables y la presión lateral no rebase los límites permisibles para el cable durante el jalado.
- A.7** Se puede prescindir del registro de la base del transformador colocando las reservas de cable correspondientes a estos equipos en los registros adyacentes, cuidando la llegada de los ductos como se muestra en la **figura 2.4.1.A.7**. En los transformadores donde se empleen registros, éstos deben ser del tipo reducido, según se indica en los planos de las Bases para Transformador Monofásico o Trifásico y Registro Reducido tipo 5 ó 6. En caso de que los radios mínimos de curvatura de los cables (ver **tabla 2.4.2**), se rebasen, debe utilizarse con registro tipo 3 ó 4.

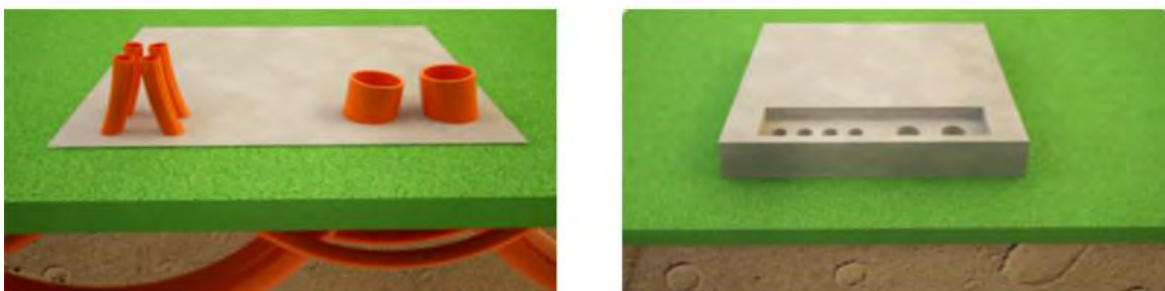


Figura 2.4.1.A.7

- A.8** Cuando se proyecte la utilización de equipos seccionadores en media tensión, se puede prescindir de los registros del lado fuente y del lado carga de los mismos, siempre y cuando se cuente con registros adyacentes, en los cuales se alojarán las reservas de cable correspondientes a dichos equipos.
- A.9** En todos los casos debe respetarse los radios mínimos de curvatura y presiones laterales máximas permisibles de los cables (**ver tabla 2.4.2**).
- A.10** El banco de ductos debe terminarse con boquillas abocinadas en los registros, los cuales una vez cableados, deben sellarse con algún sello-ducto adecuado, compatible con la cubierta del cable, que no la dañe mecánicamente, debe ser expandible, formar sello hermético y que no propague el incendio.
- A.11** En estructuras de transición preferentemente se emplearán postes con el ducto alojado en su interior, como se indica en el capítulo 4 de esta Especificación. Cuando esto no sea posible, el ducto será de color negro corrugado o liso con una RD 13.5 y debe cumplir con la norma NRF-057-CFE.
- A.12** Los tubos de PAD o PADC deben cumplir con la norma NRF-057-CFE y sólo se podrán utilizar en colores rojo y naranja.

2.4.2 Canalización a cielo abierto

A) Generales

- A.1** La colocación, el ancho y la profundidad del banco de ductos, deben cumplir con lo establecido en estas Especificaciones.
- A.2** Invariablemente debe instalarse en toda la trayectoria del banco de ductos una cinta de advertencia ubicándola en la parte superior del haz de ductos de acuerdo a los planos de la sección 4.1.1
- A.3** Cuando se utilicen tubos de PAD de pared lisa en arroyo de calle o en banqueta, se debe emplear una RD de 19.
- A.4** Para la unión de tubos de PAD se permite el uso de accesorios de unión (coples) o termofusión. Para tubos de PADC solo se utilizarán sistemas de unión con adhesivos para tubos de pared corrugada, de acuerdo a la NRF-057-CFE.

TABLA 2.4.2

PRESIONES LATERALES Y TENSIONES MÁXIMAS DE JALADO						
Calibre	Sección transversal mm ²	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)
2 AWG	33.6	235.2	118	235	303	363
1/0 AWG	53.5	375	187	253	313	375
2/0 AWG	67.5	473	236	263	325	390
3/0 AWG	85.0	595	298	275	343	411
4/0 AWG	107.2	750	375	288	358	429
250 kcmil	126.7	887	443	303	364	437
300 kcmil	152.6	1 068	534	319	380	456
350 kcmil	177.3	1 241	621	335	387	464
400 kcmil	202.8	1 420	710	341	398	478
450 kcmil	228.0	1 596	798	353	410	492
500 kcmil	253.4	1 774	887	365	450	540
600 kcmil	304.0	2 128	1064	390	458	550
650 kcmil	329.4	2 306	1153	398	467	560
700 kcmil	354.7	2 483	1241	405	475	570
750 kcmil	380.0	2 660	1330	413	489	587
800 kcmil	405.0	2 835	1418	425	503	603
900 kcmil	456.0	3 192	1596	438	518	621
1000 kcmil	506.7	3 547	1773	453		

B) Terreno blando y normal

Cuando el fondo de la excavación para alojar el banco de ductos sea inestable, por estar constituido por cenizas, carbones, basura, material orgánico o fragmentos de material inorgánico, se procederá a excavar 20 cm. extras, mismos que se rellenarán con arena húmeda y apisonada hasta lograr el 95% de compactación con el objeto de disponer de una superficie estable y nivelada para la correcta colocación y asiento de los bancos de ductos.

C) Terrenos con nivel freático muy alto

C.1 Cuando se empleen ductos de PAD, éstos serán continuos de registro a registro o unidos mediante termofusión. Cuando se empleen ductos de PADDC, se permite el uso de sistemas de unión con adhesivos para tubos de pared corrugada, de acuerdo a la NRF-057-CFE.

En ambos casos se debe garantizar la hermeticidad del sistema de ductos.

C.2 Cuando se tengan bancos de ductos de baja y media tensión, se pueden colocar uno al lado de otro, conforme a la sección 4.1.2.

C.3 Debe considerarse el uso de muretes para alojar conectadores múltiples de media tensión, donde no sea posible el empleo de estos muretes por limitaciones de espacio, deben emplearse equipos sumergibles en cuyo caso los registros, pozos de visita o bóvedas deben ser de las dimensiones establecidas en estas Especificaciones.

D) Terreno rocoso

D.1 Para la construcción del banco de ductos con tubos de PAD debe prepararse un asiento de arena o material de banco de 5 cm de espesor, como relleno debe

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

emplearse material de banco inerte, libre de arcillas expansivas y piedras. No debe utilizarse el material producto de la excavación a menos que haya sido cribado, conforme a la sección 4.1.2.

- D.2** Cuando se tengan bancos de ductos de baja y media tensión, se pueden colocar uno al lado de otro.
- D.3** Debe considerarse el uso de muretes para alojar conectadores múltiples de media tensión.

Donde no sea posible el empleo de estos muretes por limitaciones de espacio, deben emplearse equipos sumergibles en cuyo caso los registros, pozos de visita o bóvedas deben ser de las dimensiones establecidas en estas Especificaciones.

2.4.3 Perforación horizontal dirigida

Con la finalidad de aprovechar al máximo las ventajas que ofrece la Perforación Horizontal Dirigida en la construcción de Instalaciones Subterráneas, y toda vez que el costo de estos trabajos se reduce al disminuir el diámetro de los conductos a instalar, se han preparado tablas comparativas que muestran la reducción de la capacidad de conducción de corriente de los cables al utilizar ductos de menor diámetro.

Para la construcción del banco de ductos deben utilizarse únicamente tubos de PAD con una RD 13.5. Se recomienda emplear tramos continuos de registro a registro, en caso de ser necesario las uniones se realizarán con termo fusión.

2.4.4 Instalaciones en puentes o cruce de ríos

A) Instalaciones en puentes

Con la finalidad de aprovechar las instalaciones en puentes que pueden ser utilizados para construir circuitos en media y baja tensión, invariablemente deberán diseñarse en su aspecto de Obra Civil conforme a las especificaciones de las autoridades que tengan jurisdicción sobre esa vía de comunicación.

Es importante señalar que esta instalación eléctrica deberá quedar indicada en la Cartografía Oficial Mexicana y tener los avisos de señalización en la instalación, así como respetar lo contenido en la NOM-001-SEDE en instalaciones eléctricas para este caso.

Se deben emplear estructuras de soporte como las que se indican en estas Especificaciones.

B) Cruce de ríos

En caso de que por restricciones técnicas no sea posible usar el puente, la construcción de Obra Civil del circuito de Distribución será a través del método de Perforación Horizontal Dirigida, recomendando que la profundidad en que se instalará el ducto por debajo del lecho del río será tomada en cuenta las obras de dragado que pudieran existir en el lugar.

Es importante señalar que esta instalación eléctrica debe quedar indicada en la Cartografía Oficial Mexicana o Carta de Navegación correspondiente y tener los avisos de señalización en la instalación.

2.4.5 Tablas de ampacidad en cables de baja y media tensión

Las tablas que a continuación se muestran fueron calculadas con los siguientes parámetros.

- Temperatura de interfase ducto terreno = 50 °C.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Temperatura ambiente del terreno = 25 °C.
- Resistividad térmica del terreno = 120 °C-cm / W.
- Pantalla puesta a tierra en 2 o más puntos.
- Ductos en arroyo.

Factor de carga 50% Cables AI – XLP - 15 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	187	154	134	123	113
3/0	85		237	195	170	155	143
250	127		291	240	208	190	174
300	152		319	263	228	208	191
350	177		347	284	246	225	206
500	253		414	340	294	269	246
750	380	60	509	417	360	328	307
1 000	507	75	593	484	416	379	355

Factor de carga 75%. Cables AI – XLP - 15 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	171	135	114	103	93
3/0	85		216	171	144	129	117
250	127		263	208	175	157	142
300	152		288	227	191	172	155
350	177		313	245	206	185	167
500	253		371	292	245	220	198
750	380	60	453	355	297	266	240
1 000	507	75	523	409	341	305	275

Factor de carga 100%. Cables AI – XLP - 15 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	155	119	98	87	78
3/0	85		195	149	123	109	98
250	127		237	181	149	132	118
300	152		259	197	162	144	129
350	177		280	212	175	155	139
500	253		331	252	207	184	164
750	380	60	401	305	250	222	198
1 000	507	75	461	349	285	253	226

50% Cables AI – XLP - 25 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. De circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	186	153	133	122	112
3/0	85		236	194	168	154	141
250	127		290	238	206	188	172
300	152	60	320	262	226	207	189
350	177		348	283	244	223	203
500	253		415	339	292	266	248
750	380		507	413	354	322	293
1 000	507		75	590	479	409	371

Factor de carga 75% Cables AI – XLP - 25 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	170	135	113	102	92
3/0	85		215	170	142	128	115
250	127		262	207	173	155	140
300	152	60	288	227	190	170	153
350	177		313	244	204	183	164
500	253		371	291	243	217	198
750	380		450	352	293	261	234
1 000	507		75	520	404	335	299

Factor de carga 100% Cables AI – XLP - 25 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	154	118	97	86	77
3/0	85		194	148	122	108	96
250	127		236	180	148	131	116
300	152	60	259	197	161	153	127
350	177		280	211	173	153	137
500	253		331	251	205	181	163
750	380		399	302	246	218	193
1 000	507	75	458	345	281	248	220

Factor de carga 50%. Cables AI – XLP - 35 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	186	152	132	120	110
3/0	85	60	237	194	167	152	138
250	127		290	237	204	185	168
300	152		318	260	223	202	184
350	177	75	350	283	242	220	199
500	253		417	339	289	261	236
750	380		509	411	358	315	284
1 000	507		594	478	403	362	325

Factor de carga 75% Cables AI – XLP - 35 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	170	134	112	100	90
3/0	85	60	215	169	141	126	113
250	127		262	206	171	153	137
300	152		287	225	187	167	149
350	177	75	314	243	202	180	161
500	253		372	289	240	213	190
750	380		451	349	292	255	226
1 000	507		522	401	329	290	257

Factor de carga 100% Cables AI – XLP - 35 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	154	117	96	85	76
3/0	85	60	194	148	121	107	95
250	127		236	179	146	129	114
300	152		257	195	159	140	124
350	177	75	281	210	171	151	133
500	253		331	249	202	178	157
750	380		399	299	244	212	186
1 000	507	100	459	342	275	240	211

TABLA 2.4.5-BT

SECCIÓN MÍNIMA DE DUCTOS A EMPLEAR EN CABLES DE BAJA TENSIÓN (mm)

Configuración	Calibre	Diam. en mm	1 Circuito AMP.	2 Circuitos AMP.	3 Circuitos AMP.	4 Circuitos AMP.	5 Circuitos AMP.	6 Circuitos AMP.
Cable Triplex	2C/1N (4-4)	38	89	84	80	78	75	72
	2C/1N (2-4)	38	118	111	105	101	97	94
	2C/1N (1/0-2)	50	160	151	143	138	132	126
	2C/1N (3/0-1/0)	75	219	206	195	187	178	171
Cable Cuádruplex	3C/1N (4-4)	38	79	75	71	69	66	63
	3C/1N (2-4)	50	106	100	94	91	86	83
	3C/1N (1/0-2)	50	142	133	125	120	114	109
	3C/1N (3/0-1/0)	75	194	181	170	162	153	146
	3C/1N (350-4/0)	100	306	283	264	251	236	224

El factor de carga está dado por la relación de la demanda media a la demanda máxima durante un período determinado.

De cambiar estas consideraciones, se deben recalculan las capacidades de conducción conforme a lo siguiente:

1. Temperaturas ambientes distintas a las de las tablas. Las capacidades de conducción de corriente a temperatura ambiente del terreno distinta a la de las tablas, se deben calcular mediante la siguiente fórmula:

$$I_2 = I_1 \sqrt{\frac{TC - TA_2 - \Delta TD}{TC - TA_1 - \Delta TD}}$$

Donde:

I1 = Ampacidad que dan las tablas para una temperatura ambiente del terreno TA1

I2 = Ampacidad para una temperatura ambiente del terreno TA2

TC = temperatura del conductor en °C

TA1 = temperatura ambiente del terreno de las tablas en °C

TA2 = temperatura ambiente del terreno deseada en °C

NOTA: Esta fórmula simplificada, sólo aplica para cables de baja y media tensión.

2. Profundidad de enterramiento de los circuitos subterráneos. Cuando la profundidad de los bancos de ductos directamente enterrados sea distinta a la de los valores de la tabla o figura, se pueden modificar las capacidades de conducción de corriente de acuerdo con los siguientes apartados:
- Si aumenta la profundidad de una parte o partes de un ducto eléctrico no es necesario reducir la capacidad de conducción de corriente de los conductores, siempre que la longitud total de las partes cuya profundidad es mayor para evitar obstáculos, sea menor de 25% de la longitud total del recorrido.
 - Si la profundidad es mayor que la de una tabla o figura, se debe aplicar un factor de corrección de 6 % por cada 0.30 m de aumento de profundidad, para cualquier valor de resistencia térmica del terreno (RHO). No es necesario aplicar el factor de corrección cuando la profundidad sea menor.

2.5 Obra Electromecánica

2.5.1 Accesorios

A) Media tensión

- | | |
|--------------|--|
| A.1 | Sistemas de 200 A. |
| A.1.1 | Adaptador para la puesta a tierra de pantallas en 200 A. |
| A.1.2 | Apartarrayo tipo boquilla estacionaria 200 OCC. |
| A.1.3 | Apartarrayo tipo codo 200 OCC. |
| A.1.4 | Apartarrayo tipo inserto 200 OCC. |
| A.1.5 | Boquilla doble tipo inserto 200-OCC. |
| A.1.6 | Boquilla estacionaria doble 200 OCC. |
| A.1.7 | Boquilla estacionaria sencilla 200-OCC. |

- A.1.8** Boquilla extensión tipo inserto 200-OCC.
- A.1.9** Boquilla tipo inserto 200-OCC.
- A.1.10** Boquilla tipo pozo 200.
- A.1.11** Conector tipo codo con cable de puesta a tierra.
- A.1.12** Conector tipo codo 200-OCC.
- A.1.13** Conector tipo múltiple MT 200 de 2, 3 y n vías con boquillas tipo pozo de operación sin tensión.
- A.1.14** Conector tipo múltiple MT 200-OCC de 2, 3 y n vías.
- A.1.15** Conector tipo codo portafusible 200-OCC.
- A.1.16** Empalme contráctil en frío MT.
- A.1.17** Empalme premoldeado separable MT-200
- A.1.18** Empalme recto MT.
- A.1.19** Empalme termocontráctil MT.
- A.1.20** Tapón aislado 200 OCC con punto de prueba.
- A.1.21** Tapón aislado MT 200-OCC.
- A.1.22** Varilla de prueba.
- A.2** Sistemas de 600 A.
- A.2.1** Adaptador para la puesta a tierra de pantallas de 600 A.
- A.2.2** Boquilla estacionaria de 600 A.
- A.2.3** Boquilla extensión 600.
- A.2.4** Boquilla reductora 600/200.
- A.2.5** Boquilla reductora 600/200 OCC.
- A.2.6** Boquilla tipo perno 600.
- A.2.7** Conector tipo codo operación sin tensión de 600 A.
- A.2.8** Conector tipo múltiple MT-600/200-ST de 2, 3 y n vías.
- A.2.9** Conector tipo múltiple MT-600-ST de 2, 3 y n vías.
- A.2.10** Conector tipo unión 600 A.
- A.2.11** Empalme recto contráctil en frío MT-600.

- A.2.12** Empalme recto premoldeado MT-600.
- A.2.13** Empalme recto termocontráctil MT-600.
- A.2.14** Empalme separable tipo 600.
- A.2.15** Tapón básico 600 A-ST con punto de prueba para boquilla tipo perno.
- A.2.16** Tapón aislado de 600-ST para codo de 600.
- A.3** Transiciones.
- A.3.1** Apartarrayos tipo transición (RISER-POLE).
- A.3.2** Sello contráctil en frío.
- A.3.3** Sello termocontráctil.
- A.3.4** Terminal contráctil en frío.
- A.3.5** Terminal de MT termocontráctil.
- A.3.6** Terminal de MT tipo bayoneta.
- A.3.7** Terminal premoldeada de MT.
- A.4** Conexiones para sistemas de tierra.
- A.4.1** Conexión a compresión cable - cable.
- A.4.2** Conexión a compresión cable - varilla.
- A.4.3** Conexión de adaptador de tierra 200 A.
- A.4.4** Conexión de adaptador de tierra 600 A.
- A.4.5** Conexión tipo soldable cable - cable.
- A.4.6** Conexión tipo soldable cable - varilla.

B) Baja tensión

- B.1** Conector múltiple para baja tensión de 4, 6, 8 y 10 vías.
- B.2** Juego de conexiones tipo CM-600 que consiste en un conector de compresión de aluminio tipo zapata, manga aislante polimérica, tornillo y rondana de presión.
- B.3** Empalme en derivación con gel, que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, inmerso en un recipiente con gel.
- B.4** Empalme en derivación contráctil en frío que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, juego de cintas y manga contráctil en frío.

B.5 Empalme en derivación termocontráctil, que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, juego de cintas y manga abierta termocontráctil.

B.6 Conector tipo mordaza que consiste en un conector aislado tipo mordaza, realizando mecánicamente la unión de la derivación de cables Aluminio - Cobre o Aluminio - Aluminio.

2.5.2 Transformadores.

A) Transformadores particulares

A.1 Especificaciones

A.1.1 NMX-J-285.

A.1.2 NMX-J-287.

A.1.3 Garganta.

A.2 Tipos

A.2.1 Tipo pedestal.

A.2.2 Tipo convencional (garganta).

A.2.3 Tipo bóveda sumergible.

A.3 Características

A.3.1 Monofásico o trifásico.

A.3.2 Media tensión: la disponible en el área.

A.3.3 Baja tensión: el requerido por el usuario.

A.3.4 Aislamiento: biodegradable.

A.3.5 Capacidad: la requerida por el usuario y de acuerdo al diseño del proyecto avalado por la unidad verificadora.

A.4 Conexión

Los devanados de los transformadores trifásicos, deben ser Estrella-Estrella.

A.5 Pérdidas

Los valores de pérdidas no deben ser superiores a las indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEDE/ENER-2014, Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.

B) Transformadores de CFE

B.1 Especificaciones.

B.1.1 CFE K0000-04 "Transformadores monofásicos tipo pedestal hasta 100 kVA para Distribución Subterránea".

- B.1.2** CFE K0000-05 “Transformadores trifásicos tipo sumergible de 300 kVA y 500 kVA para Distribución Subterránea”.
- B.1.3** CFE K0000-07 “Transformadores trifásicos tipo pedestal de 300 kVA y 500 kVA para Distribución Subterránea”.
- B.1.4** CFE K0000-08 “Transformadores trifásicos tipo pedestal hasta 225 kVA para Distribución Subterránea”.
- B.1.5** CFE K0000-19 “Transformadores monofásicos tipo sumergible hasta 100 kVA para Distribución Subterránea”.
- B.1.6** CFE K0000-22 “Transformadores trifásicos tipo sumergible hasta 225 kVA para Distribución Subterránea”.

B.2 Tipos

Los transformadores deben cumplir especificaciones de la CFE y pueden ser de dos tipos dependiendo de su aplicación.

B.2.1 Transformador tipo sumergible.

B.2.2 Transformador tipo pedestal.

B.3 Características

B.3.1 Monofásicos o trifásicos.

B.3.2 Media tensión: la requerida en el área.

B.3.3 Baja tensión: 240/120 V en 3 hilos, 220/127 V en 4 hilos.

B.3.4 Aislamiento aceite dieléctrico.

B.3.5 Capacidad:

B.3.5.1 Para desarrollos habitacionales: capacidad de acuerdo al diseño, del proyecto sujetándose a (25, 37.5, 50, 75 ó 100) kVA.

B.3.5.2 Para desarrollos habitacionales de muy alto nivel, comerciales e industriales: capacidad de acuerdo al diseño del proyecto sujetándose a sistemas trifásicos de (75, 112.5, 150, 225, 300 y 500) kVA recomendándose la utilización de capacidades que optimicen el proyecto.

B.3.6 Protección:

B.3.6.1 En transformadores monofásicos: fusible limitador de corriente de rango parcial en serie con el fusible de expulsión removible desde el exterior.

B.3.6.2 En transformadores trifásicos: fusible de rango completo instalado en el interior en media tensión y removible desde el exterior para capacidades de (300 y 500) kVA, y fusible limitador de corriente rango parcial en serie con el fusible de expulsión removible desde el exterior para capacidades de (75, 112.5, 150 y 225) kVA.

B.4 Conexión

B.4.1 La conexión en los devanados de los transformadores trifásicos debe ser invariablemente Estrella-Estrella aterrizada.

B.4.2 La conexión en los devanados de los transformadores monofásicos invariablemente debe ser YT.

2.5.3 Equipo de seccionalización y protección

- A) En los puntos de transición de instalaciones monofásicas estará dado por cortacircuitos fusibles, o fusibles de potencia.
- B) En transiciones de instalaciones trifásicas se utilizarán cortacircuitos fusibles, o fusibles de potencia, hasta cargas cuyo disparo monofásico no cause la salida del circuito por una operación por desbalance, en caso contrario, se usarán restauradores o seccionadores con apertura trifásica ajustados a un disparo con su correspondiente restaurador de respaldo.
- C) El equipo de seccionalización para los transformadores monofásicos tipo pedestal estará dado por los conectadores tipo codo de apertura con carga de 200 A y para los transformadores monofásicos tipo sumergible y trifásicos se hará por medio de seccionadores internos para 200 A o 600 A.
- D) La protección para los transformadores está dada por un fusible limitador de corriente de rango parcial en serie con un fusible de expulsión removible desde el exterior. Para transformadores construidos de acuerdo a las especificaciones CFE K0000-04, CFE K0000-08, CFE K0000-19 y CFE K0000-22.
- E) Para los transformadores construidos con base a las especificaciones CFE K0000-05 y CFE K0000-07, la protección está dada por un fusible limitador de corriente de rango completo removible desde el exterior.
- F) En los puntos de derivación de sistemas monofásicos totalmente subterráneos estará dado por conectadores tipo codo portafusible para 200 A de apertura con carga o fusibles limitadores de corriente en contenedores premoldeados.
- G) En los puntos de derivación de sistemas trifásicos totalmente subterráneos se utilizarán conectadores tipo codo portafusible para 200 A de apertura con carga o fusibles limitadores de corriente en contenedores premoldeados, hasta cargas cuyo disparo monofásico no cause la salida del circuito por una operación por desbalance, en caso contrario, se usarán seccionadores.
- H) Se instalarán equipos seccionadores sin protección para enlace de circuitos troncales en el punto intermedio de cada circuito y en el extremo del mismo.

2.5.4 Acometidas en media y baja tensión

A) Acometidas en media tensión

- A.1** Las acometidas en media tensión se darán con un sistema radial simple y seguirán la menor trayectoria desde el equipo de derivación sin cruzar propiedades de terceros.
- A.2** En sistemas monofásicos, el equipo de seccionalización y protección para las derivaciones de los circuitos en media tensión, será dado por conectadores tipo codo portafusible para 200 A de apertura con carga o fusibles limitadores de corriente en contenedores premoldeados.
- A.3** En sistemas trifásicos, el uso de fusibles tipo codo portafusible para 200 A de apertura con carga o fusibles limitadores de corriente en contenedores premoldeados, será

hasta para demandas cuyo disparo monofásico no cause la salida del circuito por una operación por desbalance, en caso contrario, se usarán seccionadores.

- A.4 Los seccionadores tipos sumergibles se emplearán solo cuando no exista espacio exterior.
- A.5 En casos excepcionales, cuando se disponga de espacio exterior y el nivel freático sea alto, se podrán usar gabinetes tipo pedestal para instalar los conectadores múltiples de media tensión.
- A.6 El equipo de seccionalización y protección para acometidas con alimentación selectiva, será un equipo de transferencia automática de 200 A, tipo pedestal o sumergible, de frente muerto, de la capacidad interruptiva adecuada.

B) Acometidas en baja tensión

- B.1 Para el caso de que en el desarrollo existan únicamente lotes y no viviendas construidas, se deben dejar previstos para las acometidas ductos de PVC tipo pesado o PAD RD 19 de al menos 38 mm de diámetro en acometidas trifásicas y 31.7 mm de diámetro en acometidas monofásicas cerrados en ambos extremos, saliendo del registro secundario a un punto ubicado a 50 cm dentro del límite de propiedad del lote. En ambos casos se debe respetar el factor de relleno establecido en la NOM-001-SEDE. Es necesario dejar una mojonera como indicación sobre la superficie del predio para poder localizar el extremo del ducto.
- B.2 Para el caso de que en el desarrollo existan viviendas construidas se deben considerar las preparaciones para la instalación de los medidores conforme a las normas de medición de CFE.
- B.3 La instalación del cable y del equipo de medición, debe sujetarse a las normas de medición de CFE.
- B.4 En registros de baja tensión tipo 2, el número máximo de cables monoplares para acometida que se permite instalar es de 27.
- B.5 En registros de baja tensión tipo 1, el número máximo de cables monoplares para acometida que se permite instalar es de 15.
- B.6 Para los desarrollos considerados dentro del apartado **2.3.5**, los servicios monofásicos individuales contiguos se deben suministrar preferentemente mediante acometidas 2F-3H.
- B.7 Para desarrollos donde no se considere el empleo de registros de baja tensión, se utilizarán muretes según la especificación CFE EM-BT112 "Especificación para servicio monofásico tipo II, con carga hasta 5 kW en baja tensión".

2.5.5 Alumbrado público

A) Alimentación en media tensión

- A.1 La alimentación debe ser conforme a lo que se indica en el punto **2.5.4**.

Acometidas en media tensión

- A.2 Los transformadores deben ser monofásicos, conectados en forma radial construidos con base a las NMX-J-285 o NMX-J-287 y sus valores de pérdidas no deben exceder a los indicados en las especificaciones CFE K0000-04 o CFE K0000-19.

Deben estar protegidos por medio de interruptores térmicos o termomagnéticos ubicados en el lado de baja tensión.

A.3 El mantenimiento de los transformadores, circuitos y luminarias de alumbrado público estará dado por el contratante.

B) Alimentación en baja tensión

B.1 Serán independientes de los circuitos de la CFE y deberán estar protegidos con interruptor térmico o termomagnético ubicados en el murete de medición.

B.2 No se permite cruzar arroyos de calles con acometidas.

C) Normativa

C.1 Las luminarias y los sistemas a emplear deben ser del tipo ahorradoras de energía eléctrica y cuenten con los certificados ANCE, FIDE, NOM.

C.2 Debe cumplir con las normas NOM-001-SEDE, NOM-013-ENE y normativas locales de cada municipio (Depto. de Alumbrado Público).

2.6 Consideraciones Técnicas para el Diseño de Proyectos

2.6.1 Densidad de carga

Debido a las diferentes condiciones climatológicas y de desarrollo existentes en el país, así como los diversos factores que se deben considerar para obtener las Densidades de Carga afectadas por el factor de coincidencia, cada División de Distribución determinará cuáles son las aplicables en sus Zonas de Distribución y proporcionará esta información en las Bases de Diseño para cada desarrollo en particular.

A) Determinación de densidades de carga

Para obtener las Densidades de Carga se procederá de la siguiente manera:

A.1 Cargas de tipo residencial.

A.1.1 Se consideran los diferentes estratos socioeconómicos que se tengan en el área: Interés social (FOVISSSTE, etc.), clase media, clase alta, etc.

A.1.2 Se seleccionan como mínimo cinco áreas saturadas urbanística y eléctricamente de cada estrato socioeconómico cuando menos con 5 años en operación.

A.1.3 En temporada de alto consumo se obtiene la demanda máxima de cada una de las áreas y se cuenta el número de usuarios conectados, obteniendo la demanda máxima coincidente por usuario. El utilizar equipos de medición que cuenten con perfil de carga permite optimizar la capacidad de los transformadores usando de manera programada la sobrecarga permitida.

A.1.4 Se obtiene la raíz cuadrada media de la demanda máxima por usuario, para cada tipo de usuarios.

$$D = \sqrt{\frac{D1^2 + D2^2 + \dots + Dn^2}{n}}$$

Donde:

D = Demanda máxima coincidente por usuario de cada estrato
D1, D2,... Dn = Demanda máxima por usuario de cada área
n = Número de áreas de cada estrato

El valor obtenido es la demanda máxima coincidente por usuario, para cada tipo de estrato socioeconómico y es la que debe utilizarse para calcular capacidades de transformadores y secciones transversales de los conductores de baja tensión.

A.2 Cargas de tipo comercial.

A.2.1 Se deben seleccionar como mínimo 5 desarrollos de cada tipo (centros comerciales, hoteles, etc.), saturados urbanística y eléctricamente, cuando menos con 5 años en operación.

A.2.2 En temporada de alto consumo se obtiene la demanda máxima de cada uno de los desarrollos y se divide entre su correspondiente superficie construida, obteniéndose de esta forma la densidad máxima coincidente por desarrollo por superficie construida.

A.2.3 Se obtiene la raíz cuadrada media de la densidad máxima coincidente por desarrollo, para cada tipo de desarrollo.

$$D = \sqrt{\frac{D1^2 + D2^2 + \dots + Dn^2}{n}}$$

Donde:

D = Demanda máxima coincidente por tipo de desarrollo por superficie construida.
D1, D2, ... Dn = Demanda máxima coincidente por desarrollo por superficie construida.
n = Número de desarrollos medidos

El valor obtenido es la densidad máxima coincidente por tipo de desarrollo por superficie construida y es la que debe utilizarse para calcular capacidades de transformadores y secciones transversales de los conductores de baja tensión.

A.3 Cargas para remodelaciones de instalaciones Aéreas a Subterráneas.

A.3.1 Pasos para determinar la capacidad de los transformadores en una zona a remodelar:

- 1) Definir el área a remodelar.
- 2) Identificar los transformadores que alimentan los servicios del área a remodelar.
- 3) Instalar medición en la baja tensión de los transformadores definidos en el punto anterior por un período de 15 días en temporada de máxima carga con equipos de medición que cuenten con perfil de carga.

Simultáneamente a la medición obtener:

- a) Censo de medidores instalados en el área a remodelar.
- b) Consumos en kWh por cada usuario del área a remodelar, basándose en el censo realizado y en el SICOM.

- c) Calcular la demanda máxima por usuario con las mediciones obtenidas en los transformadores de distribución y los consumos por cada usuario, de acuerdo a lo siguiente:

$$D_{max \text{ USUARIO}} = \frac{kWh_{\text{USUARIO}}}{FC_T * h_P}$$

En donde:

kWh usuario = Consumo por cada usuario en temporada de máxima carga.

FC_T = Factor de carga obtenido en mediciones realizadas a transformadores de carga similares.

h_p = Período de tiempo en horas del consumo a considerar.

Dmax usuario = Demanda máxima por cada usuario.

- 4) Sumar las demandas por cada usuario calculadas y comparar con la demanda obtenida en la medición realizada en los transformadores, observando que la suma contenga los usuarios correspondientes a cada transformador que lo alimenta. También se debe de observar que la diferencia no sea relevante ya que pudieran existir ilícitos o fallas en las facturaciones o mediciones de los usuarios.
- 5) Determinar la capacidad de los nuevos transformadores de acuerdo a la demanda de los servicios por alimentar, considerando la demanda máxima calculada para cada usuario y un factor de potencia de 90 %.
- 6) Se debe considerar un factor de utilización lo más cercano a la unidad para seleccionar la capacidad del transformador.
- 7) Realizar una corrida de flujos de la nueva red secundaria para evaluar los rangos de regulación y pérdidas, observando que éstos no sobrepasen los límites preestablecidos.

2.6.2 Cargas y demandas máximas

Cuando el desarrollo se proyecte con ramales radiales monofásicos, la demanda máxima permisible debe ser el resultado de realizar un análisis de coordinación de protecciones, determinando la capacidad máxima del ramal, la cual debe estar limitada a evitar la salida del circuito por una operación por desbalance, cuidando la capacidad del elemento de protección. La máxima carga monofásica a alimentar por lote es 100 kVA.

Las demandas superiores a 10 kW pueden suministrarse en media tensión.

Los desbalances ocasionados en la red por los diseños monofásicos se pueden compensar de la siguiente forma:

Cambiando ramales de la red aérea existente a otra fase del circuito.

Analizar el punto de conexión para definir el desbalance y conectar el ramal a la fase con menos demanda.

2.6.3 Transformadores

A) Capacidades normalizadas

Las capacidades de transformadores para Redes de Distribución Subterráneas que se tienen normalizadas son las siguientes:

140228	Rev													
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A.1 Transformadores monofásicos.**TABLA 2.6.3-A.1**

TIPOS Y CAPACIDADES DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS	
CAPACIDAD DE KVA	TIPO
25	Pedestal y Sumergible
37.5	Pedestal y Sumergible
50	Pedestal y Sumergible
75	Pedestal y Sumergible
100	Pedestal y Sumergible

A.2 Transformadores trifásicos.**TABLA 2.6.3-A.2**

TIPOS Y CAPACIDADES DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS	
CAPACIDAD DE KVA	TIPO
75	Pedestal y Sumergible
112.5	Pedestal y Sumergible
150	Pedestal y Sumergible
225	Pedestal y Sumergible
300	Pedestal y Sumergible
500	Pedestal y Sumergible

B) Utilización de transformadores monofásicos

Se utilizan en los siguientes casos:

- B.1** Formando parte integral de un anillo monofásico.
- B.2** Formando parte integral de un ramal radial monofásico.
- B.3** Para servicio particular, conectados en forma radial a un anillo monofásico o trifásico.

C) Utilización de transformadores trifásicos

Se instalan preferentemente del tipo pedestal, dejando el tipo sumergible para los casos en que por razones de espacio, estética, etc. sea más recomendable su uso. Se utilizan en los siguientes casos:

- C.1** Formando parte integral de un anillo trifásico.
- C.2** Formando parte integral de un ramal radial trifásico.
- C.3** Para servicio particular, conectados en forma radial a un anillo trifásico.

D) Recomendaciones generales

- D.1** Se deben utilizar capacidades de transformadores que optimicen el proyecto.
- D.2** El factor de utilización para transformadores en Sistemas Subterráneos será lo más cercano a la unidad.
- D.3** Se evitará dejar transformadores con poca carga.
- D.4** Tomar en cuenta la temperatura ambiente del lugar para determinar si el transformador tipo pedestal a instalar será del tipo cálido o normal.

2.6.4 Caída de tensión y pérdidas.**A) Circuito equivalente**

Los circuitos de media tensión subterráneos con longitudes menores de 15 km, se consideran como líneas de transmisión cortas, utilizando para los cálculos de caída de tensión un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, despreciándose la reactancia capacitiva.

En el caso de que un circuito exceda los 15 km de longitud, se utiliza para el cálculo un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, considerándose la reactancia capacitiva en paralelo.

B) Valores máximos permitidos**B.1 Circuitos de media tensión.**

En condiciones normales de operación, el valor máximo de la caída de tensión no debe exceder del 1 % desde el punto de conexión, tomando en cuenta demandas máximas.

El cálculo debe realizarse tanto para la troncal como para los subanillos, involucrando todas las cargas conectadas desde el inicio del circuito hasta el punto de apertura correspondiente.

El valor máximo de las pérdidas de potencia en demanda máxima no debe exceder del 2 %.

B.2 Circuitos de baja tensión.

El valor máximo de caída de tensión para los circuitos de baja tensión no debe exceder del 3 % para sistemas monofásicos y del 5 % para trifásicos, desde el transformador hasta el registro más lejano.

El valor máximo de las pérdidas de potencia en demanda máxima no debe exceder del 2 %.

B.3 Acometidas de baja tensión.

El valor máximo de caída de tensión para las acometidas no debe exceder del 1 % desde el registro de acometida hasta el equipo de medición. La longitud máxima de las acometidas debe ser de 35 m.

C) Valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva

Para realizar los cálculos de caída de tensión se tomarán los valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva mostrados en las siguientes tablas:

TABLA 2.6.4 –C.1
RESISTENCIA Y REACTANCIA INDUCTIVA PARA CABLES DS. CABLES CON CONDUCTOR DE ALUMINIO

SECCIÓN TRANSVERSAL mm ²	RESISTENCIA 90° EN C.A. Ω/km	REACTANCIA INDUCTIVA EN Ω/km		
		15000 V	25000 V	35000 V
33.6 (2 AWG)	1.100	0.347	-	0.3262
53.5 (1/0 AWG)	0.691	0.3267	0.3263	0.3176
67.5 (2/0 AWG)	0.48	0.3181	0.3178	0.3090
85.0 (3/0 AWG)	0.434	0.3095	0.3093	0.3000
107.2 (4/0 AWG)	0.345	0.3005	0.3002	0.2920
126.7 (250 kcmil)	0.292	0.2925	0.2922	0.2849
152.6 (300 kcmil)	0.244	0.2854	0.2853	0.2794
177.3 (350 kcmil)	0.209	0.2798	0.2796	0.2741
202.8 (400 kcmil)	0.183	0.2746	0.2743	0.2693
228.0 (450 kcmil)	0.163	0.2697	0.2695	0.2656
253.4 (500 kcmil)	0.147	0.2660	0.2658	0.2576
304.0 (600 kcmil)	0.123	0.2579	0.2577	0.2545
329.4 (650 kcmil)	0.113	0.2549	0.2547	0.2528
352.7 (700 kcmil)	0.105	0.2522	0.2519	0.2491
380.0 (750 kcmil)	0.098	0.2494	0.2492	0.2468
405.0 (800 kcmil)	0.092	0.2472	0.2470	0.2419
456.0 (900 kcmil)	0.083	0.2422	0.2420	0.2375
506.7(1000 kcmil)	0.075	0.2377	0.2376	-

TABLA 2.6.4-C.2
CAPACITANCIA Y REACTANCIA CAPACITIVA PARA CABLES DS, CABLES CON CONDUCTOR DE ALUMINIO

Sección Trasversal del Conductor mm ²	CAPACITANCIA (μF/km)			REACTANCIA CAPACITIVA EN Ω/km		
	15000 V	25000 V	35000 V	15000 V	25000 V	35000 V
33.6 (2 AWG)	0.1736	-	-	15 291.0		
53.5 (1/0 AWG)	0.2018	0.1606	0.1373	13 155.0	16 527.5	19 336.6
67.5 (2/0 AWG)	0.2148	0.1727	0.1469	12 159.2	15 373.5	18 073.6
85.0 (3/0 AWG)	0.2369	0.1862	0.1476	11 207.9	14 262.4	16 849.5
107.2 (4/0 AWG)	0.2593	0.2024	0.1704	10 239.1	13 119.3	15 580.9
126.7 (250 kcmil)	0.2718	0.2100	0.1765	9 771.4	12 646.0	15 043.0
152.6 (300 kcmil)	0.2919	0.2244	0.1879	9 096.8	11 834.8	14 134.0
177.3 (350 kcmil)	0.3089	0.2365	0.1974	8 596.8	11 228.3	13450.7
202.8 (400 kcmil)	0.3259	0.2486	0.2069	8 149.1	10 683.1	12833,6
228.0 (450 kcmil)	0.3428	0.2606	0.2163	7 746.9	10 190.0	12 273.2
253.4 (500 kcmil)	0.3566	0.2704	0.2240	7 446.9	9 820.0	11 851.3
304.0 (600 kcmil)	0.3800	0.2884	0.2389	6 988.2	9 208.1	11 115.5
329.4 (650 kcmil)	0.3920	0.2970	0.2456	6 774.9	8 943.5	10 812.0
352.7 (700 kcmil)	0.4039	0.3054	0.2523	6 574.4	8 694.0	10 525.0
380.0 (750 kcmil)	0.4158	0.3140	0.2590	6 385.6	8 458.3	10 253.3
405.0 (800 kcmil)	0.4263	0.3214	0.2648	6 229.1	8 262.5	10 027.3
456.0 (900 kcmil)	0.4501	0.3383	0.2781	5 899.1	7 848.0	9 547.1
506.7 (1 000 kcmil)	0.4725	0.3542	0.2906	5 620.1	7 496.1	9 138.0

TABLA 2.6.4 C.3
RESISTENCIA Y REACTANCIA INDUCTIVA PARA CABLES DE 600 V CABLES CON CONDUCTOR DE ALUMINIO

SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR mm ²	RESISTENCIA A 90° EN LA C.A. Ω/km	REACTANCIA INDUCTIVA (CUADRUPLEZ O TRIPLEX) Ω/km
21.15 (4 AWG)	1.747	0.1087
33.6 (2 AWG)	1.100	0.1029
53.5 (1/0 AWG)	0.691	0.0995
67.5 (2/0 AWG)	0.548	0.0970
85.0 (3/0 AWG)	0.435	0.0949
107.2 (4/0 AWG)	0.345	0.0926
126.7 (250 kcmil)	0.292	0.0934
152.6 (300 kcmil)	0.244	0.0917
177.3 (350 kcmil)	0.209	0.0904
202.8 (400 kcmil)	0.183	0.0893
228.0 (450 kcmil)	0.163	0.0885
253.4 (500 kcmil)	0.147	0.0876
304.0 (600 kcmil)	0.123	0.0880
354.7 (700 kcmil)	0.106	0.0870
405.0 (800 kcmil)	0.094	0.0861
456.0 (900 kcmil)	0.084	0.0853
506.7 (1000 kcmil)	0.076	0.0846

2.6.5 CABLES

A) SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONDUCTORES.

A.1 Circuitos de media tensión.

En la siguiente tabla se muestran algunas secciones transversales de conductores de aluminio, pudiéndose emplear secciones diferentes siempre y cuando cumplan con la Norma de Referencia NRF-024-CFE:

TABLA 2.6.5-A.1

SECCION TRANSVERSAL DE CONDUCTORES PARA CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN	
Sección transversal mm ²	Conductor
53.5 (1/0 AWG)	Aluminio
85.0 (3/0 AWG)	Aluminio
253.4 (500 kcmil)	Aluminio o cobre
380.0 (750 kcmil)	Aluminio o cobre
506.7 (1000 kcmil)	Aluminio o cobre

A.2 Circuitos de baja tensión.

En la siguiente tabla se muestran algunas secciones transversales de conductores de aluminio, pudiéndose emplear secciones diferentes siempre y cuando cumplan con la Norma de Referencia **NRF-052-CFE**:

TABLA 2.6.5-A.2.1

SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONDUCTORES PARA CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN	
Sección transversal mm ²	Conductor
53.5 (1/0 AWG)	Aluminio
85.0 (3/0 AWG)	Aluminio
177.3 (350 kcmil)	Aluminio

TABLA 2.6.5-A.2.2

SECCIÓN MÍNIMA DE DUCTOS A EMPLEAR EN CABLES DE BAJA TENSIÓN (mm) EN BANCOS DE DUCTOS								
Configuración	Calibre	Diam. en mm	1 Circuitos AMP.	2 Circuitos AMP.	3 Circuitos AMP.	4 Circuitos AMP.	5 Circuitos AMP.	6 Circuitos AMP.
CABLE TRIPLEX	2C/1N (4-4)	38	89	84	80	78	75	72
	2C/1N (2-4)	38	118	111	105	101	97	94
	2C/1N (1/0-2)	50	160	151	143	138	132	126
	2C/1N (3/0-1/0)	75	219	206	195	187	178	171
CABLE CUÁDRUPLES	3C/1N (4-4)	38	79	75	71	69	66	63
	3C/1N (2-4)	50	106	100	94	91	86	83
	3C/1N (1/0-2)	50	142	133	125	120	114	109
	3C/1N (3/0-1/0)	75	194	181	170	162	153	146
	3C/1N (350-4/0)	100	306	283	264	251	236	224

La optimización de los proyectos en sistemas eléctricos implica encontrar aquellos componentes que reflejen el mínimo costo total a valor presente, el cual incluye los costos de pérdidas, costos de operación y mantenimiento, así como los costos de inversión en bienes de capital para el período de su vida útil.

Para determinar los elementos de baja tensión económicos a utilizar en las nuevas construcciones o remodelaciones de las Instalaciones Subterráneas existentes, deberá emplearse la metodología vigente desarrollada por la Subdirección de Distribución para ese tipo de instalaciones denominada "Metodología para el Cálculo del Conjunto Transformador – Red Secundaria" (CTRS).

A.3 Acometidas en baja tensión.

Para proporcionar las acometidas en baja tensión a los usuarios, se normalizan las siguientes secciones transversales con conductores de aluminio:

TABLA 2.6.5-A.3

SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONDUCTORES PARA ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN	
SECCION TRANSVERSAL mm ²	CONDUCTORES
13.3 (6 AWG)	Unipolar, Duplex, Triplex y Cuádruplex
21.15 (4 AWG)	Unipolar, Duplex, Triplex y Cuádruplex
33.6 (2 AWG)	Unipolar, Triplex y Cuádruplex
53.5 (1/0 AWG)	Unipolar, Triplex y Cuádruplex
85.0 (3/0AWG)	Unipolar, Triplex y Cuádruplex
177.3 (350 kcmil)	Unipolar, y Cuádruplex

A.4 Acometidas en baja tensión a concentración de medidores. Para proporcionar las acometidas en baja tensión de los transformadores a concentración de medidores se utilizará sólo cable de cobre con aislamiento THHW-LS, se normalizan las siguientes secciones transversales:

TABLA 2.6.5-A.4

TABLA DE CALIBRES DE CABLES PARA CONCENTRACIÓN DE MEDIDORES (USO COMERCIAL Y TURÍSTICO)	
CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR	CALIBRE DEL CONDUCTOR THHW-LS 600V COBRE
75 kVA (K0000-08 ó 22)	2 Conductores designación 33.6 mm ² (2 AWG) por fase
112 kVA (K0000-08 ó 22)	2 Conductores designación 53.5 mm ² (1/0 AWG) por fase
150 kVA (K0000-08 ó 22)	2 Conductores designación 85.0 mm ² (3/0 AWG) por fase
225 kVA (K0000-08 ó 22)	2 Conductores designación 152.6 mm ² (300 kcmil) por fase
300 kVA (K0000-05 ó 07)	2 Conductores designación 253.4 mm ² (500 kcmil) por fase
500 kVA (K0000-05 ó 07)	2 Conductores designación 506.7 mm ² (1000 kcmil) por fase

B) NIVEL DE AISLAMIENTO

Todos los cables deben de tener un nivel de aislamiento del 100 %, excepto en salidas de Subestaciones de Distribución y transiciones aéreo-subterráneo-aéreo en libramientos, en donde se debe emplear un nivel de aislamiento del 133 %. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (alto gradiente).

C) TENSIONES DE JALADO PARA CABLES.

C.1 Para tensiones de jalado de cables se deben de considerar los siguientes factores:

C.1.1 La longitud máxima de jalado depende de la trayectoria y del tipo de conductor del cable a instalar.

C.1.2 La tensión máxima permisible en los cables será la recomendada por los fabricantes.

C.2 Las tensiones de jalado para cables en ductos subterráneos se deben calcular de la siguiente manera:

C.2.1 Tensión de jalado para cable con perno de tracción colocado en el conductor.

La tensión no deberá exceder el valor obtenido de la siguiente fórmula:

$$T_m = T * n * A$$

En donde:

T_m = Tensión máxima permisible en N.

T = Tensión, en N/mm², para el material que se trate.

n = Número de conductores.

A = Área de cada conductor en mm².

La tensión máxima no debe ser mayor de 21574.6 N (2200 kg), para cables monopolares o 26478 N (2700 kg) para cables triplex o cuádruplex con secciones transversales de conductor de 8.4 mm² o mayores.

C.2.2 Tensión de jalado para cable con malla de acero (caletín) sobre la cubierta del cable.

La tensión no deberá exceder el valor obtenido de la siguiente fórmula:

$$T_m = KT(d - t)$$

En donde:

T_m = Tensión máxima permisible en N.

K = 3.31 para cables con cubierta de plomo y 2.21 para otra cubierta en mm.

T = Tensión, en N/mm², para el material que se trate.

t = Espesor de la cubierta en mm.

d = Diámetro sobre la cubierta en mm.

Para cables construidos bajo la Norma de Referencia NRF-024-CFE la tensión máxima de jalado no debe ser mayor que 0,7 en la sección transversal de la cubierta en kg/mm² y no deberá exceder a la tensión calculada en la fórmula anterior, siendo la máxima 4413 N (450 kg).

C.2.3 Cálculo para jalado de cables.

Las siguientes fórmulas se usan para calcular la tensión de jalado de cables de energía en tramos rectos y con curvas.

- **Jalado horizontal**

$$\text{TRAMO RECTO } T = \omega f \cos A$$

- **Jalado inclinado (donde A es el ángulo en radianes con la horizontal).**

$$\text{LONGITUD MAXIMAL } L_m = \frac{T_m}{\omega F W}$$

Hacia arriba

$$T = WL(\text{sen}A + \omega f \cos A)$$

Hacia abajo

$$T = WL(\text{sen}A - \omega f \cos A)$$

- **Curva horizontal (en donde q es el ángulo considerado)**

- **Curva vertical, jalado hacia arriba:**

cóncava con el ángulo hacia abajo.

$$T_s = T_e \cos \omega f \theta + \operatorname{senh} \omega f \theta \sqrt{(T_e)^2 (WR)^2}$$

cóncava con el ángulo hacia arriba.

$$T_s = T_e e^{\omega f \theta} + \frac{WR}{1 + (\omega f)^2} \left[\omega 2 f e^{\omega f \theta} \operatorname{sen} \theta + (1 - \omega^2 f^2) (1 - e^{\omega f \theta} \cos \theta) \right]$$

- Curva vertical, jalado hacia abajo:

cóncava con el ángulo hacia abajo.

$$T_s = T_e e^{\omega f \theta} + \frac{WR}{1 + (\omega f)^2} \left[\omega 2 f e^{\omega f \theta} \operatorname{sen} \theta - (1 - \omega^2 f^2) (1 - e^{\omega f \theta} \cos \theta) \right]$$

cóncava con el ángulo hacia arriba.

$$T_s = T_e e^{\omega f \theta} + \frac{WR}{1 + (\omega f)^2} \left[\omega 2 f \operatorname{sen} \theta - (1 - \omega^2 f^2) (1 - e^{\omega f \theta} \cos \theta) \right]$$

Aproximaciones para curvas:

Si $T_e > 10 WR$ entonces $T_s = T_e \omega f \theta$

Si $T_s < 0$, use cero como tensión para el tramo siguiente del tendido.

En las fórmulas de este capítulo:

T = Tensión del jalado en kg.

L = Longitud del ducto en m.

W = Peso del cable en kg/m.

T_m = Tensión máxima en kg.

ω = Factor de corrección por peso.

A = Ángulo con la horizontal en radianes.

f = Coeficiente de fricción (generalmente se toma como 0.5).

T_S = Tensión a la salida de la curva en kg.

T_e = Tensión a la salida de la curva en kg.

θ = Ángulo de la curva en radianes.

R = Radio de la curva en m.

E = Base de los logaritmos naturales (2.718).

El empleo de lubricantes de acuerdo a como se indica en los puntos 3.4.4 A) y B), al reducir las tensiones de jalado y presiones laterales, permite incrementar las longitudes de jalado reduciendo la cantidad total de registros a emplear, por lo que su uso se debe considerar desde el diseño del proyecto.

TABLA 2.6.5-C

VALORES DE $e f^\circ$			
ÁNGULO DE LA CURVA EN GRADOS	f=0.4	f=0.5	f=0.75
15	1.11	1.14	1.22
30	1.23	1.30	1.48
45	1.37	1.40	1.81
60	1.52	1.68	2.20
75	1.70	1.93	2.68
90	1.88	2.19	3.24

2.6.6 Coordinación de protecciones contra sobrecorrientes

A) Lineamientos básicos

La Distribución Subterránea de Energía Eléctrica se ha desarrollado cada vez con mayor intensidad, tanto en la evolución de los materiales utilizados, como en las técnicas y sistemas empleados en la construcción. Como cualquier sistema eléctrico, las Redes Subterráneas están expuestas a la ocurrencia de fallas, cuyas consecuencias pueden crear interrupciones y daños en las instalaciones, cuando la protección no está debidamente calculada y diseñada. Las principales causas de fallas en los Sistemas Subterráneos son:

A.1 Degradación del aislamiento debido a humedad o calentamiento.

A.2 Daños físicos del aislamiento.

A.3 Esfuerzos eléctricos de sobretensión a que se somete el aislamiento, provocado por sobretensiones transitorias.

A.4 El carecer de neutro corrido, provoca durante las fallas, sobrecorrientes en la pantalla metálica que degradan prematuramente el aislamiento del conductor.

Cada una de las causas de falla expuestas, en términos generales involucra las causas de interrupciones o daños en estos sistemas y por lo tanto deben de ser vigiladas para evitar incurrir en ellas.

La protección contra sobre corriente de un Sistema de Distribución Subterráneo debe servir para los siguientes propósitos:

- Reducir al mínimo el tiempo sin servicio a los usuarios.
- Proteger al equipo durante fallas en el sistema.
- Facilitar la localización y reparación de las fallas.

B) Información general

El procedimiento para lograr la coordinación de protecciones en Sistemas de Distribución Subterránea es básicamente el mismo que el empleado en una red aérea, variando sólo los parámetros eléctricos del circuito y en parte la filosofía de operación. Los puntos principales a considerar para una adecuada protección de las redes subterráneas, se pueden reducir a los siguientes:

B.1 En una Red Subterránea las fallas se deben considerar siempre como fallas permanentes, por lo que no deben de utilizarse recierres.

B.2 Es importante considerar en los tiempos de operación de las protecciones, la capacidad térmica de los conductores para evitar envejecimiento prematuro. Se deben tomar las curvas de sobrecarga de corta duración de los conductores, en función de su aislamiento.

B.3 Para evitar pruebas repetitivas que envejezcan el aislamiento se deben utilizar indicadores de falla a lo largo del circuito, donde exista equipo de seccionamiento y/o derivación excepto en transformadores.

C) Descripción de los dispositivos de protección

C.1 Relevadores.

Las protecciones utilizadas en Subestaciones de Distribución en bancos de transformación y alimentadores son:

Relevador de sobre corriente instantáneo (50).

Relevador de sobre corriente con retraso de tiempo (51).

C.2 Equipo de protección en transición.

Se deben utilizar en transiciones y ser de apertura trifásica. Deben emplearse de acuerdo a lo indicado en el punto **2.5.3 – B**. Estos equipos deben cumplir con Normas Nacionales o Internacionales y/o especificaciones CFE vigentes.

C.3 Seccionadores tipo pedestal o sumergible.

Se deben utilizar en Sistemas Subterráneos de acuerdo a lo indicado en el punto **2.5.3 – G** y **2.5.4 – A3** y **A4**. Su apertura será trifásica y deberá cumplir con las especificaciones CFE VM000-51 y CFE VM000-68.

C.4 Fusible tipo expulsión.

El fusible debe especificarse de acuerdo a la frecuencia de operación, capacidad nominal de corriente, tensión máxima de diseño y capacidad interruptiva.

La capacidad nominal es por definición la corriente que el elemento puede soportar continuamente sin sufrir calentamientos que pudieran modificar sus características de diseño.

Para la coordinación de elementos fusibles, se consideran los siguientes aspectos:

C.4.1 El elemento fusible no debe operar a causa de la corriente de carga, debe ser capaz de mantener el flujo de la corriente de carga máxima sin calentarse y sin modificar sus características originales.

C.4.2 Para coordinar sus tiempos de operación con los del equipo adyacente, se debe estar consciente de que para valores cercanos al tiempo mínimo de fusión, el fusible perderá sus características de diseño y aun cuando el elemento no sea fundido, no se apegará a sus tiempos originales.

C.4.3 La falla es despejada hasta que se rebasa el valor de tiempo máximo de apertura.

C.5 Protección de transformadores tipo pedestal y sumergible.

Se deben utilizar las siguientes protecciones:

C.5.1 Fusibles limitadores de corriente de rango parcial y fusibles de expulsión, para transformadores tipo pedestal trifásicos y monofásicos, según especificaciones CFE K0000-04, CFE K0000-08, CFE K0000-19 y CFE K0000-22.

C.5.2 Fusible de rango completo para transformadores trifásicos. De acuerdo con las especificaciones CFE K0000-05 y CFE K0000-07.

C.5.3 Interruptor en baja tensión, para proteger los transformadores contra sobrecargas y cortocircuitos en baja tensión, si son requeridos en las características particulares.

C.6 Para seccionadores de transferencia manual o automática.

Se debe utilizar protección mediante un simulador electrónico de apertura trifásica de la capacidad requerida de acuerdo a las especificaciones CFE VM000-51 y CFE VM000-68.

C.7 Conectores tipo codo portafusible para 200 A de apertura con carga o fusibles limitadores de corriente en contenedores premoldeados.

Se deben utilizar de acuerdo a lo indicado en el punto **2.5.3** y **2.5.4**. No se debe exceder la capacidad interruptiva de estos accesorios.

La selección de los dispositivos de protección debe basarse en:

C.7.1 Tensión nominal

La utilización de un dispositivo que tenga una tensión nominal máxima de diseño, igual o mayor que la máxima tensión que se presente en el sistema, proporcionará una protección de aislamiento adecuada al equipo, aislando correctamente al circuito que falló.

C.7.2 Corriente nominal continua.

Normalmente el pico de corriente no debe exceder el valor nominal del dispositivo, debiendo tomar en cuenta, la tasa de crecimiento de carga del sistema cuando se elabore el proyecto y esquema de protección de la red.

C.7.3 Capacidad interruptiva.

Debe conocerse con exactitud la máxima corriente de falla que pueda presentarse en el punto de aplicación de la protección, con objeto de lograr una selección adecuada del equipo a utilizar. Para una adecuada aplicación de los equipos a emplear en un esquema coordinado de protecciones, es necesario calcular los valores máximos y mínimos de las potencias (o corrientes) de corto circuito presentes en los siguientes puntos:

- En la troncal de la red a la salida de la subestación
- En los nodos donde parten las sub-troncales.
- En los nodos donde parten los ramales.

En algunos casos, es recomendable calcular la corriente de cortocircuito mínimo que se presenta en el extremo de los ramales, todos estos valores garantizan una coordinación correcta.

2.6.7 Coordinación de protecciones contra sobretensión

Se deben instalar apartarrayos del tipo RISER POLE en las transiciones y de frente muerto en los puntos normalmente abiertos de los anillos y en el último transformador de cada ramal radial.

A) Se usarán apartarrayos de óxido de zinc tipo transición (riser pole).**A.1** La selección de tensión máxima de operación continua MCOV:

$$MCOV = \left(\frac{V \text{ entre fases}}{\sqrt{3}} \right) (\text{factor TOV})$$

Donde el factor TOV es el factor que considera el aumento de tensión temporal y de acuerdo a la Norma ANSI C62.11-1987, se toma como 1.06.

A.2 El factor de conexión a tierra del sistema FA considera el aumento transitorio de tensión a que se someten las fases no falladas durante una falla a tierra y el cual depende del tipo de puesta a tierra del neutro del sistema. En un sistema con neutro sólidamente conectado a tierra. Este factor es típicamente de 1.3 a 1.4.

La tensión nominal del apartarrayo debe entonces seleccionarse como igual o mayor al producto de la tensión máxima de operación MCOV y el factor de puesta a tierra.

Tensión nominal = (MCOV) (FA) del apartarrayos.

Por ejemplo, para un sistema de 13.8 kV con neutro sólidamente conectado a tierra:

$$MCOV = \left(\frac{13.8 \text{ kV}}{\sqrt{3}} \right) (1.06) = 8.44 \text{ kV}$$

Considerando un factor de puesta a tierra de 1.4:

Tensión nominal = (8.44) (1.4) = 11.82 kV, lo que indica que el apartarrayos a seleccionar deberá de ser clase 12 kV.

A.3

$$T_{mft} = \frac{T_{mff}}{\sqrt{3}}$$

Tmft = Tensión máxima del sistema de fase a tierra.
Tmff = Tensión máxima del sistema entre fases.

A.4 Margen de protección.

El margen de protección se obtiene como:

$$MP = \left[\frac{NBAI}{2(VR + VG)} - 1 \right] 100$$

En donde:

MP= Margen de protección.

NBAI = Nivel básico de aislamiento al impulso (kV)

VR = Tensión de descarga residual 80 / 20 μ S (kV), obtenida de la tabla 2.6.7 para 10 kA de corriente nominal de descarga.

VG = Caída de tensión en guías se considera 5.25 kV/m.

Para asegurar el margen de protección mínimo de 20 % establecido por la Norma ANSI-C62.22 se recomienda reducir al mínimo posible la longitud de las guías de conexión e instalar apartarrayos en los puntos abiertos.

Ejemplo:

Para el mismo sistema de 13.8 kV donde el NBAI es de 90 kV, el margen de protección sería:

$$MP = \left[\frac{90}{2(33 + 2,625)} \right] 100$$

MP=26.31%

Para el apartarrayo que se está considerando de clase 12 kV, ya que se tiene según la tabla 2.6.7 un VR (kV cresta) de $(30+36)/2 = 33$, y un VG de 2.625 considerando que la longitud de la guía (largo del puente que une la terminal con el apartarrayo) es de 50 cm.

Si la guía midiera 1 m, el MP resulta ser de 17.6 %, el cual queda fuera del margen de protección mínimo que establece la Norma ANSI - C62.22. Por ello es muy importante que se instalen apartarrayos en el punto normalmente abierto del anillo subterráneo, ya que con ello se asegura un margen de protección por arriba del 20 %. En todo caso se debe emplear la longitud más corta de la guía que permita la estructura de transición.

TABLA 2.6.7

CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LOS APARTARRAYOS DE ÓXIDO DE ZINC

Tensión nominal de sistema F-t kV rmc	Tensión nominal del apartarrayo kV rmc	Tensión nominal continua que soporta el apartarrayo f=t Mcov kV rmc	Tensión máxima a las descargas para impulsos de corriente 8x20µs (kV cresta)		
			5 kA	10 kA	20 kA
13.2	10	8	21-25	23-27	25-31
	12	10	28-36	30-36	33-38
	15	13	35-38	38-42	43-47
	18	15	41-45	45-50	50-57
23.0	15	13	35-38	38-42	43-47
	18	15	41-45	45-50	50-57
	21	17	48-53	52-58	56-58
	27	22	61-67	67-75	75-85
34.5	27	22	61-67	67-75	75-86
	30	24	65-73	69-77	77-88

B) La conexión de tierra de apartarrayos o bajante de tierra no debe ser rígida para en caso de falla se pueda expulsar el indicador de falla de apartarrayos.

C) En el Sistema Aéreo (transiciones) los apartarrayos se instalarán en posición horizontal.

D) En el caso se Sistemas Subterráneos, en el nodo normalmente abierto, se instalarán accesorios con apartarrayos en ambas puntas del cable, seleccionando cualquiera de las 4 alternativas mencionadas a continuación que se adapten a la operatividad del sistema.

D.1 Transformador monofásico protegido con dos apartarrayos tipo codo utilizando boquilla estacionaria doble.

Figura 2.6.7-D.1.1

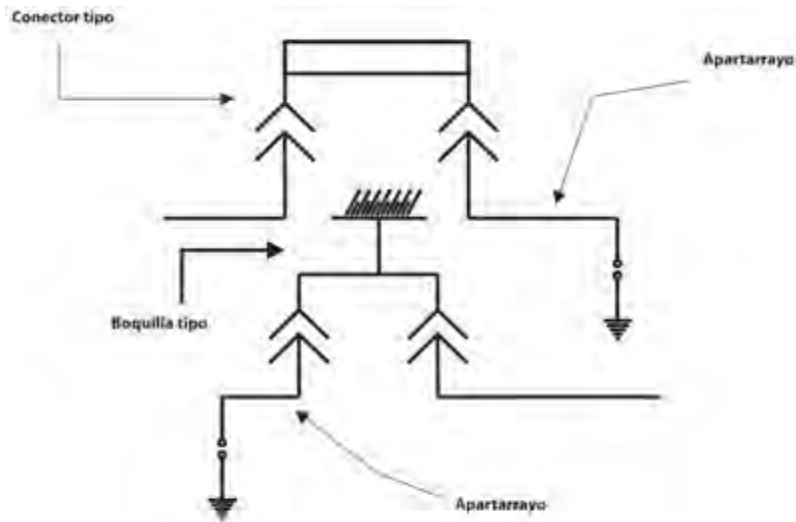


Figura 2.6.7-D.1.2



D.2 Transformador monofásico protegido con un apartarrayo tipo codo y con un apartarrayo tipo boquilla estacionaria.

Figura 2.6.7-D.2.1

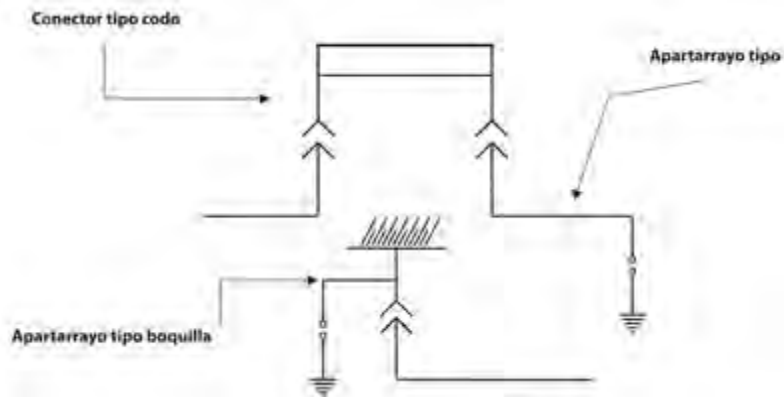


Figura 2.6.7-D.2.2



D.3 Transformador trifásico protegido con 6 apartarrayos tipo inserto.

Figura 2.6.7-D.3.1

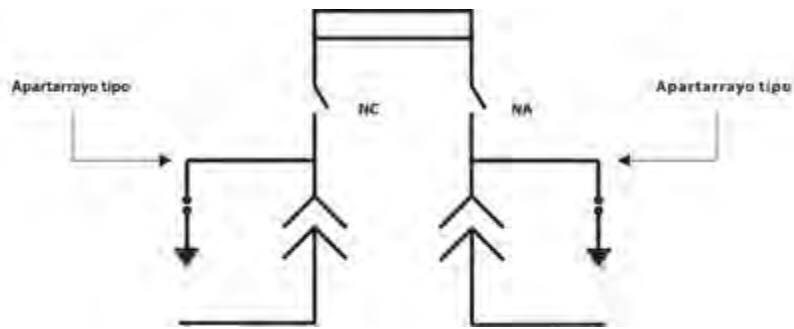


Figura 2.6.7-D.3.2



D.4 Transformador trifásico protegido con 6 apartarrayos tipo codo acoplados a los conectores tipo codo 600-ST a través de las boquillas reductoras 600/200 OCC.

Figura 2.6.7-D.4.1

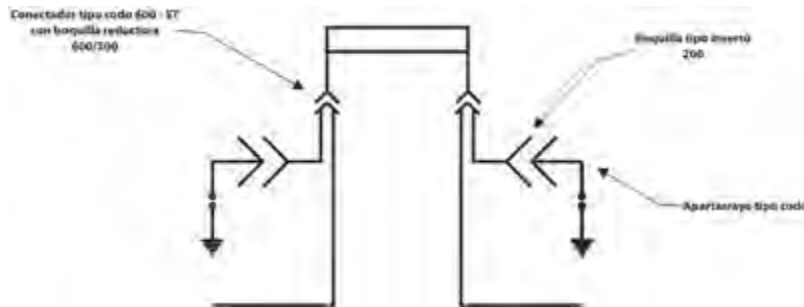


Figura 2.6.7-D.4.2



E) El conductor flexible de la terminal para la conexión a tierra del apartarrayo se debe conectar al alambre de cobre de sección transversal de 21.2 mm² (4 AWG) con conectores de compresión de cobre en los sistemas aéreos. En el caso de apartarrayos tipo codo, el conductor flexible de la terminal para conexión a tierra de los equipos, se debe conectar al neutro corrido del sistema.

F) Todas las conexiones a tierra se deben hacer sólidamente con conexiones exotérmicas o conectores a compresión.

G) La conexión al sistema de tierra desde el sistema aéreo se debe conectar directamente al neutro corrido y a un electrodo para tierra. Usando para la conexión, alambre de cobre con sección transversal de 21.2 mm² (4 AWG) como mínimo.

H) La conexión de la línea al equipo o cortacircuito fusible se hará con alambre de cobre semiduro con sección transversal de 21.2 mm² (4 AWG), este puente quedará de paso por el apartarrayo. En el caso del apartarrayo tipo codo éste se debe conectar en el nodo normalmente abierto instalándose directamente en la boquilla tipo inserto del equipo.

I) En el caso de que el equipo por alimentar requiera de conductor mayor de sección transversal 21.2 mm² (4 AWG), el puente de la línea al equipo se debe hacer de una sola pieza y la conexión al apartarrayo que se tomará como una derivación, se hará con alambre de cobre con sección transversal de 21.2 mm² (4 AWG).

2.7 Lineamientos para Elaboración de Proyectos

Esta Especificación indica los lineamientos generales que deberán seguirse en lo referente a trámites y documentación para la elaboración y aprobación de proyectos de Redes Eléctricas de Distribución Subterránea, las cuales serán entregadas a la CFE para su operación y mantenimiento, debiendo apegarse al Procedimiento para la Construcción de Obras por Terceros (PROTER).

2.7.1 Trámites**A) Trámites previos.**

La aprobación de todo proyecto deberá apegarse al Procedimiento para la Construcción de Obras por Terceros (PROTER), por lo que antes de iniciar la elaboración del proyecto, será necesario efectuar los trámites indicados en el mismo procedimiento.

B) Bases de diseño.

Las Bases de Diseño bajo las cuales se desarrollará invariablemente el proyecto, serán proporcionadas al interesado en respuesta a la solicitud de bases de diseño para la elaboración de su proyecto. La información que deberán contener dichas bases será la siguiente:

B.1 Demanda máxima coincidente con el transformador en kVA/lote por tipo de servicio.

B.2 Localización del punto de conexión.

B.3 Características del servicio (tensión de suministro, número de fases e hilos, corriente de corto circuito en el punto de entrega, etc.)

B.4 Pérdidas de energía en media y baja tensión.

B.5 Contenido de cada proyecto (información que deben contener los planos, identificación de los elementos, cuadro de cargas, detalles importantes para el proyecto, etc.)

B.6 Descripción detallada de información que debe contener la memoria técnica descriptiva.

B.7 Tipos de sistemas a utilizar en las redes de media y baja tensión.

B.8 Equipos de protección y seccionalización con sus características, que se instalarán en los puntos de conexión y en la red del proyecto.

B.9 Material y sección transversal mínima de los conductores en media y baja tensión.

B.10 Material y sección transversal del neutro corrido y su conexión.

B.11 Sistema de tierras (valores de resistencia de tierras, puntos donde se deberá de conectar a tierra la red, uniones al sistema de tierra, etc.)

C) Aprobación del proyecto

Para la aprobación y entrega del proyecto deberán efectuarse los trámites indicados en los siguientes puntos del citado procedimiento (PROTER).

D) Documentación del proyecto

La documentación que conformará un proyecto será la siguiente:

D.1 Planos

D.1.1 Plano general de media tensión.

D.1.2 Plano general de baja tensión.

D.1.3 Plano de detalles eléctricos.

D.1.4 Plano general de obra civil

D.1.5 Plano de detalles de obra civil.

D.1.6 Plano de alumbrado público.

D.2 Memoria técnica descriptiva**D.3** Detalles de medición.


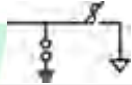

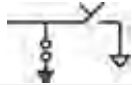
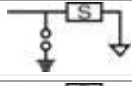
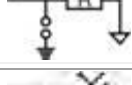






Deberá apegarse a lo indicado en las bases de proyecto, además de coordinarse con el área de medición concerniente al ámbito del proyecto, para definir la normativa aplicable en forma oficial.

140228	Rev																		
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2.7.2 Simbología y nomenclatura

A) Simbología

Para todos los planos de redes eléctricas subterráneas utilizar la siguiente simbología, la cual está contenida en el sistema Desarrollador de Proyectos DEPRORED. Estas tablas pueden ser utilizadas para levantamiento de instalaciones existentes.

SÍMBOLOS PARA PLANOS			
ELEMENTO A REPRESENTAR		SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
LÍNEAS	SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA SISTEMAS DE 200 A.	-----	1
	SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA SISTEMAS DE 600 A.	-----	1
	DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA	+++++	2
ACOMETIDAS	ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA	-+-	1
	ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA	##	-
TRANSICIONES	DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN ÁREA SUBTERRÁNEA		3
	CON CORTA CIRCUITO FUSIBLE (CCF)		3
	CON CUCHILLA OPERACIÓN CON PÉRTIGA (COP)		3
	CON CUCHILLA OPERACIÓN EN GRUPO (COG)		3
	CON SECCIONADOR		3
	CON RESTAURADOR		3
	CON CUCHILLA OPERACIÓN EN GRUPO VERTICAL (COGV)		3
	DE LÍNEA DE BAJA TENSIÓN ÁREA A SUBTERRÁNEA		3
SECCIONADORES	PARA REDES SUBTERRÁNEAS		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON TELECONTROL		5
	CON TELECONTROL		5








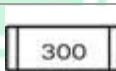





	CON DERIVACIONES PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON TELECONTROL PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	CON TELECONTROL PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	CON DERIVACIONES CON PROTECCIÓN ELECTRONICA		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON PROTECCIÓN ELECTRÓNICA		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON TELECONTROL Y PROTECCIÓN ELECTRÓNICA		5
	CON TELECONTROL Y PROTECCIÓN ELECTRÓNICA		5
CIRCUITOS	SUBTERRÁNEO DE ALUMBRADO		2
EMPALMES	RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN DE 600 A; TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL O ENCINTADO		6
	DE MEDIA TENSIÓN DE 600 A; EN X, PARA DERIVACIONES DE 600, 200 A O 600 A		6
	DE MEDIA TENSIÓN DE 600 A; CUERPO EN T, SEPARABLE, PARA DERIVACIONES DE 600, 200 A O 600 A		6
	RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN DE 200 A; TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL O ENCINTADO		7 Y 8
	RECTO SEPARABLE DE MEDIA TENSIÓN DE 200 A TIPO PREMOLDEADO		9 Y 10
TRANSFORMADORES	TIPO PEDESTAL		4
	TIPO BÓVEDA		4

SÍMBOLOS PARA OBRA CIVIL


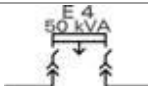
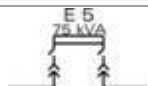
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
REGISTRO DE BAJA TENSIÓN		17
REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN		12 Y 16
REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN CON MURETE		12 Y 16

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS	ESPECIFICACIÓN CFE DCCSSUBT
--	--

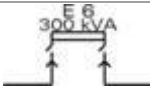

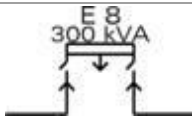
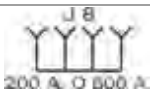














73 de 596

REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN CON ACOMETIDA CON TAPA CUADRADA	 12	12 Y 16
POZO DE VISITA TIPO X		12 Y 14
POZO DE VISITA TIPO X CON TAPA CUADRADA		12 Y 14
POZO DE VISITA TIPO L		12 Y 14
POZO DE VISITA TIPO P		12 Y 14
POZO DE VISITA TIPO T		12 Y 14
POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN CON MURETE	 12	12 Y 14
BANCO DE DUCTOS	S3B / P6B	18
BÓVEDA PARA TRANSFORMADOR	 E	12 Y 13
BÓVEDA PARA SECCIONADOR	 S	12 Y 13
BASE PARA TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL	 E	15
BASE PARA SECCIONADOR TIPO PEDESTAL UN FRENTE	 S	15
BASE PARA SECCIONADOR TIPO PEDESTAL DOS FRENTES	 S	15
BASE MURETE	MUR	-
BASE MEDICIÓN	MED	-
BASE PARA TRANSFORMADOR MONOFÁSICO	M	15
BÓVEDA PARA TRANSFORMADOR MONOFÁSICO	 M	12 Y 13

SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES

ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO PEDESTAL PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO SUMERGIBLE PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO PEDESTAL PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20


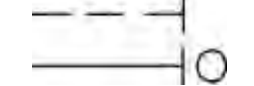







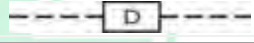
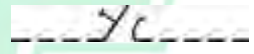
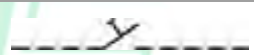











140228	Rev									
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO PEDESTAL PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO SUMERGIBLE PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO SUMERGIBLE PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
CONECTADOR MULTIPLE DE MEDIA TENSIÓN DE 200 A. O DE 600 A.		11, 19 Y 21
CONECTADOR TIPO CODO 200 A OPERACIÓN CON CARGA		19
CONECTADOR TIPO CODO DE 600 A OPERACIÓN SIN TENSIÓN		19
APARTARRAYO TIPO CODO DE FRENTE MUERTO		19
APARTARRAYO TIPO INSERTO DE FRENTE MUERTO		19
APARTARRAYO TIPO BOQUILLA ESTACIONARIA DE FRENTE MUERTO		19
PORTAFUSIBLE PARA SISTEMAS DE 200 A.		19
CODO DE PUESTA A TIERRA		19
DESCANSO DE PUESTA A TIERRA		19
INSERTO DOBLE BOQUILLA		19
TAPÓN AISLADO DE 200 A.		19
TAPÓN AISLADO DE 600 A.		19
SECCIONADOR		19
INDICADOR DE FALLA		19
LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN		22, 24 Y 25

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

75 de 596

LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN		23, 24 Y 25
REMATE DE LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN		22 Y 23
LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN CON CABLE MÚLTIPLE		23, 24 Y 25
TRANSFORMADOR TIPO POSTE		28
APARTARRAYOS		-
CORTACIRCUITO FUSIBLE PARA OPERACIÓN UNIPOLAR CON DISPOSITIVO PARA ABRIR CON CARGA		34 Y 35
SECCIONALIZADOR TIPO SECO		33
SECCIONALIZADOR EN ACEITE		33
RESTAURADOR		32
DESCONECTADOR		37
CUCHILLA DESCONECTADORA DE OPERACIÓN EN GRUPO, CON CARGA		34
CUCHILLA DESCONECTADORA DE OPERACIÓN EN GRUPO, SIN CARGA		34
CUCHILLA SECCIONADORA PARA OPERACIÓN UNIPOLAR CON DISPOSITIVO PARA ABRIR CON CARGA		34
CUCHILLA SECCIONADORA, OPERACIÓN MONOFÁSICA CON PÉRTIGA SIN CARGA		34
FOTOCELDA		-
RELEVADOR PARA EL CONTROL DE ALUMBRADO PÚBLICO		-
POSTE DE CONCRETO REFORZADO DE SECCIÓN OCTAGONAL		-
POSTE DE MADERA TRATADA		-
POSTE TROCOPIRAMIDAL DE ACERO DE SECCIÓN CIRCULAR		-
POSTE EXISTENTE		-
RETENIDA DE ANCLA		26
DOS RETENIDAS CON UNA ANCLA		26
DOS RETENIDAS CON DOS ANCLAS		26

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS		ESPECIFICACIÓN CFE DCCSSUBT
		76 de 596
RETENIDA DE BANQUETA		26
RETENIDA DE PUNTAL		26
RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA		26
RETENIDA DE POSTE A POSTE		26
RETENIDA DE POSTE A POSTE Y ANCLA		26
CARRETERA PAVIMENTADA		36
CARRETERA DE TERRACERÍA		36
VÍA DE FERROCARRIL		36
PUENTE		-
ARROYO		-
CANAL DE RIEGO PRINCIPAL		-
RÍO		-
TUBERÍA HIDRÁULICA		-
DRENAJE		-
TUBERÍA DE GAS		-
CABLE DE TELEVISIÓN		-
CANAL DE RIEGO SECUNDARIO		-
CAESTANQUE O REPRESA		-
ÁREA ARBOLADA O DE HUERTAS		--
CERCA DE ALAMBRE DE PUAS		-
CASA HABITACIÓN		-
IGLESIA		-
ESCUELA		-
CEMENTERIO		-
BOMBA DE AGUA POTABLE O RIEGO		-

CÁRCAMO



-

A.1 Notas generales.

A.1.1 Para líneas de media tensión indicar la sección transversal y el número de fases e hilos. Se debe incluir en la descripción de la simbología la tensión nominal del cable, material del conductor y nivel de aislamiento.

A.1.2 En líneas de baja tensión indicar la sección transversal, tipo TPX (Triplex) o CPX (Cuádruplex) y tensión nominal del cable.

A.1.3 Para las transiciones de línea de media tensión Aérea a Subterránea, indicar el número de fases e hilos, tensión nominal del sistema y nomenclatura del circuito.

A.1.4 Junto al símbolo del transformador, indicar el número consecutivo de banco anteponiéndole la letra "E" (Estación), capacidad del transformador, fase a la que se encuentra conectado el transformador monofásico y en el caso de transformador trifásico indicar 3F.

A.1.5 Dentro del símbolo del seccionador indicar su número consecutivo, precedido por las letras descritas según el tipo de seccionador de que se trate; indicar además junto al símbolo la cantidad de vías.

A.1.6 Para los empalmes de media tensión de 600 A se debe señalar con las letras "R" (empalme recto), "Y" (empalme en X para derivaciones), "D" (empalme en T, separable, para derivaciones) según el tipo de empalme de que se trate. El número corresponde al consecutivo del empalme.

A.1.7 Los empalmes de media tensión de 200 A deben llevar las letras "EM" (empalme). El número corresponde al consecutivo del empalme.

A.1.8 Estos empalmes de media tensión de 200 A deben llevar las letras "EM" (empalme), indicando el número consecutivo de empalme y el número de vías (3V).

A.1.9 Estos empalmes de media tensión de 200 A deben llevar las letras "EM" (empalme), el número corresponde al consecutivo del empalme y se indica además que es tipo separable con la letra "S".

A.1.10 Estos empalmes de media tensión de 200 A deben llevar las letras "EM" (empalme), "S" (separable), indicando además el número de vías.

A.1.11 En los conectadores de media tensión tipo múltiple, indicar su número consecutivo precedido por la letra "J", así como la cantidad de vías. Si el conectador es de 200 A agregar el número 200, si el conectador es de 600 A agregar el número 600 y si el conectador tiene vías de 200 y 600 A, agregar 200/600.

A.1.12 Todos los pozos de visita, bóvedas para transformador, bóvedas para seccionador, registros de media tensión y muretes se numerarán en forma progresiva.

A.1.13 En las bóvedas para transformador indicar su número consecutivo precedido por la letra "E", indicando además la capacidad máxima del transformador que puede albergar. En las bóvedas para seccionador indicar su número consecutivo precedido por la letra "S".

A.1.14 Indicar el número consecutivo de cada pozo de visita. Si el pozo está asociado con un murete para conectadores múltiples de media tensión, agregar la letra "J" precedida de un guion.

A.1.15 En las bases para transformador indicar su número consecutivo precedido de la letra "E" y la capacidad del transformador que soportará. En las bases para seccionadores indicar su número consecutivo precedido de la letra "S".

A.1.16 Indicar el número consecutivo de cada registro de media tensión.

A.1.17 Para los registros de baja tensión y utilizando la nomenclatura correspondiente indicar el número de banco y el número de registro, separados por un guion.

A.1.18 En los bancos de ductos indicar el número de ductos para circuitos de baja tensión precedidos de la letra "S", y el número de ductos para cables de media tensión precedidos de la letra "P" y su ubicación, utilizando la letra "A" para arroyo y la letra "B" para banqueta. Por ejemplo S3B/P6B significa un banco de ductos con tres vías para circuitos secundarios y seis vías para cables de media tensión, ubicado en banqueta.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A.1.19 Símbolo para utilizarse únicamente en diagramas unifilares.

A.1.20 Indicar el número de banco de transformación precedido por la letra "E" y la capacidad en kVA del transformador.

A.1.21 Indicar el número de conector de media tensión tipo múltiple y el número 200 A o 600 A precedido por la letra "J".

A.1.22 En líneas de media tensión se indicará la tensión de operación, número de fases e hilos, calibre, tipo de conductor y número del circuito alimentador.

A.1.23 En líneas de baja tensión deberá indicarse el número de fases, sección transversal y tipo de conductor.

A.1.24 La línea de baja tensión se dibujará tomando como referencia el centro de los postes, pero sin cruzar la circunferencia que los simboliza. La línea primaria se representará paralela a aquella, siendo la separación entre ambas suficiente para no interceptar el circuito mencionado y se guardará esta misma proporción si sólo se tiene línea primaria.

A.1.25 En todo proyecto se marcarán las distancias inter postales, sobre o debajo del claro inter postal.

A.1.26 En todo proyecto se marcarán las retenidas existentes que tengan relación con este, en zonas de contaminación indicar el tipo de material del cable de retenida empleado.

A.1.27 La longitud del poste se deberá indicar en número enteros.

A.1.28 En bancos de transformación se deberá indicar invariablemente después del símbolo, el número del banco y del equipo, tipo de transformador, capacidad en kVA y número de fases. No se indicará el tipo de conexión. En el caso de bancos particulares, se debe indicar el nombre del propietario.

A.1.29 Se entenderá que todos los dispositivos de seccionalización operan normalmente cerrados, sólo que se indique lo contrario señalándose con "NA" (normalmente abierto).

A.1.30 En todos los dibujos se mostrarán invariablemente escalas gráfica y numérica.

A.1.31 Si en la práctica se encuentran casos no previstos en estos símbolos convencionales, se consultará con el Departamento de Distribución o Planeación correspondiente antes de modificar o ampliar lo establecido en ellos.

A.1.32 Anexo a la figura deberá indicarse:

- El tipo de equipo de acuerdo con su marca.
- Capacidad de la bobina serie o disparo mínimo de fases.
Ejemplo: 50 A, B.S.
- Disparo mínimo de tierra.
Ejemplo: 25 A, B.T.

A.1.33 Indicar tipo, cantidad de disparos y su capacidad en A.

A.1.34 Indicar capacidad en A.

A.1.35 Indicar el tipo de fusible.

A.1.36 Indicar poblaciones de partida y terminación de carretera.

A.1.37 Indicar la corriente nominal en A y el tipo.

A.1.38 Si en la práctica se encuentran casos no previstos en estos símbolos convencionales, se consultará con el Departamento de Distribución o Planeación correspondiente antes de modificar o ampliar lo establecido en ellos.

B) Nomenclatura

Esta nomenclatura se utilizará en todos los planos de proyecto para identificar los elementos de una red subterránea.

NOMENCLATURA		
ELEMENTO A IDENTIFICAR	CLAVE	VER NOTAS B1
TRANSICIÓN DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE AÉREA A SUBTERRÁNEA	T*	1 Y 2
FASES DE CIRCUITO DE MEDIA TENSIÓN	FA, FB, FC	
CIRCUITO DE BAJA TENSIÓN	C1	1 Y 3
TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL O SUMERGIBLE	E*	1 Y 4
SECCIONADOR PARA REDES SUBTERRÁNEAS	S*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA	SA*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON TELECONTROL	SAT*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR CON TELECONTROL	ST*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR CON DERIVACIONES PROTEGIDO CON FUSIBLES	SF*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA PROTEGIDO CON FUSIBLES	SAF*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA CON TELECONTROL PROTEGIDO CON FUSIBLES	SATF*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR CON TELECONTROL PROTEGIDO CON FUSIBLES	STF*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR CON DERIVACIONES CON PROTECCION ELECTRONICA	SE*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA CON PROTECCION ELECTRONICA	SAE*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA CON TELECONTROL Y PROTECCION ELECTRONICA	SATE*	1, 5 Y 6
SECCIONADOR CON TELECONTROL Y PROTECCIÓN ELECTRÓNICA	STE*	1, 5 Y 6
EMPALME RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN 600 A. TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL, CONTRACTIL EN FRIO O ENCINTADO	R*	1, 7 Y 8
EMPALME DE MEDIA TENSIÓN 600 A. CON CUERPO EN X PREMOLDEADO PARA DERIVACIONES DE 600 Y 200 A.	Y*	1, 7 Y 8
EMPALME DE MEDIA TENSIÓN 600 A. CON CUERPO EN T PREMOLDEADO, SEPARABLE PARA DERIVACIONES DE 600 Y 200 A.	D*	1, 7 Y 8
EMPALME RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN 200 A. TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL, CONTRACTIL EN FRIO O ENCINTADO	EM*	1, 9 Y 10

EMPALME RECTO SEPARABLE DE MEDIA TENSIÓN 200 A. TIPO PREMOLDEADO	EM*/S	1, 9, 10 Y 12
EMPALME SEPARABLE DE MEDIA TENSIÓN, 200 A. CON CUERPO T PREMOLDEADO DE TRES VÍAS	EM*/S/3V	1, 9, 10 Y 13
CONECTADOR MÚLTIPLE DE MEDIA TENSIÓN DE n VÍAS	J*/*/V	1, 11 Y 14
REGISTRO DE BAJA TENSIÓN	r*-*	15
REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN	R*	16
POZO DE VISITA, BOVEDAS, BASES Y MURETES		17
BANCO DE DUCTOS BAJO BANQUETA PARA CIRCUITOS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN	S*B/P*B	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO BANQUETA PARA CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN	S*B	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO BANQUETA PARA CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN	P*B	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO ARROYO PARA CIRCUITOS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN	S*A/P*A	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO ARROYO PARA CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN	S*A	1 Y 18
BANCO DE DUCTOS BAJO ARROYO PARA CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN	P*A	1 Y 18

B.1 Notas generales.

B.1.1 La clave para identificar el elemento es alfanumérica, las literales definen en forma genérica el tipo de elemento y los caracteres numéricos se simbolizan con un asterisco (*).

B.1.2 Asignar la letra "T" para identificar en forma genérica las transiciones y numerarlas en forma progresiva para obtener la clave completa.

B.1.3 Para los circuitos de baja tensión asignar la letra "C" como identificación genérica y numerarlos en la siguiente forma:

- Por cada transformador, numerar sus circuitos en forma progresiva.
- Viendo el frente del transformador, los circuitos a la izquierda son los números nones y los de la derecha los números pares.

B.1.4 Asignar la letra "E" como identificación genérica de transformador y numerarlos en forma progresiva para formar la clave.

B.1.5 Para identificar los seccionadores asignar las letras según su tipo.

B.1.6 Para completar la clave de cada equipo, numerar todos los seccionadores en forma progresiva sin considerar su tipo.

B.1.7 Para identificar los empalmes de media tensión de 600 A asignar las siguientes letras según su tipo:

- Letra "R" para empalme recto permanente tipo premoldeado, termocontráctil, contráctil en frío o encintado.
- Letra "Y" para empalme con cuerpo en X premoldeado para derivaciones de 600 y 200 A.
- Letra "D" para empalme con cuerpo en "T" premoldeado y separable, para efectuar derivaciones de 600 y 200 A.

- B.1.8** La clave de cada empalme se completa, numerando todas las unidades sin considerar su tipo.
- B.1.9** Asignar las letras "EM" para identificar genéricamente a todo tipo de empalme de media tensión de 200 A.
- B.1.10** Numerar en forma progresiva todos los empalmes sin considerar su tipo.
- B.1.11** Indicar el número de vías.
- B.1.12** Indicar que el empalme es tipo separable adicionando "/S" a la clave.
- B.1.13** Indicar el número de vías y que el empalme es tipo separable adicionando "/S/3V" a la clave.
- B.1.14** Asignar la letra "J" para identificar genéricamente a los conectadores múltiples de media tensión y numerarlos en forma progresiva. La capacidad y número de vías se indicaría como sigue: J*/a-200/b-600. Para un conectador múltiple con "a" vías de 200 A y "b" vías de 600 A si "a" o "b" son iguales a cero, no se indican y se suprime el 200 ó 600 asociado.
- B.1.15** Identificar los registros de baja tensión con dos grupos de caracteres numéricos, el primero de los cuales corresponde al número de banco de transformación y el segundo corresponde a un número que se determina de la siguiente forma:
- Numerar en forma progresiva los registros correspondientes al banco de transformación.
 - Viendo de frente al transformador los registros que quedan a la izquierda son los números nones y los que quedan a la derecha son los números pares.
- B.1.16** Numerar en forma progresiva todos los registros de media tensión.
- B.1.17** Numerar en forma progresiva los pozos de visita, bóvedas y bases para transformador o seccionador. Para identificar las bóvedas y bases asignar las siguientes letras según el elemento:
- Letra "**V**" para bóveda de transformador.
 - Letra "**U**" para bóveda de seccionador.
 - Letra "**M**" para base de transformador.
 - Letra "**N**" para base de seccionador.
 - Letra "**J**" para murete de conectadores múltiples de M.T.
- B.1.18** La clave para identificar los bancos de ductos se integra por dos grupos de caracteres alfanuméricos, el primero de los cuales corresponde a los ductos para circuitos de baja tensión y se conforma de la siguiente manera:
- El primer carácter es la letra "S", para identificar que se trata de circuitos de baja tensión.
 - El segundo carácter indica la cantidad de ductos para red de baja tensión.
 - El último carácter indica la ubicación del banco, con la letra "A" para arroyo y "B" para banqueteta.

El segundo grupo de caracteres alfanuméricos corresponde a los ductos para circuitos de media tensión y se conforma de la siguiente forma:

- El primer carácter es la letra "P" e indica que se trata de circuitos de media tensión.
- El segundo carácter indica la cantidad de ductos para cables primarios.
- El último carácter indica la ubicación del banco, con la letra "A" para arroyo y "B" para banqueteta.

Cuando el banco únicamente contiene ductos para circuitos de media o baja tensión, se indica el grupo de caracteres alfanumérico correspondiente.

2.7.3 Presentación de planos

A) Generalidades

A.1 En todos los Planos se utilizará la Simbología y Nomenclatura indicadas en la Especificación.

A.2 Las instalaciones eléctricas aéreas necesarias para alimentar a la red subterránea deberán mostrarse en Plano (s) diferente (s) de ésta.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A.3 Todos los Planos generales de Media y Baja Tensión, Obra Civil y Alumbrado Público deberán contener la siguiente información:

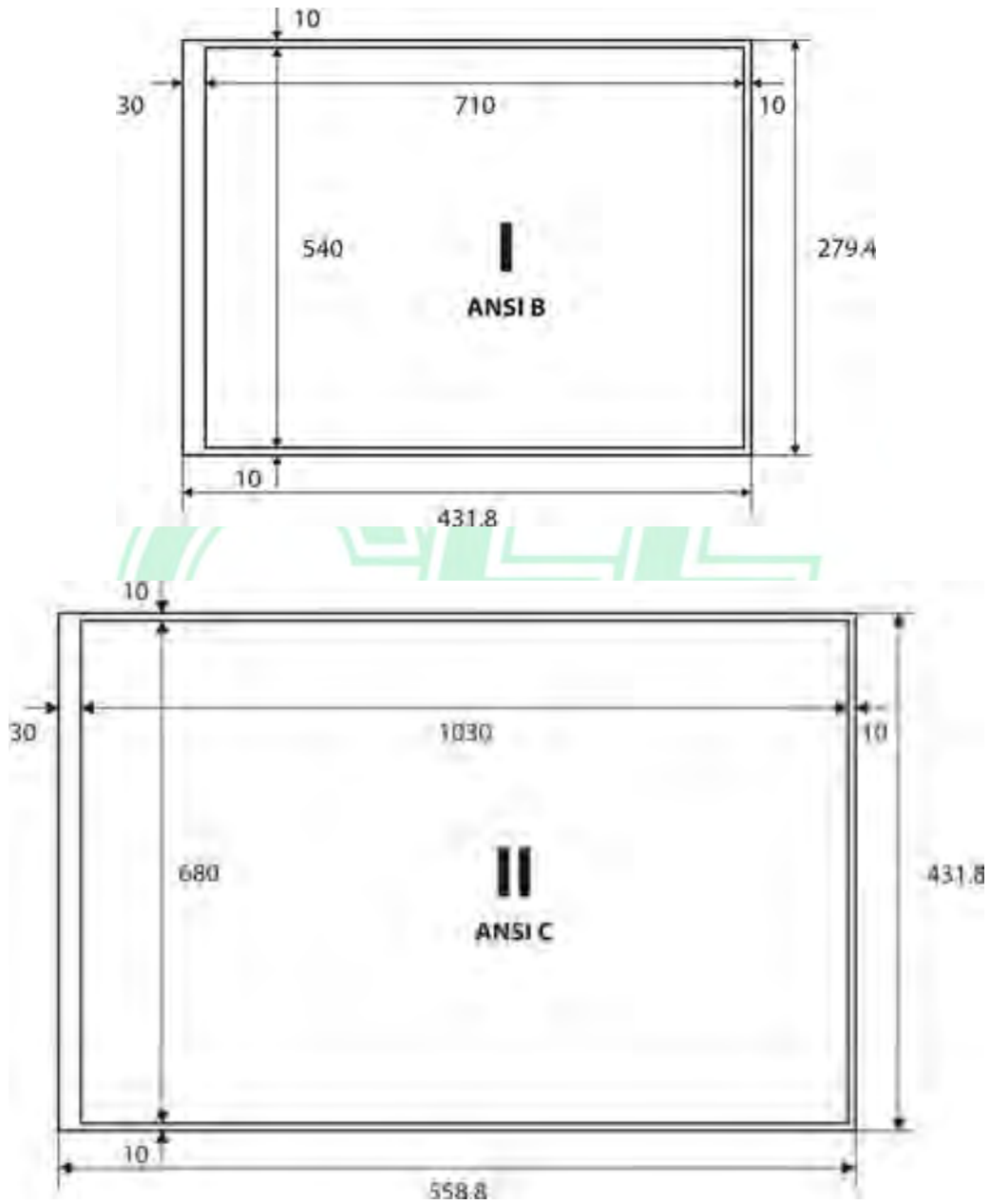
- *Norte geográfico, el cual se indicará en el primero o segundo cuadrante del Plano, orientado hacia donde convenga al proyecto.*
- *Lotificación.*
- *Trazo de calles con sus nombres.*
- *Identificación de áreas verdes y donación.*
- *Simbología.*

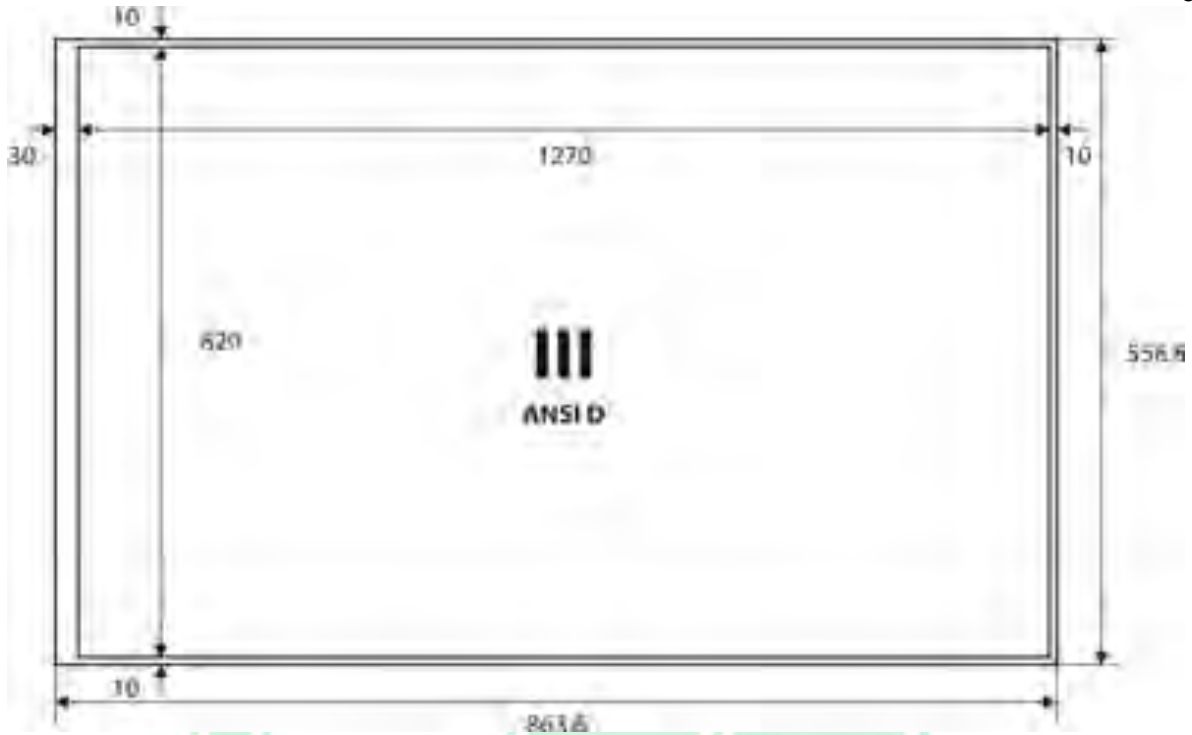
La información requerida para las características particulares de cada Plano está indicada en el PROTER.



B) Tamaño de planos

Se podrán utilizar planos de las siguientes dimensiones (mm):





C) Cuadro de referencia

El Cuadro de Referencia está contenido en la norma actual así como en el sistema Desarrollador de Proyectos DEPRORED y se dibujará en la esquina inferior derecha de cada Plano.

110.00	<p>LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION DE DISTRIBUCIÓN (DIVISION) CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZADO EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL (DIA) DE (MES) DEL AÑO (AÑO)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>REVISO</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>NOMBRE REVISO CARGO REVISO</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Vo Bo.</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>NOMBRE Vo.Bo. CARGO Vo.Bo.</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>APROBO</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>NOMBRE APROBO CARGO APROBO</p> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 20px;">NOTA: CON ESTA APROBACIÓN NO ESTA AUTORIZADO PARA CONSTRUIR. LA OBRA PODRA EJECUTARSE HASTA QUE SEA FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.</p>									
35.00										
40.00	<p>DIVISION ZONA TIPO DE PLANO ID DE PLANO</p>									
35.00	<p>RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DEL DESARROLLO:</p> <p>DOMICILIO 1 DOMICILIO 2 DESARROLLADOR UBICACION 1 UBICACION 2</p>									
40.00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> Dibujó: NOMBRE DIBUJO </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> Propietario: <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> PROPIETARIO </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> Escala: ESCALA </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Proyecto: NOMBRE PROYECTO </td> <td></td> <td style="padding: 5px;"> Fecha: FECHA </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="padding: 5px;"> Plano: No. DE PLANO </td> </tr> </table>	Dibujó: NOMBRE DIBUJO	Propietario: <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> PROPIETARIO	Escala: ESCALA	Proyecto: NOMBRE PROYECTO		Fecha: FECHA			Plano: No. DE PLANO
Dibujó: NOMBRE DIBUJO	Propietario: <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> PROPIETARIO	Escala: ESCALA								
Proyecto: NOMBRE PROYECTO		Fecha: FECHA								
		Plano: No. DE PLANO								
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">40.00</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">80.00</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">40.00</td> </tr> </table>	40.00	80.00	40.00						
40.00	80.00	40.00								

D) Escalas

Las escalas que se utilizarán para la elaboración de planos de redes de distribución subterráneas estarán en función del tamaño del desarrollo, como a continuación se indica:

D.1 Para el recuadro de localización general, que permitirá ubicar el desarrollo con respecto a un punto importante de referencia:

- Escala 1:50 000 para la localización con respecto a una ciudad.
- Escala 1:10 000 para la localización en un área urbana.

D.2 Para el área de lotificación se podrán utilizar:

- Escala 1:500 para desarrollos de 1 a 5 bancos de transformación.
- Escala 1:1 000 para desarrollos de 6 a 20 bancos de transformación.
- Escala 1:2 000 para desarrollos de más de 20 bancos de transformación.

2.7.4 Planos del proyecto

Cada plano deberá contener, además de lo solicitado en los incisos A y C, toda la información necesaria para su clara comprensión e interpretación y que como mínimo será la siguiente:

A) Plano general de media tensión

A.1 Recuadro de localización general.

A.2 Trayectoria de los circuitos.

A.3 Localización de transiciones Aéreo-Subterráneas, indicando circuitos y subestaciones que las alimentan.

A.4 Localización de equipos y dispositivos.

A.5 Identificación de equipos, circuitos y fases de acuerdo a la Norma correspondiente.

A.6 Diagramas trifilares o unifilares, indicando todos los componentes eléctricos. Tratándose de apegar los trazos a la configuración real en campo.

A.7 Cuadro de dispositivos en el cual se deberá indicar el tipo, cantidad y características de los dispositivos eléctricos, debiéndose indicar la ubicación de cada uno de los elementos.

A.8 Simbología y claves eléctricas del Plano de planta y diagrama trifilar o unifilar.

A.9 Notas aclaratorias que sean necesarias.

B) Plano general de baja tensión

B.1 Trayectoria de los circuitos.

B.2 Localización de transformadores, registros, concentración de medidores y acometidas.

B.3 Identificación de acuerdo a las Normas correspondientes de transformadores, circuitos, registros y concentraciones de medidores y de ser necesarias las acometidas.

B.4 Cuadro de cargas, en el que se indicará por cada transformador:

- Número.
- Carga por tipo de lote, departamento, etc.
- Cantidad de cada tipo de lotes, departamentos, etc.
- Carga por lotes, departamentos, etc.
- Carga por tipo de luminaria.
- Cantidad de cada tipo de luminaria.
- Carga por alumbrado.
- Carga total.
- Capacidad del transformador.
- Porcentaje de utilización del transformador.

C) Plano de detalles de la obra eléctrica

En este Plano se mostrarán los detalles constructivos de:

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- C.1 Estructuras de transición aéreo subterráneas.
- C.2 Conexiones del equipo y dispositivos.
- C.3 Conexiones de los sistemas de tierras.
- C.4 Concentraciones de medidores.
- C.5 Dispositivos de identificación.
- C.6 Cualesquiera otros detalles importantes.

D) Plano de alumbrado

- D.1 Trayectoria de los circuitos.
- D.2 Localización de transformadores o registros de los que se alimentara la red de alumbrado, equipos de medición, protección y control, luminarias y registros.
- D.3 Cuadro de cargas indicando por transformador: su número, carga por tipo de luminaria, cantidad de cada tipo de luminaria y carga total.
- D.4 Diagrama unifilar.

E) Plano general de la obra civil

- E.1 Trayectoria de los bancos de ductos.
- E.2 Localización de bóvedas, pozos de visita, registros, concentraciones de medidores, bases de equipo y muretes.
- E.3 Nomenclatura de todos los componentes de la obra civil.
- E.4 Cortes de avenidas, calles y banquetas.
- E.5 Cuadro de los componentes de la red, en el que se indicará el número, tipo y norma de cada bóveda, pozo de visita, registro, bases de equipo y muretes; para los bancos de ductos se indicará su nomenclatura.

F) Plano de detalles de la obra civil

En este Plano se mostrarán los detalles constructivos de: bóvedas, pozos de visita, registros, base de equipos muretes y detalles importantes, especificando su Norma correspondiente.

Para la mayor comprensión e interpretación de cada plano se podrá consultar toda la información contenida en el PROTER.

2.7.5 Memoria técnica descriptiva

La información que debe contener esta memoria es la siguiente:

A) Generalidades del desarrollo

- A.1 Nombre oficial del desarrollo y propietario.
- A.2 Localización.
- A.3 Tipo de desarrollo.
- A.4 Descripción general.
- A.5 Etapas de construcción.

B) Descripción general del proyecto

- B.1 Generalidades.
- B.2 Objetivos.
- B.3 Especificaciones, Normas y Reglamentos.
- B.4 Demandas eléctricas.
- B.5 Fuentes de alimentación.
- B.6 Tipos de sistema a utilizar.
- B.7 Configuraciones de la red de media tensión.
- B.8 Material de conductores, tipo y nivel de aislamiento de cables de media y baja tensión.
- B.9 Etapas de construcción.

C) Descripción de la obra eléctrica

C.1 Cálculos eléctricos para determinar:

- Capacidad de transformadores.
- Sección transversal de conductores.
- Ampacidad de cables.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Regulación de tensión.
- Pérdidas.
- Cortocircuito.

C.2 Indicar cantidad y ubicación de transiciones de líneas de media tensión Aéreas a Subterráneas.

C.3 Indicar el equipo de transformación, seccionalización, protección, indicación de fallas, accesorios de media y baja tensión que se instalarán.

C.4 Descripción de la red de media tensión.

C.5 Descripción de la red de baja tensión.

C.6 Descripción de la acometida de media tensión, domiciliarias y a concentraciones de medidores.

C.7 Conexiones de sistemas de tierras.

C.8 Listado del equipo y materiales por instalar, indicando marcas, modelos y Normas aplicables.

D) Descripción de la obra

Describir en forma breve los elementos de Obra Civil que se utilizarán y su aplicación, indicando las Normas correspondientes.

E) Identificaciones

En base a las Normas correspondientes, describir la identificación de los elementos eléctricos y civiles que se realiza en Planos de proyectos y además como se efectuará física mente en la obra dicha identificación.

F) Alumbrado público

Describir el sistema de alumbrado y los cálculos eléctricos correspondientes, tomando en consideración que será obligatorio el uso de sistemas de alumbrado ahorrador y circuitos de restricción horaria.

3. CONSTRUCCIÓN BAJA Y MEDIA TENSIÓN

Introducción

Los trabajos de construcción de los sistemas subterráneos en forma eficiente deben incluir los criterios, métodos, equipos y materiales indicados en estas Especificaciones. Dentro de las consideraciones técnicas, se incorpora el empleo de transformadores monofásicos y trifásicos sin cambiador de derivaciones y operación radial, en base a sus especificaciones vigentes, además de un apartado multimedia con animaciones de los ensambles de accesorios en media y baja tensión en tercera dimensión que permitirán una mejor percepción de la operación de los sistemas subterráneos.

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 LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS POR TERCEROS" (PROTER), "PROCEDIMIENTO PARA LA REVISIÓN DE PROYECTOS Y SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS" y "PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE SOLICITUDES DE SERVICIO" (PROASOL). Deben ser seguidas lo más cerca posible por la CFE y contratistas, con el conocimiento de que cuando sea impráctico el uso de estas Especificaciones, debe obtenerse una aprobación especial para cualquier desviación, la cual será otorgada por la Subgerencia de Distribución correspondiente.

3.2 Requisitos para el Inicio dela 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 del 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 de la obra correspondiente.

3.2.3 Bitácora de la obra

La bitácora debe ser un libro empastado con original y dos copias, foliado. En la primera página deben quedar asentados los siguientes datos:

CFE:

- 1) *Obra.*
- 2) *Ubicación.*
- 3) *Ciudad y estado.*
- 4) *Fechas programadas de inicio y terminación de la obra.*
- 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.

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 Procedimiento para la revisión de proyectos y supervisión de la 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 terracerías 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: refineras, 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 en 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.

D) Banco de ductos

Se deben emplear ductos de polietileno de alta densidad lisos (PAD) o corrugados (PADC). Los ductos de PADC deben suministrarse con campana integrada o con cople debiendo garantizar una unión hermética conforme a la NRF-057-CFE. En los Planos de Proyecto de Obra Civil, se indicará el diámetro, número de ductos y profundidad conforme a las Normas. Cuando se utilicen ductos de PAD deben ser de una pieza entre registros y su instalación será conforme a las Normas. En forma excepcional se aceptarán uniones por termofusión o coples especiales para ductos de PAD que cumplan con la NRF-057-CFE.

Los bancos de ductos se deben colocar directamente enterrados, toda vez que haya sido afinado y compactado el fondo de la cepa, dejando las separaciones y profundidades indicadas en los croquis constructivos, utilizando una

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

cinta de advertencia en la parte superior del banco, respetando los grados de compactación indicados en el Capítulo 4 de estas Especificaciones, se podrá utilizar producto de excavación si no contiene arcillas expansivas y un boleo mayor a 19 mm ($\frac{3}{4}$). Para el caso de instalar ductos PAD se utilizará sólo una RD 19, excepto cuando se emplee el método de perforación horizontal dirigida en cuyo caso se empleará una RD 13.5.

En ningún caso se aceptarán cruces longitudinales de ductos. La unión entre los bancos de ductos y los registros debe ser hermética. En terrenos con nivel freático muy alto, se utilizarán ductos de PAD o PADC en tramos continuos entre registro y registro. En casos excepcionales se permitirá el uso de coples herméticos que cumplan con la NRF-057-CFE o uniones termo fusionadas.

En terrenos rocosos, se aumentarán 5 cm de excavación con la intención de instalar una cama de arena a fin de colocar el banco de ductos sobre una superficie plana y compacta. El relleno y compactado en este tipo de terreno se debe realizar con material de banco, respetando los grados de compactación indicados en el Capítulo 4 de estas Especificaciones. Una vez instalados los ductos, inmediatamente se deben taponar provisionalmente en los extremos, con estopa, yeso y una agarradera de alambre recocido o cualquier otro tipo de tapón que garantice el sellado de los mismos

E) Suministro de material para relleno producto de banco

Cuando por alguna razón sea necesario suministrar material para relleno producto de banco, éste 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.

Se permite el uso de relleno fluido con una resistencia de 20 kg/cm².

F) 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.

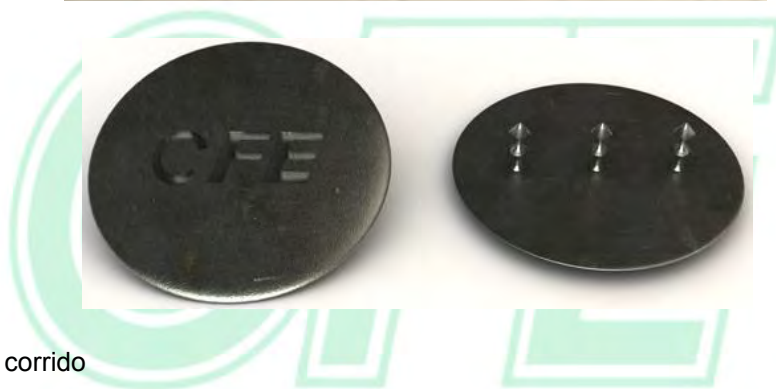
Para el relleno se podrá utilizar material producto de la excavación si este no contiene materia orgánica o expansiva y que no contenga boleo mayor a 19 mm ($\frac{3}{4}$ de pulgada).

En su defecto se empleará material de banco. En cualquier caso el material debe ser analizado por el laboratorio autorizado por la CFE.

En el acabado final de la banqueta y en el eje del trazo del banco de ductos se marcará a cada 5 metros bajo relieve las siglas de CFE. (**Figura 3.3.1-F.1**).

Figura 3.3.1-F.1. Marcado bajo relieve





G) Instalación de neutro corrido

El neutro corrido debe instalarse directamente enterrado excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos utilizando los cárcamos para el ingreso a los registros. En terrenos con nivel freático alto se utilizará el ducto dispuesto para este fin en la pared del registro.

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 direccional, 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 ésta 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 amplificador 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 amplificador. El amplificador debe ser mayor que el diámetro del haz de tubos, pero no demasiado; una regla es usar un amplificador entre 1.3 a 1.5 veces el tamaño de los tubos.*

H) Descripción

El trabajo consiste en instalar tubos de PAD (HDPE RD 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 rastreada y dirigida, 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-polímero-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 congestionamiento 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, respetando el Reglamento de Tránsito de la localidad. 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:

140228	Rev																			
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

I.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 máquina 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 barrerá 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 m² 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 deleble 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

140228	Rev																		
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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.

I.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.

I.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 choque eléctrico a 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.

J) Señalización del banco de ductos

En bancos de ductos construidos bajo arroyo o banqueta debe indicarse la trayectoria mediante un marcado con placas de hierro dúctil instaladas como se indica en la sección 6.3.1-E.

K) Instalación de neutro corrido

El neutro corrido debe instalarse directamente enterrado excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos utilizando los cárcamos para el ingreso a los registros. En terrenos con nivel freático alto se utilizará el ducto dispuesto para este fin en la pared del registro.

3.3.3 Registros pozos de visita, bases para equipo y murete de conectadores múltiples de media tensión

A) Registros tipo RBT1; RBTA1 Y RBTB2; RBTA2prefabricados.

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.

La colocación de los registros prefabricados debe ser sobre una cama de grava-arena de 19 mm (3/4") 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, tanto en el interior como en su exterior, 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, cuidando que el ducto continúe taponado hasta la instalación del cable.

140228	Rev												
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

Los registros RBT1 Y RBT2 para cruce de calle se usarán en casos excepcionales prefiriéndose alcanzar la profundidad requerida en arroyo utilizando la flexibilidad que tienen los ductos de polietileno sin exceder los radios mínimos de curvatura.

B) Registros tipo RBT1 Y RBT2 de concreto colados en sitio

El uso de estos registros queda restringido a conversiones de redes aéreas a subterráneas, permitiéndose modificar sus dimensiones a las condiciones de las banquetas. Las nuevas dimensiones deben permitir la correcta instalación y operación de los cables y conectores. No se permite su uso en desarrollos nuevos, en los cuales sólo se utilizarán prefabricados.

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 $f'c = 4\ 903.325\ \text{kPa}$ ($50\ \text{kg/cm}^2$) 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, 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 sobre se desplantará sobre una plantilla de grava-arena de 10 cm de espesor y agregado máximo de 19 mm (3/4), acompasada con un compactador mecánico; la cual servirá como dren.

Una vez instalado el registro se debe cuidar la conexión con el ducto, tanto en el interior como en su exterior, 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, cuidando que el ducto continúe taponado hasta la instalación del cable.

B) Registros tipo RMTB3; RMTA3 Y RMTB4; RMTA4

C) 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.

La colocación de los registros prefabricados debe ser sobre una cama de grava-arena de 10 cm de espesor y agregado máximo de 19 mm (3/4 pulgada), acompasada con un compactador mecánico; quedando debidamente nivelado de acuerdo al perfil del piso terminado de la banqueta o arroyo. 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, tanto en el interior como en su exterior, 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, cuidando que el ducto continúe taponado hasta la instalación del cable.

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.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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, cuyos diseños no se encuentren incluidos en la presente Especificación, previa a su instalación, se requiere la aprobación de la Coordinación 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

El uso de estos registros queda restringido a conversiones de redes aéreas a subterráneas, permitiéndose modificar sus dimensiones a las condiciones de las banquetas. Las nuevas dimensiones deben permitir la correcta instalación y operación de los cables y accesorios. No se permite su uso en desarrollos nuevos, en los cuales sólo se utilizarán prefabricados.

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 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, 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 sobre se desplantará sobre una plantilla de grava-arena máximo de 19 mm (3/4 pulgada), acompasada con un compactador mecánico; la cual servirá como dren.

Una vez instalado el registro se debe cuidar la conexión con el ducto, tanto en el interior como en su exterior, 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, cuidando que el ducto continúe taponado hasta la instalación del cable.

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.

Se recomienda instalar este tipo de pozo de visita prefabricado, en avenidas o calles 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 19mm(3/4 pulgada), acompasada 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, ésta debe colarse cuidando el nivel de piso terminado de banqueta 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 Especificación, previa a su instalación, se requiere la aprobación de la Coordinación de Distribución, de los planos correspondientes al prototipo del registro, así como el haber aprobado las pruebas que el LAPEM indique.

Una vez instalado el pozo de visita se debe cuidar la conexión con el ducto, tanto en el interior como en su exterior, 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, cuidando que el ducto continúe taponado hasta la instalación del cable.

F) Pozos de visita colados en sitio

El uso de estos pozos de visita queda restringido a conversiones de redes aéreas a subterráneas. No se permite su uso en desarrollos nuevos, en los cuales sólo se utilizarán prefabricados.

Para el caso de que se requiera pozos de visita ubicados en el arroyo, los accesos deben quedar en la banquetta.

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 kg/cm^2) de 5 cm de espesor, siendo ésta 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 mm (3/4 pulgada), acompasada 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% PROCTOR.

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.

Una vez instalado el pozo de visita se debe cuidar la conexión con el ducto, tanto en el interior como en su exterior, 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, cuidando que el ducto continúe taponado hasta la instalación del cable.

G) Bases para equipo prefabricadas

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.

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

H) Bases de concreto para equipos coladas en sitio

Las bases de concreto para equipos seccionadores se deben fabricar de acuerdo al número de frentes y dimensiones que el equipo requiera.

Para la instalación de Seccionadores en media tensión, las Bóvedas o Bases para su ubicación deben ser diseñadas y construidas conforme al tipo y tamaño del equipo conforme al diseño del proyecto, considerando la Bóveda y/o registros anexos a las Bases, del tamaño adecuado dependiendo de la cantidad y calibre de los cables a instalar.

I) Bases de transformadores monofásicos y trifásicos con registros reducidos BT1FRR5 Y BT3FRR6 prefabricados

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con el visto bueno de la supervisión de CFE, se colocarán bases y registros reducidos prefabricados de concreto armado.

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

J) 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, 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 visita deberá ser acabado boleado eliminando las aristas del concreto que pudieran dañar al cable de potencia.

El uso de estos muretes queda restringido a conversiones de redes aéreas a subterráneas. No se permite su uso en desarrollos nuevos, en los cuales sólo se utilizarán prefabricados.

K) 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.

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

Los muretes prefabricados deben quedar debidamente anclados al registro o pozo de visita 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 visita debe ser de las dimensiones adecuadas y tener las superficies sin aristas que pudieran ocasionar daños al cable de potencia.

L) Tapas**L.1 Redondas.**

Sólo se deben emplear tapas 84 A y 84 B con tornillo de seguridad.

Las tapas deben cumplir con las especificaciones CFE 2DI00-04, CFE 2DI00-37, CFE 2DI00-38 o CFE 2DI00-39.

L.2 Cuadradas.

Para registros tipo 4 donde se alojan accesorios se debe emplear la tapa cuadrada de acuerdo a como se indica en el sección 4.1.3.

M) Registros, pozos de visita y bases prefabricadas

Todos los registros, pozos de visita y bases prefabricadas mencionados en los incisos A, C, E, G, H y J invariablemente deben contar con aviso de prueba avalado por LAPEM.

3.4 Obra Electromecánica

Desde el inicio y durante todo el proceso de construcción de la Obra Electromecánica se debe observar el Procedimiento para la revisión de proyectos supervisión de la 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 o placas de aluminio con números permanentes sujetas con taquetes a las paredes.

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 esté 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 deben 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 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 40 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 DS, 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.

Se revisará que el diámetro sobre el aislamiento esté 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.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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.

C) Adherencia de la pantalla semiconductor extruida

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

Tomar tres muestras del producto a probar de 400 mm de longitud cada una. La primera muestra se utiliza para verificar la fuerza de adhesión del componente semiconductor, y las últimas dos para verificar que es posible retirar el semiconductor sin dañar el aislamiento (prueba de simulación de instalación).

Se retira la cubierta general y la pantalla metálica cuidando que la pantalla semiconductor no sufra daños.

Hacer cortes sobre el componente semiconductor, mediante la navaja, en dos líneas paralelas separadas $13 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, para formar una tira. La profundidad del corte debe ser, cuando menos, el espesor del componente semiconductor.

Utilizar unas pinzas para despegar un poco la pantalla semiconductor de donde se sujetará el dinamómetro para medir la fuerza necesaria para retirar la semiconductor, esta fuerza debe estar dentro de los límites indicados en la tabla 3.4.2.C. Cuando las muestras se someten a la prueba de simulación, el componente semiconductor debe poder ser separado del aislamiento sin dejar residuos que no pudieran ser eliminados con ligeros frotamientos.

TABLA 3.4.2.C.- FUERZA PARA RETIRAR LA PANTALLA SEMICONDUCTORA EXTRUIDA.

Tensión kV	EP		XLP y XLP-RA		Método de prueba
	Fuerza N		Fuerza N		
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
5 – 46	20	110	30	110	7.22
69 - 115	*		*		
* No se debe separar a temperatura ambiente					

Como lo muestra la tabla 3.4.2.C, para el caso de los aislamientos de XLP, la fuerza mínima aplicada es de 30 N, por lo que el peso necesario para aplicar esa fuerza es calculado de la siguiente manera:

$$F=mg$$

Donde F es la fuerza aplicada

m es la masa necesaria

g es la constante de gravedad igual a 9.81 m/s^2

Como la norma nos indica que es de 30 N, el peso necesario es:

$$m = \frac{F}{g} = \frac{30 \frac{Kg \cdot m}{s^2}}{9,81 \frac{m}{s^2}} = 3,05 Kg$$

El dinamómetro se sujeta en la punta de la pantalla semiconductor y se aplica gradualmente de manera que se pueda observar el comportamiento de la pantalla aplicando la fuerza en un ángulo de 90° la pantalla debe soportar al menos los 3 kg, en caso de que no los soporte, entonces el producto no cumple con las especificaciones de la normativa. Si la fuerza necesaria para despegar la semiconductor es superior a 11 kg, tampoco cumple con las especificaciones.

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 necesario se podrán emplear empalmes del tipo premoldeado, termocontráctil o contráctil en frío, los cuales deberán alojarse en registros o pozos de visita, 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, se consideren los desperdicios y la instalación de los accesorios, solamente se dejará excedente de cable en donde se ubiquen equipos y accesorios, dejando un excedente de cable de 1.0 m, después de haberse instalado en los soportes y presentado para la elaboración del accesorio. También se debe dejar excedente de cable de 1.0 m en el registro de paso aledaño a la base de un equipo cuando no se utilice registro en esta.

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.

En caso de que no sea posible su instalación en forma manual se debe contar con lo siguiente:

- 1) Grúa con capacidad mínima de 19 613.3 N (2 000 kg) para carga y descarga de los carretes de cable.
- 2) Devanadora con capacidad mínima de 19 613.3 N (2 000 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).

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- 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 – 29 419.95 N (3 000 kg).
- 12) 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 accidentes de 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.

Se puede utilizar para el jalado, una malla de acero (calcetín), cuando la instalación del cable se haga manualmente, debiéndose contar con lo siguiente:

- 1) Grúa con capacidad mínima de 19 613.3 N (2 000 kg) para carga y descarga de los carretes de cable.
- 2) Devanadora con capacidad mínima de 19 613.3 N (2 000 kg).
- 3) Conos de manta o vasos de plástico con un diámetro un poco menor al ducto para meter la guía o sopladores de guía.
- 4) Hilo de plástico para que sea jalado por el cono o por el vaso.
- 5) Compresora de aire para desplazar el cono dentro del ducto para guiar.
- 6) Rodamientos, curvas, poleas y polines para troquelar los cambios de dirección horizontal y vertical en el trayecto del tendido.
- 7) Tubos flexibles abocinados para proteger el cable a la entrada y a la salida de los ductos.
- 8) Lubricante base agua para reducir la fricción entre el ducto y el cable. Por ningún motivo utilizarse productos que dejen residuos orgánicos.
- 9) Barreras de seguridad, señalizaciones de tránsito y avisos para evitar se accidente cualquier persona y el daño posible al cable.
- 10) Equipo de comunicación para todo el personal involucrado en la instalación del cable.

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 a continuación.

TABLA 3.4.3

TENSIONES Y PRESIONES LATERALES MÁXIMAS PERMISIBLES PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN CONSTRUIDOS CON BASE A LA NORMA DE REFERENCIA NRF-024-CFE						
Calibre	Sección transversal (mm)	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 kcmil	253.4	1 774	887	365	410	492
750 kcmil	380.0	2 660	1 330	413	475	570
1000 kcmil	506.7	3 547	1 773	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

Una vez que se cuente con todo lo mencionado en el punto 3.4.3, se colocará el carrete en el registro que por trayectoria se tenga la menor tensión de jalado. Se debe ubicar al 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 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.

Es importante mencionar que al reducir las tensiones de jalado y presiones laterales mediante el empleo de lubricantes, se pueden incrementar las longitudes de jalado, reduciendo la cantidad total de registros a emplear por lo que este aspecto se debe considerar desde el diseño del proyecto.

En los casos en que la longitud del cable no sea muy grande y el conductor sea liviano, se puede utilizar para el jalado, una malla de acero (calcetín), en este caso se debe tener presente que el esfuerzo de tracción se aplica directamente sobre la cubierta exterior por lo que la tensión aplicada no deberá exceder de 450 kg.

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.

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Inmediatamente después de la instalación del cable, es importante sellar tanto los ductos de reserva, como los que contienen cables, con sellos que garanticen la hermeticidad en forma permanente durante la vida útil de la instalación, debe ser expandible y no inflamable, para evitar que se azolven 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 jalarse 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 aplica 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.

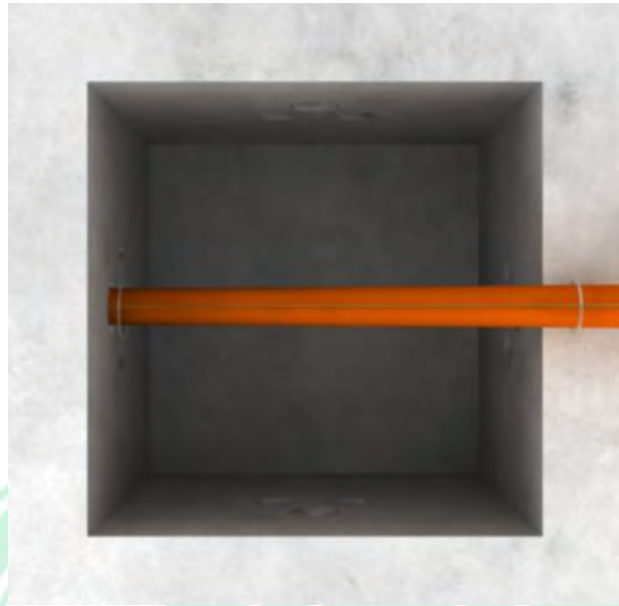
Al finalizar el cableado es necesario llevar la punta del cable lo más alejado posible del registro, con objeto de cortar la parte que se hubiese dañado en el punto de tracción y confirmar que se tiene la suficiente longitud para la instalación de la terminal o empalme.

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.

C) Instalación del neutro corrido en ducto

Cuando se instale el neutro corrido junto con la fase dentro de un ducto, se instalarán flejes de plástico lisos para sujetar el neutro corrido al cable de potencia, estos se instalarán a cada 5 m.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Flejes de plástico**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 esté 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. Debe cuidarse el manejo del transformador durante su carga y descarga, así como en su instalación, para no dañar el recubrimiento, ya que 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 éste 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, asegurarlos, 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 dé el apriete final con la herramienta de torque, quede perfectamente conectado, debiendo vigilar que el torque se encuentre entre 729 N•m (74.4kg•m) y 875 N•m (89.28 kg•m). Si el accesorio utilizado es un conector 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 el 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 cable de cobre forrado de tamaño o designación de 5.26 mm² (calibre 10 AWG), 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 esté 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 hexafluoruro 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 Norma de Referencia NRF-052-CFE, debiendo ser de configuración triplex (2C-1N) para sistemas monofásicos y de configuración cuádruplex (3C-1N) 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.

Cuando la red esté construida con base al sistema murete-caja de conexión (Especificación CFE EM- BT112) el cable de baja tensión debe ser de un solo tramo del transformador al último registro y no tendrá empalmes intermedios. 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, 10 ó 12 salidas, conectadas cada una de ellas mediante un juego conexión formado por tornillo, zapata y manga removible, termocontráctil o contráctil en frío.

El neutro debe ponerse a tierra mediante el conector múltiple en el último registro del circuito secundario, en todos los registros para Baja Tensión la tapa debe contar con el tornillo de seguridad para evitar el vandalismo.

En áreas de alta contaminación la conexión se realizará de acuerdo a como se indica en la **figura 3.4.10.1**.

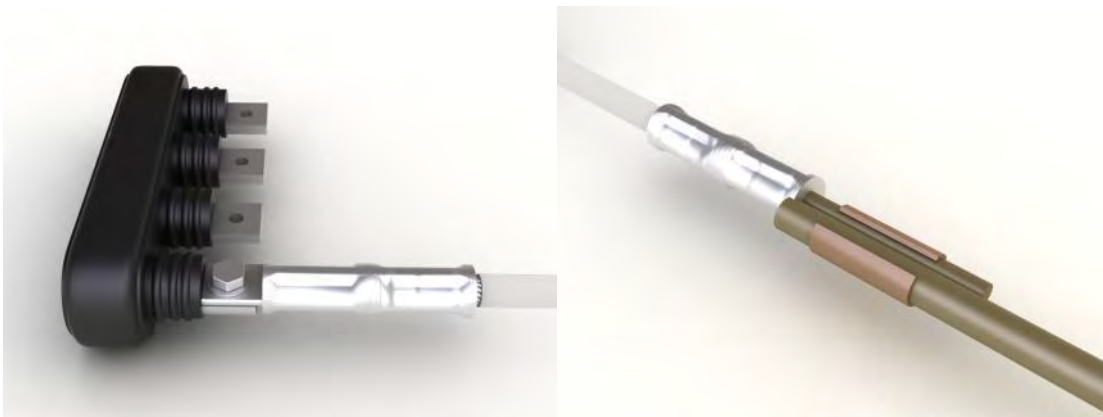




Figura 3.4.10.1

En áreas con ambientes secos la conexión se realizará a través de cable de cobre desnudo de designación 33.6 mm²(2 AWG) como mínimo.

Para el caso del sistema murete-caja de conexión (Especificación CFE EM- BT112) las derivaciones a los medidores se realizarán con conectores derivadores tipo mordaza, como se indica en la especificación de referencia. La conexión de la acometida a la red, se debe realizar sin abrir los conductores de la red de distribución secundaria, sólo retirando la porción de aislamiento necesario. Esta conexión debe ser aislada y en áreas costeras o de alta contaminación el aislamiento debe ser hermético mediante una manga, sello inhibidor o alguno similar aprobado por el LAPEM.

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 conectores tipo espada o rectos adecuados.

Las conexiones entre los cables de baja tensión y sus zapatas deben mantener la hermeticidad del aislamiento.

En equipos tipo pedestal que utilicen conectores rectos la conexión debe ser aislada.

En equipos sumergibles las conexiones de los cables de red a los transformadores deben ser aisladas, herméticas y sumergibles.

Una vez conectados los circuitos al transformador y antes de energizar, revise todos los conectores múltiples o derivaciones para verificar que no existan partes vivas expuestas.

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.

140228	Rev																		
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

- 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 presentara fracturas, instale uno nuevo. Verifique antes si el conector se fracturó por no usar la herramienta adecuada o por mala calidad del conector, si éste 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 está 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.

4. ESPECIFICACIONES DE OBRA CIVIL Y CATÁLOGO DE EQUIPO, MATERIALES, ACCESORIOS Y HERRAMIENTA DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN

Introducción

Esta actualización incorpora los avances tecnológicos que han permitido la modernización de las técnicas de construcción, así como el empleo de materiales, equipos y accesorios más eficientes que permiten abatir costos, sin menoscabo de la confiabilidad y seguridad que proporcionan los sistemas subterráneos, se incorpora el diseño de los productos en 3D manipulables permitiendo rotación, traslación y escalado del producto, además de un visor de planos que permitirá la navegación por el dibujo de una forma más fácil. Se diseñó nuevo material didáctico con elementos gráficos más atractivos planteando escenarios con niveles de complejidad y conocimiento de la Norma.

4.1 Obra Civil

4.1.1 Terreno normal

A) Banco de ductos

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Se entiende por ductos de PAD, ductos de Polietileno de Alta Densidad lisos o corrugados. Cuando se considere la construcción de instalaciones para TV por cable, se debe recurrir a los "LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA INSTALACIÓN DE REDES PÚBLICAS DE TELECOMUNICACIONES EN POSTERÍA, REGISTROS Y DUCTOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, RCP4405".

Estos bancos de ductos aplican para terreno normal y terrenos con nivel freático muy alto o rocoso.

A.1 Bancos de ductos de PAD para Baja Tensión.

A.1.1 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo banqueteta (S1B PAD)

A.1.2 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo banqueteta (S2B PAD).

A.1.3 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo banqueteta (S3B PAD).

A.1.4 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo banqueteta (S4B PAD).

A.1.5 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo banqueteta (S6B PAD).

A.1.6 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo arroyo (S1APAD).

A.1.7 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo arroyo (S2APAD).

A.1.8 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo arroyo (S3APAD).

A.1.9 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo arroyo (S4APAD).

A.1.10 Banco de ductos de PAD para baja tensión bajo arroyo (S6APAD).

A.2 Bancos de ductos de PAD para Media Tensión.

A.2.1 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo banqueteta (P1B PAD).

A.2.2 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo banqueteta (P2B PAD).

A.2.3 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo banqueteta (P3B PAD).

A.2.4 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo banqueteta (P4B PAD).

A.2.5 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo banqueteta (P6B PAD).

A.2.6 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo banqueteta (P9B PAD).

A.2.7 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo banqueteta (P12B PAD).

A.2.8 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo arroyo (P1APAD).

A.2.9 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo arroyo (P2APAD).

A.2.10 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo arroyo (P3APAD).

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A.2.11 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo arroyo (P4APAD).

A.2.12 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo arroyo (P6APAD).

A.2.13 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo arroyo (P9APAD).

A.2.14 Banco de ductos de PAD para media tensión bajo arroyo (P12APAD).

B) Registros

B.1 Registros de Baja Tensión.

Cuando se considere la construcción de instalaciones para TV por cable, se debe recurrir a los "LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA INSTALACIÓN DE REDES PÚBLICAS DE TELECOMUNICACIONES EN POSTERÍA, REGISTROS Y DUCTOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, RCP4405".

Estos registros de baja tensión aplican para terreno normal y terrenos con nivel freático muy alto o rocoso.

B.1.1 Registro para baja tensión en banqueta tipo 1.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.1	12197	REGISTRO DE BAJA TENSIÓN RBTB1	CFE-RBTB1

B.1 Registros de baja tensión.

B.1.2 Registro para baja tensión en banqueta tipo 2.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.2	352528	REGISTRO DE BAJA TENSIÓN RBTB2	CFE-RBTB2

B.1 Registros de baja tensión.

B.1.3 Registro para baja tensión en arroyo tipo 1.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.3	350490	REGISTRO DE BAJA TENSIÓN RBTA1	CFE-RBTA1

B.1 Registros de baja tensión.

B.1.4 Registro para baja tensión en arroyo tipo 2.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.4	638111	REGISTRO DE BAJA TENSIÓN RBTA2	CFE-RBTA2

B.2 Registros de media tensión.

B.2.1 Registro para media tensión en banqueta tipo 3.



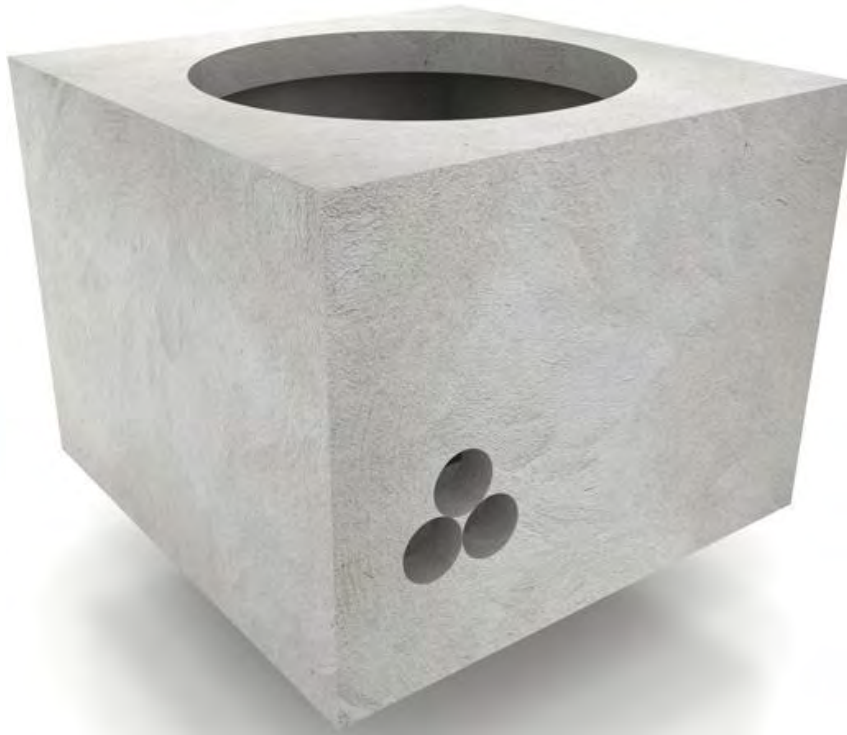
No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.2.1	12198	REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN RMTB3	CFE-RMTB3

B.2 Registros de media tensión.**B.2.2** Registro para media tensión en banqueta tipo 4.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.2.2	38037	REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN RMTB4	CFE-RMTB4

B.2 Registros de media tensión.

B.2.3 Registro para media tensión en arroyo tipo 3.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.2.3	638115	REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN RMTA3	CFE-RMTA3

B.2 Registros de media tensión.**B.2.4** Registro para media tensión en arroyo tipo 4.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.2.4	638114	REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN RMTA4	CFE-RMTA4

B.2 Registros de media tensión.

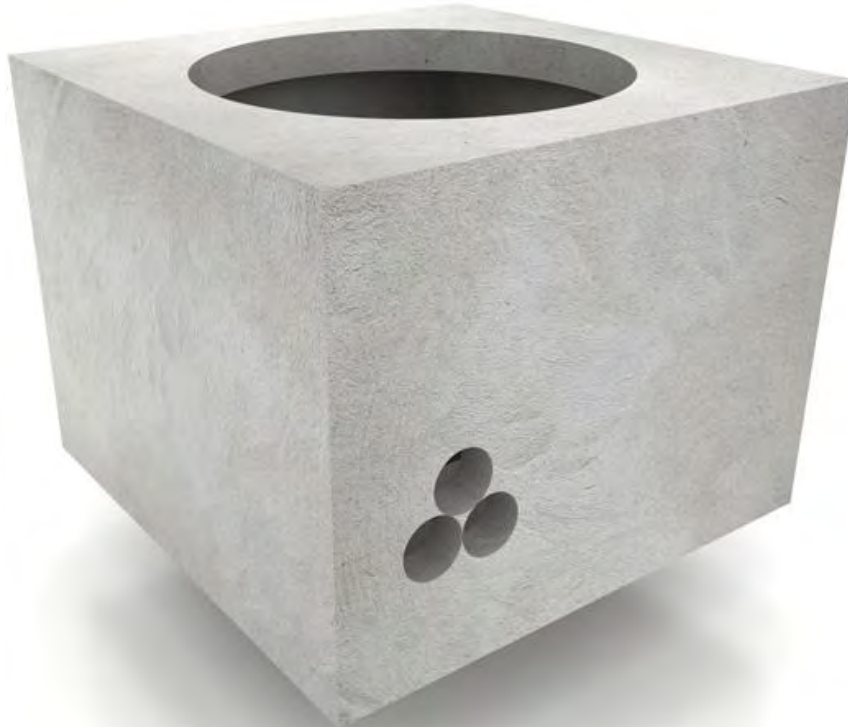
B.2.5 Registro para media tensión en banqueta tipo 4 con tapa cuadrada (para conectadores múltiples en MT).



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.2.5	269191	REGISTRO MEDIA TENSIÓN RMTB4 TAPA CUAD	CFE-RMTB4-TC

B.2 Registros de media tensión.

B.2.6 Registro para media tensión en banqueta tipo 7 con tapa redonda de concreto, para uso rural.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.2.6	601268	REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN RBTB7	CFE-RMTB7

C) Pozos de visita**C.1** Pozo de visita para media tensión en banqueta tipo P.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.1		POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN PVMTBP	CFE-PVMTBP

C) Pozos de visita**C.2** Pozo de visita para media tensión en banqueta tipo X.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.2		POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN PVMTBX	CFE-PVMTBX

C) Pozos de visita**C.3** Pozo de visita para media tensión en banqueta tipo T.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.3		POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN PVMTBT	CFE-PVMTBT

C) Pozos de visita**C.4** Pozo de visita para media tensión en banqueta tipo L.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.4		POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN PVMTBL	CFE-PVMTBL

C) Pozos de visita

C.5 Pozo de visita para media tensión en banqueta con tapa cuadrada tipo X (para alojar equipos sumergibles pequeños).



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.5		POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN PVMTBX-TC	CFE-PVMTBX-TC

C) Pozos de visita**C.6** Pozo de visita para media tensión en arroyo tipo P.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.6		POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN PVMTAP	CFE-PVMTAP

C) Pozos de visita

C.7 Pozo de visita para media tensión en arroyo tipo X.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.7		POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN PVMTAX	CFE-PVMTAX

C) Pozos de visita

C.8 Pozo de visita para media tensión en arroyo tipo T.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.8		POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN PVMTAT	CFE-PVMTAT

C) Pozos de visita**C.9** Pozo de visita para media tensión en arroyo tipo L.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.9	611394	POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN PVMTAL	CFE-PVMTAL

D) Bóvedas

D.1 Bóveda para transformador de 300 kVA en banqueta.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.1		BOVEDA P/TRANSF 3F DE 300 kVA B	CFE-BT300B

D) Bóvedas**D.2 Bóveda para transformador de 500 kVA en banqueta.**

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.2		BOVEDA P/TRANSF 3F DE 500 kVA B	CFE-BT500B

D) Bóvedas

D.3 Bóveda para transformador de 300 kVA en arroyo.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.3		BOVEDA P/TRANSF 3F DE 300 KVA A	CFE-BT300A

D) Bóvedas

D.4 Bóveda para transformador de 500 kVA en arroyo.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.4		BOVEDA P/TRANSF 3F DE 500 kVA A	CFE-BT500A

D) Bóvedas

D.5 Bóveda para transformador monofásico sumergible de 13.8 kV redonda en banqueta.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.5	209527	BOVEDA P/TRANSF MONOFÁSICO 13-23 KV R	CFE-BTMS13BR

D) Bóvedas

D.6 Bóveda para transformador monofásico sumergible de 13.8 kV cuadrada en banqueteta.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.6		BOVEDA P/TRANSF MONOFÁSICO 13-23 KV C	CFE-BTMS13BC

D) Bóvedas

D.7 Bóveda para transformador monofásico sumergible de 34.5 kV en banqueta.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.7		BOVEDA P/TRANSF MONOFÁSICO DE 34 kV	CFE-BTMS34B

D) Bóvedas

D.8 Bóveda para transformador trifásico de hasta 225 VA en banqueta.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.8		BOVEDA P/TRANSF 3F HASTA 225 kVA B	CFE-BTTH225B

4.1.2 Terreno con nivel freático muy alto o terreno rocoso

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

A) Bancos de ductos

Aplicarán los bancos de ductos indicados en la sección para terreno normal, los cuales son para cualquier tipo de terreno.

B) Registros

Aplicarán los registros indicados en la sección para terreno normal, los cuales son para cualquier tipo de terreno.

C) Pozos de visita

Aplicarán los pozos de visita indicados en la sección para terreno normal, los cuales son para cualquier tipo de terreno.



D) Pozos de visita con anclas

D.1 Pozo de visita para media tensión en banqueta con anclas para terreno NFMA tipo P.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.1		POZO DE VISITA MT C/ ANCLAS EN BANQ P	CFE-TNFMA-PVMTABP

D) Pozos de visita con anclas

D.2 Pozo de visita para media tensión en banqueta con anclas para terreno NFMA tipo X.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.2		POZO DE VISITA MT C/ ANCLAS EN BANQ X	CFE-TNFMA-PVMTABX

D) Pozos de visita con anclas

D.3 Pozo de visita para media tensión en banqueta con anclas para terreno NFMA tipo T.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.3		POZO DE VISITA MT C/ ANCLAS EN BANQ T	CFE-TNFMA-PVMTABT

D) Pozos de visita con anclas

D.4 Pozo de visita para media tensión en banqueta con anclas para terreno NFMA tipo L.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.4		POZO DE VISITA MT C/ ANCLAS EN BANQ L	CFE-TNFMA-PVMTABL

D) Pozos de visita con anclas

D.5 Pozo de visita para media tensión en arroyo con anclas para terreno NFMA tipo P



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.5		POZO DE VISITA MT C/ ANCLAS EN ARROYO P	CFE-TNFMA-PVMTAAP

D) Pozos de visita con anclas

D.6 Pozo de visita para media tensión en arroyo con anclas para terreno NFMA tipo X.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.6		POZO DE VISITA MT C/ ANCLAS EN ARROYO X	CFE-TNFMA-PVMTAAX

D) Pozos de visita con anclas

D.7 Pozo de visita para media tensión en arroyo con anclas para terreno NFMA tipo T.



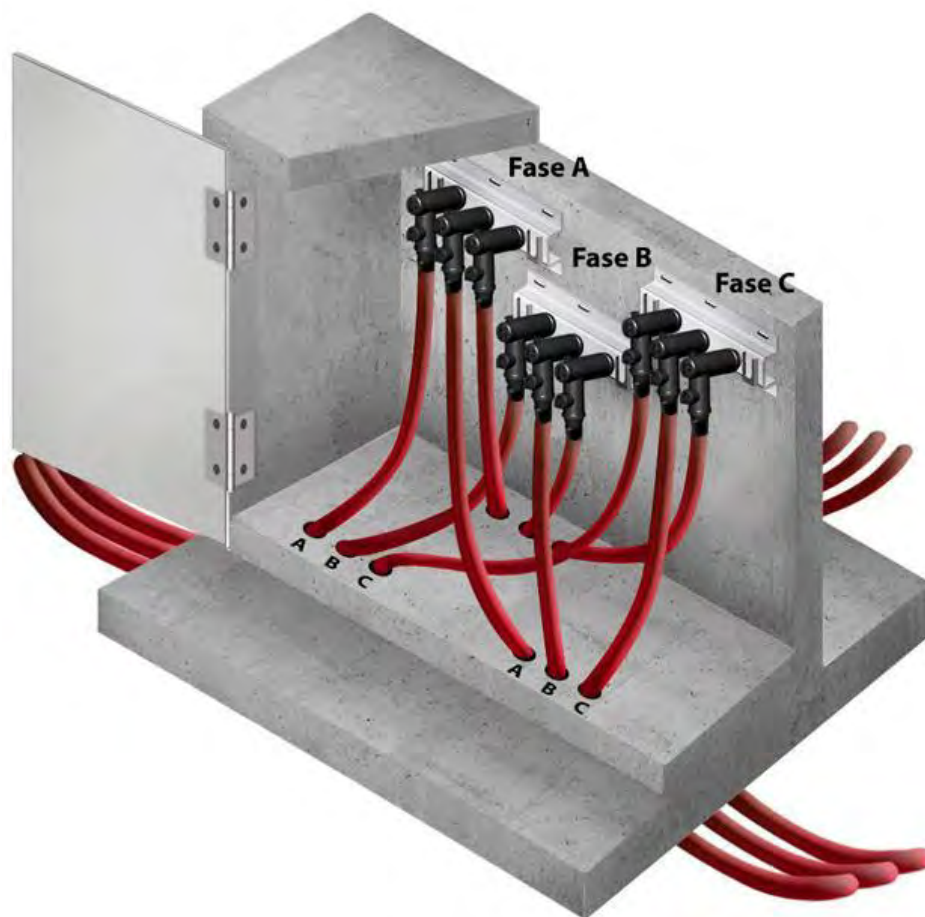
No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.7		POZO DE VISITA MT C/ ANCLAS EN ARROYO T	CFE-TNFMA-PVMTAAT

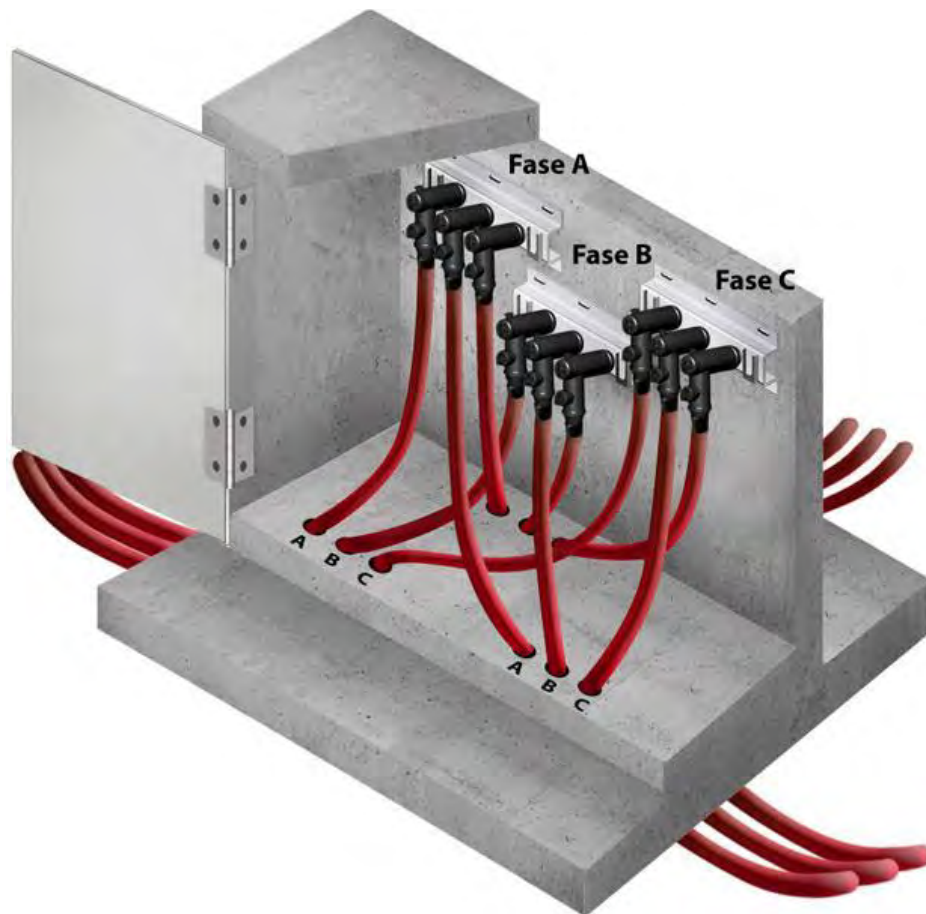
D) Pozos de visita con anclas

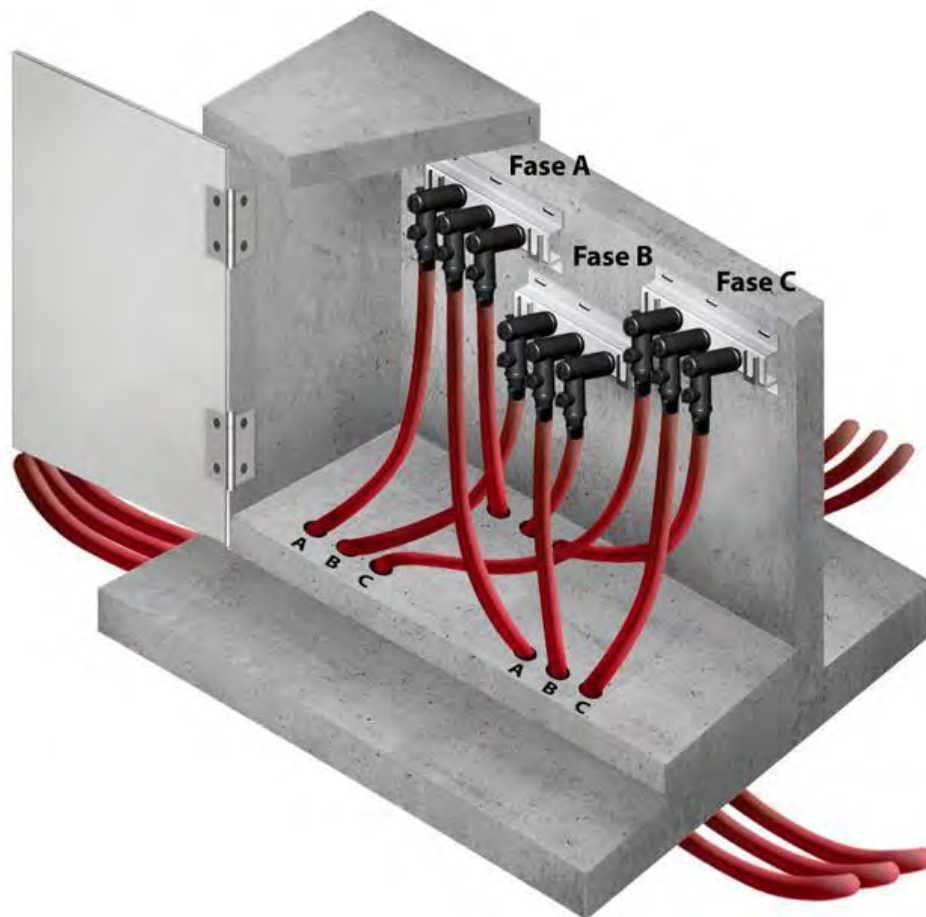
D.8 Pozo de visita para media tensión en arroyo con anclas para terreno NFMA tipo L.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.8		POZO DE VISITA MT C/ ANCLAS EN ARROYO L	CFE-TNFMA-PVMTAAL

E) Muretes**E.1** Murete para derivación para sistema de 200/200 A.

E) Muretes**E.2 Murete para derivación para sistema de 600/200 A.**

E) Muretes**E.3 Murete para derivación para sistema de 600/600 A**

E) Muretes

E.4 Murete para servicio monofásico Tipo 2 en baja tensión.

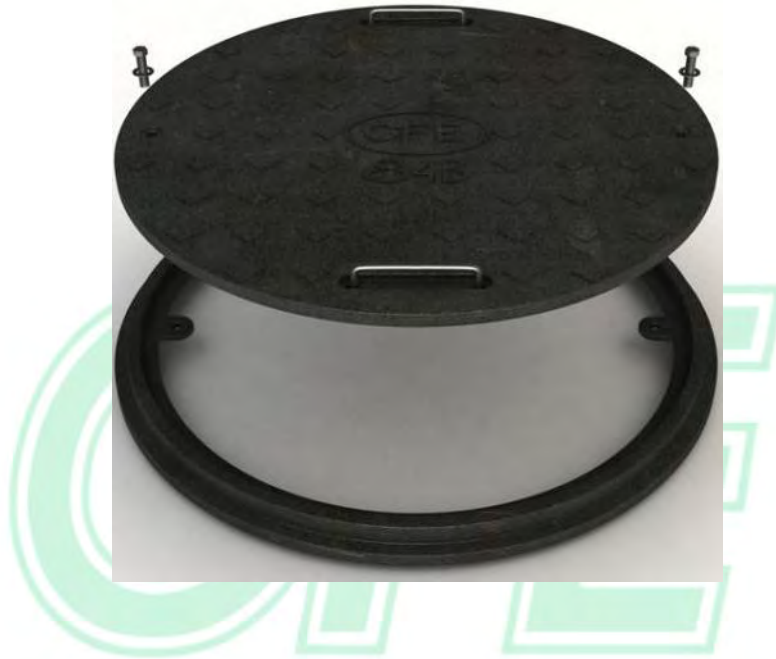


CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Murete con una sección para medidores y otra para caja de conexiones, fabricado en concreto hidráulico, con resistencia de $f' c=250 \text{ kg/cm}^2$. Armado en malla electro soldada con refuerzo de varilla con diámetro de 9.525 mm o fabricado en concreto polimérico con resistencia de $f'c=500 \text{ kg/cm}^2$.
ESPECIFICACIÓN	CFE EM-BT112 Especificación para Servicio Monofásico Tipo II con Carga hasta 5 kW en Baja Tensión, Red Subterránea.
USO Y APLICACIÓN	Murete de concreto para conexión de dos servicios en red monofásica trifilar.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y Eléctricas

4.1.3 Tapas

A) tapa y aro 84 B de hierro fundido para banqueta.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa circular de hierro fundido de diámetro 823mm con acabado antiderrapante. Aro de hierro fundido de diámetro exterior de 915mm interior 835mm.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-CFE Herrajes y Accesorios. CFE2DI00-04 Tapa y Aro 84B de Hierro Fundido para Banqueta.
USO Y APLICACIÓN	Acoplada al aro 84B cubre el acceso de los pozos de visita y registros de Media tensión ubicados en la banqueta.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

B) Tapa y marco 84 A de hierro fundido para arroyo



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa circular de hierro fundido de diámetro 823mm con acabado antiderrapante. Con dos asas de hierro redondo con marco de hierro fundido de forma cuadrada de 988mm por lado y con diámetro interior de 835mm deberá de tener nervaduras para lograr resistencia mecánica al tráfico pesado.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-CFE Herrajes y Accesorios. CFE 2DI00-37 Tapa y Marco 84A de hierro fundido para arroyo.
USO Y APLICACIÓN	El marco se instala en los registros y pozos de visita para recibir la tapa de 84 a hierro fundido que se ubican en el arroyo con intenso tráfico.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

D) Tapa y aro 84 B de material polimérico para banqueta



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL , FORMA Y ACABADO	Tapa circular de material polimérico de diámetro 823mm con acabado antiderrapante. Aro del mismo material del diámetro exterior 915mm e interior 835mm.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-CFE Herrajes y Accesorios. CFE 2DI00-39 Tapa y Aro 84B de material polimérico para Banqueta.
USO Y APLICACIÓN	Acoplada al aro 84B cubre el acceso de los pozos de visita y registros ubicados en la banqueta. Se usa en casos de alto índice de vandalismo y en área de alta contaminación.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

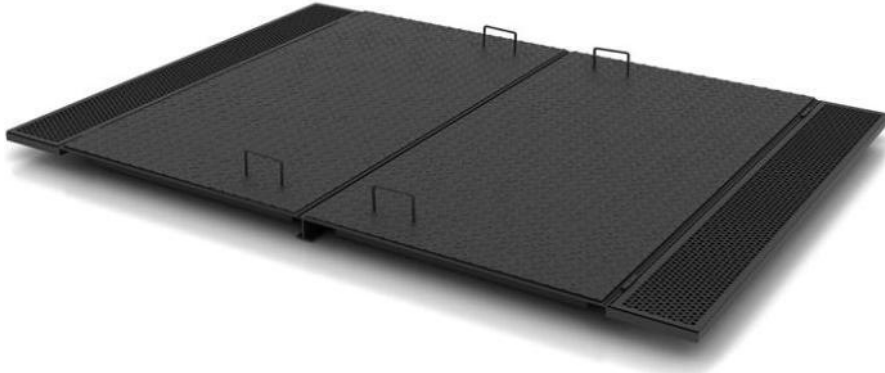
D) Tapa y marco 84 A de material polimérico para arroyo



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL , FORMA Y ACABADO	Tapa circular de material polimérico de diámetro 823mm con acabado antiderrapante con dos asas de fierro redondo con marco de material polimérico de forma cuadrada de 899mm por lado y con diámetro interior de 835mm. Deberá tener nervaduras para lograr resistencia mecánica al tráfico pesado.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-CFE Herrajes y Accesorios. CFE 2DI00-38 Tapa y Marco 84A de Material Polimérico para Arroyo.
USO Y APLICACIÓN	Acoplada al aro 84 A cubre el acceso de los pozos de visita y registros ubicados en la banqueta. Se usa en casos de alto índice de vandalismo y en área de alta contaminación.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

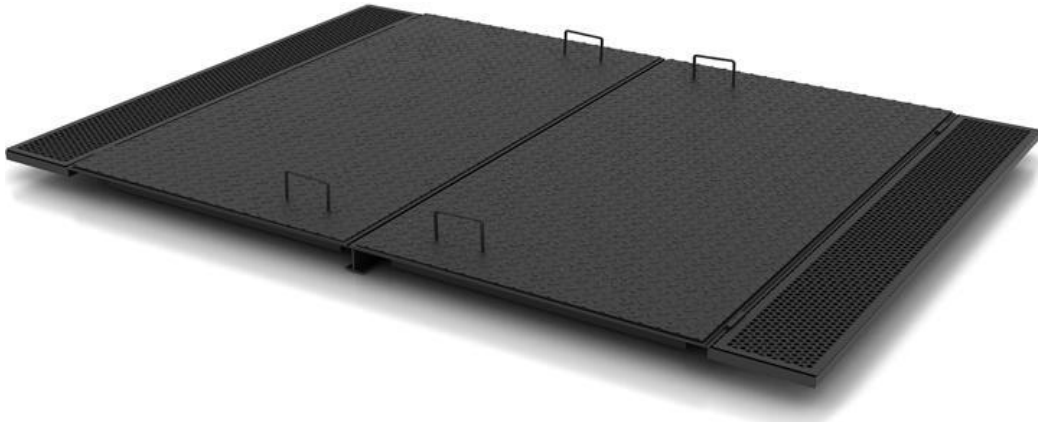
E) Tapa de lámina de acero antiderrapante para banqueta en bóveda para 300 kVA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL , FORMA Y ACABADO	Tapa de lámina de acero cal 4.76 mm (3/16") con acabado antiderrapante de 3.30 x 2.10 m, formada por dos hojas abatibles de 1.22 x 2.10 m y 2 rejillas de 0.425 x 2.10 m cubiertas con lámina perforada cal 18 (1.22 mm), con refuerzo sección "I" de 101.6 x 149.22 mm
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza para cubrir bóvedas de transformadores de 300 kVA en banqueta
PRUEBAS	Mecánicas.

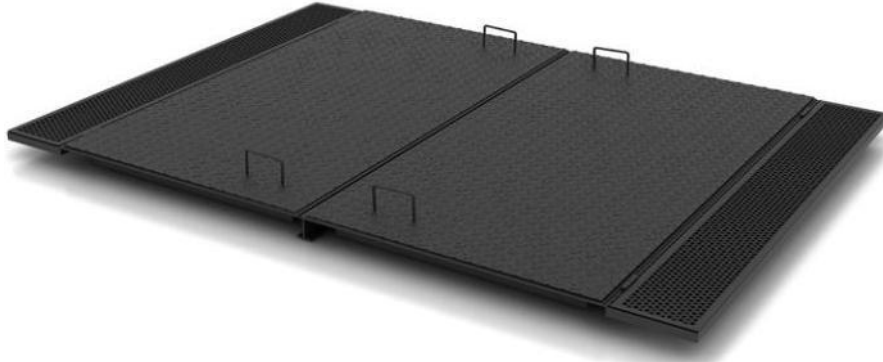
F) Tapa de lámina de acero antiderrapante para banqueteta en bóveda para 500 kVA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa de lámina de acero cal 4.76 mm (3/16") con acabado antiderrapante de 3.50 x 2.30 m, formada por dos hojas abatibles de 1.22 x 2.30 m y 2 rejillas de 0.525 x 2.30 m cubiertas con lámina perforada cal 18 (1.22 mm), con refuerzo sección "I" de 101.6 x 149.22 mm.
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza para cubrir bóvedas de transformadores de 500 kVA en banqueteta
PRUEBAS	Mecánicas.

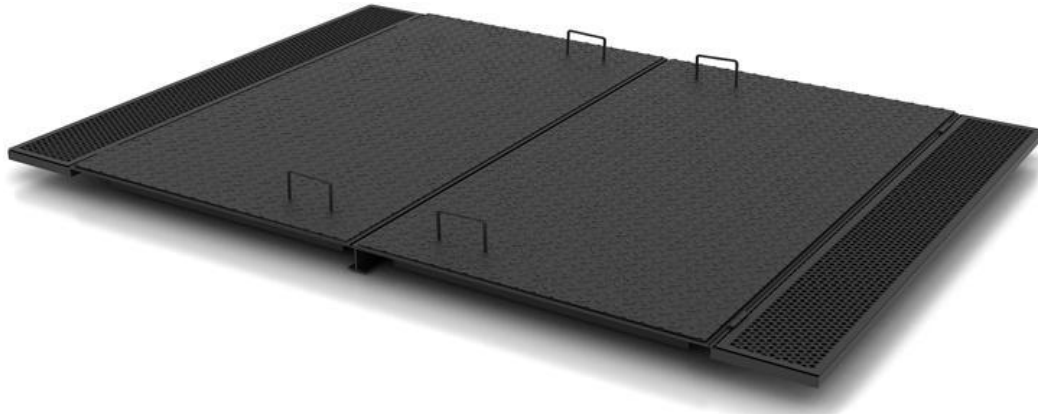
G) Tapa de lámina de acero antiderrapante para arroyo en bóveda para 300 kVA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa de lámina de acero cal 4.76 mm (3/16") con acabado antiderrapante de 3.30 x 2.10 m, formada por dos hojas abatibles de 1.22 x 2.10 m y 2 rejillas de 0.425 x 2.10 m cubiertas con lámina perforada cal 18 (1.22 mm), con refuerzo sección "I" de 101.6 x 149.22 mm.
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza para cubrir bóvedas de transformadores de 300 kVA en arroyo.
PRUEBAS	Mecánicas.

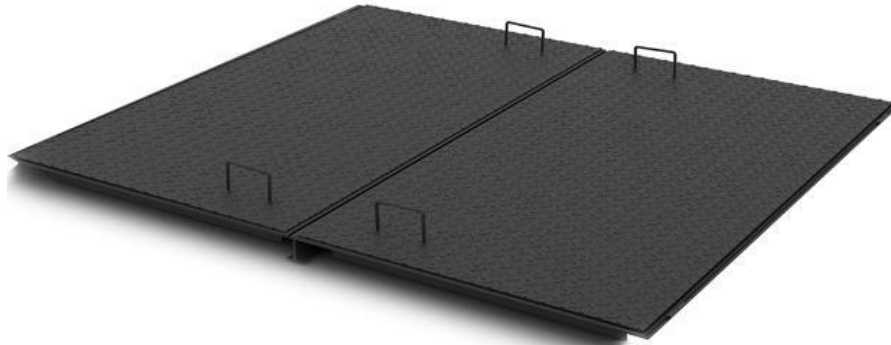
H) Tapa de lámina de acero antiderrapante para arroyo en bóveda para 500 kVA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa de lámina de acero cal 4.76 mm (3/16") con acabado antiderrapante de 3.50 x 2.30 m, formada por dos hojas abatibles de 1.22 x 2.30 m y 2 rejillas de 0.525 x 2.30 m cubiertas con lámina perforada cal 18 (1.22 mm), con refuerzo sección "I" de 101.6 x 149.22 mm.
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza para cubrir bóvedas de transformadores de 500 kVA en arroyo
PRUEBAS	Mecánicas.

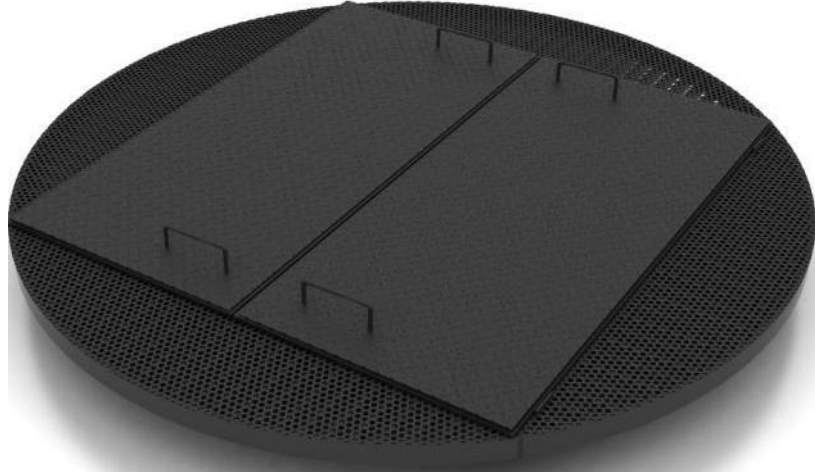
I) Tapa cuadrada de lámina de acero antiderrapante para registro en banqueta



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa de lámina de acero cal 4.76 mm (3/16") con acabado antiderrapante de 1.40 x 1.40 m, formada por dos hojas abatibles de 1.38 x 1.38 m, marco de ángulo de 3.17 x 0.47 mm (1 1/4" x 3/16"), contramarco de ángulo 3.81 x 0.47 mm (1 1/2" x 3/16") y refuerzo sección "T" de 3.17 x 0.47 mm (1 1/4" x 3/16").
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza para cubrir los registros de media tensión tipo 4 y pozos de visita tipo X, para alojar conectadores tipo múltiple derivadores y equipos seccionadores de bajo volumen.
PRUEBAS	Mecánicas.

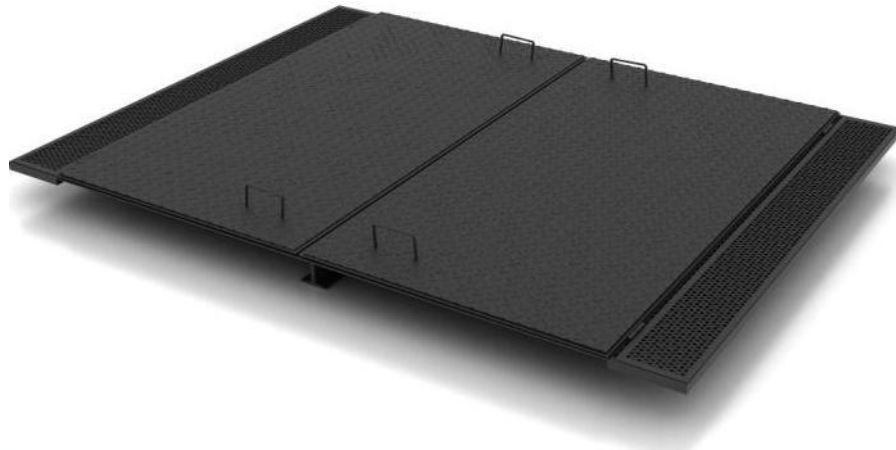
J) Tapa cuadrada de lámina de acero antiderrapante para bóveda cilíndrica



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa de lámina de acero con acabado antiderrapante de 3/16" para bóvedas cilíndricas, de 1 x 1 m con un bastidor de 3.17 x 0.47 mm (1 ¼" x 3/16").
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza para cubrir bóvedas cilíndricas para transformadores monofásicos hasta de 100 kVA para una tensión de 13 y 23 kV
PRUEBAS	Mecánicas.

K) Tapa de lámina de acero antiderrapante para banqueta en bóveda para transformadores hasta 225 kVA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa de lámina de acero cal 4.76 mm (3/16") con acabado antiderrapante de 2.40 x 1.80 m, formada por dos hojas abatibles de 0.995 x 1.80 m y 2 rejillas de 0.20 x 1.80 m cubiertas con lámina perforada cal 18 (1,22 mm), con refuerzo sección "I" de 101.6 x 149.22 mm
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza para cubrir bóvedas para transformadores trifásicos hasta 225 kVA en banqueta
PRUEBAS	Mecánicas.

4.1.4 Bases

- A) Base para transformador monofásico y registro rmtb3 en banqueta
- B) Base para transformador trifásico y registro rmtb4 en banqueta
- C) Base para seccionador y registros en banqueta 200/200 y 600/200
- D) Base para transformador monofásico con registro reducido tipo 5 en banqueta
- E) Base para transformador trifásico con registro reducido tipo 6 en banqueta

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
A.1		BASE P/TRANSF 1F Y REG MT EN BANQ 3	CFE-BTMRMTB3
B.1		BASE P/TRANSF 3F Y REG MT EN BANQ 4	CFE-BTTRMTB4
C.1		BASE P/SECC Y REG MT EN BANQ	CFE-BSRMTB
D.1	538216	BASE P/TRANSF 1F Y REG REDUCIDO 5	CFE-BTMRR5
E.1	12007	BASE P/TRANSF 3F Y REG REDUCIDO 6	CFE-BTTRR6

4.1.5 Consideraciones de obra civil

A) Pendientes en bancos de ductos



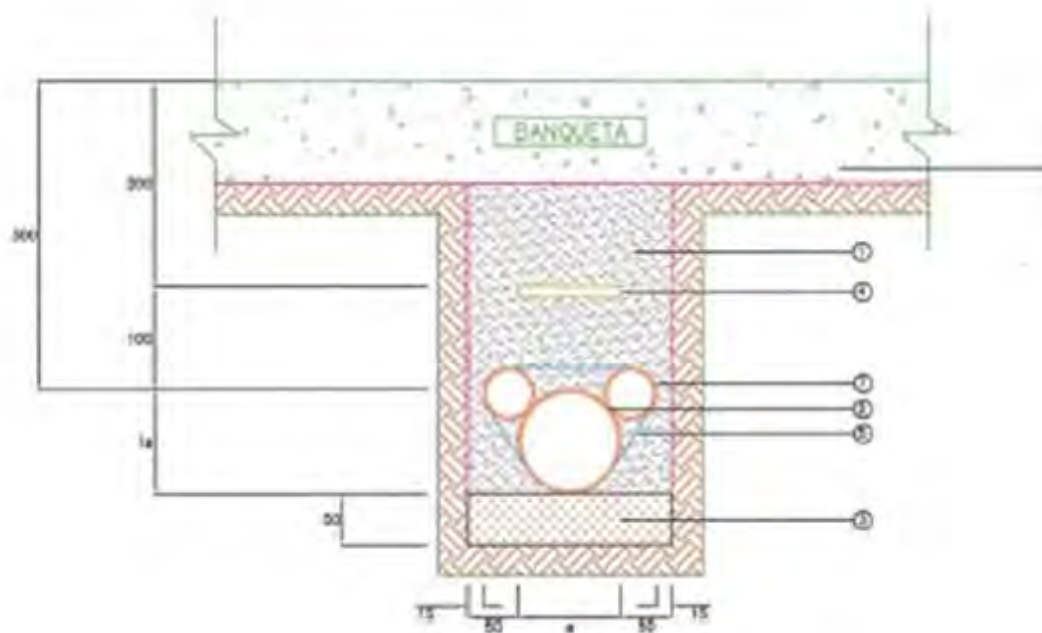
B) Muretes de protección antichoque



C) Cinta señalizadora de advertencia



BANCO DE DUCTOS DE PISO 0-RADC PARA BAJA TENSION, BLOO BANQUETA



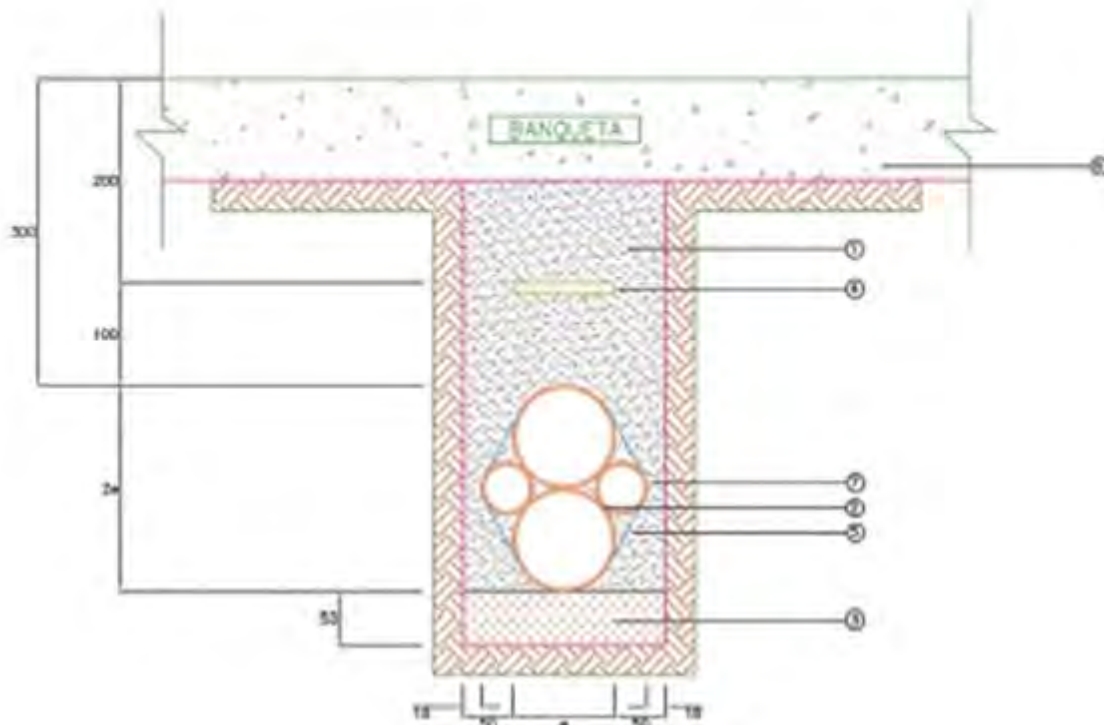
Anotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTenga BOLEO MAYOR A $\frac{1}{4}$.
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA "NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSION

BANCO DE DUCTOS DE PAV O PASE PARA BAJA TENSION BAJO BANQUETA



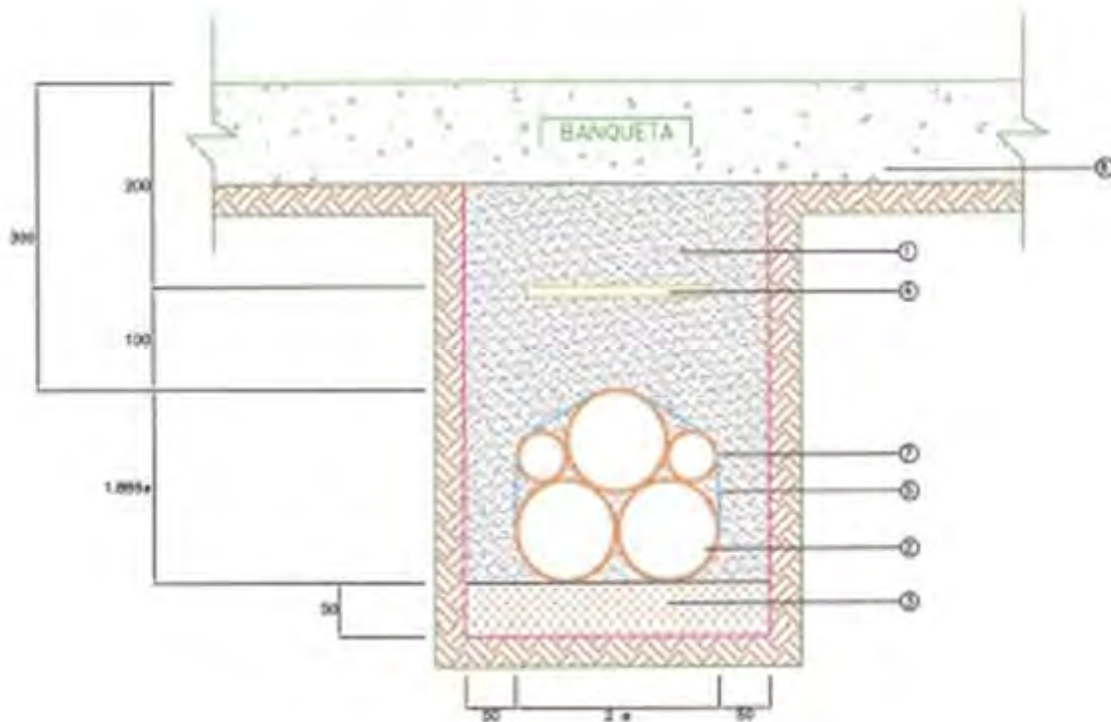
Anotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 39.1, 76 Ó 101 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1%.
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 39.1 o 50.8 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSION

BANCO DE DUCTOS DE PISO COMPACTADO PARA BAJA TENSION BAJO BANQUETA



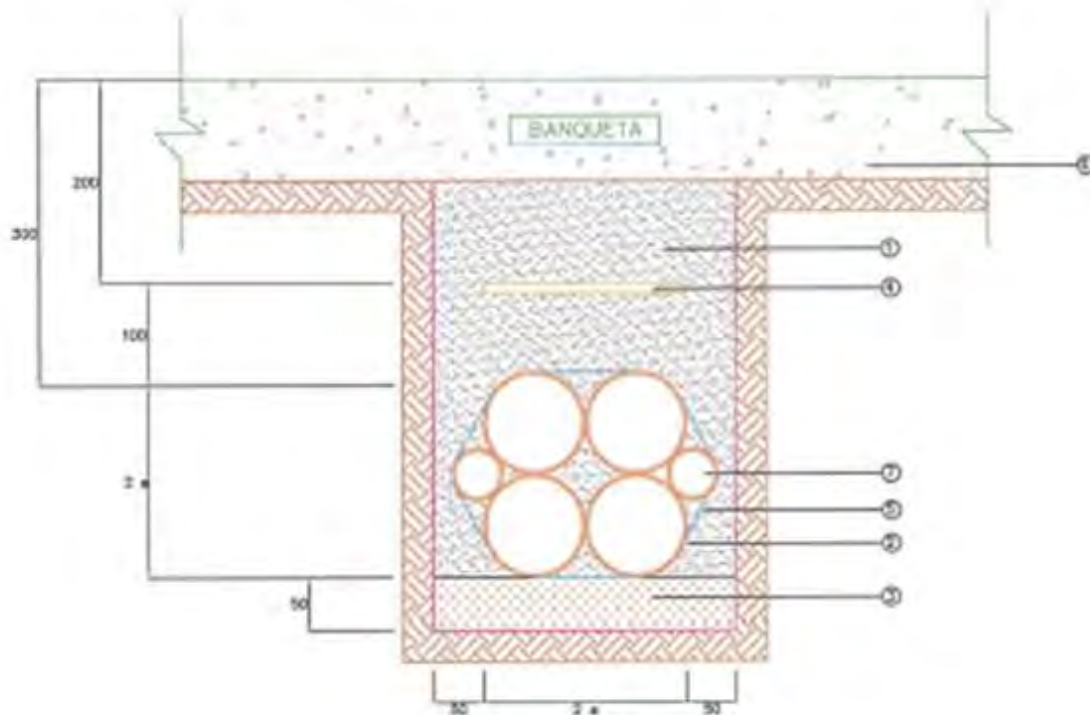
Acolaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1/2".
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA "NO EXCAVE LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSION

BANCO DE DUCTOS DE PUEBLO PARA BAJA TENSION BAJO BANQUETA



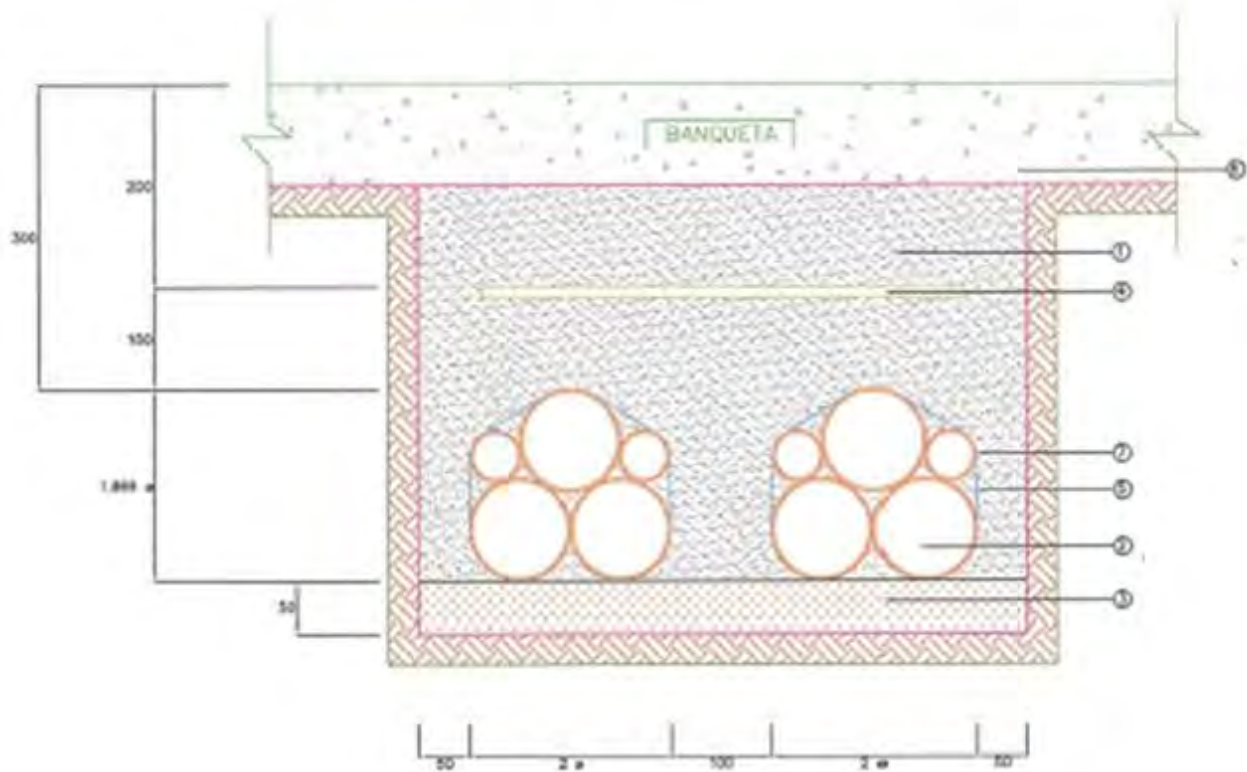
Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN. EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTenga BOLEO MAYOR A 1".
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA "NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO. PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSION

BANCO DE DUCTOS DE PISO DE PAVO PARA BAJA TENSION BAJO BANQUETA.



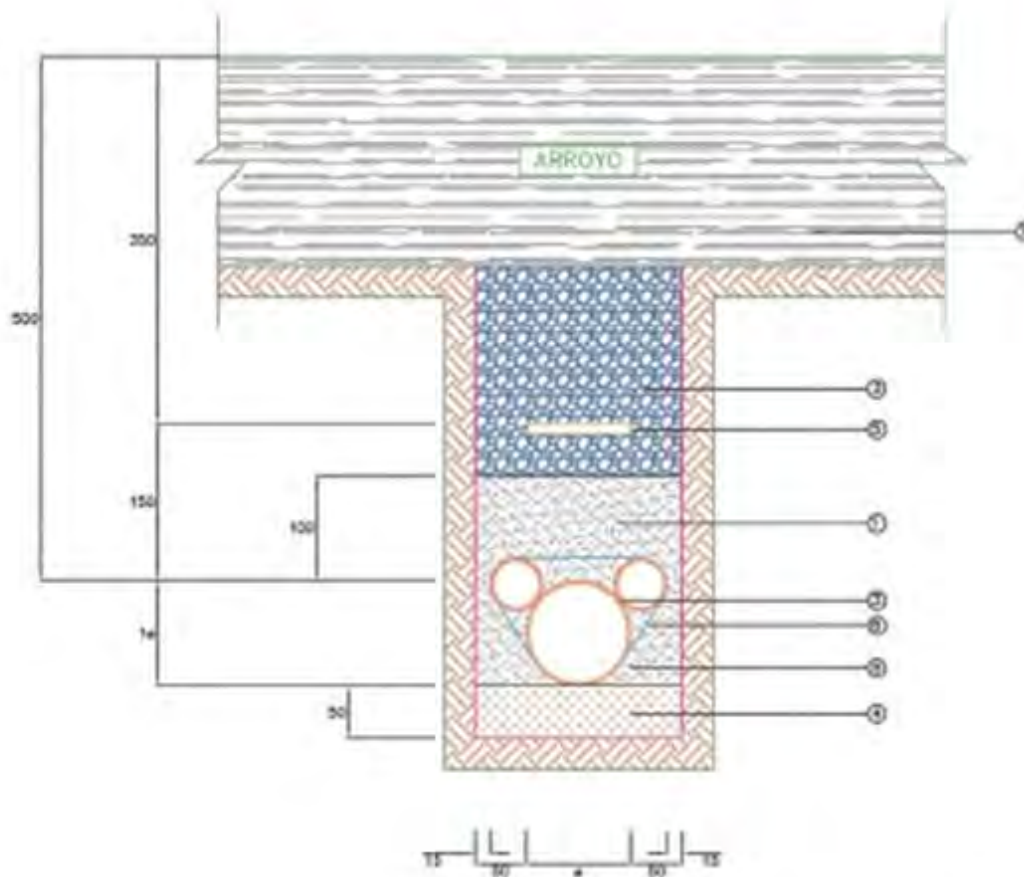
Acolaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTenga BOLEO MAYOR A 10".
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLÁSTICO CON HEBILLA METÁLICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJÁNDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACIÓN.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSION

BANCO DE DUCTOS DE PISO O TIPO CARRERA BAJA TENSION BAJO ARROYO



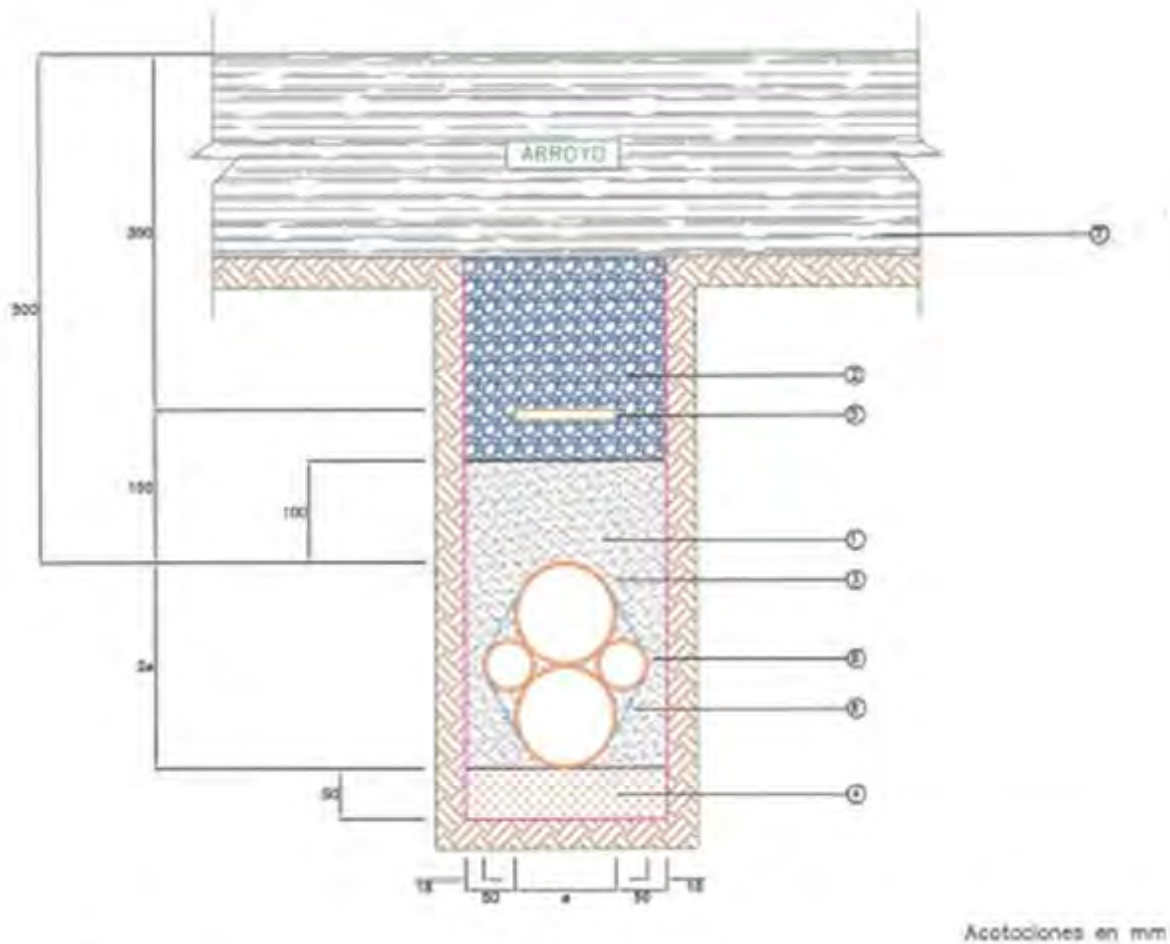
Anotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A ¼".
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSION

MANEJO DE DUCTOS ENTERRADO Y REGISTRO PARA LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN (BAJO TENSION)

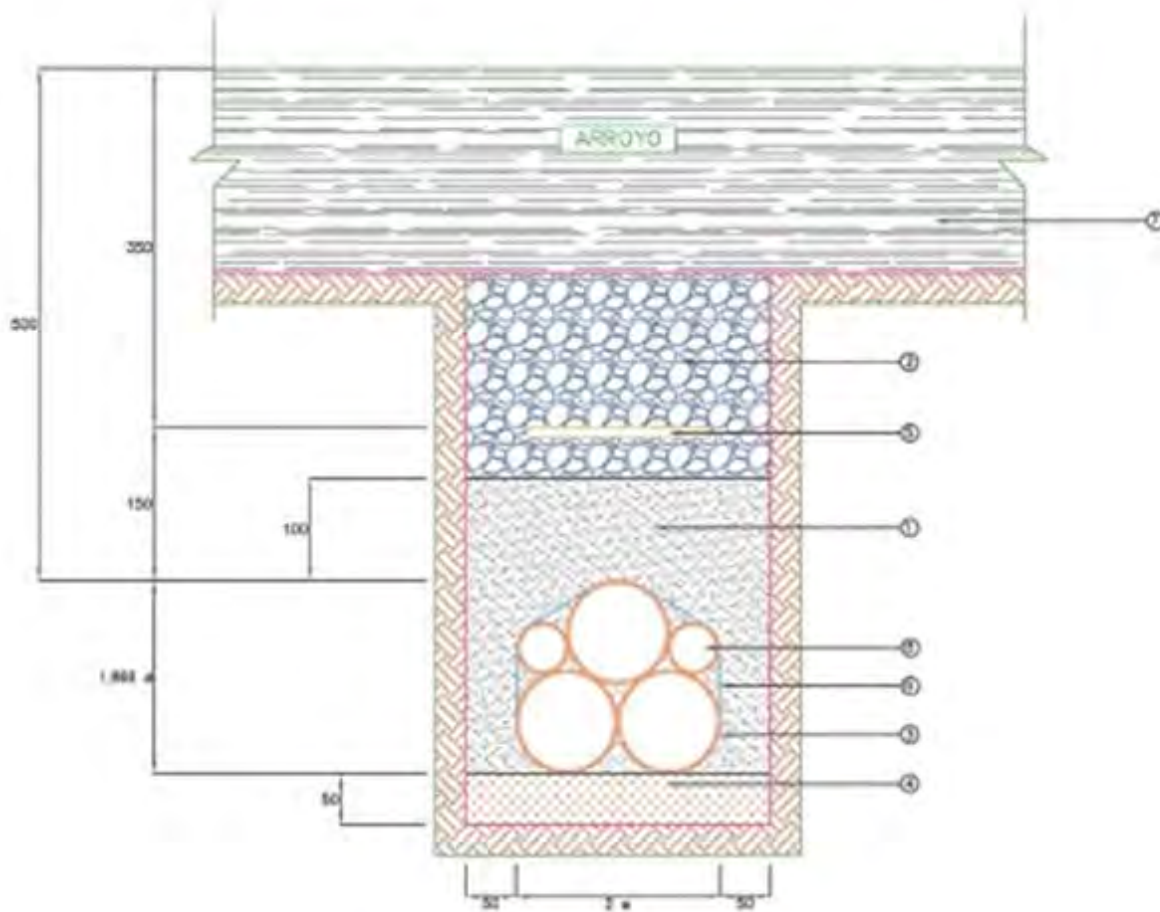


NOTAS.

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A N°.
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALUCA COLOCADO A CADA 3 m DEL BLANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSION

BANCO DE DUCTOS DE PVD O PADC PARA BAJA TENSIÓN BAJO ARROYO



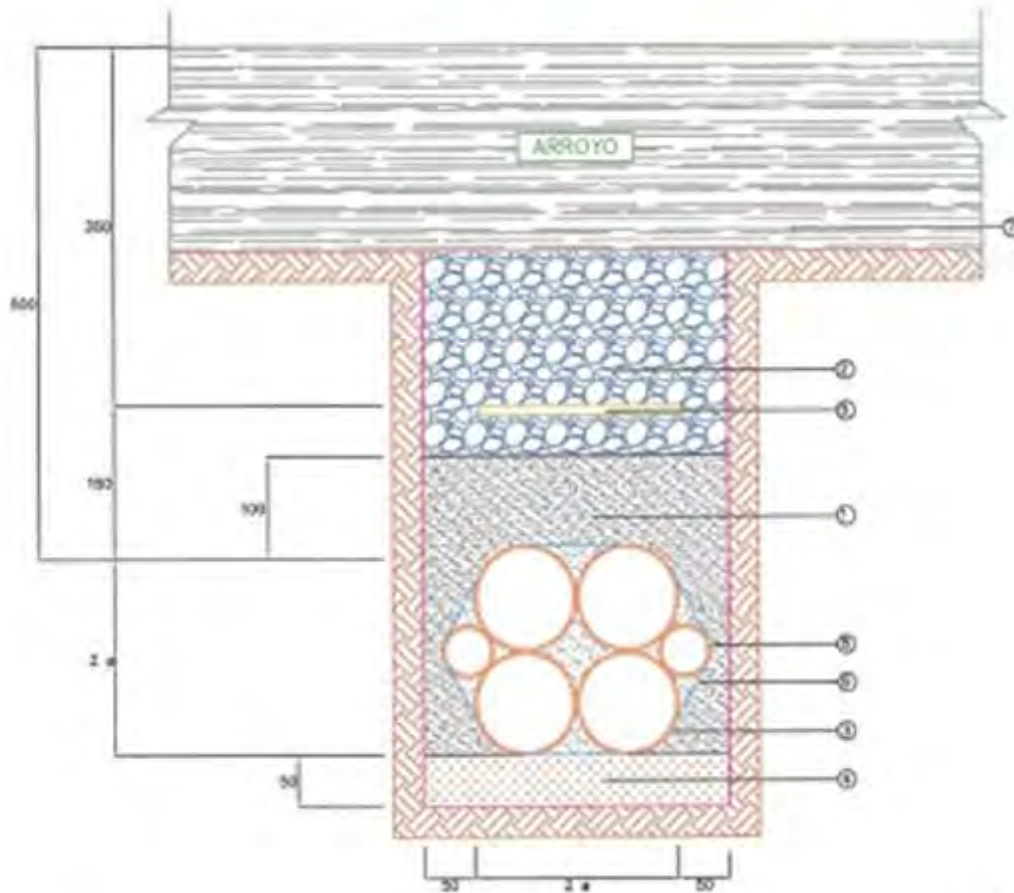
NOTAS:

Acolaciones en mm

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MÍNIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50,8, 76 ó 101 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLED MAYOR A 1/4".
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38,1 ó 50,8 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSION

MARCO DE DUCTOS DE PAB O PASC PARA BAJA TENSIÓN BAJO ARROYO



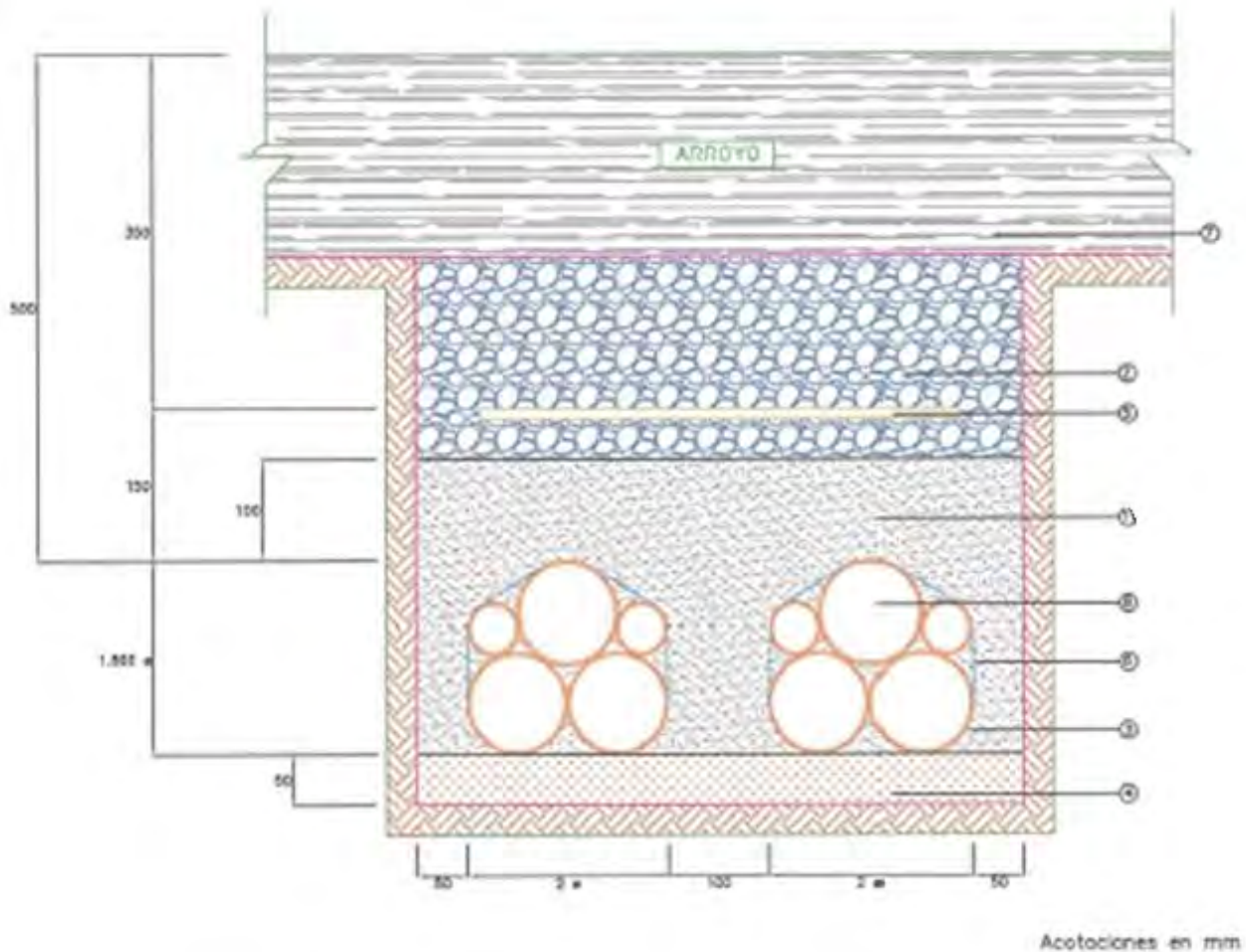
Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 75 Ó 101 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEDO MAYOR A 1".
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSION

BANCO DE DUCTOS DE PAO. O PAOC PARA BAJA TENSIÓN BAJO AERÓFOTO

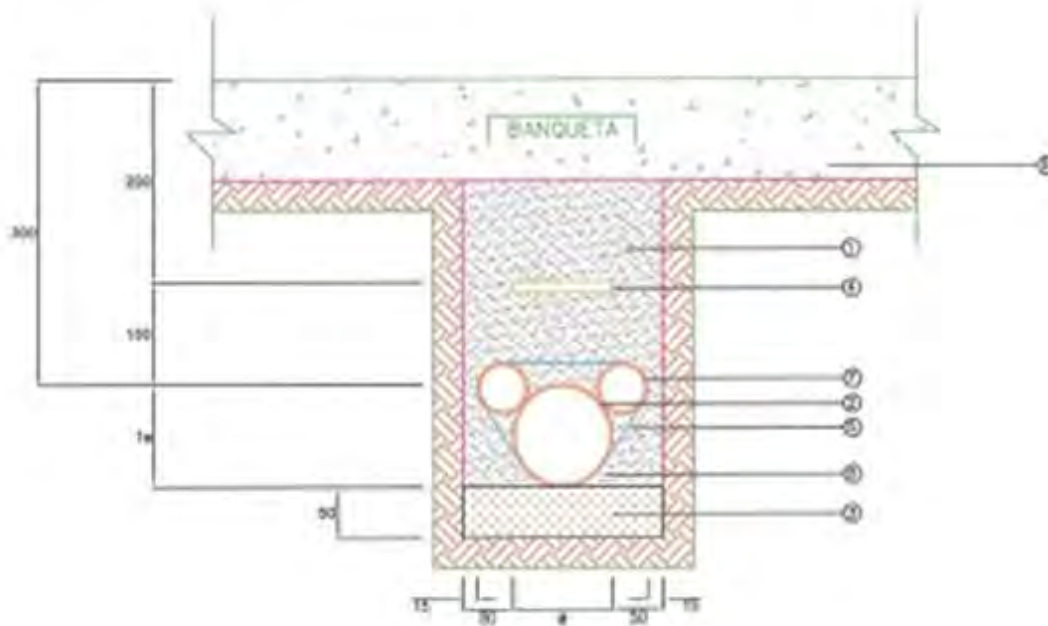


NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MÍNIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BLEDOS MAYOR A N°.
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSIÓN".
- 6.- FLEJE PLÁSTICO CON HEBILLA METÁLICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJÁNDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACIÓN.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSIÓN

BANCO DE DUCTOS DE (PVC) Ø 76.2C PARA MEDIA TENSIÓN BAJO BANQUETA



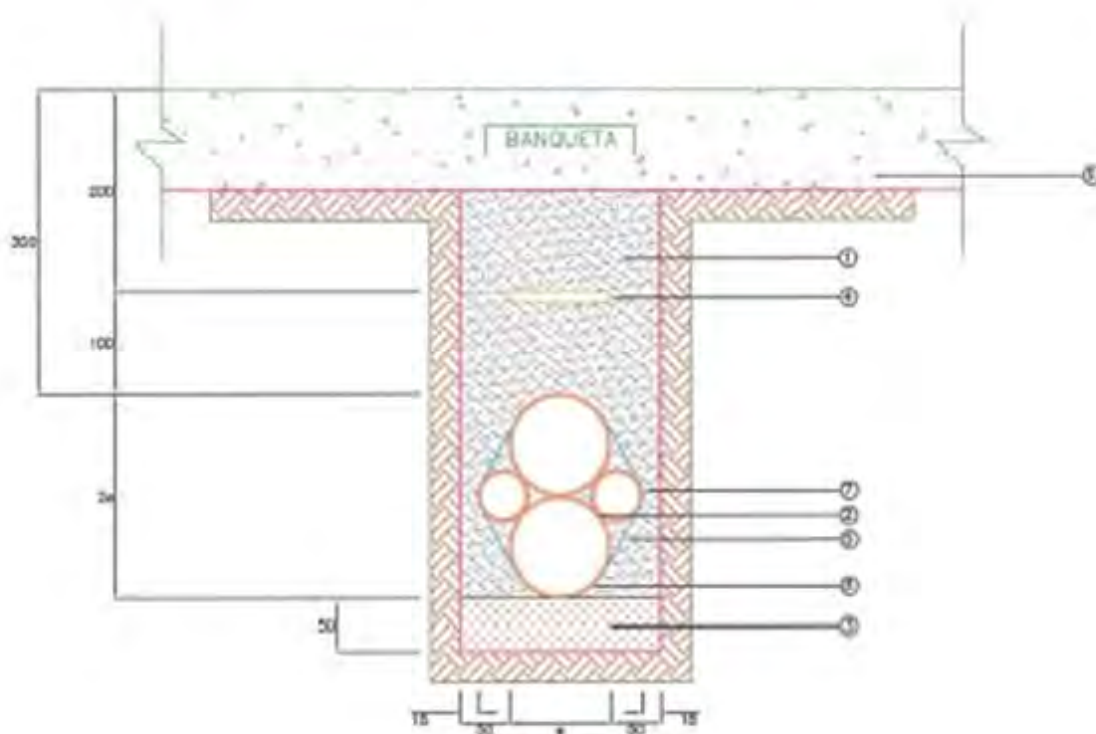
Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó AREÑA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1".
- 4.- ONTA SERIALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTROS Y FOSOS DE VISTA EN MEDIA TENSION.

BANCO DE DUCTOS DE PISO DE ALTA TENSION PARA MEDIA TENSION BAJO BANQUETA



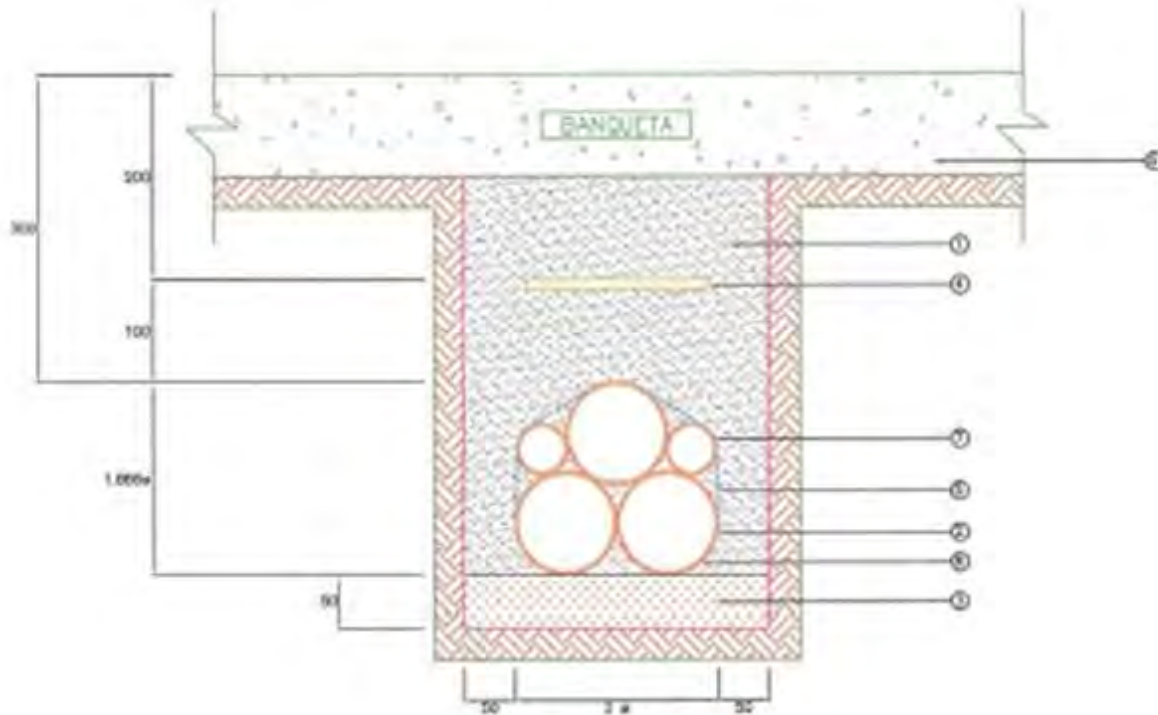
Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A $\frac{1}{4}$.
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 8.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS DE COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELS INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

REGISTRO A UTILIZAR TIPO RMT3, RMT4 Y POZOS DE VISITA.

BANCO DE DUCTOS DE PISO O PARED PARA MEDIA TENSION BZAJ BANQUETA

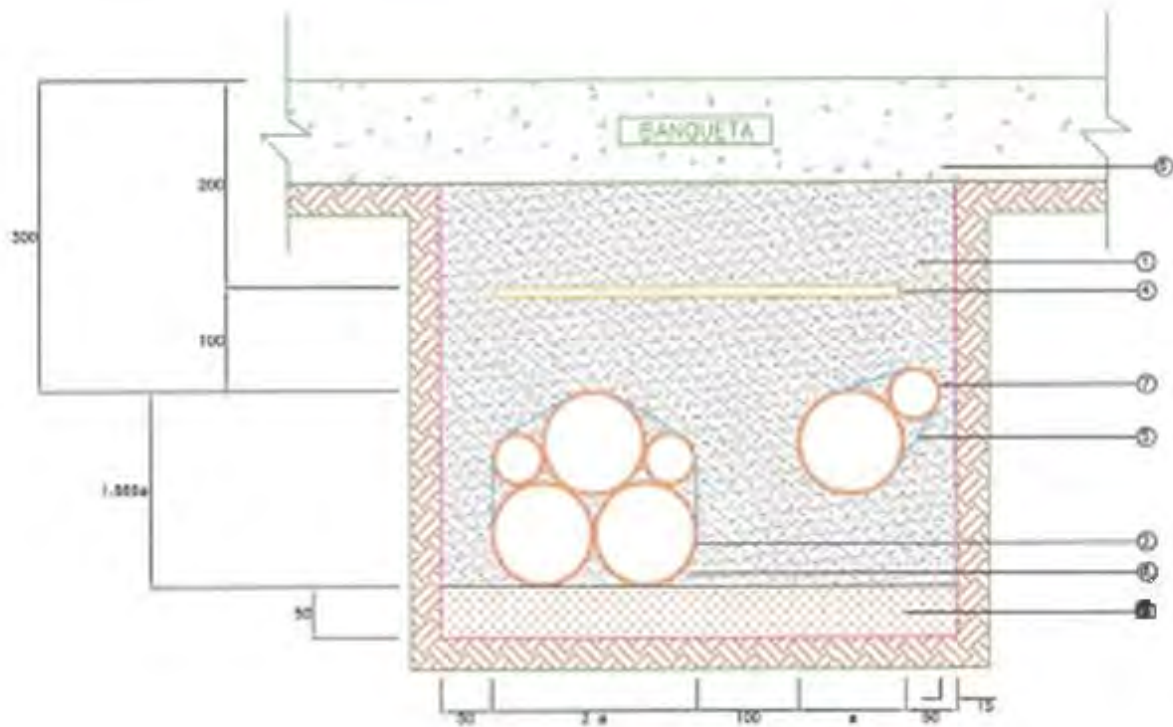


NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLED MAYOR A ¼".
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES, EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 8.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISTA EN MEDIA TENSION.

BANCO DE DUCTOS DE PAO Ó PAJO PARA MEDIA TENSION BAJO BANQUETA



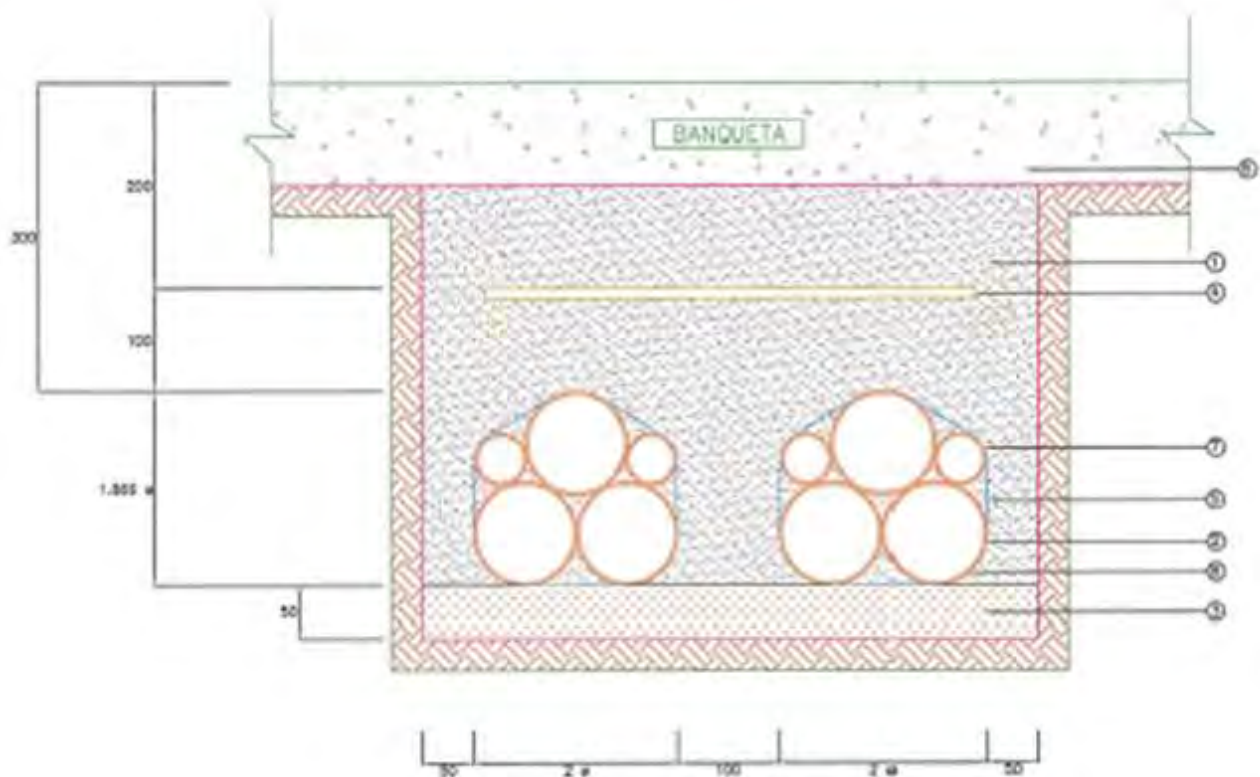
Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1".
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 8.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISTA EN MEDIA TENSION.

BANCO DE DUCTOS DE FAS O FASE PARA MEDIA TENSION BAJO BANQUETA



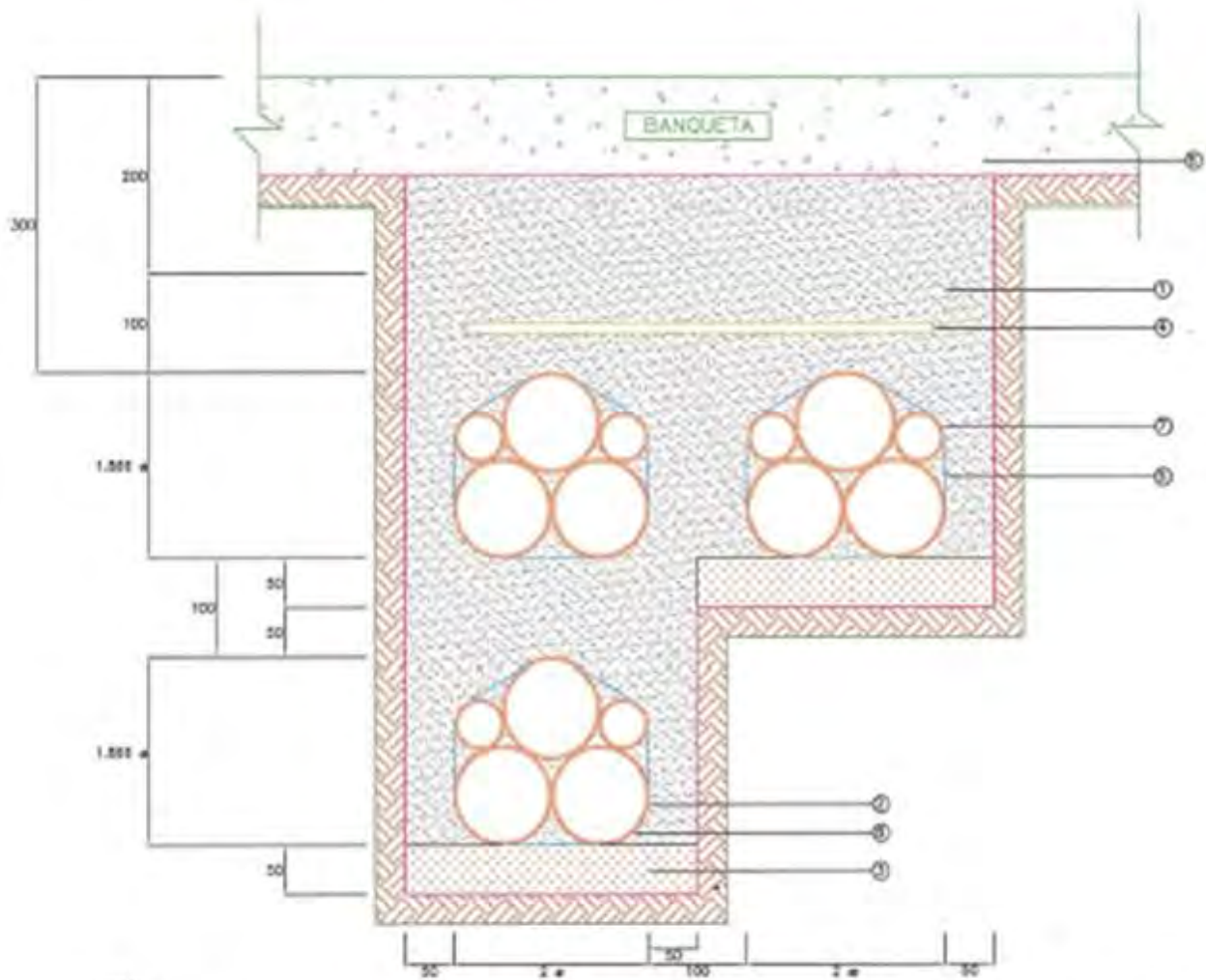
Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 ó 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 30.
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 8.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISTA EN MEDIA TENSION.

BANCO DE DUCTOS DE BAJA O MEDIA TENSION BAJO BANQUETA



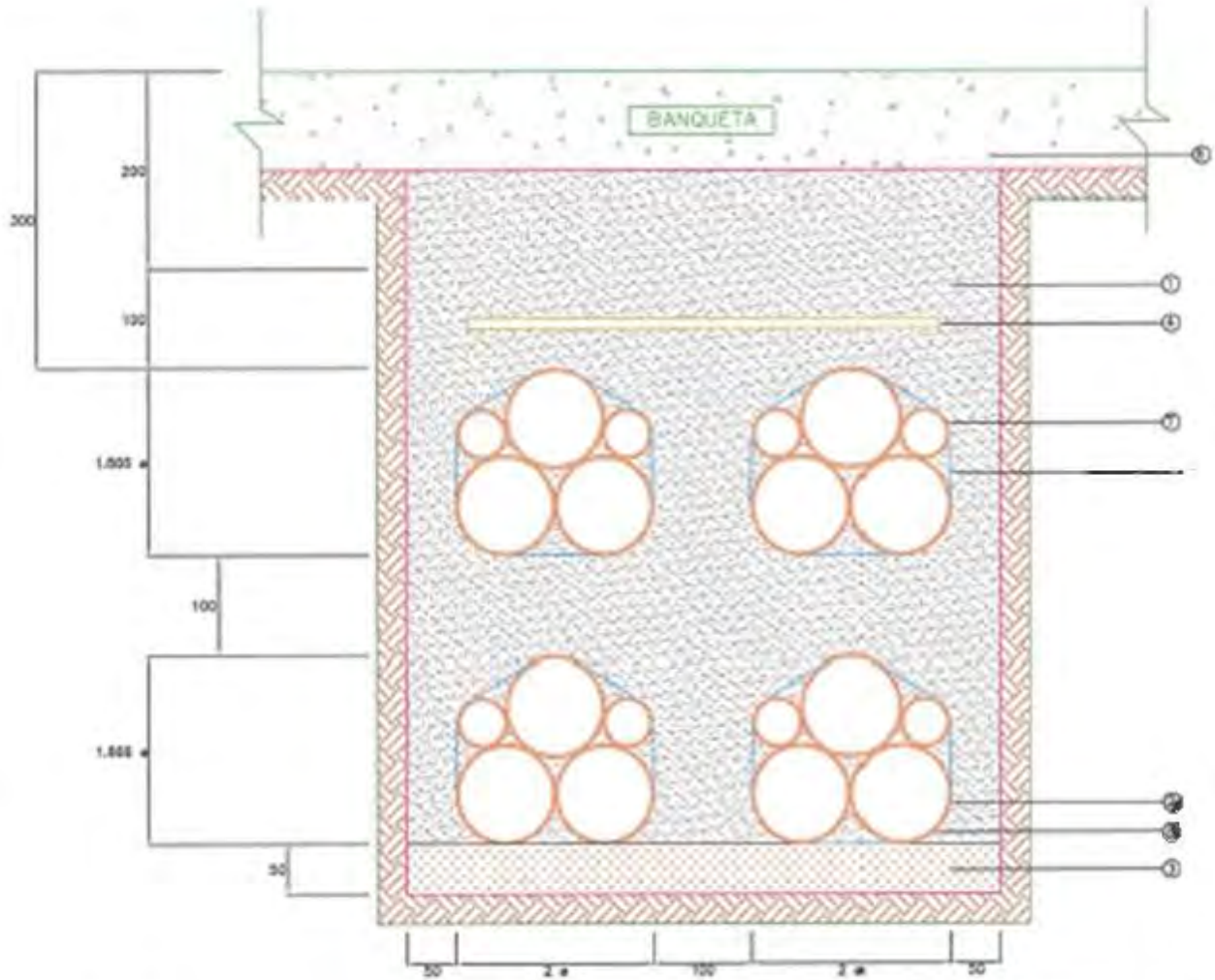
NOTAS:

Anotaciones en mm

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 ó 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS RÓCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1/4".
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 8.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.
- 9.- SE RECOMIENDA QUE PRIMERAMENTE SE EXCAVE HASTA EL NIVEL DONDE SE ALOJAN LOS DOS CIRCUITOS HORIZONTALES CON EL ANCHO DE EXCAVACION REQUERIDO Y POSTERIORMENTE SE CONTINUE CON LA EXCAVACION DEL CIRCUITO TRES UBICADO EN EL NIVEL INFERIOR.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISITA EN MEDIA TENSION.

BANCO DE DUCTOS DE PAD O PADO PARA MEDIA TENSIÓN BAJO BANQUETA



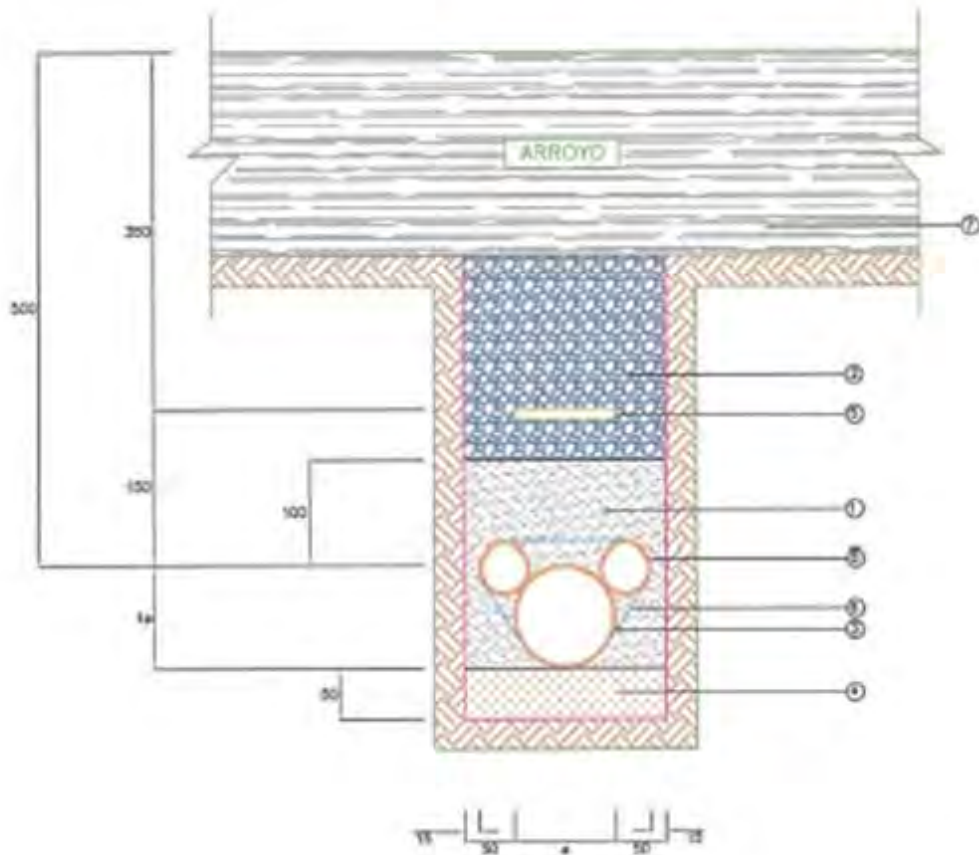
NOTAS:

Acotaciones en mm

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN. EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1/2".
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSIÓN".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJÁNDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 8.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSIÓN, LA MEDIA TENSIÓN SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISITA EN MEDIA TENSIÓN.

DIBUJO DE UN VUELO DE PAÍS O PAIS PARA SER USADO EN REGISTROS Y POZOS DE VISIÓN



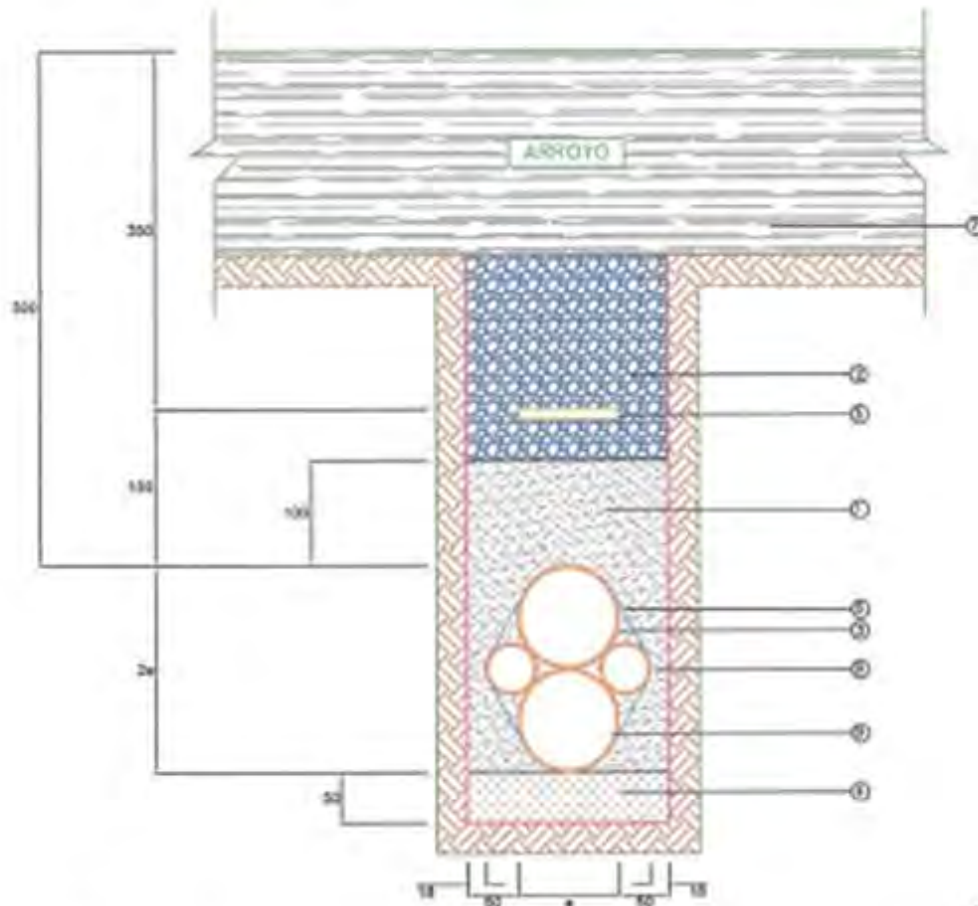
Anotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN. EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEDO MAYOR A Nº.
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISIÓN EN MEDIA TENSION.

BANCO DE DUCTOS DE ALTA Y BAJA TENSIÓN EN MEDIA TENSION (BAE) MEDIO



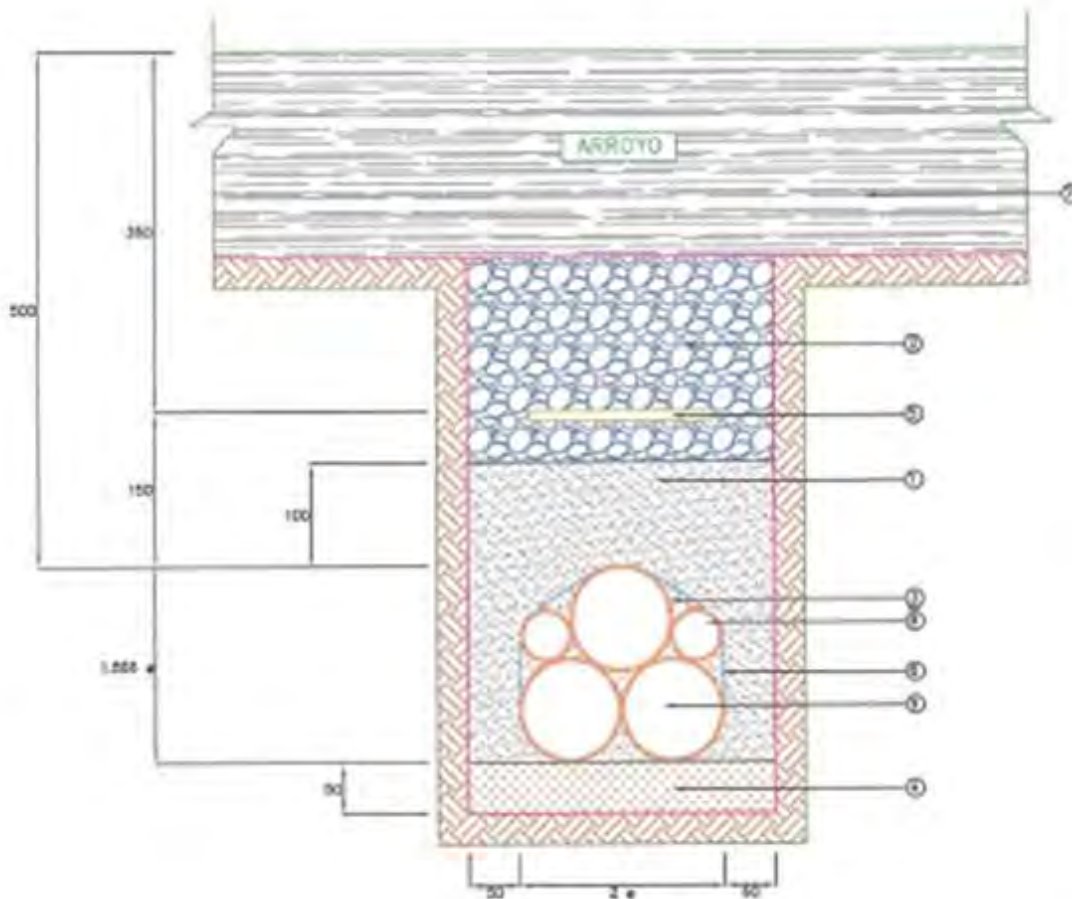
Anotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR), EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1/2".
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJÁNDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE Ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR AGUERO PARA SU UTILIZACION.
- 9.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISTA EN MEDIA TENSION.

BANCO DE DUCTOS DE PISO DIFERENTE PARA MEDIA TENSIÓN BAJO MEDIO



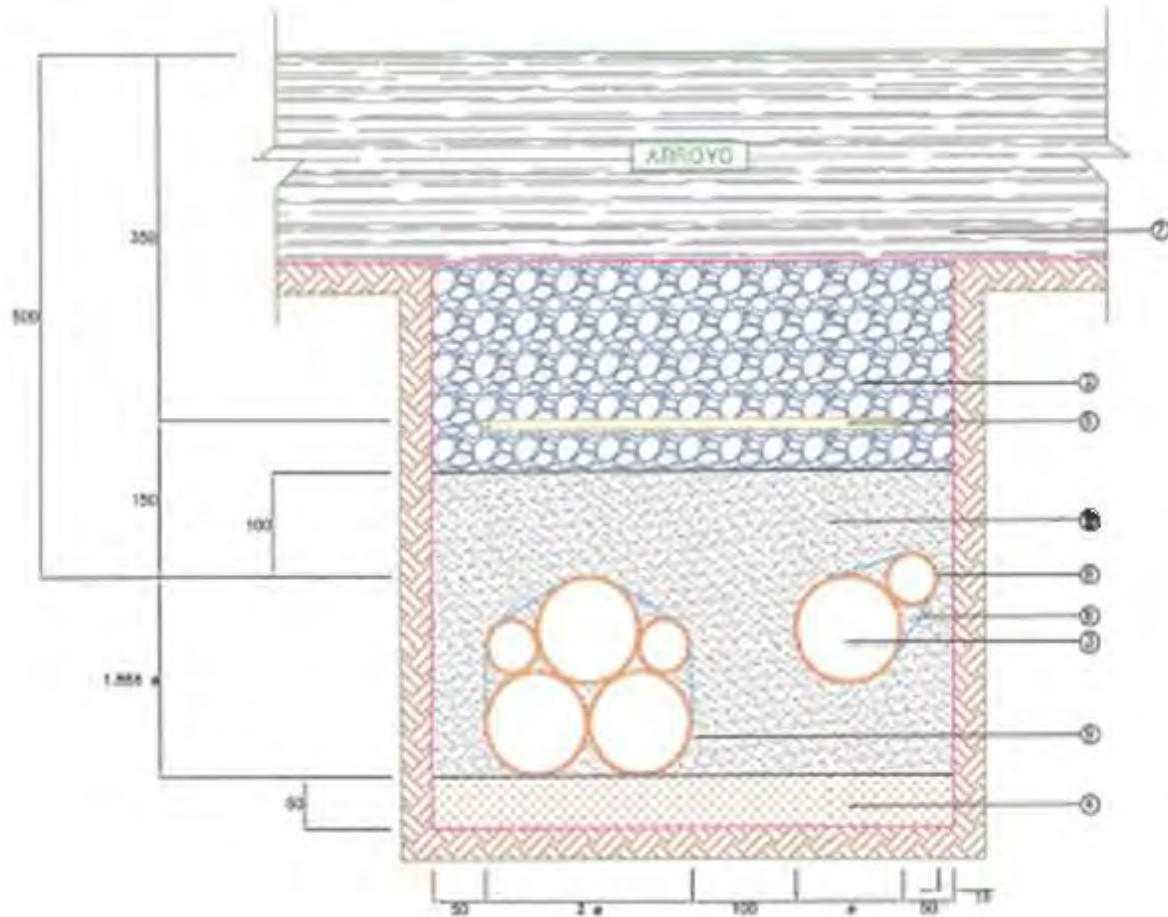
Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MÍNIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50,8, 76 ó 101 mm DE ø DE COLOR ROJO ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MÍNIMO, PROCTOR), EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRÁ ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARÁ UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 10.
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSIÓN".
- 6.- FLEJE PLÁSTICO CON HEBILLA METÁLICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJÁNDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38,1 ó 50,8 mm DE ø DE COLOR ROJO ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACIÓN.
- 9.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSIÓN, LA MEDIA TENSIÓN SE UBICARÁ EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERÁN INDEPENDIENTES.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISITA EN MEDIA TENSIÓN.

GRANCO DE DUCTOS DE TAC O PADC PARA MEDIA TENSION BAJO ARROYO



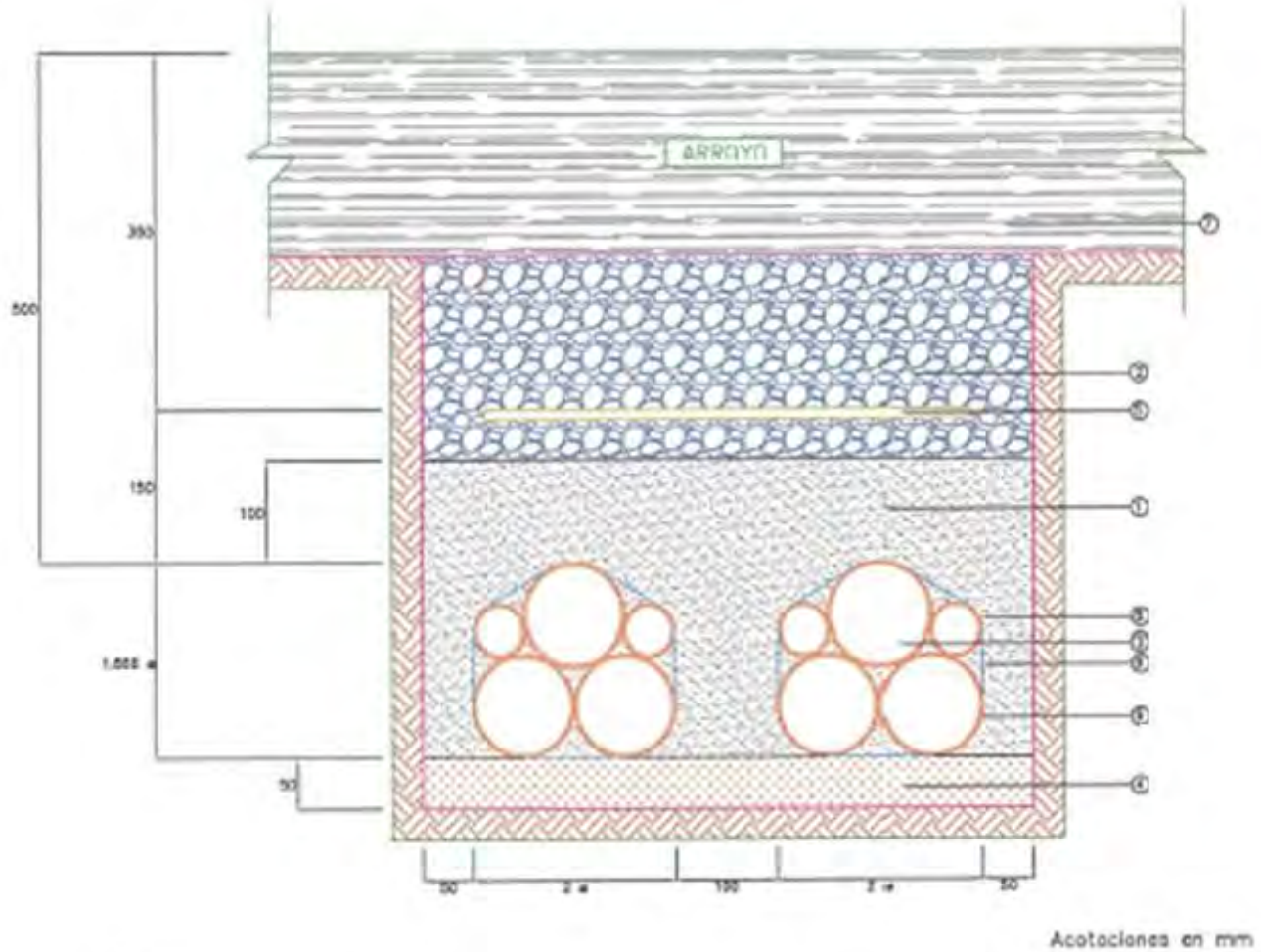
Acotaciones en mm.

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 O 101 mm DE ϕ DE COLOR ROJO O ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA O ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1".
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLÓCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJÁNDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICIÓN DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE ϕ DE COLOR ROJO O ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 9.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISITA EN MEDIA TENSION.

BANCO DE DUCTOS DE PAÍS O PAÍS PARA MEDIA TENSIÓN BAJE ARRIBO:

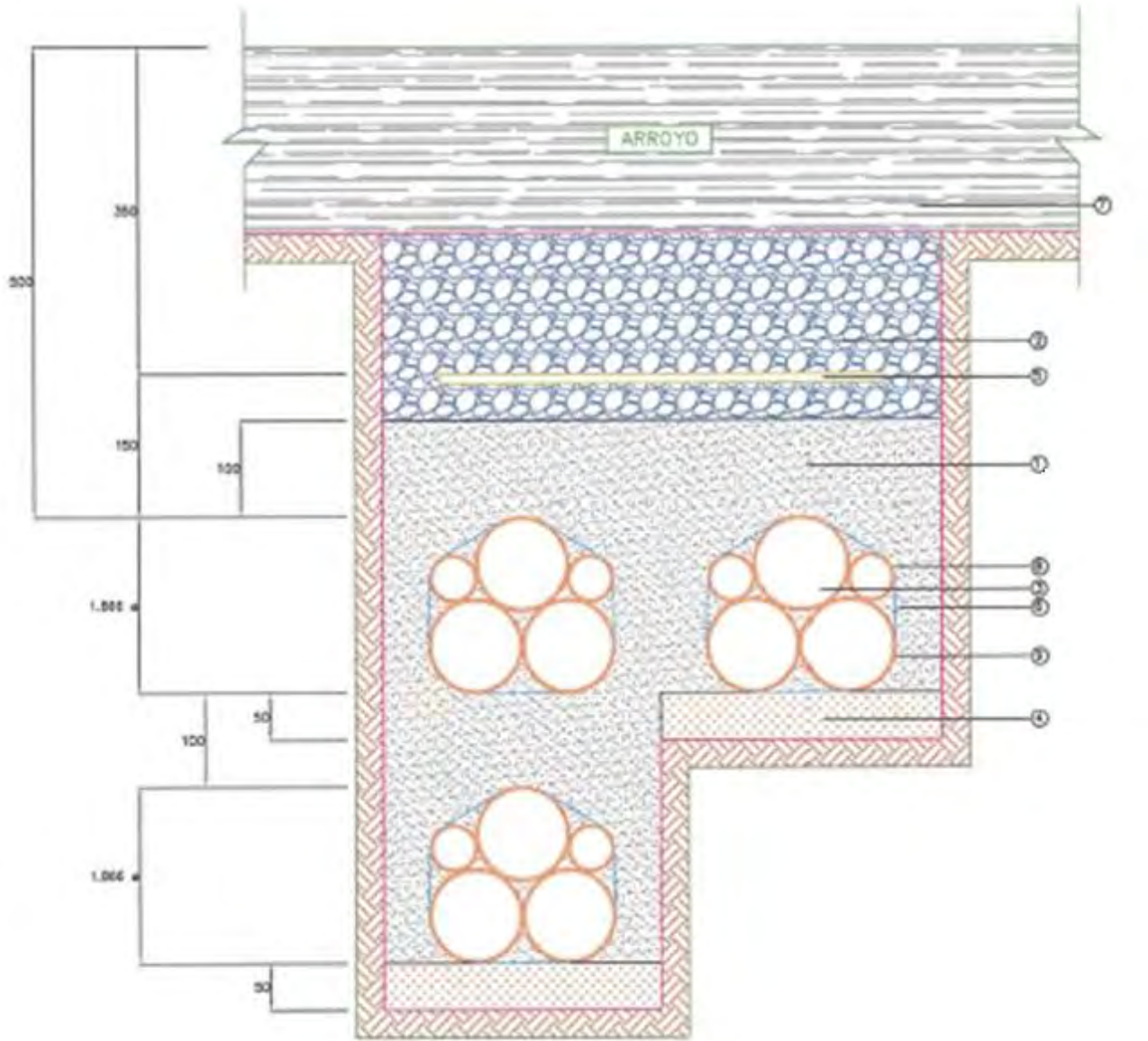


NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 ó 101 mm DE ø DE COLOR ROJO ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1".
- 5.- CINTA SERIALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSIÓN".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE ø DE COLOR ROJO ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 9.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSIÓN, LA MEDIA TENSIÓN SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS, LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISTA EN MEDIA TENSIÓN

BANCO DE DUCTOS DE PAÓ O PAQC PARA MEDIA TENSIÓN BAJO ARROYO



Acotaciones en mm

BANCO DE DUCTOS DE PAD O PADC PARA MEDIA TENSIÓN BAJO ARROYO

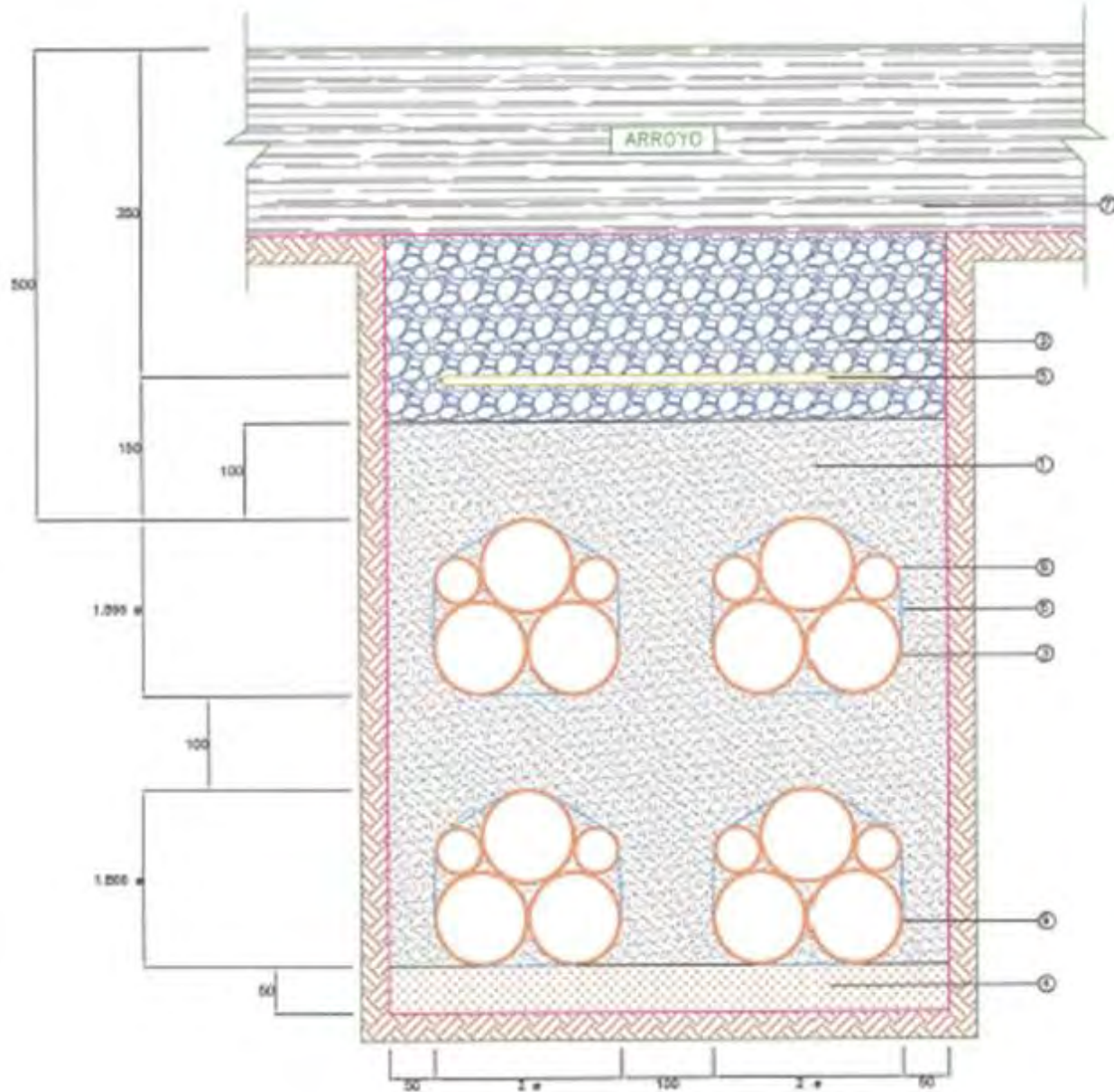
NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 4.- FISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A ¼".
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 9.-EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSIÓN, LA MEDIA TENSIÓN SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.
- 10.- SE RECOMIENDA QUE PRIMERAMENTE SE EXCAVE HASTA EL NIVEL DONDE SE ALOJAN LOS DOS CIRCUITOS HORIZONTALES CON EL ANCHO DE EXCAVACIÓN REQUERIDO Y POSTERIORMENTE SE CONTINUE CON LA EXCAVACIÓN DEL CIRCUITO TRES UBICADO EN EL NIVEL INFERIOR.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISITA EN MEDIA TENSION.



BANCO DE DUCTOS DE FIBRA PARA MEDIA TENSIÓN BAJO ARROYO



Acotaciones en mm

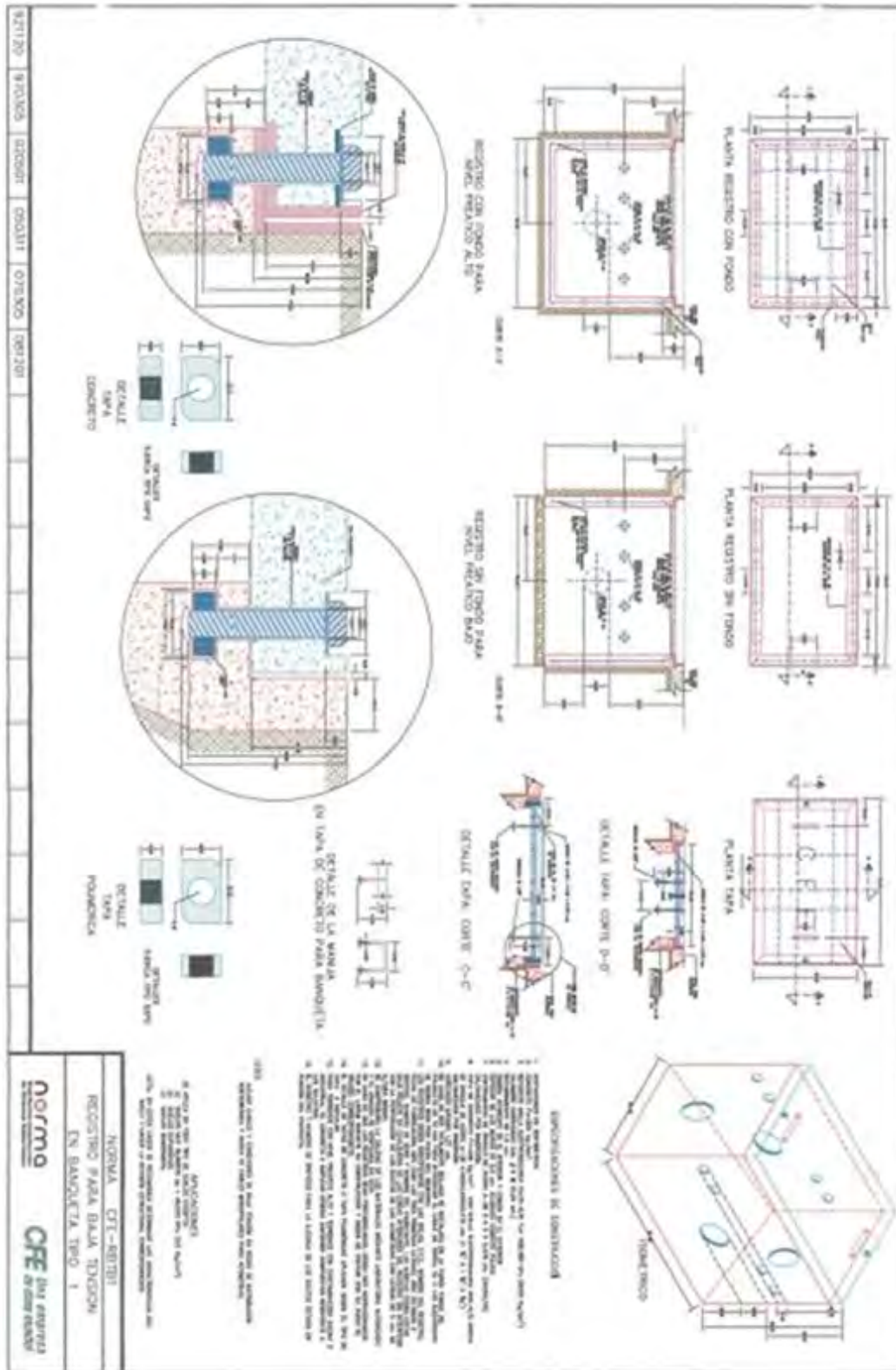
BANCO DE DUCTOS DE PAD PARA MEDIA TENSION BAJO ARROYO

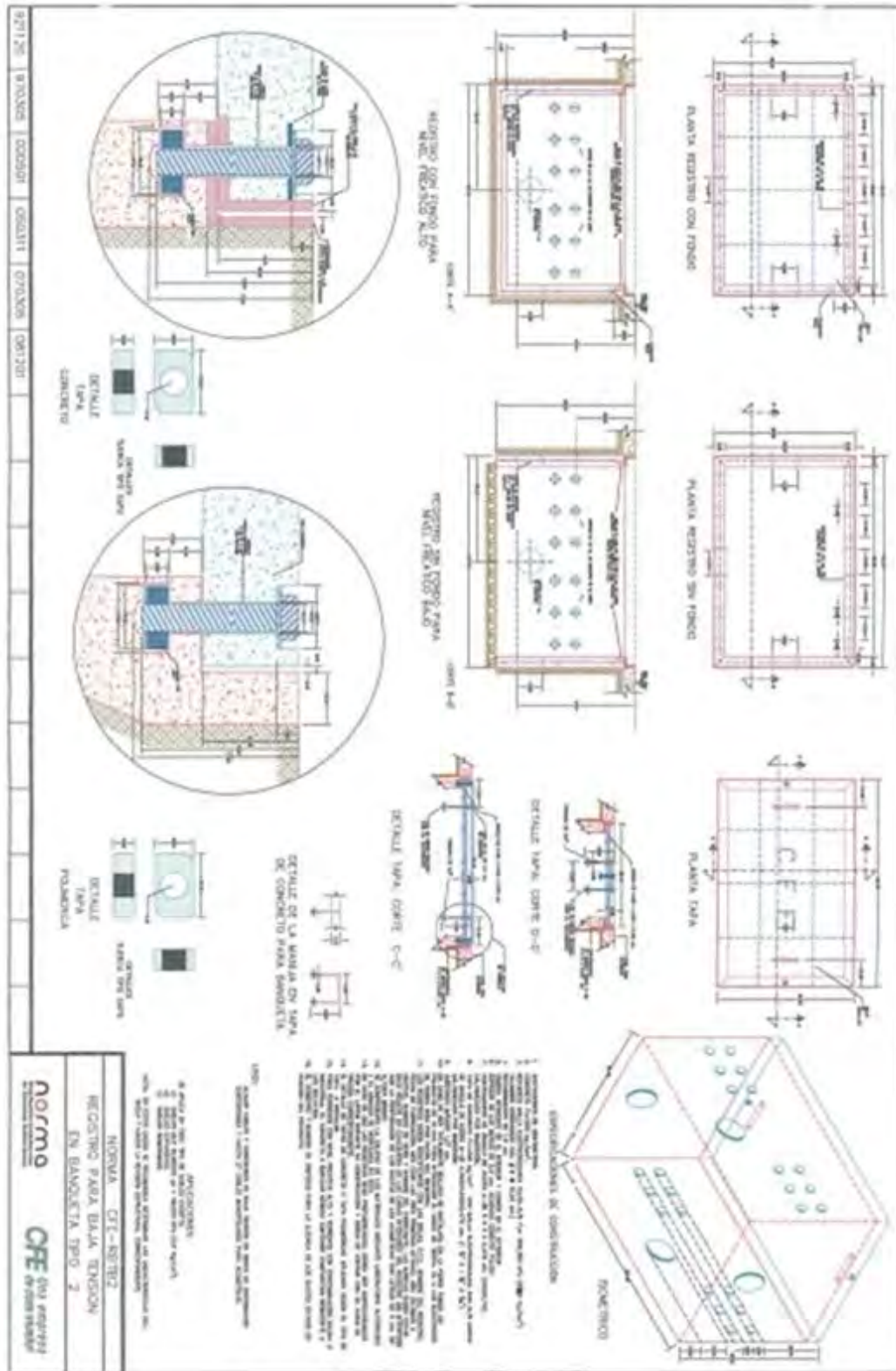
NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 Ó 101 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA Ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1%.
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE ø DE COLOR ROJO Ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 9.-EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISITA EN MEDIA TENSION.







9271179	9703035	0200201	0900311	0703025	081201														
---------	---------	---------	---------	---------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

DETALLE PARA CONCRETO

DETALLE PARA POLIÉSTER

DETALLE PARA CONCRETO

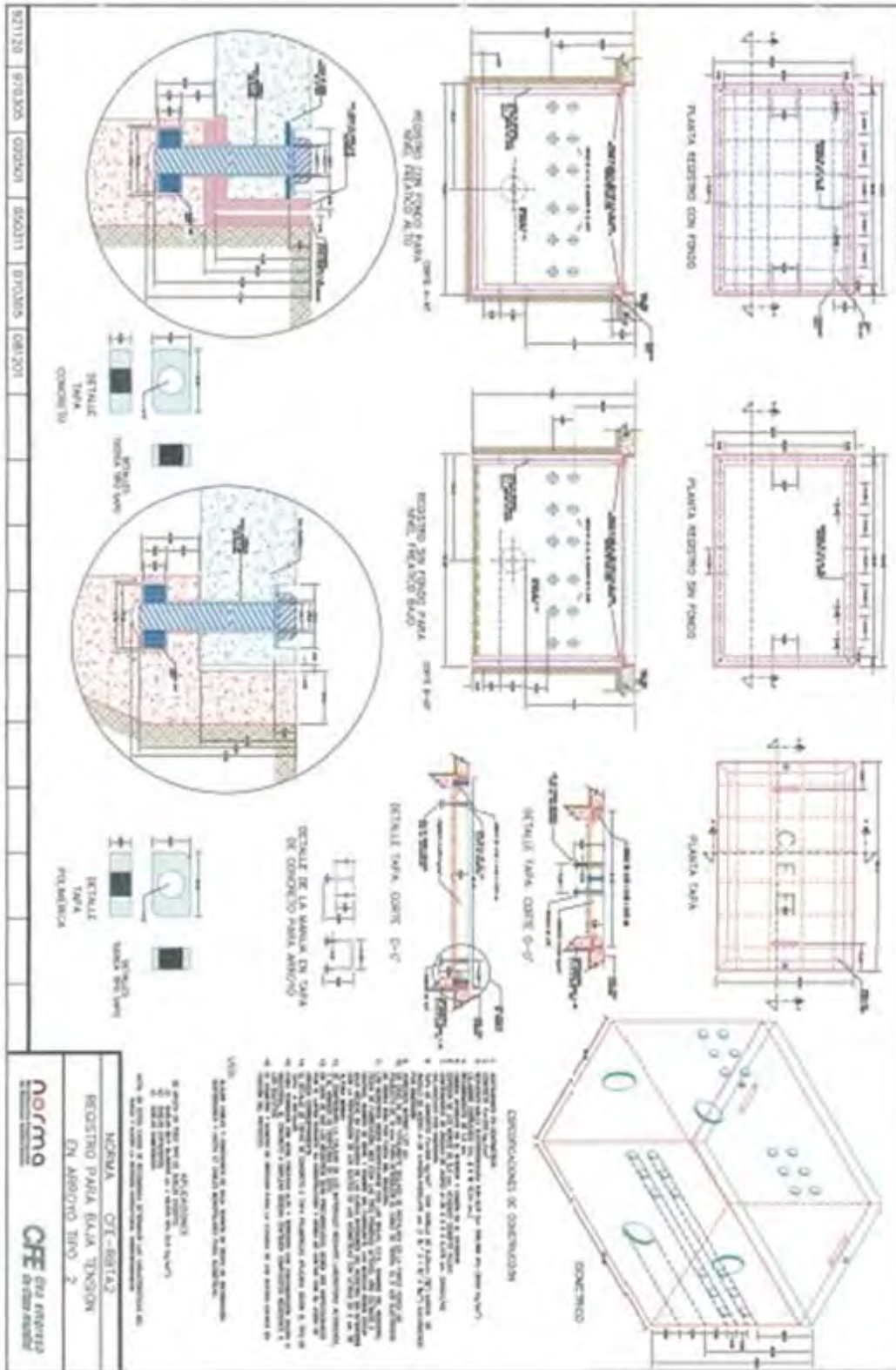
ESQUEMA DE UNIFICACIÓN DE CONSTRUCCIÓN

NOTAS:

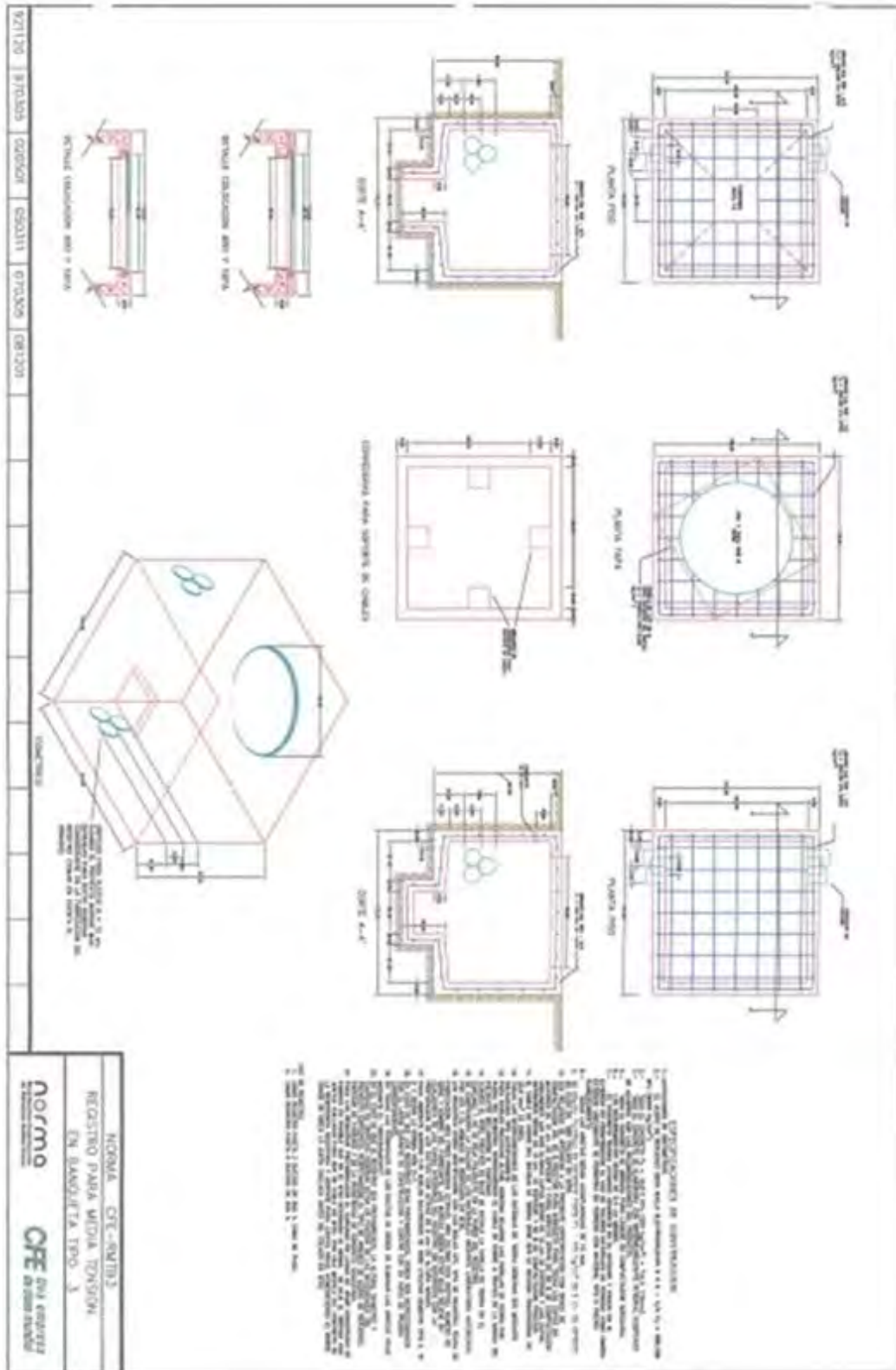
1. VERIFICAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO EN EL LUGAR DE INSTALACIÓN.
2. EL MATERIAL DE LA LOSA DEBES SER CONCRETO O POLIÉSTER.
3. EL REFORZAMIENTO DE LA LOSA DEBE SER DE ACERO O FIBRA DE VIDRIO.
4. EL ESPESOR DE LA LOSA DEBE SER DE MÍNIMO 10 CM.
5. EL REFORZAMIENTO DE LA LOSA DEBE SER DE MÍNIMO 10 MM.
6. EL REFORZAMIENTO DE LA LOSA DEBE SER DE MÍNIMO 10 MM.
7. EL REFORZAMIENTO DE LA LOSA DEBE SER DE MÍNIMO 10 MM.
8. EL REFORZAMIENTO DE LA LOSA DEBE SER DE MÍNIMO 10 MM.
9. EL REFORZAMIENTO DE LA LOSA DEBE SER DE MÍNIMO 10 MM.
10. EL REFORZAMIENTO DE LA LOSA DEBE SER DE MÍNIMO 10 MM.

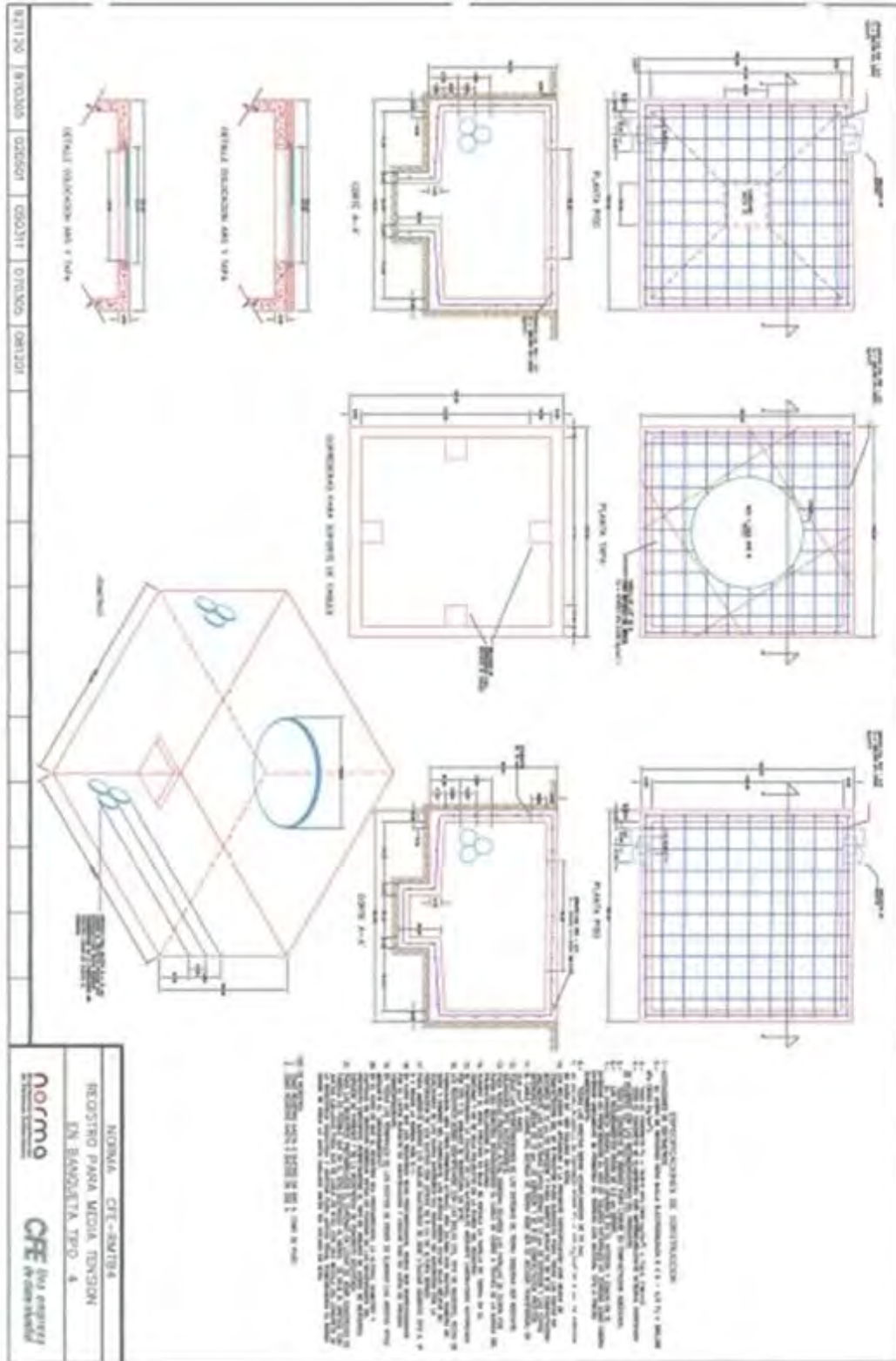
NORMA CFE-BT/1
REGISTRO PARA BAJA TENSIÓN
EN AEREO-EFNO-1

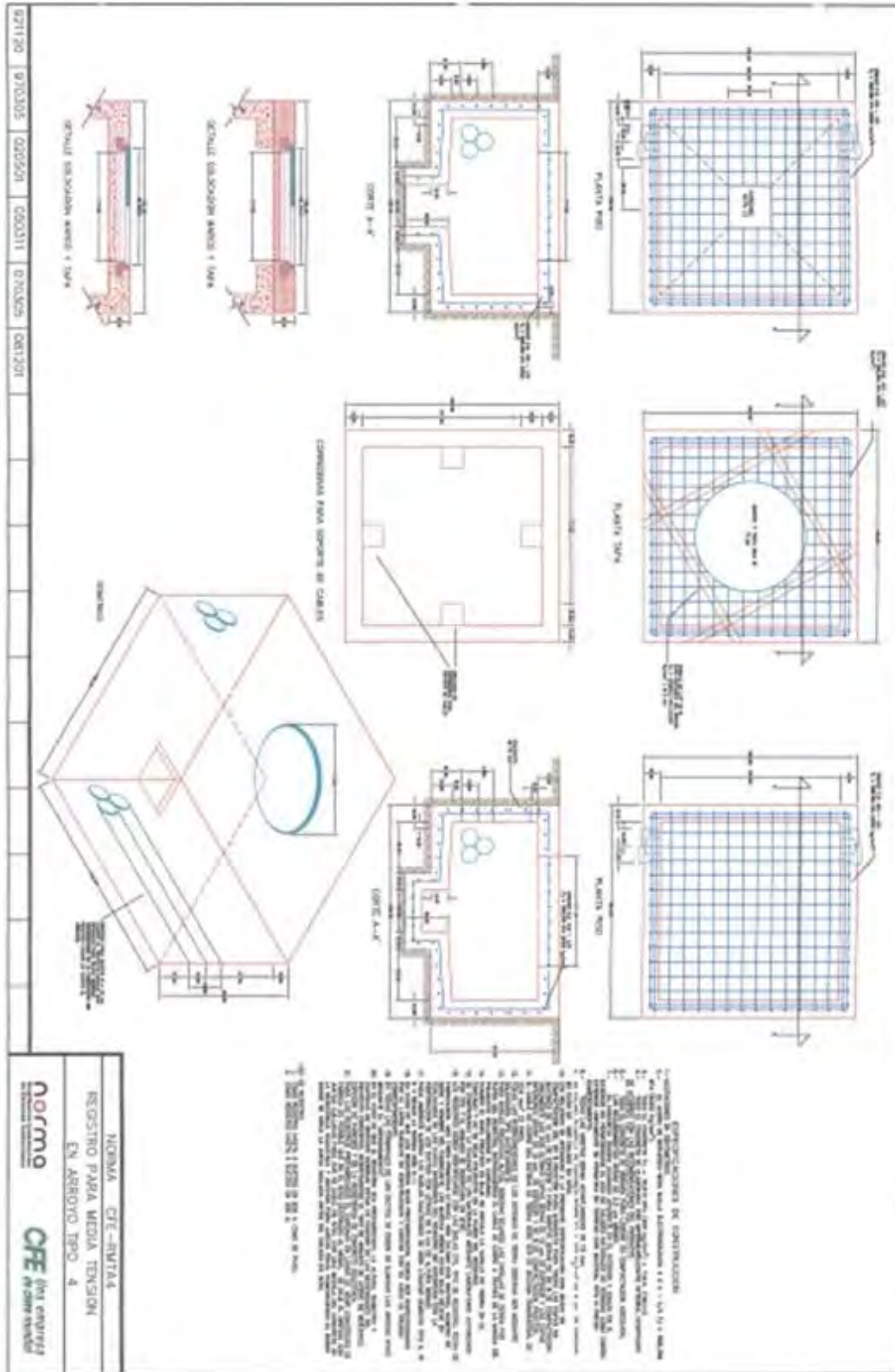
NORMA CFE (SE ENVIARÁ A MEDIDA)

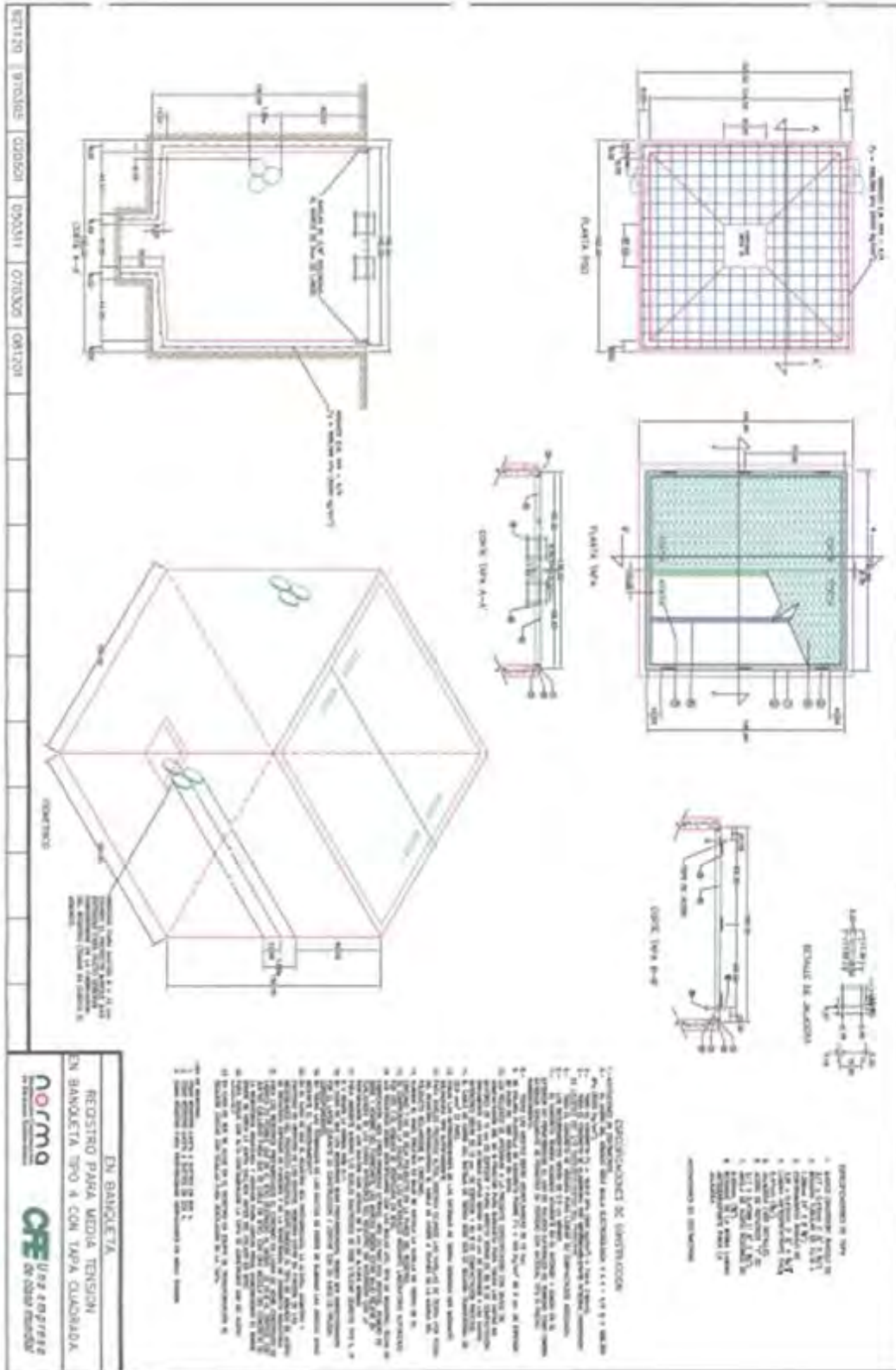


Norma CFE-8816.2
RESISTO PARA BOLA TENSION
EN ARRIBO TIPO 2



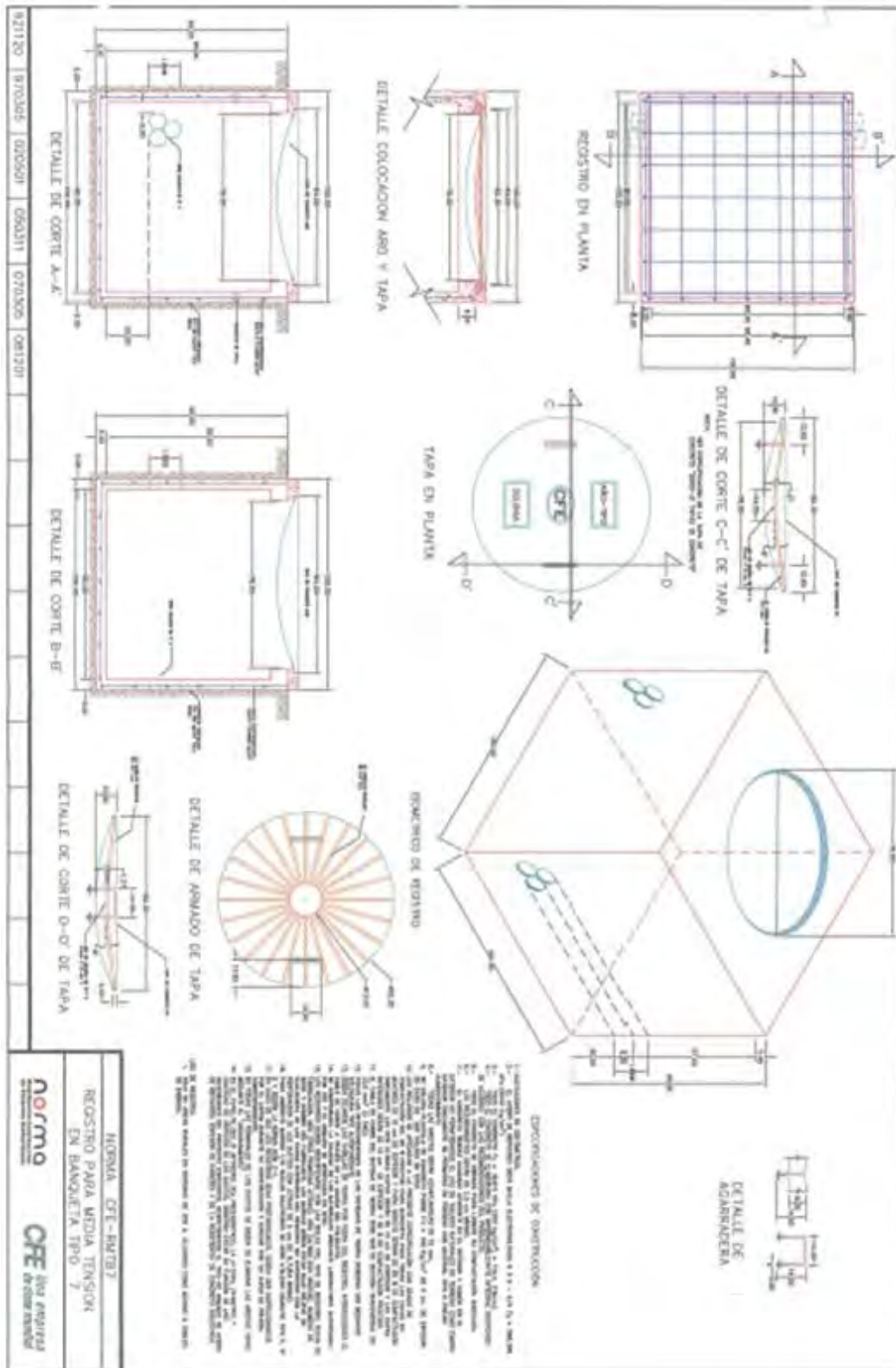


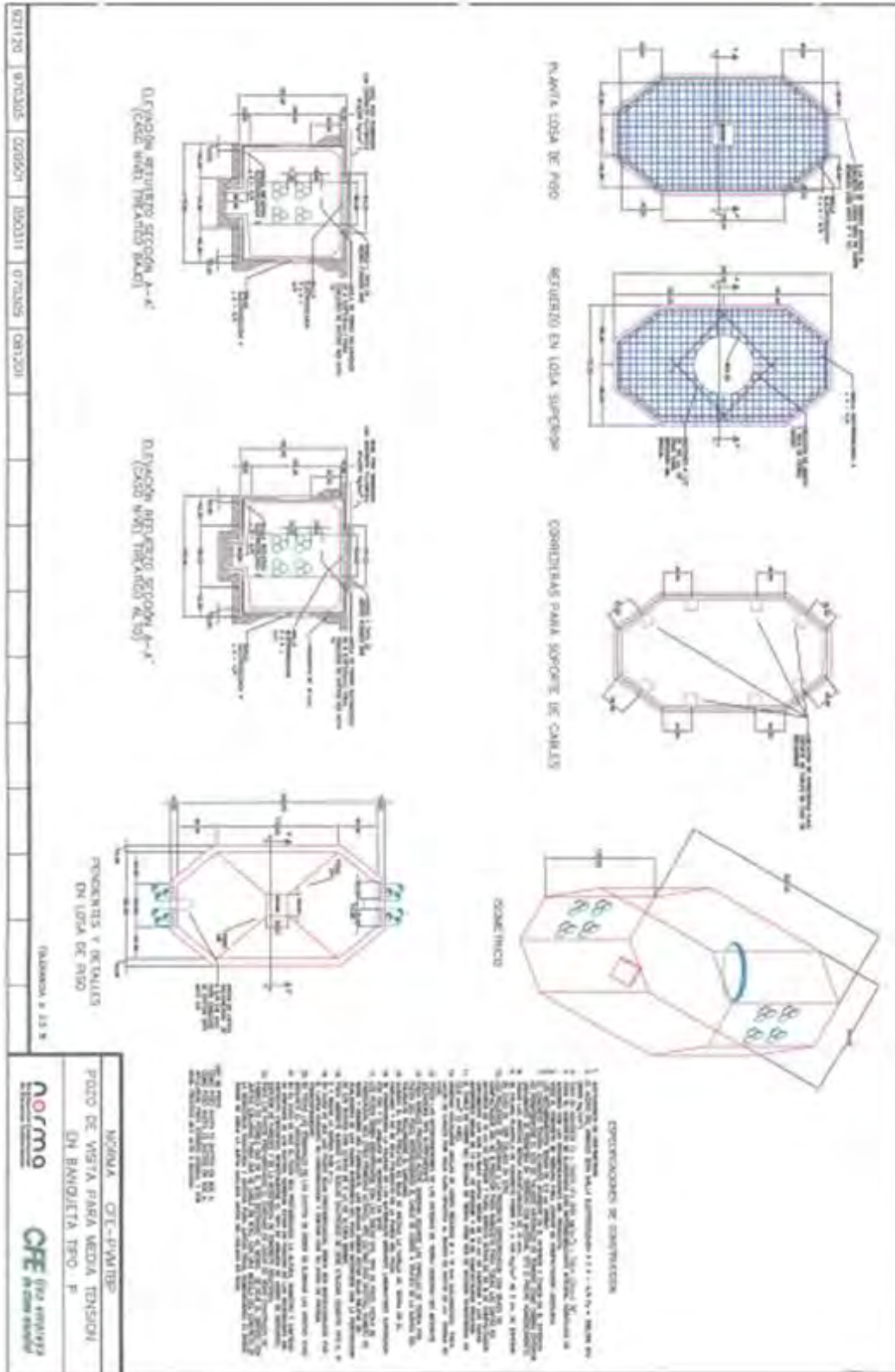




EN BANQUETA
 REDISTRIBUIDOR PARA MEDIA TENSION
 EN BANQUETA TIPO A CON TAPA CUADRADA







921150 970300 000600 020600 105000 070300 081500 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000 000000	PLAN GENERAL 	DETALLE DEL INVERTIDO DEL CABLEADO 	DETALLE DEL CABLEADO EN LA CUBA DE FIBRA
PLAN GENERAL 	DETALLE DEL INVERTIDO DEL CABLEADO 	DETALLE DEL CABLEADO EN LA CUBA DE FIBRA 	DETALLE DEL INVERTIDO DEL CABLEADO
PLAN GENERAL 		DETALLE DEL INVERTIDO DEL CABLEADO 	
PLAN GENERAL 		DETALLE DEL INVERTIDO DEL CABLEADO 	
PLAN GENERAL 		DETALLE DEL INVERTIDO DEL CABLEADO 	

Norma CFE para sistemas subterráneos

POZO DE VISITA PARA MEDIA TENSION EN BARRILETA TIPO X

1. OBJETIVO

2. ALCANCE

3. REFERENCIAS

4. DEFINICIONES

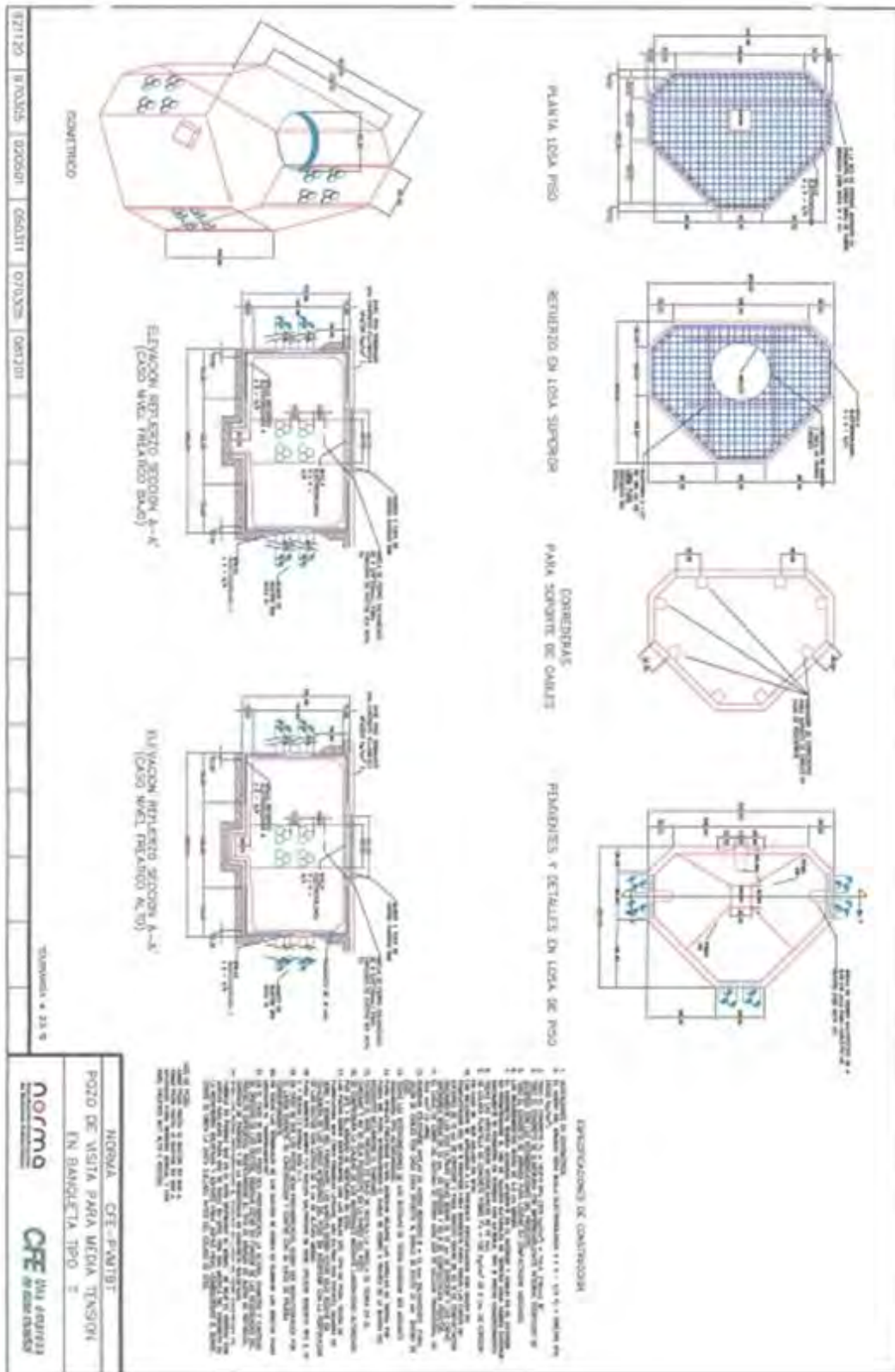
5. MATERIALES Y EQUIPOS

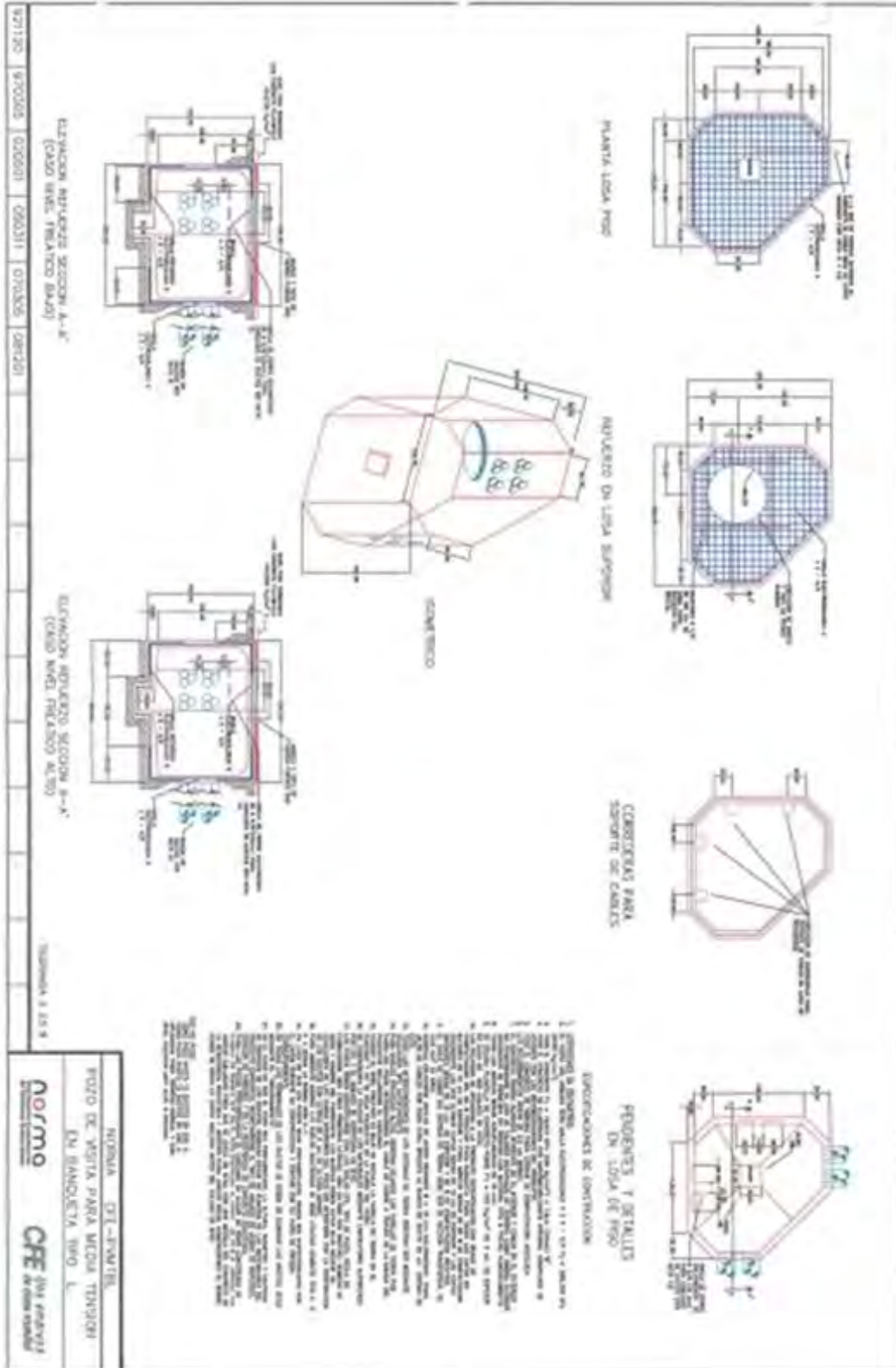
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

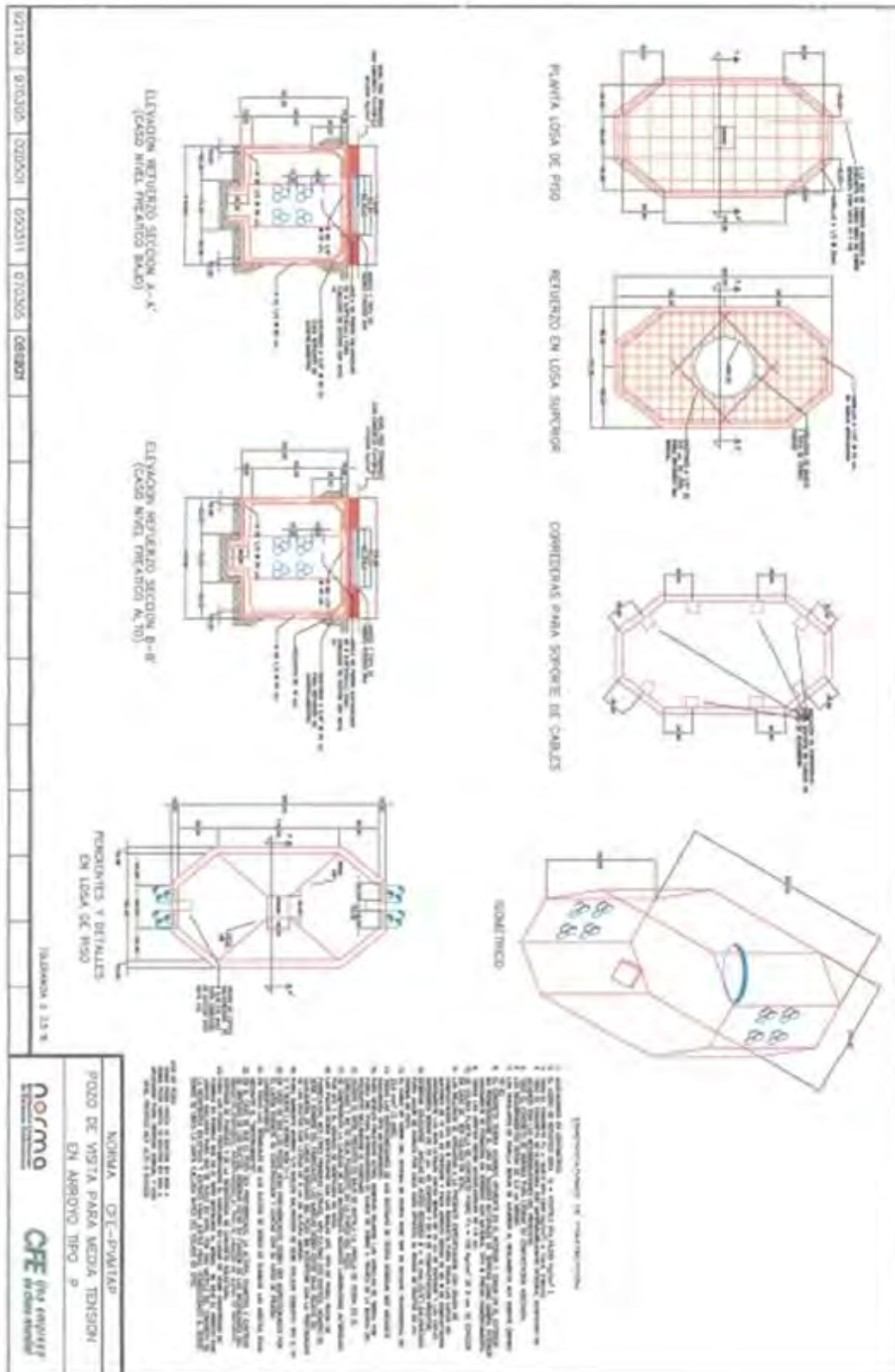
7. SEGURIDAD

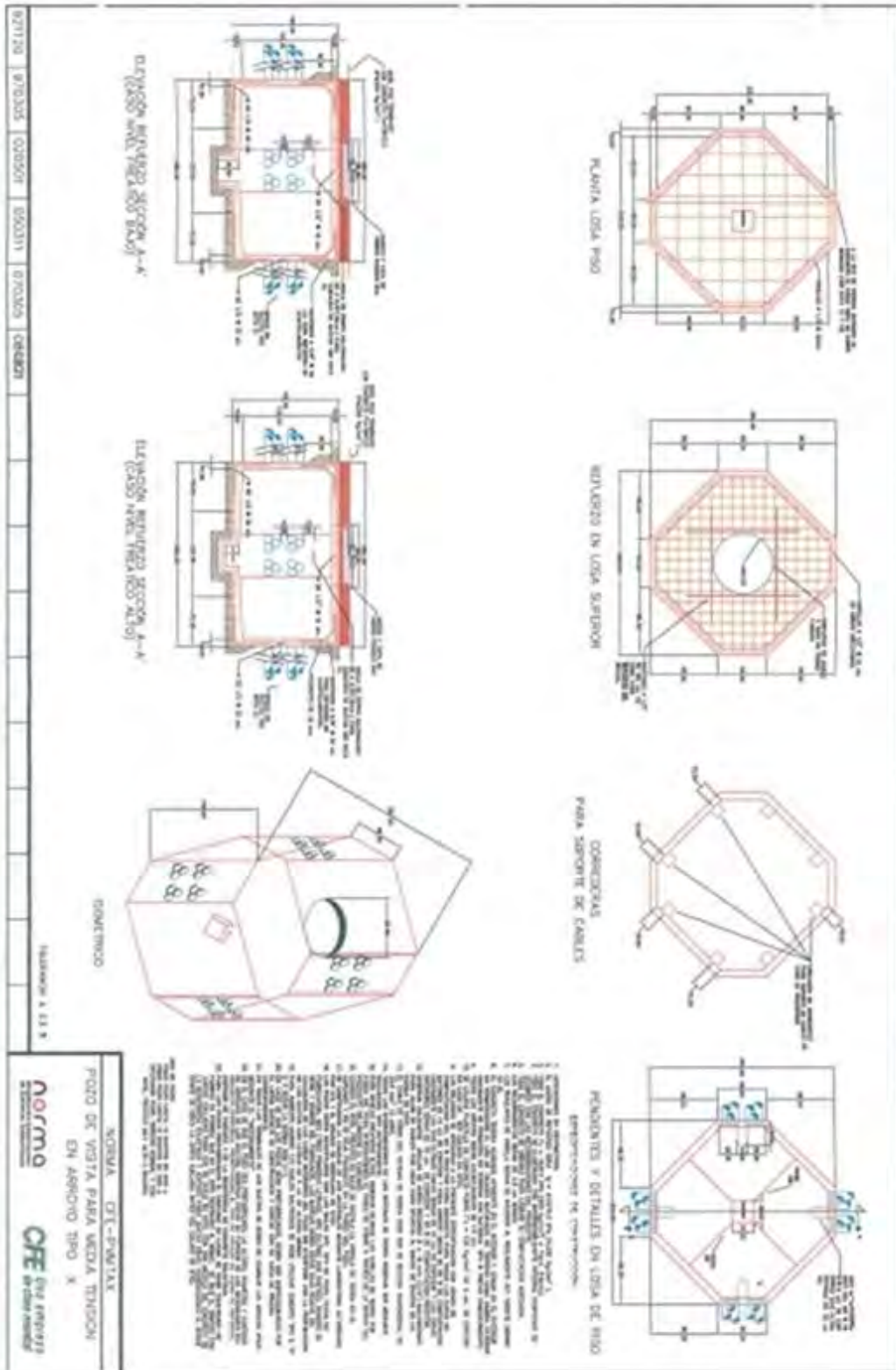
8. MANTENIMIENTO

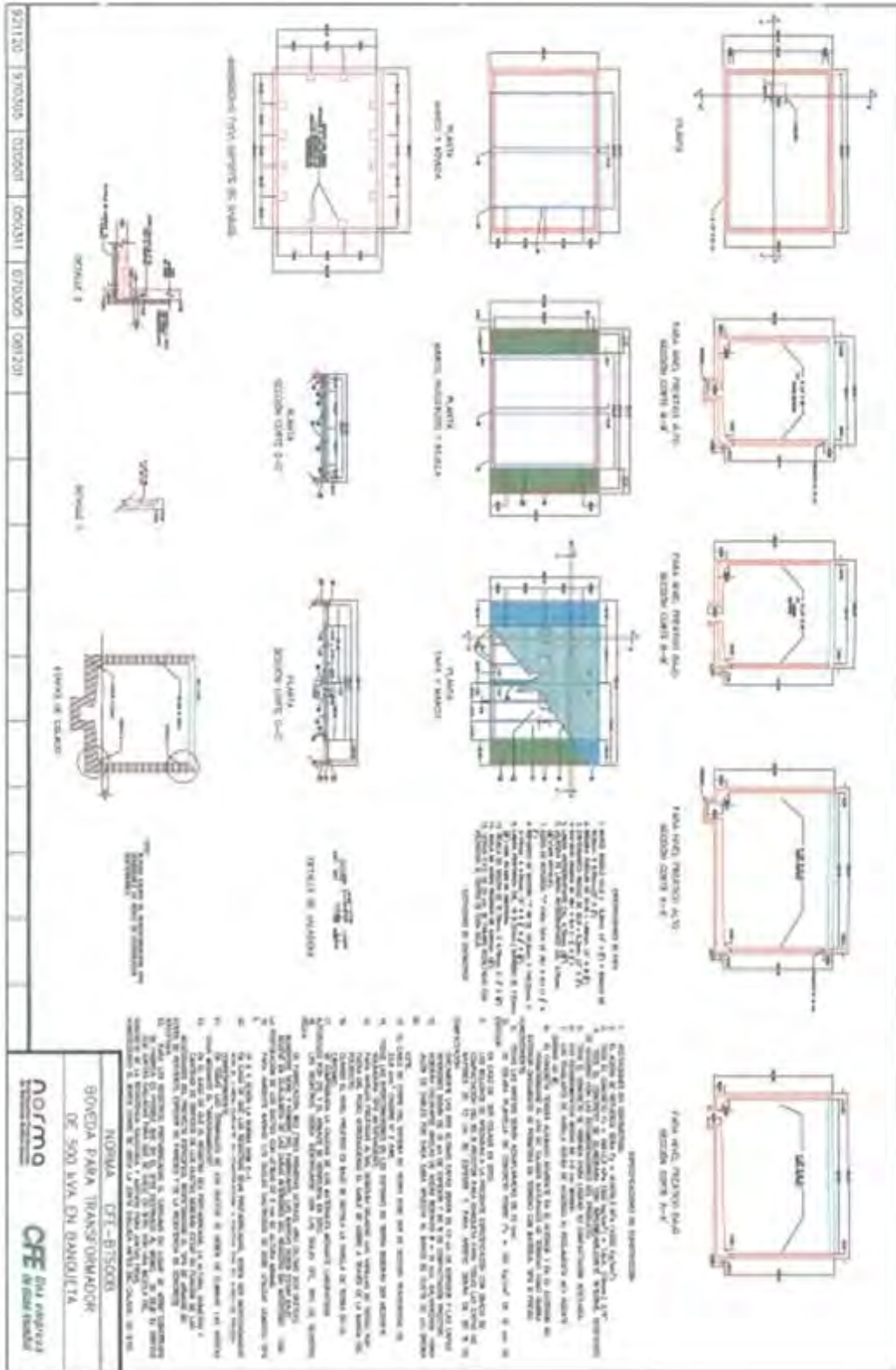
9. OTROS DATOS










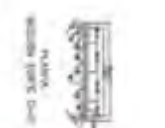


921130	970300A	010001	690031T	070300	0011301
--------	---------	--------	---------	--------	---------


CONFERENCIA PARA VERIFICAR DE EXACTA



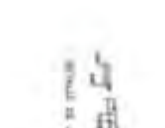
RECORRER Y CONTROLAR








RECORRER Y CONTROLAR




RECORRER Y CONTROLAR



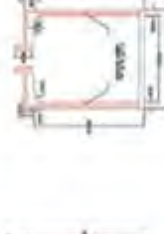







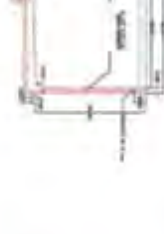
PARA SER REVISADO POR EL INGENIERO EN CARGO




PARA SER REVISADO POR EL INGENIERO EN CARGO



PARA SER REVISADO POR EL INGENIERO EN CARGO




PARA SER REVISADO POR EL INGENIERO EN CARGO




REVISIÓN DE CONDICIONES

1. Verificar que el terreno sea firme y estable.
2. Verificar que el terreno sea firme y estable.
3. Verificar que el terreno sea firme y estable.
4. Verificar que el terreno sea firme y estable.
5. Verificar que el terreno sea firme y estable.
6. Verificar que el terreno sea firme y estable.
7. Verificar que el terreno sea firme y estable.
8. Verificar que el terreno sea firme y estable.
9. Verificar que el terreno sea firme y estable.
10. Verificar que el terreno sea firme y estable.
11. Verificar que el terreno sea firme y estable.
12. Verificar que el terreno sea firme y estable.
13. Verificar que el terreno sea firme y estable.
14. Verificar que el terreno sea firme y estable.
15. Verificar que el terreno sea firme y estable.
16. Verificar que el terreno sea firme y estable.
17. Verificar que el terreno sea firme y estable.
18. Verificar que el terreno sea firme y estable.
19. Verificar que el terreno sea firme y estable.
20. Verificar que el terreno sea firme y estable.


REVISIÓN DE CONDICIONES




REVISIÓN DE CONDICIONES




REVISIÓN DE CONDICIONES




REVISIÓN DE CONDICIONES



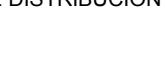
REVISIÓN DE CONDICIONES



REVISIÓN DE CONDICIONES

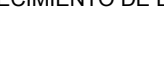


REVISIÓN DE CONDICIONES




REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES



REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES



REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

REVISIÓN DE CONDICIONES

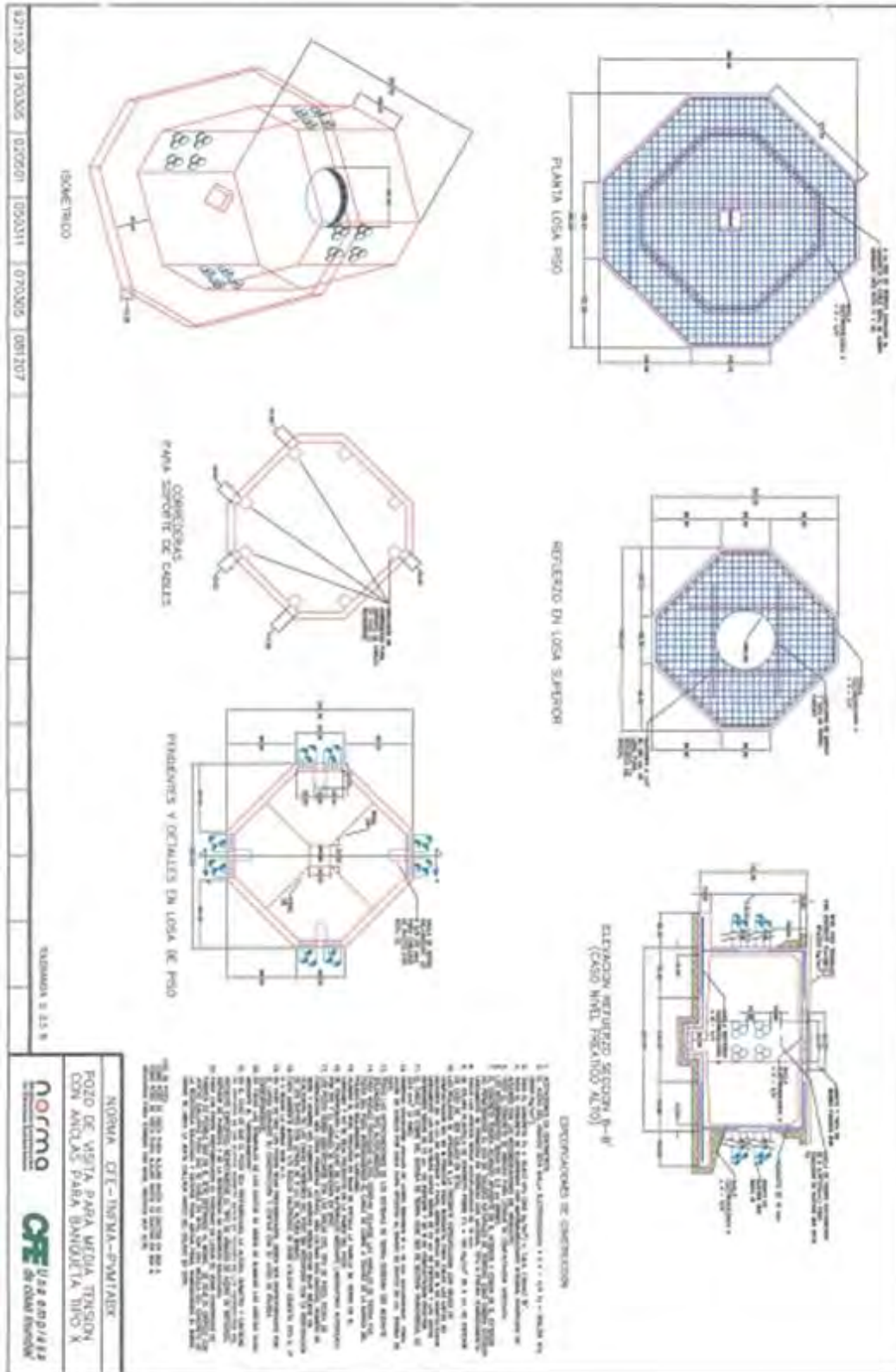
REVISIÓN DE CONDICIONES

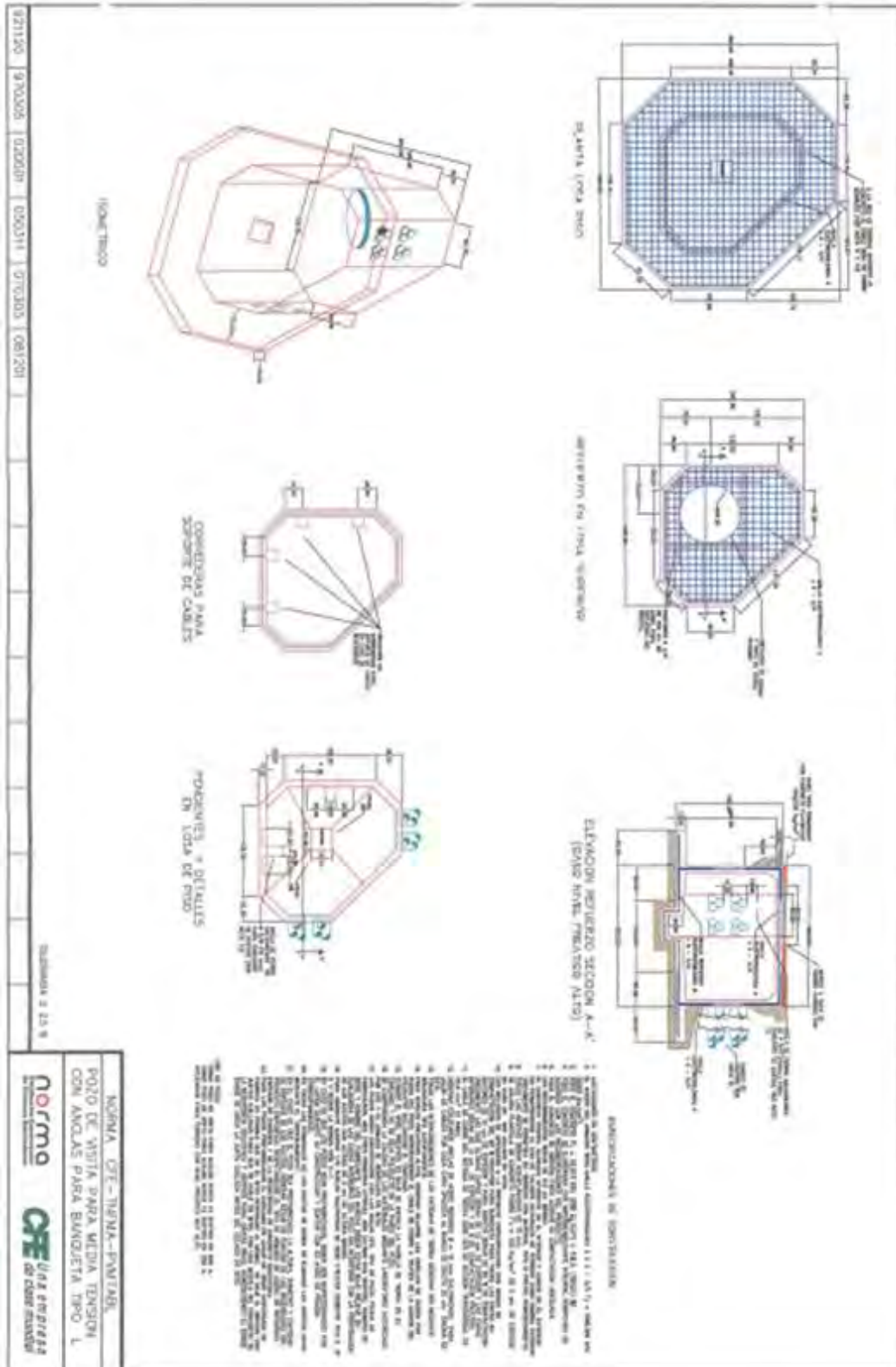
REVISIÓN DE CONDICIONES

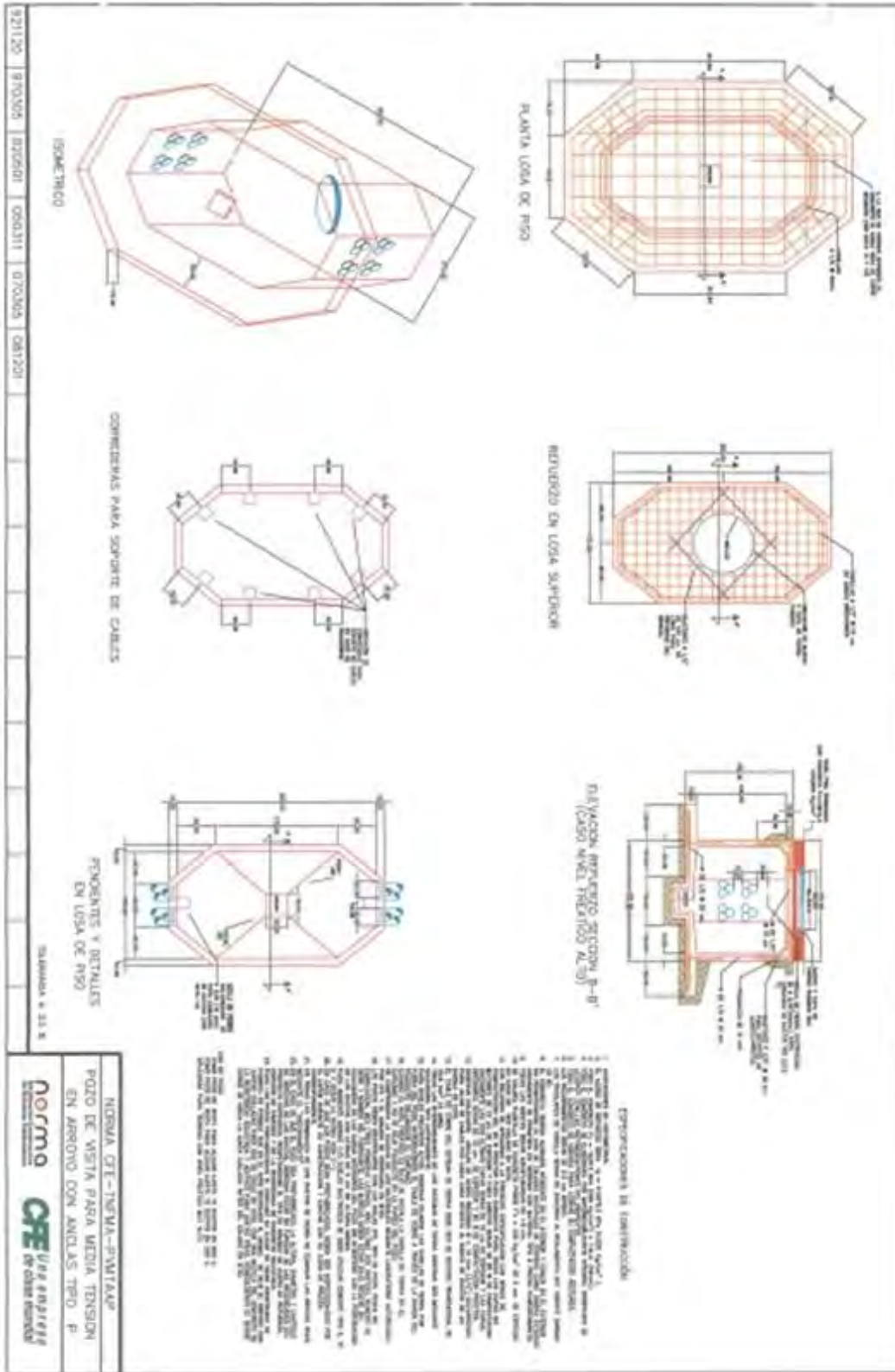
NORMA CFE-8710/222B
 BOVEDA PARA TRANSFORMADOR
 TÍPICO DE HASTA 225 KVA EN BANQUETA
Norma CFE
 Una empresa de Chile Innova

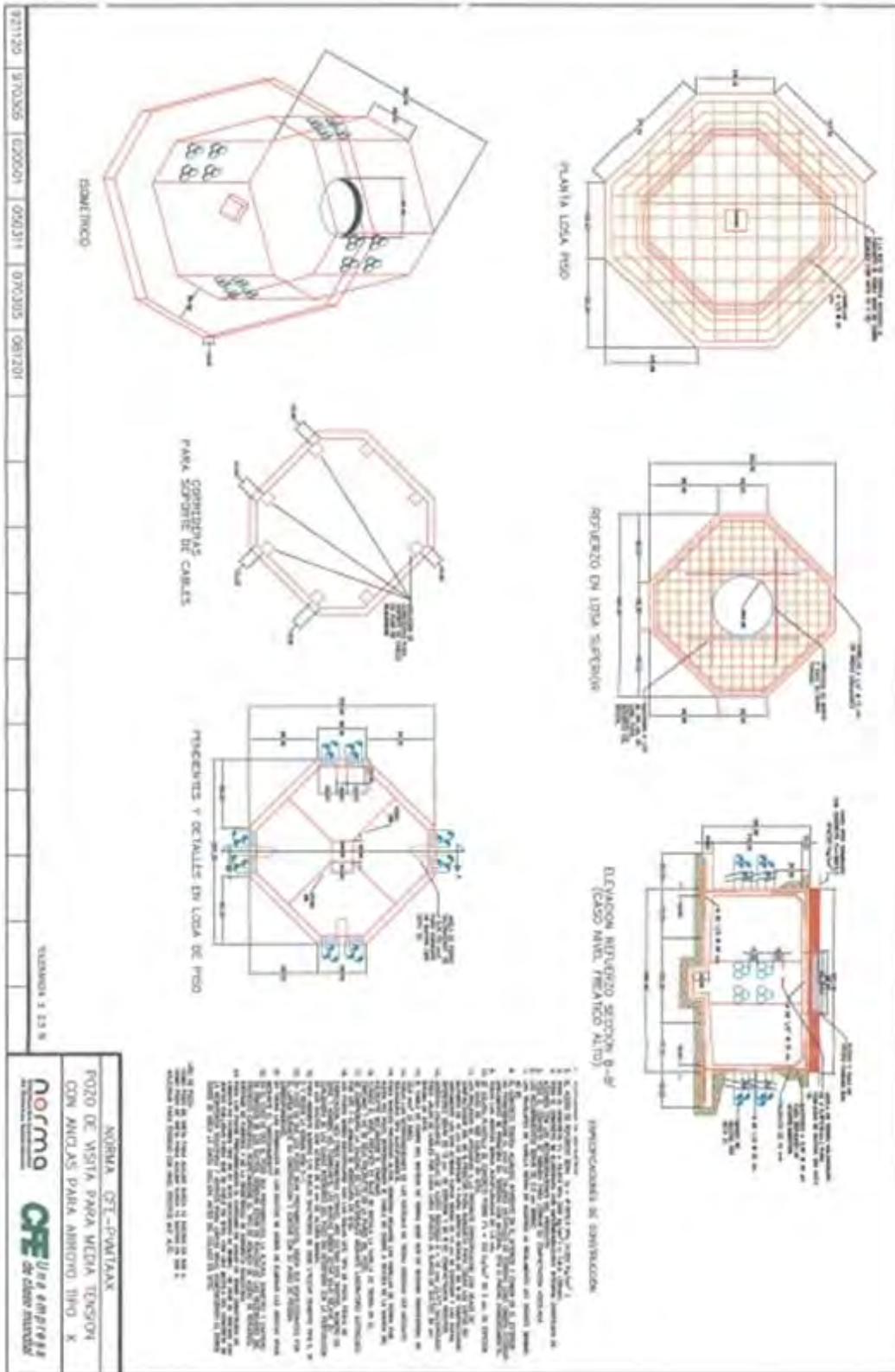
REVISIÓN DE CONDICIONES

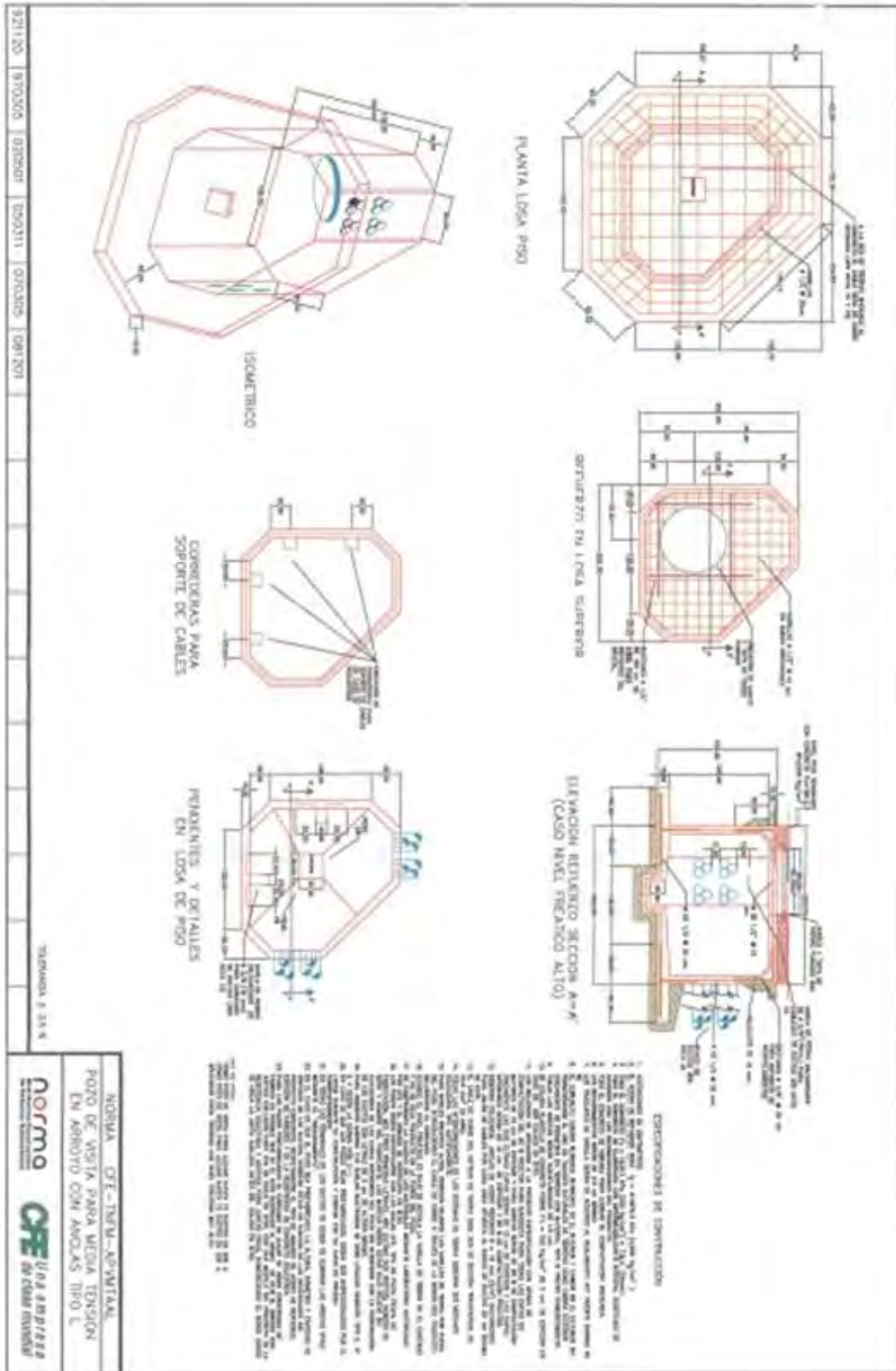
1. Verificar que el terreno sea firme y estable.
2. Verificar que el terreno sea firme y estable.
3. Verificar que el terreno sea firme y estable.
4. Verificar que el terreno sea firme y estable.
5. Verificar que el terreno sea firme y estable.
6. Verificar que el terreno sea firme y estable.
7. Verificar que el terreno sea firme y estable.
8. Verificar que el terreno sea firme y estable.
9. Verificar que el terreno sea firme y estable.
10. Verificar que el terreno sea firme y estable.
11. Verificar que el terreno sea firme y estable.
12. Verificar que el terreno sea firme y estable.
13. Verificar que el terreno sea firme y estable.
14. Verificar que el terreno sea firme y estable.
15. Verificar que el terreno sea firme y estable.
16. Verificar que el terreno sea firme y estable.
17. Verificar que el terreno sea firme y estable.
18. Verificar que el terreno sea firme y estable.
19. Verificar que el terreno sea firme y estable.
20. Verificar que el terreno sea firme y estable.





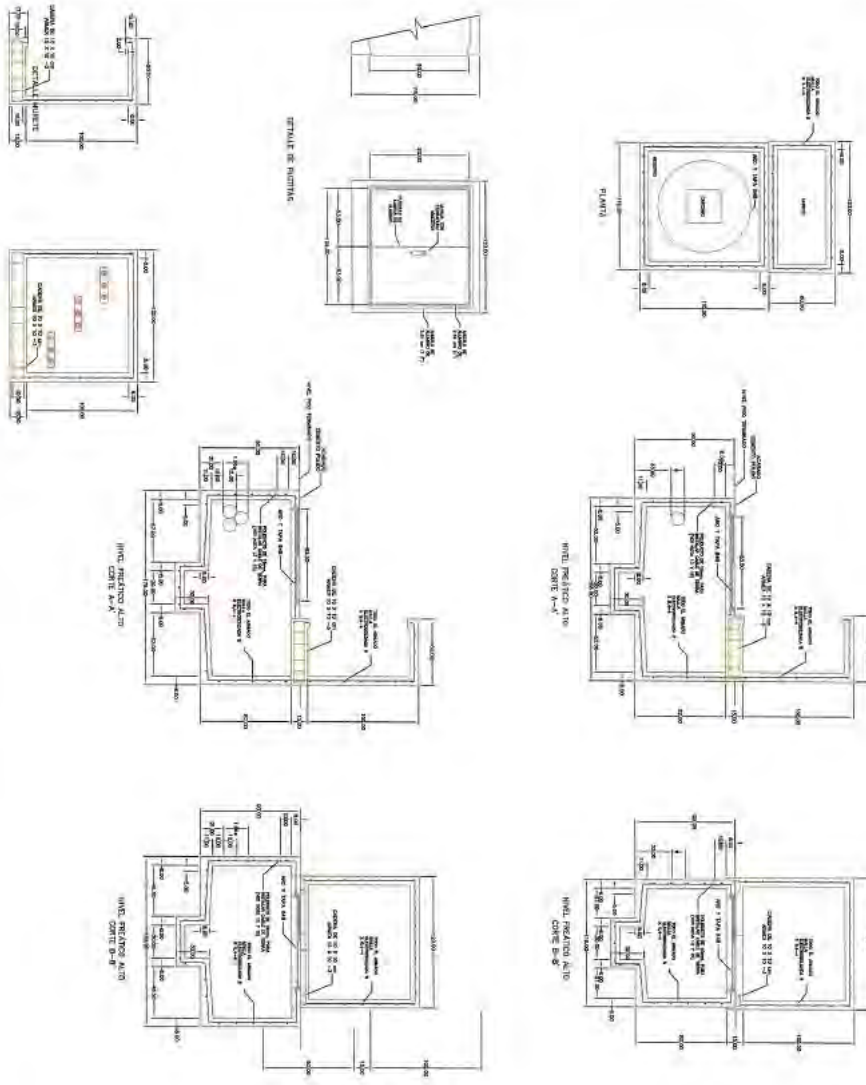






NORMA CFE-TURNA-OPERATIVA
POZO DE VISITA PARA MEDIA TENSION
EN ARROYO CON ANCLAS TIPO L

0211200 9703005 0203001 0503311 0703005 0812001



ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

- 1.- APLICACIONES DE ENTUBAMIENTOS
- 2.- EL ASERVO DE ENTUBADO SERA MALLA ELECTROCALADA 5 X 5 - N/4 = 500,994 Pas (6000 Kg/cm²)
- 3.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 4.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 5.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 6.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 7.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 8.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 9.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 10.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 11.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 12.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 13.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 14.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 15.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 16.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 17.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 18.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 19.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 20.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 21.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 22.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 23.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 24.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 25.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 26.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 27.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 28.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 29.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 30.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 31.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 32.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 33.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 34.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 35.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 36.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 37.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 38.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 39.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 40.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 41.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 42.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 43.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 44.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 45.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 46.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 47.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 48.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 49.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 50.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 51.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 52.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 53.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 54.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 55.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 56.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 57.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 58.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 59.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 60.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 61.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 62.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 63.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 64.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 65.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 66.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 67.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 68.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 69.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 70.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 71.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 72.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 73.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 74.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 75.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 76.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 77.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 78.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 79.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 80.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 81.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 82.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 83.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 84.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 85.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 86.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 87.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 88.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 89.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 90.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 91.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 92.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 93.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 94.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 95.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 96.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 97.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 98.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 99.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")
- 100.- TUBOS DE CONCRETO DE 1.100 X 1.100 mm (44" x 44")

VISTO DE ARRIBA

VISTO DE LADO

VISTO DE FRENTE

NORMA CFE-MDMT/22

MURETE PARA DERIVACION EN MEDIA TENSION 200/200 CON REGISTRO TIPO 3

Norma CFE Una empresa de clase mundial

921120 | 970305 | 020507 | 050311 | 070305 | 081201

DETALLE DE MURALLA

NIVEL MEDIO ALTO
COTEJO M+2

NIVEL BAJO
COTEJO M+2

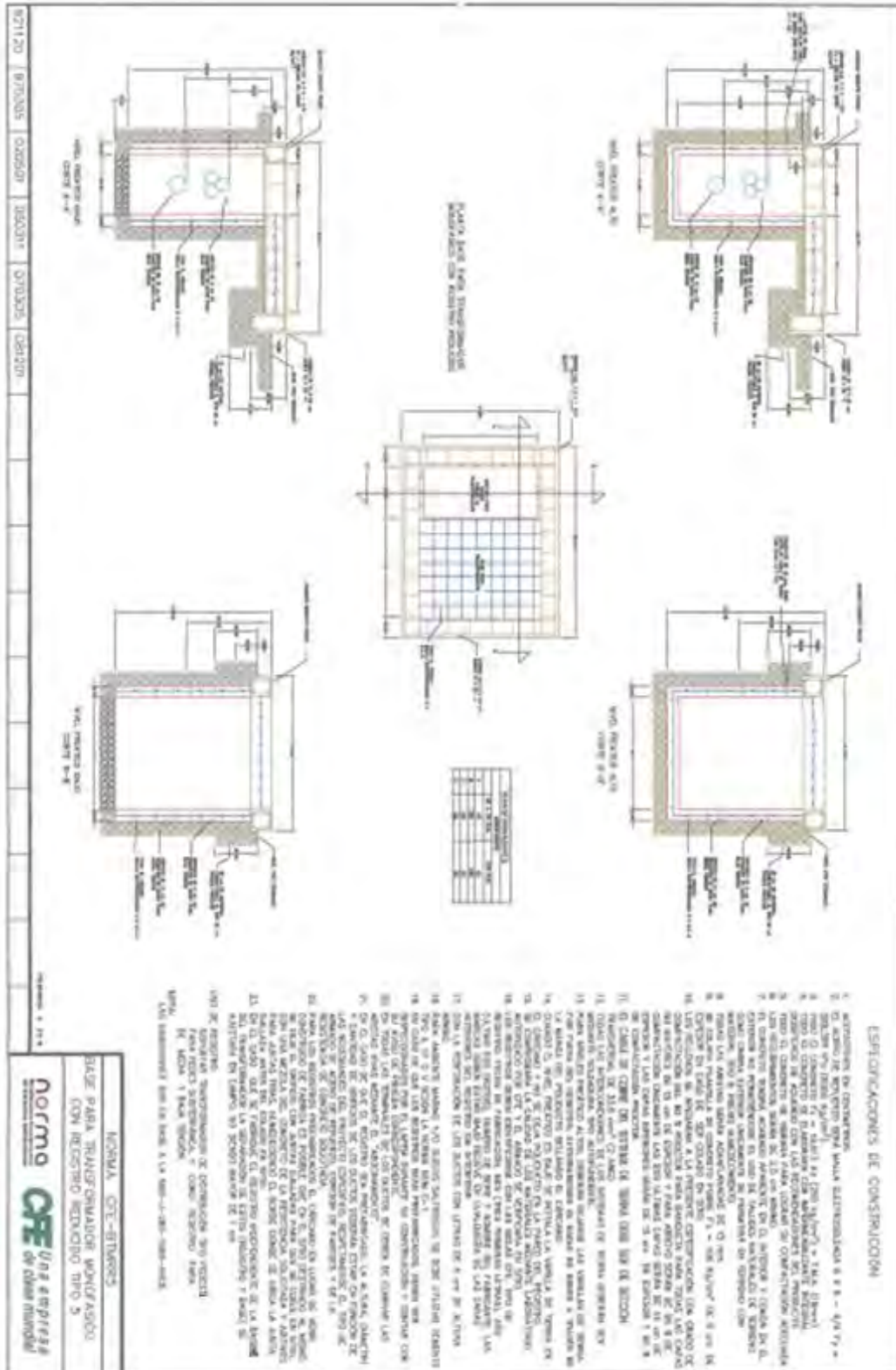
ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

- 1.- ACOMODACIONES EN CONTENEDORES
- 2.- EL ACERVO DE REFLECTO SERA MALLA ELECTROLITADA 8 x 8 - 4/A
- 3.- = 30x30x9 Alu (6000 9x9x10)
- 4.- TODO EL CONCRETO SE ENTERRARÁ CON REFORZAMIENTO EN MALLA UNIFORME, HORIZONTAL DE ACERVO CON LAS RECOMENDACIONES DEL DISEÑO.
- 5.- TODO EL CONCRETO SE ENTERRARÁ PARA LOGRAR SU COMPACTACION
- 6.- LOS REFORZAMIENTOS SERAN DE 2,5 CM MÍNIMO
- 7.- EL CONCRETO DE LA MURALLA DEBEN SER DE 15 CM MÍNIMO
- 8.- TODOS LAS ARMAS SERAN ACORRUMADAS DE 15 mm.
- 9.- EL CONCRETO EN TUBO DE CEMENTO EN UNO DE 6 cm
10. LOS REFORZOS SE ENTERRARÁN A LA PRESIÓN ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO
11. EL CONCRETO NO PERMITIRÁ EL USO DE "BURDOS" NI HERRAJES
12. TODOS LAS ARMAS SERAN ACORRUMADAS DE 15 mm.
13. TODOS LAS ARMAS SERAN ACORRUMADAS DE 15 mm.
14. TODOS LAS ARMAS SERAN ACORRUMADAS DE 15 mm.
15. TODOS LAS ARMAS SERAN ACORRUMADAS DE 15 mm.
16. EL CABLE DE CABLE DEL SISTEMA DE TUBO DEBEN SER DE SECCION
17. TODOS LAS INTERCONEXIONES DE LOS SISTEMAS DE TUBO DEBEN SER
18. PARA MUELTAS RELEVANTES ALTO, DEBEN SER LAS MUELTAS DE TUBO DEBEN SER DE 15 mm MÍNIMO
19. TODOS LAS MUELTAS DEBEN SER DE 15 mm MÍNIMO
20. TODOS LAS MUELTAS DEBEN SER DE 15 mm MÍNIMO
21. TODOS LAS MUELTAS DEBEN SER DE 15 mm MÍNIMO
22. TODOS LAS MUELTAS DEBEN SER DE 15 mm MÍNIMO
23. TODOS LAS MUELTAS DEBEN SER DE 15 mm MÍNIMO
24. TODOS LAS MUELTAS DEBEN SER DE 15 mm MÍNIMO
25. TODOS LAS MUELTAS DEBEN SER DE 15 mm MÍNIMO

NORMA CFE-MDMT6/2

MURETE PARA DERIVACION EN MEDIA TENSION 600/200 CON REGISTRO TIPO 4

Norma CFE Una empresa de clase mundial



4.2 Soportería

4.2.1 Conjunto de corredera y ménsula de acero galvanizado



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conjunto de soportería para cable, formado por corredera de acero galvanizado, ménsula de solera de acero de 9.5 x 38 mm acabado galvanizado y acero redondo de 9.5 mm doblado en frío con orillas redondeadas sin rebabas, galvanizado por inmersión caliente después de maquinado.
ESPECIFICACION	CFE 2DI00-06.
USO Y APLICACION	Conjunto de soportería de acero galvanizado para sostener cables Baja y Media Tensión.
PRUEBAS	Mecánicas.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
A.1	434359	CORREDERA 600	CFE2DI00-06
A.2	739416	CORREDERA 1000	CFE2DI00-06
A.3	10779	CORREDERA 1400	CFE2DI00-06
A.4	711221	MENSULA CS 125	CFE2DI00-17
A.5	893	MENSULA CS 250	CFE2DI00-17
A.6	445140	MENSULA CS 350	CFE2DI00-17
A.7	358134	PERNO CS	CFE2P200-78

4.2.2 Conjunto de corredera y ménsula de fibra de vidrio



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conjunto de soportería para cable de fibra de vidrio, formado por corredera y ménsula, con acabado liso y resistentes a la corrosión en zonas de alta contaminación.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-CFE Herrajes y Accesorios.
USO Y APLICACIÓN	Conjunto de soportería de fibra de vidrio para sostener cables de Media Tensión hasta 35 kV y 1500 kCM.
PRUEBAS	Mecánicas.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
A.1	68935	CORREDERA DE FIBRA DE VIDRIO	CFE-CCMFV
A.2	68936	MENSULA DE FIBRA DE VIDRIO	CFE-CCMFV

4.2.3 Soporte de cables subterráneos CS



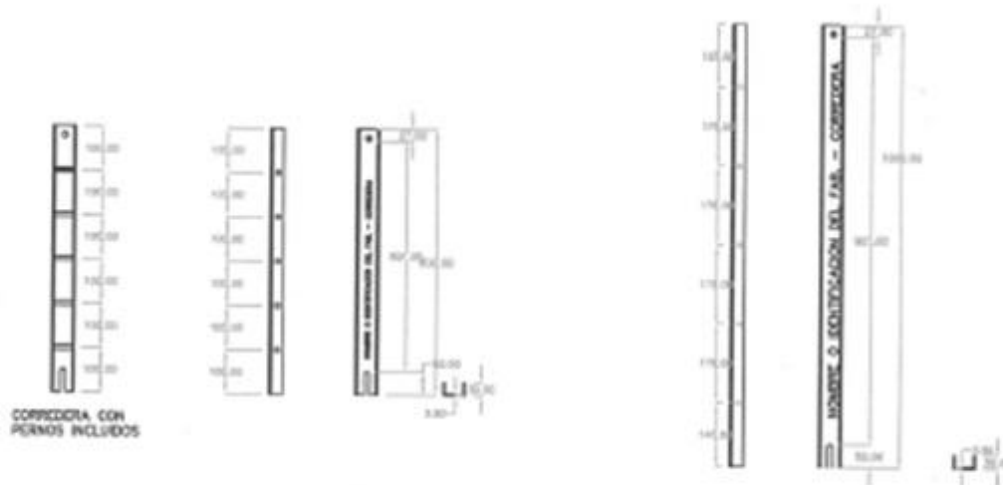
CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL , FORMA Y ACABADO	Polipropileno de alta densidad
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-CFE
USO Y APLICACIÓN	Empotrado el soporte en el concreto hidráulico, sostiene cables de media y baja tensión de redes subterráneas.
PRUEBAS	Mecánicas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
A.1		SOPORTE CS 14	CFE-SCS

4.2.1 CONJUNTO DE CORREDERA Y MENSULA DE FIERRO GALVANIZADO

CORREDERA DE FIERRO GALVANIZADO



MENSULA DE FIERRO GALVANIZADO

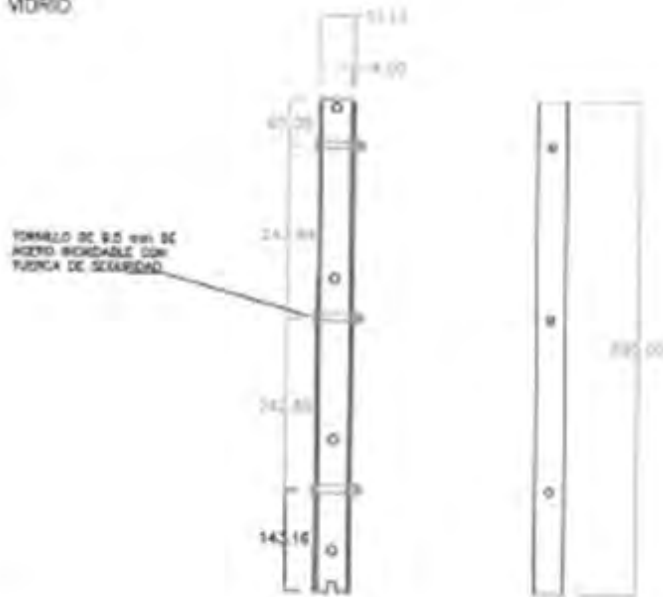


PERNO CS DE FIERRO GALVANIZADO

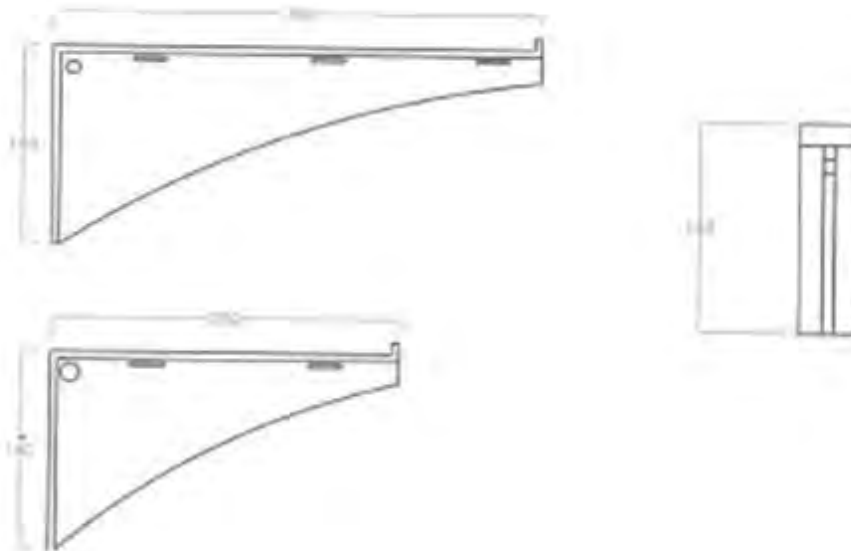


4.2.2 CONJUNTO DE CORREDERA Y MENSULA DE FIBRA DE VIDRIO

CORREDERA DE FIBRA DE VIDRIO



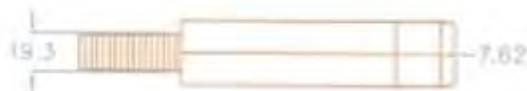
MENSULA DE FIBRA DE VIDRIO



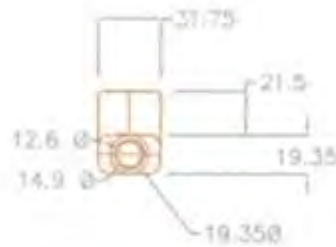
4.2.3 SOPORTE DE CABLES SUBTERRANEOS



SOPORTE CORTE TRANSVERSAL



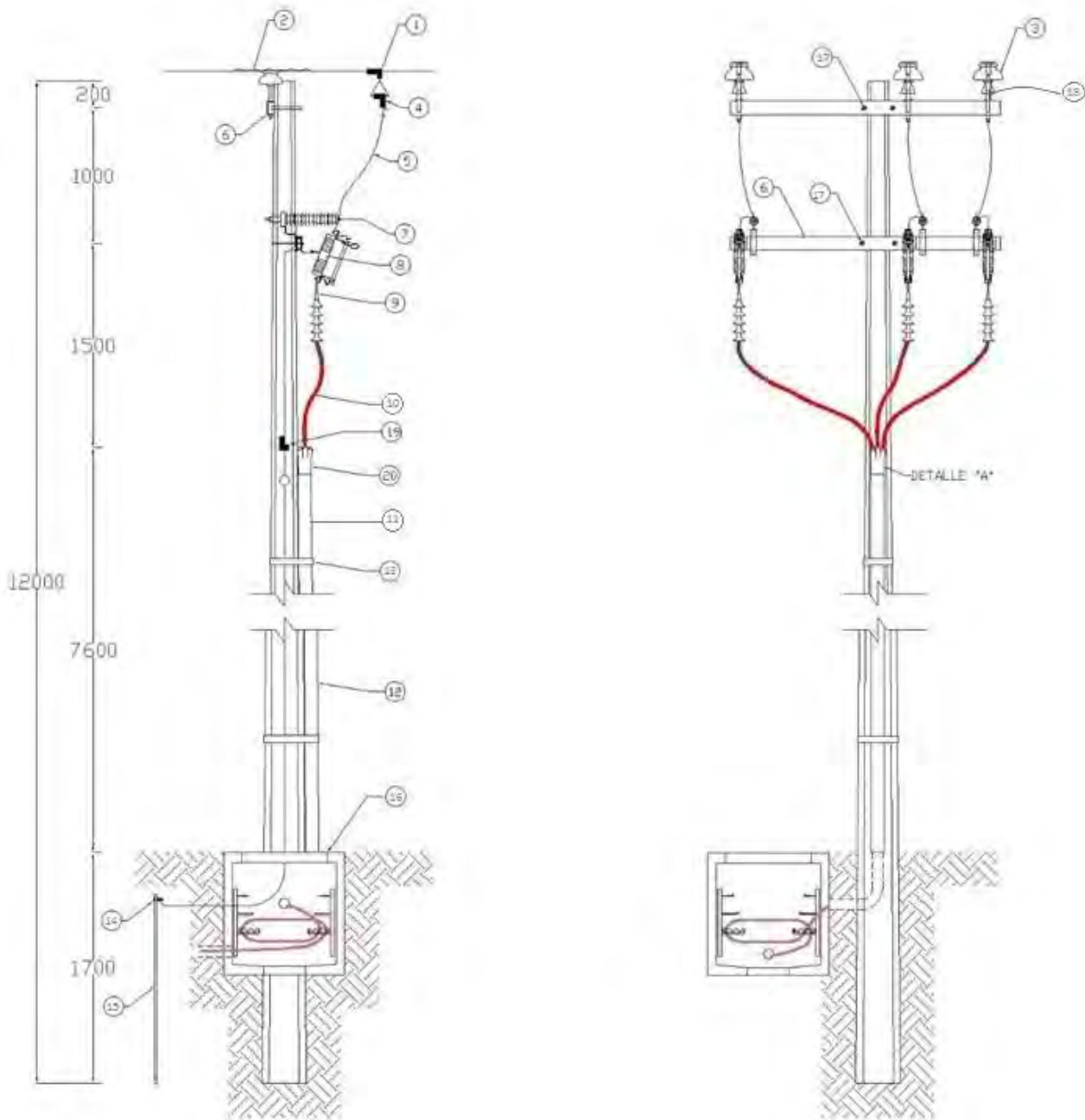
PLANTA



PLANTA

4.3 Transiciones

4.3.1 Transición para sistemas de 200 A con CCF

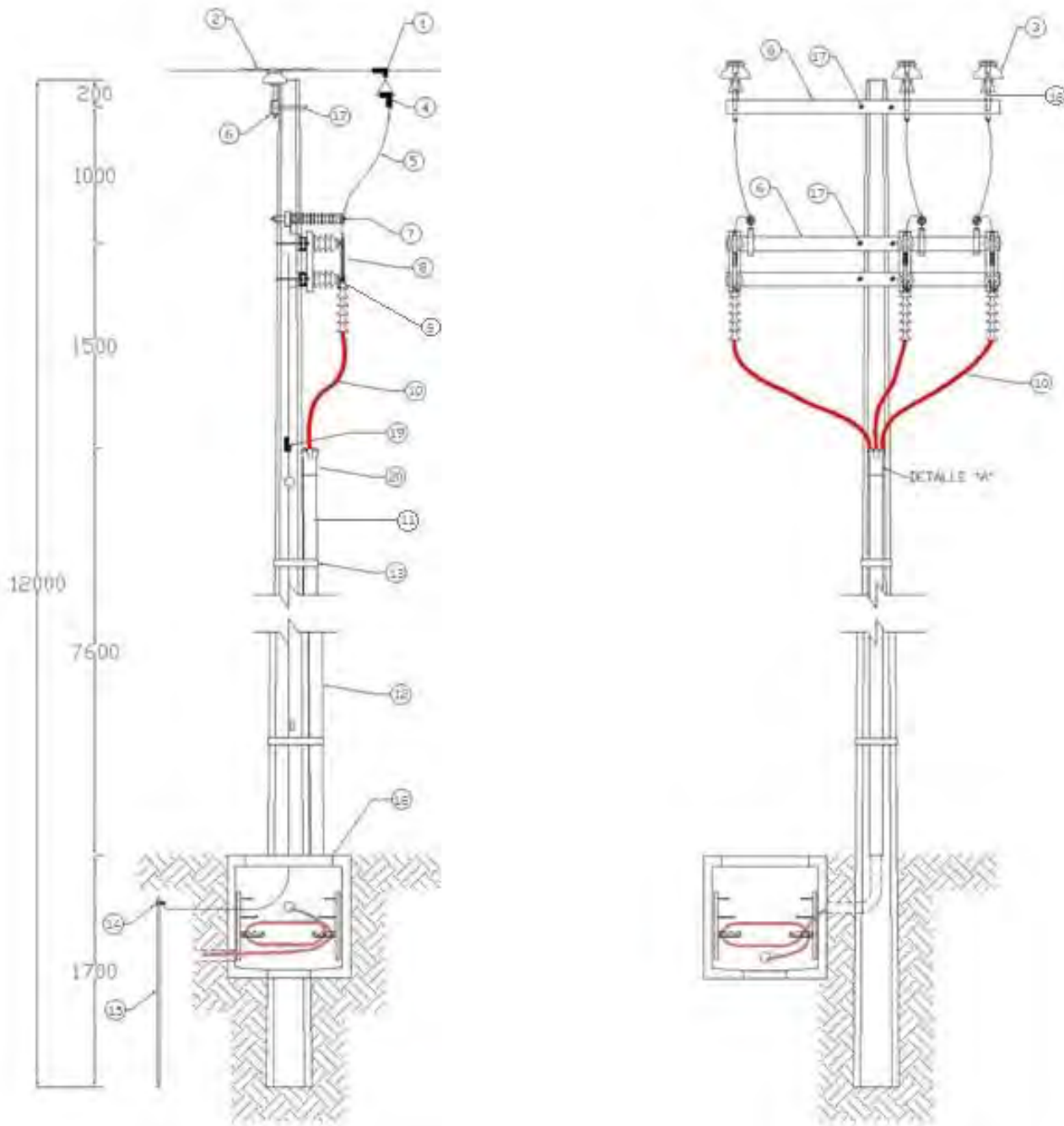


REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL O EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD
1	CONECTOR A PRESIÓN TIPO L O T CON ESTRIBO DE COBRE	PZA	3
2	ALAMBRE DE ALUMINIO O COBRE SUAVE PARA AMARRE	KG	SR
3	AISLADOR TIPO ALFILER	PZA	SA
4	CONECTADOR PARA LINEA ENERGIZADA	PZA	3
5	ALAMBRE O CABLE DE COBRE DESNUDO MÍNIMO 21.2 mm ² (4AWG)	KG	SR
6	CRUCETA PT O DE MADERA	PZA	1
7	APARTARRAYO TIPO RISER POLE	PZA	3
8	CORTACIRCUITO FUSIBLE	PZA	3
9	TERMINAL POLIMÉRICA PARA CABLE DE ENERGÍA	PZA	3
10	CABLE DE ENERGÍA	KG	SR
11	TUBO DE 152 mm DE DÍMETRO TIPO PAD ESPECIFICACIÓN CFEDF100-23 COLOR NEGRO HUMO	KG	SR
12	POSTE DE CONCRETO O MADERA DE 12 METROS MÍNIMO	PZA	1
13	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE	KG	SR
14	CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA	PZA	SR
15	ELECTRODO DE TIERRA	PZA	SR
16	REGISTRO PARA MEDIA TENSIÓN	PZA	1
17	ABRAZADERA O TORNILLO	PZA	SR
18	ALFILER	PZA	SA
19	SELLO TERMOCONTRÁCTIL	PZA	1
20	PLACA DE IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO O RED, COLORAMARILLO CON LETRAS NEGRAS DE 300 X 100 mm	PZA	1

NOTAS:

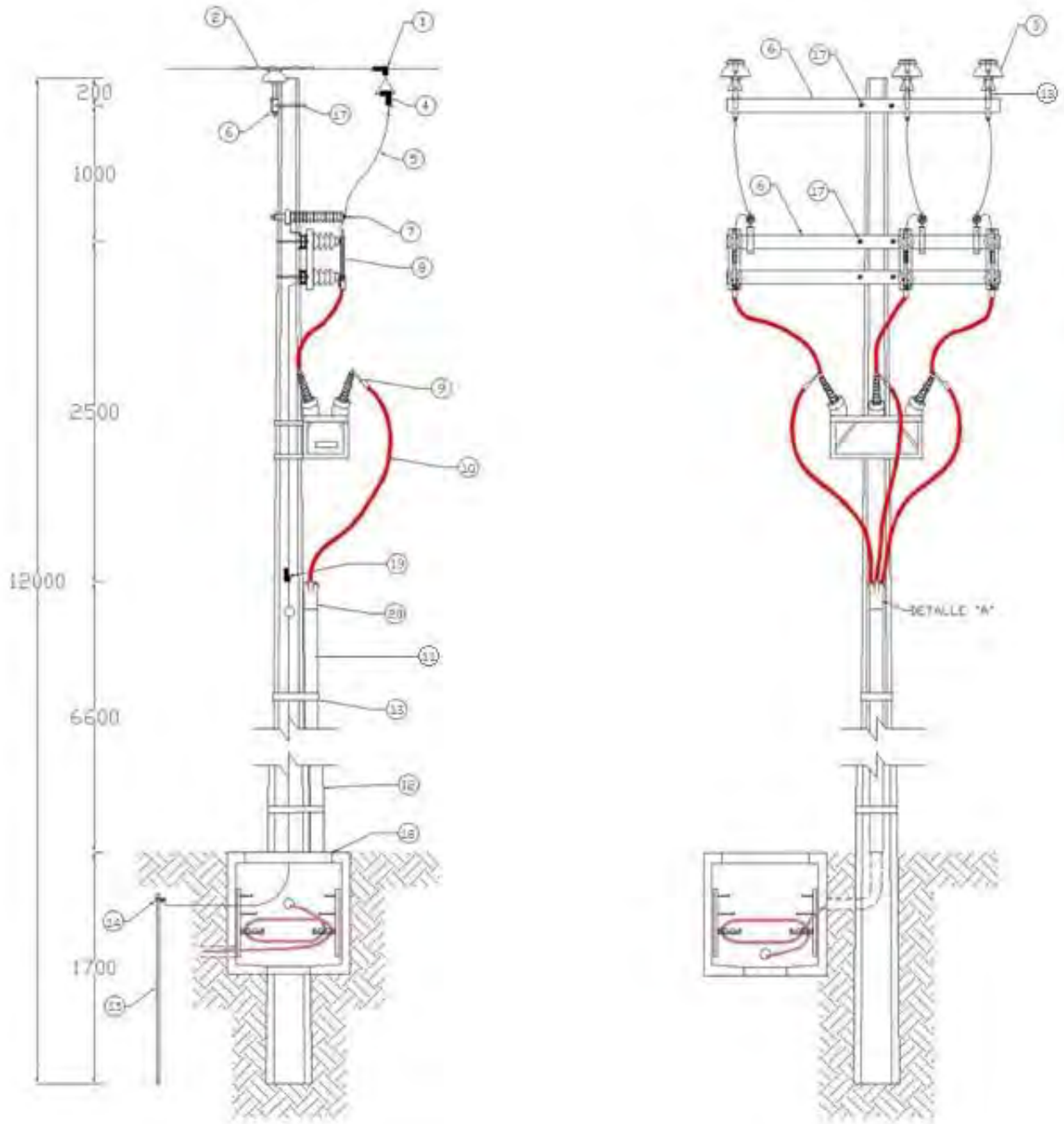
- (1) LOS CABLES DE ENERGÍA DEBEN QUEDAR SUJETOS AL TUBO CON EL SOPORTE POLIMÉRICO.
- (2) LOS APARTARRAYOS SE INSTALARÁN EN EL POSTE DE TRANSICIÓN Y SERÁN DE ACUERDO A LA TENSIÓN DE SUMINISTRO.
- (3) CFE INDICARÁ EL POSTE DONDE SE UBICARÁ LA TRANSICIÓN.
- (4) EN EL REGISTRO DEBE DEJARSE CABLE DE RESERVA.
- (5) EL NEUTRO CORRIDO SE INSTALARÁ DE ACUERDO A LO INDICADO EN LAS NORMAS AÉREAS.
- (6) EL TUBO DE TRANSICIÓN DEBE DE INSTALARSE EN EL LADO OPUESTO A LA VIALIDAD VEHICULAR.0.
- (7) PARA SU USO EN SISTEMAS DE 200 AMPERES PARA DEMANDAS MENORES A LAS SEÑALADAS EN LA TABLA 2.6.6

4.3.2 Transición para sistemas de 600 A con CSP



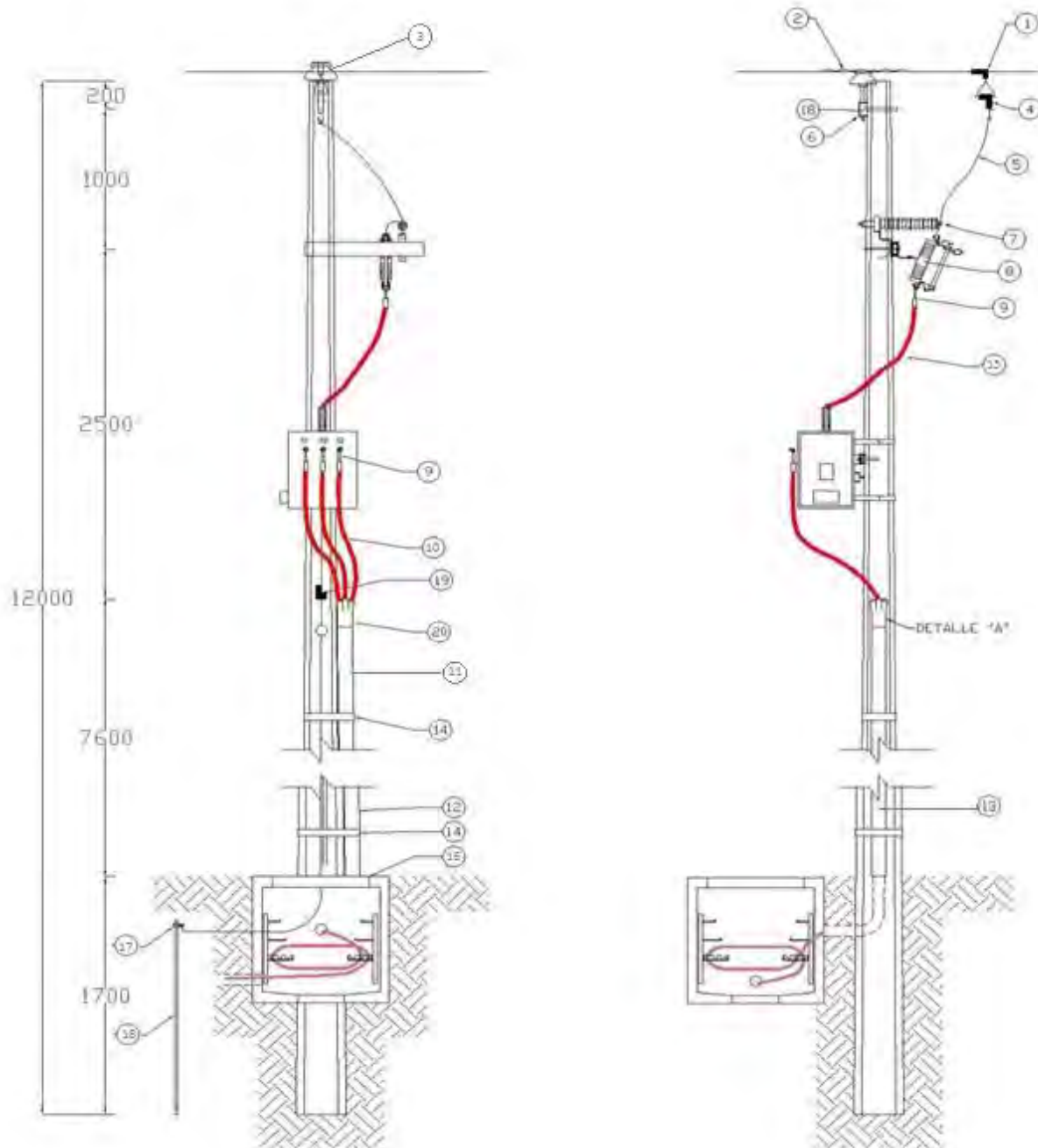
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL O EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD
1	CONECTOR A PRESIÓN TIPO L O T CON ESTRIBO DE COBRE	PZA	3
2	ALAMBRE DE ALUMINIO O COBRE SUAVE PARA AMARRE	KG	SR
3	AISLADOR TIPO ALFILER	PZA	SA
4	CONECTOR PARA LINEA ENERGIZADA	PZA	3
5	ALAMBRE O CABLE DE COBRE DESNUDO MÍNIMO 21.2 mm ² (4AWG)	KG	SR
6	CRUCETA PT O DE MADERA	PZA	1
7	APARTARRAYO TIPO RISER POLE	PZA	3
8	CUCHILLA COP	PZA	3
9	TERMINAL POLIMÉRICA PARA CABLE DE ENERGÍA	PZA	3
10	CABLE DE ENERGÍA	PZA	SR
11	TUBO DE 152 mm DE DIÁMETRO TIPO PAD ESPECIFICACIÓN CFEDF100-23 COLOR NEGRO HUMO	M	SR
12	POSTE DE CONCRETO O MADERA DE 12 METROS MÍNIMO	PZA	1
13	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE	M	SR
14	CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA	PZA	SR
15	ELECTRODO DE TIERRA	PZA	SR
16	REGISTRO PARA MEDIA TENSIÓN CONFORME AL TIPO DE TERRENO	PZA	1
17	ABRAZADERA O TORNILLO	PZA	SR
18	ALFILER	PZA	SA
19	SELLO TERMOCONTRACTIL	PZA	1
20	PLACA DE IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO O RED, COLOR AMARILLO CON LETRAS NEGRAS DE 300 X 100 mm	PZA	1

4.3.3 Transición para sistemas de 600 A con CSP y equipo trifásico con protección electrónica



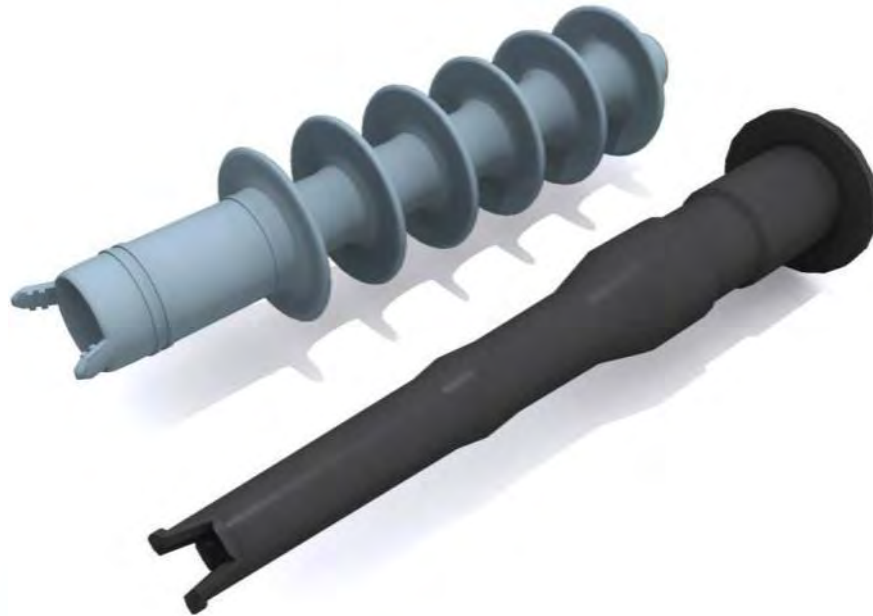
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL O EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD
1	CONECTOR A PRESIÓN TIPO L O T CON ESTRIBO DE COBRE	PZA	3
2	ALAMBRE DE ALUMINIO O COBRE SUAVE PARA AMARRE	KG	SR
3	AISLADOR TIPO ALFILER	PZA	SA
4	CONECTADOR A COMPRESIÓN	PZA	3
5	ALAMBRE O CABLE DE COBRE DESNUDO MÍNIMO 21.2 mm ² (4AWG)	KG	SR
6	CRUCETA PT O DE MADERA O C4T	PZA	1
7	APARTARRAYO TIPO RISER POLE	PZA	3
8	CUCHILLA COP	PZA	3
9	TERMINAL POLIMÉRICA PARA CABLE DE ENERGÍA	PZA	3
10	CABLE DE ENERGÍA	PZA	SR
11	TUBO DE 152 mm DE DIÁMETRO TIPO PAD ESPECIFICACIÓN CFEDF100-23 COLOR NEGRO HUMO	M	SR
12	POSTE DE CONCRETO O MADERA DE 12 METROS MÍNIMO	PZA	1
13	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE	M	SR
14	CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA	PZA	SR
15	ELECTRODO DE TIERRA	PZA	SR
16	POZO DE VISITA CONFORME A TIPO DE TERRENO	PZA	1
17	ABRAZADERA O TORNILLO	PZA	SR
18	ALFILER	PZA	SA
19	SOPORTE Y SELLO POLIMÉRICO	PZA	1
20	PLACA DE IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO O RED, COLOR AMARILLO CON LETRAS NEGRAS DE 300 X 100 mm	PZA	1

4.3.4 Transición en baja tensión para sistemas híbridos



REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL O EQUIPO	UNIDAD
1	CONECTOR A PRESIÓN TIPO L O T CON ESTRIBO DE COBRE	PZA
2	ALAMBRE DE ALUMINIO O COBRE SUAVE PARA AMARRE	PZA
3	AISLADOR TIPO ALFILER	PZA
4	CONECTADOR PARA LINEA ENERGIZADA	PZA
5	ALAMBRE O CABLE DE COBRE DESNUDO MÍNIMO 21.2 mm ² (4AWG)	KG
6	CRUCETA PT O DE MADERA	PZA
7	APARTARRAYO TIPO RISER POLE	PZA
8	CORTACIRCUITO FUSIBLE	PZA
9	CONECTOR TIPO ZAPATA BIMETÁLICA	PZA
10	CABLE TRIPLEX AL DE 600 VAISLADO CON MANGA CONTRÁCTIL PARA EVITAR EL DETERIORO PRODUCIDO POR LOS RAYOS UV EN LA PARTE EXPUESTA A LA LUZ SOLAR	PZA
11	SOPORTE Y SELLO POLIMÉRICO	PZA
12	POSTE DE CONCRETO O MADERA DE 12 METROS MÍNIMO	PZA
13	TUBO TIPO PAD ESPECIFICACIÓN CFEDF100-23 DE COLOR NEGRO DE 50.75 mm DE DIÁMETRO	PZA
14	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE	M
15	CABLE AL - XLP / PAD 2C / IN	MT
16	REGISTRO BT TIPO 1 Ó TIPO 2	PZA
17	CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA	PZA
18	ELECTRODO DE TIERRA	PZA
19	SOPORTE Y SELLO POLIMÉRICO	PZA
20	PLACA DE IDENTIFICACION DEL SERVICIO Ó RED, COLOR AMARILLO CON LETRAS NEGRAS DE 300 X 100 mm	

4.3.6 Terminal premoldeada MT



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Terminal de MT premoldeada, para cables de energía de A kV de tensión entre fases, tamaño B mm ² (AWG - kcmil) e instalación tipo C . Incorpora compuestos para el sello superior y el alivio de esfuerzos, resistente a los rayos UV, campanas integradas o por integrar al cuerpo.
ESPECIFICACION	NMX-J-199/57000-63 Terminales para cable de potencia de 2 a 230 kV. CFE 57000-63 Terminales poliméricas de Media Tensión.
USO Y APLICACION	Se usa para terminar cables de Media Tensión en instalaciones interior y exterior. Clase 1: Aplicables en zonas de alta contaminación o normal, alivia los esfuerzos del campo eléctrico, se usa en Media Tensión hasta 35 kV.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y Humedad en bolsa de plástico cerrada.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
A.1	650897	TERMINAL PREMOLDEADA 15-2-E	15	33.6 (2)
A.2	445475	TERMINAL PREMOLDEADA 15-1/0-E	15	53.5 (1/0)
A.3	440646	TERMINAL PREMOLDEADA 15-3/0-E	15	85.0 (3/0)
A.4		TERMINAL PREMOLDEADA 15-250-E	15	126.7 (250)
A.5		TERMINAL PREMOLDEADA 15-300-E	15	152.6 (300)
A.6		TERMINAL PREMOLDEADA 15-350-E	15	177.3 (350)
A.7	357950	TERMINAL PREMOLDEADA 15-500-E	15	253.4 (500)
A.8	650899	TERMINAL PREMOLDEADA 15-750-E	15	380.0(750)
A.9		TERMINAL PREMOLDEADA 15-1000-E	15	506.7 (1 000)
A.10		TERMINAL PREMOLDEADA 15-2-I	15	33.6 (2)
A.11	445416	TERMINAL PREMOLDEADA 15-1/0-I	15	53.5 (1/0)
A.12	445417	TERMINAL PREMOLDEADA 15-3/0-I	15	85.0 (3/0)
A.13		TERMINAL PREMOLDEADA 15-250-I	15	126.7 (250)
A.14		TERMINAL PREMOLDEADA 15-300-I	15	152.6 (300)
A.15		TERMINAL PREMOLDEADA 15-350-I	15	177.3 (350)
A.16	279538	TERMINAL PREMOLDEADA 15-500-I	15	253.4 (500)
A.17	650905	TERMINAL PREMOLDEADA 15-750-I	15	380.0(750)
A.18		TERMINAL PREMOLDEADA 15-1000-I	15	506.7 (1 000)
A.19	650900	TERMINAL PREMOLDEADA 25-1/0-E	25	53.5 (1/0)
A.20	650907	TERMINAL PREMOLDEADA 25-3/0-E	25	85.0 (3/0)
A.21		TERMINAL PREMOLDEADA 25-250-E	25	126.7 (250)
A.22		TERMINAL PREMOLDEADA 25-300-E	25	152.6 (300)
A.23		TERMINAL PREMOLDEADA 25-350-E	25	177.3 (350)
A.24	650901	TERMINAL PREMOLDEADA 25-500-E	25	253.4 (500)
A.25	650902	TERMINAL PREMOLDEADA 25-750-E	25	380.0(750)
A.26		TERMINAL PREMOLDEADA 25-1000-E	25	506.7 (1 000)
A.27	650906	TERMINAL PREMOLDEADA 25-1/0-I	25	53.5 (1/0)
A.28	650908	TERMINAL PREMOLDEADA 25-3/0-I	25	85.0 (3/0)
A.29		TERMINAL PREMOLDEADA 25-250-I	25	126.7 (250)
A.30		TERMINAL PREMOLDEADA 25-300-I	25	152.6 (300)
A.31		TERMINAL PREMOLDEADA 25-350-I	25	177.3 (350)
A.32	650909	TERMINAL PREMOLDEADA 25-500-I	25	253.4 (500)
A.33	650910	TERMINAL PREMOLDEADA 25-750-I	25	380.0(750)
A.34		TERMINAL PREMOLDEADA 25-1000-I	25	506.7 (1 000)
A.35	650903	TERMINAL PREMOLDEADA 35-1/0-E	35	53.5 (1/0)
A.36	650912	TERMINAL PREMOLDEADA 35-3/0-E	35	85.0 (3/0)
A.37		TERMINAL PREMOLDEADA 35-250-E	35	126.7 (250)

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

253 de 596

A.38		TERMINAL PREMOLDEADA 35-300-E	35	152.6 (300)
A.39		TERMINAL PREMOLDEADA 35-350-E	35	177.3 (350)
A.40		TERMINAL PREMOLDEADA 35-500-E	35	253.4 (500)
A.41		TERMINAL PREMOLDEADA 35-750-E	35	380.0(750)
A.42		TERMINAL PREMOLDEADA 35-1000-E	35	506.7 (1 000)
A.43	650913	TERMINAL PREMOLDEADA 35-1/0-I	35	53.5 (1/0)
A.44	650911	TERMINAL PREMOLDEADA 35-3/0-I	35	85.0 (3/0)
A.45		TERMINAL PREMOLDEADA 35-250-I	35	126.7 (250)
A.46		TERMINAL PREMOLDEADA 35-300-I	35	152.6 (300)
A.47		TERMINAL PREMOLDEADA 35-350-I	35	177.3 (350)
A.48		TERMINAL PREMOLDEADA 35-500-I	35	253.4 (500)
A.49		TERMINAL PREMOLDEADA 35-750-I	35	380.0(750)
A.50		TERMINAL PREMOLDEADA 35-1000-I	35	506.7 (1 000)



4.3.7 Terminal contráctil en frío MT



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Terminal de MT tipo contráctil en frío para cables de energía de A kV de tensión entre fases, tamaño B mm ² (AWG - kcmil) e instalación tipo C . Material de hule silicón, con control de esfuerzos de alta constante dieléctrica. Incorpora compuestos para el sello superior y el alivio de esfuerzos, resistente a los rayos UV, campanas integradas al cuerpo.
ESPECIFICACION	NMX-J-199 Terminal para cables de potencia de 2 a 230 kV.
USO Y APLICACION	Se usa para terminar cables de Media Tensión en instalaciones interior y exterior. Clase 1: Aplicables en zonas de alta contaminación o normal, alivia los esfuerzos del campo eléctrico, se usa en Media Tensión hasta 35 kV.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad en bolsa de plástico cerrada.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

255 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
A.1	650857	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-2-E	15	33.6 (2)
A.2	445454	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-1/0-E	15	53.5 (1/0)
A.3	445456	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-3/0-E	15	85.0 (3/0)
A.4		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-250-E	15	126.7 (250)
A.5		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-300-E	15	152.6 (300)
A.6		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-350-E	15	177.3 (350)
A.7	435123	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-500-E	15	253.4 (500)
A.8	445460	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-750-E	15	380.0 (750)
A.9		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-1000-E	15	506.7 (1 000)
A.10	650858	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-2-I	15	33.6 (2)
A.11	445455	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-1/0-I	15	53.5 (1/0)
A.12	650859	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-3/0-I	15	85.0 (3/0)
A.13		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-250-I	15	126.7 (250)
A.14		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-300-I	15	152.6 (300)
A.15		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-350-I	15	177.3 (350)
A.16	445459	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-500-I	15	253.4 (500)
A.17	445461	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-750-I	15	380.0 (750)
A.18		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15-1000-I	15	506.7 (1 000)
A.19	650860	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-1/0-E	25	53.5 (1/0)
A.20		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-3/0-E	25	85.0 (3/0)
A.21		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-250-E	25	126.7 (250)
A.22		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-300-E	25	152.6 (300)
A.23		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-350-E	25	177.3 (350)
A.24	445466	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-500-E	25	253.4 (500)
A.25	650865	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-750-E	25	380.0 (750)
A.26		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-1000-E	25	506.7 (1 000)
A.27		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-1/0-I	25	53.5 (1/0)
A.28	650863	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-3/0-I	25	85.0 (3/0)
A.29		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-250-I	25	126.7 (250)
A.30		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-300-I	25	152.6 (300)
A.31		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-350-I	25	177.3 (350)
A.32	650864	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-500-I	25	253.4 (500)
A.33	650866	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-750-I	25	380.0(750)
A.34		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 25-1000-I	25	506.7 (1 000)
A.35	445470	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-1/0-E	35	53.5 (1/0)
A.36	445472	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-3/0-E	35	85.0 (3/0)
A.37		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-250-E	35	126.7 (250)

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS			ESPECIFICACIÓN CFE DCCSSUBT	
---------------------------------------	--	--	--------------------------------	--

256 de 596

A.38	689840	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-300-E	35	152.6 (300)
A.39		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-350-E	35	177.3 (350)
A.40		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-500-E	35	253.4 (500)
A.41		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-750-E	35	380.0(750)
A.42		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-1000-E	35	506.7 (1 000)
A.43	650867	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-1/0-I	35	53.5 (1/0)
A.44	650868	TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-3/0-I	35	85.0 (3/0)
A.45		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-250-I	35	126.7 (250)
A.46		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-300-I	35	152.6 (300)
A.47		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-350-I	35	177.3 (350)
A.48		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-500-I	35	253.4 (500)
A.49		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-750-I	35	380.0(750)
A.50		TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 35-1000-I	35	506.7 (1 000)



4.3.8 Terminal termocontráctil MT



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Terminal termocontráctil para cables de energía de A kV de tensión entre fases, tamaño B mm ² (AWG) e instalación tipo C .
ESPECIFICACION	NMX-J-199 Terminales para cables de potencia de 2 a 230 kV.
USO Y APLICACION	Clase 1, aplicable en zonas de alta contaminación o normal. Alivia el esfuerzo del campo eléctrico en el cable. Se usa en Media Tensión cables, en instalación interior o exterior. Nota: En zonas con alta contaminación llevará una campana extra.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad en bolsa de plástico cerrada
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

258 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
A.1	650914	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-2-E	15	33.6 (2)
A.2	14006	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-1/0-E	15	53.5 (1/0)
A.3	11116	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-3/0-E	15	85.0 (3/0)
A.4	26156	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-250-E	15	126.7 (250)
A.5		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-300-E	15	152.6 (300)
A.6		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-350-E	15	177.3 (350)
A.7	68909	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-500-E	15	253.4 (500)
A.8	68215	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-750-E	15	380.0 (750)
A.9	180946	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-1000-E	15	506.7 (1 000)
A.10	650915	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-2-I	15	33.6 (2)
A.11	445430	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-1/0-I	15	53.5 (1/0)
A.12	650916	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-3/0-I	15	85.0 (3/0)
A.13		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-250-I	15	126.7 (250)
A.14		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-300-I	15	152.6 (300)
A.15		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-350-I	15	177.3 (350)
A.16	538014	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-500-I	15	253.4 (500)
A.17	277722	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-750-I	15	380.0 (750)
A.18	277724	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 15-1000-I	15	506.7 (1 000)
A.19	356624	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-1/0-E	25	53.5 (1/0)
A.20	356625	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-3/0-E	25	85.0 (3/0)
A.21	357954	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-250-E	25	126.7 (250)
A.22		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-300-E	25	152.6 (300)
A.23		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-350-E	25	177.3 (350)
A.24		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-500-E	25	253.4 (500)
A.25	360364	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-750-E	25	380.0 (750)
A.27	360251	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-1/0-I	25	53.5 (1/0)
A.28	14007	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-3/0-I	25	85.0 (3/0)
A.29		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-250-I	25	126.7 (250)
A.30		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-300-I	25	152.6 (300)
A.31		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-350-I	25	177.3 (350)
A.32	279985	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-500-I	25	253.4 (500)
A.33	360623	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-750-I	25	380.0 (750)
A.34	360624	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25-1000-I	25	506.7 (1 000)
A.35	650917	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-1/0-E	35	53.5 (1/0)
A.36	650919	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-3/0-E	35	85.0 (3/0)
A.37	176707	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-250-E	35	126.7 (250)
A.38		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-300-E	35	152.6 (300)

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

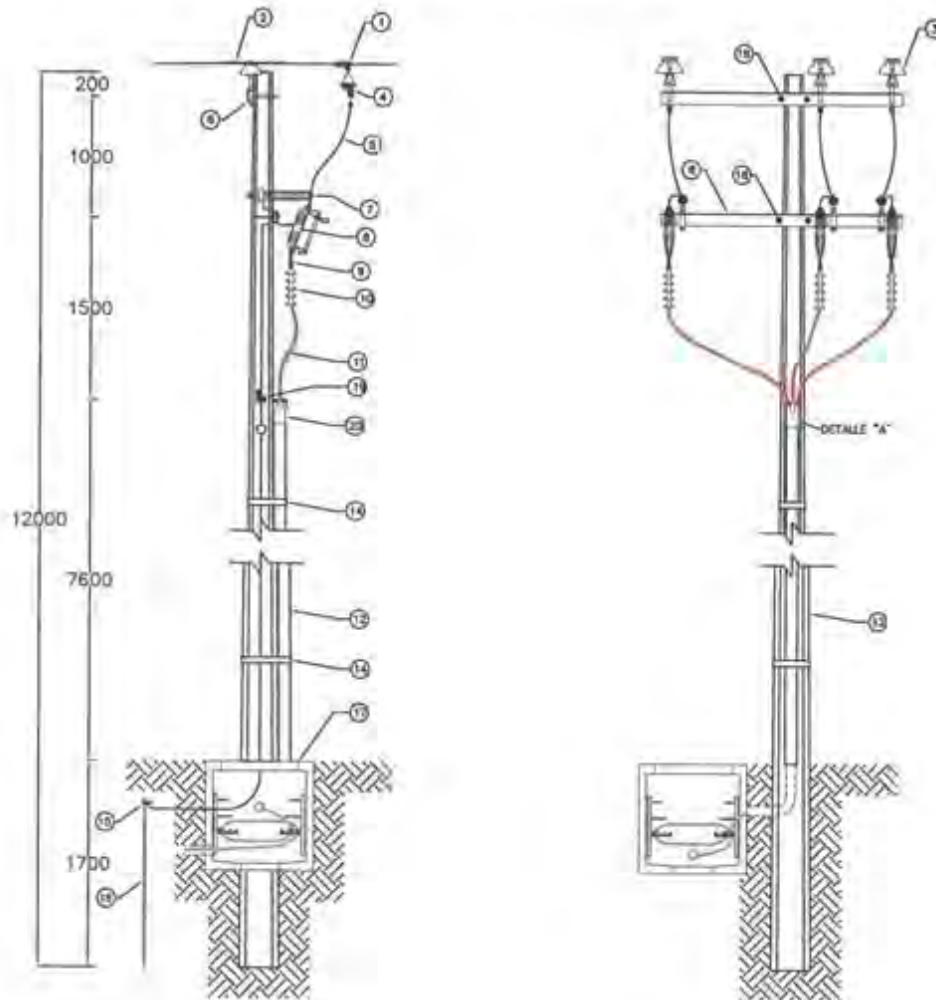
CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS			ESPECIFICACIÓN CFE DCCSSUBT	
--	--	--	--	--

259 de 596

A.39		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-350-E	35	177.3 (350)
A.40	434421	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-500-E	35	253.4 (500)
A.41	694902	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-750-E	35	380.0 (750)
A.42		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-1000-E	35	506.7 (1 000)
A.43	650918	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-1/0-I	35	53.5 (1/0)
A.44	650920	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-3/0-I	35	85.0 (3/0)
A.45		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-250-I	35	126.7 (250)
A.46		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-300-I	35	152.6 (300)
A.47		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-350-I	35	177.3 (350)
A.48		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-500-I	35	253.4 (500)
A.49	694903	TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-750-I	35	380.0 (750)
A.50		TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 35-1000-I	35	506.7 (1 000)



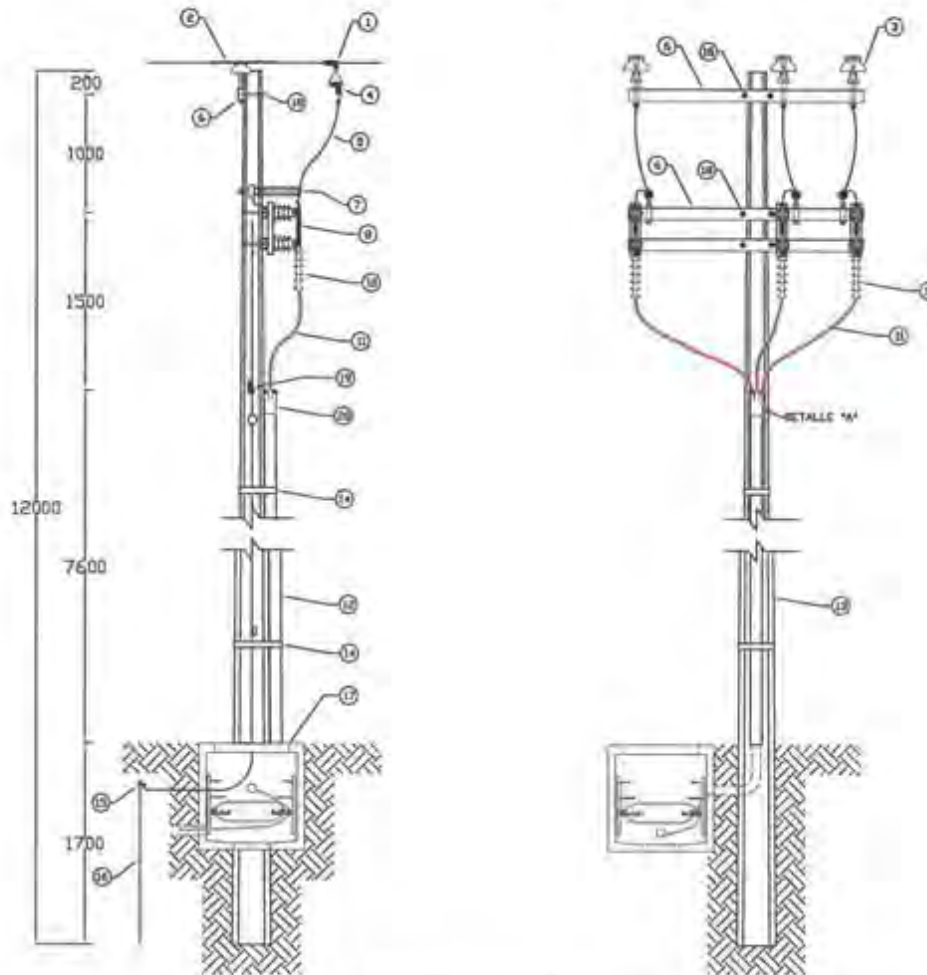
4.3.1 TRANSICIÓN PARA SISTEMAS DE 200 CON CCF



LISTA DE MATERIALES

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1.-CONECTOR TIPO ESTRIBO. 2.-AMARRÉ DE ALUMINO SUAVE. 3.-AISLADOR TIPO PIN POST. 4.-CONECTOR TIPO PERICO. 5.-CAILE DE COBRE DESNUDO. 6.-CRUCETA TIPO PT200. 7.- APARTARRAYOS ACOM TS (KV SEGUN REQUERA). 8.-CORTACIRCUITOS FUSIBLE DE (KV SEGUN REQUERA). 9.-CONECTOR TIPO BAYONETA. 10.- TERMINAL DE USO EXTERIOR | <ul style="list-style-type: none"> 11.-CABLE DE POTENCIA TIPO XLPE CAL 3/0 O 1/0 (KV SEGUN REQUERA). 12.-TUBO TIPO PAD DE 4" DE DIAM RD 13.5, COLOR NEGRO CON PROTECCIÓN UV 13.-POSTE DE CONCRETO. 14.-FLEJE DE ACERO INOX. DE 1/2 DE ESPESOR. 15.-SOLDADURA TIPO CAOWELD. 16.-VARILLA COOPERWELD. 17.-REGISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO. 18.-ABRAZADERA TIPO UC. 19.- CONECTOR DERIVADOR 90 GRADOS (CAL SEGUN REQUERA). 20.- SELLO TERMOCONTRACTIL O CONTRACTIL EN FIBRO. |
|---|--|

4.3.2 TRANSICION PARA SISTEMAS DE 800 CON CSP

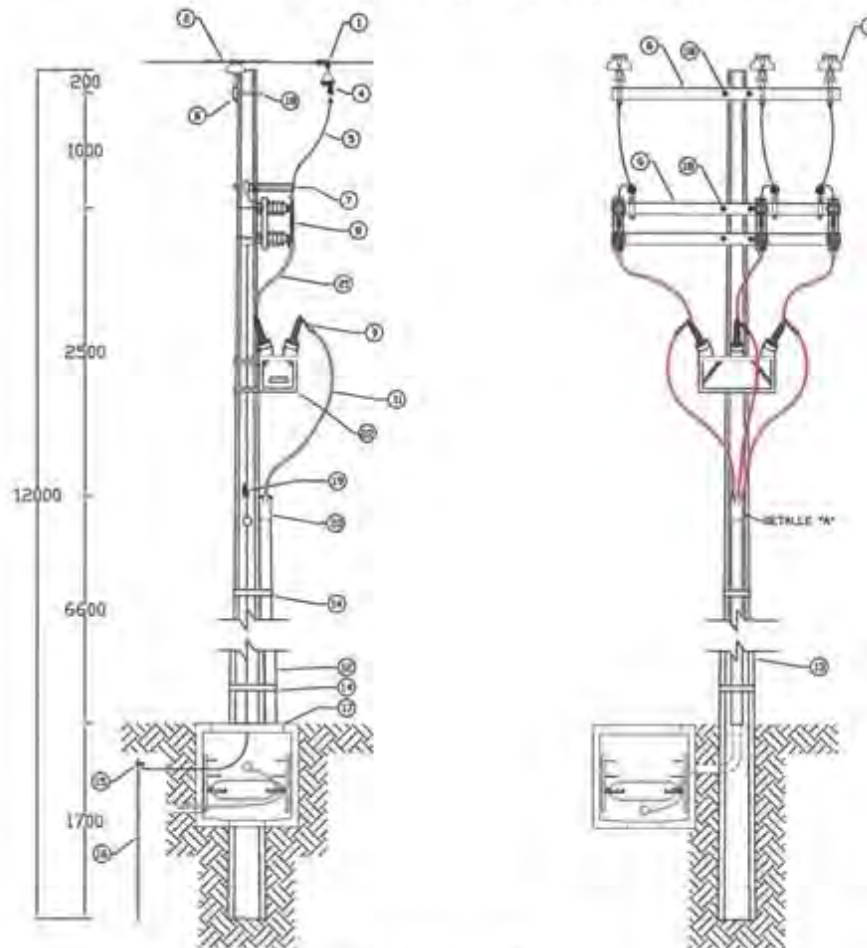


LISTA DE MATERIALES

- 1.-CONECTOR TIPO ESTRIBO.
- 2.-AMARRE DE ALUMINIO SUAVE.
- 3.-AISLADOR TIPO PW POST.
- 4.-CONECTOR TIPO PERICO.
- 5.-CABLE DE COBRE DESNUDO.
- 6.-CRUCETA TIPO F1200.
- 7.- APARTARRAYOS ADOM TS (kV SEGUN REQUIERA).
- 8.-CUCHILLA SECCIONADORA OPERACION CON PERTIGA (kV SEGUN REQUIERA).
- 9.-CONECTOR TIPO ZAPATA.
- 10.-TERMINAL DE USO EXTERIOR.

- 11.-CABLE DE POTENCIA TIPO XLP CAL. 500 O 750 (kV SEGUN REQUIERA).
- 12.-TUBO TIPO PAD RD 135 COLOR NEGRO DE DIAM. SEGUN REQUIERA.
- 13.-POSTE DE CONCRETO.
- 14.-FLEJE DE ACERO INOX. DE 1/2 DE ESPESOR.
- 15.-SOLDADURA TIPO CADWELD.
- 16.-VARILLA COOPERWELD.
- 17.-REGISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO.
- 18.-ABRAZADERA TIPO UC.
- 19.- CONECTOR DERIVADOR 90 GRADOS (CAL SEGUN REQUIERA).
- 20.- SELLO TERMOCONTRACTIL O CONTRACTIL EN FRIO.

4.3.3 TRANSICIÓN PARA SISTEMAS DE 600 CON CSP
Y EQUIPO TRIFÁSICO CON PROTECCIÓN ELECTRÓNICA

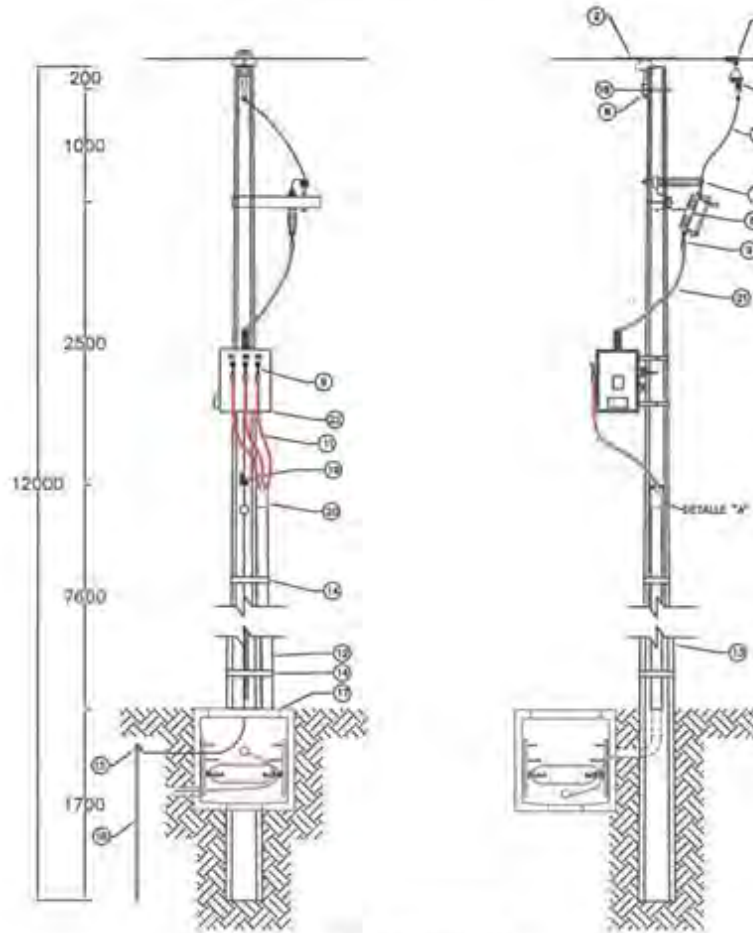


LISTA DE MATERIALES

- 1.-CONECTOR TIPO ESTRIBO.
- 2.-AMARRE DE ALUMINO SUAVE.
- 3.-AISLADOR TIPO PIN POST.
- 4.-CONECTOR TIPO PERICO.
- 5.-CABLE DE COBRE DESNUDO.
- 6.-GRUCETA TIPO PT200.
- 7.- APARTARRAYOS ADOM TS (KV SEGUN REQUIERA).
- 8.-CUCHILLA SECCIONADORA OPERACION CON PORTIGA (KV SEGUN REQUIERA).
- 9.-CONECTOR TIPO BAYONETA.
- 10.-TERMINAL DE USO EXTERIOR.
- 11.-CABLE DE POTENCIA TIPO KLP CAL. 500 O 750 (KV SEGUN REQUIERA).

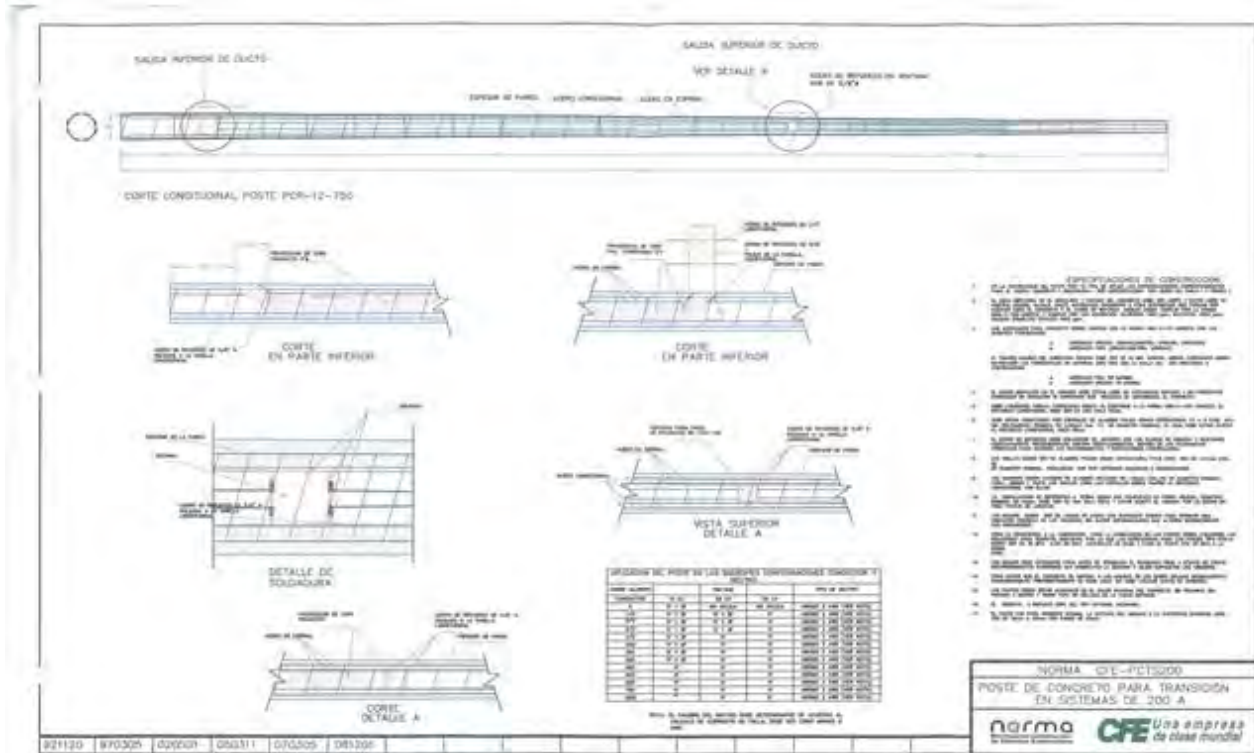
- 12.-TUBO TIPO PAD RD 13.5 COLOR NEGRO DE DIAM. SEGUN REQUIERA.
- 13.-POSTE DE CONCRETO.
- 14.-FLEJE DE ACERO INOX. DE 1/2 DE ESPESOR.
- 15.-SOLDADURA TIPO CADWELD.
- 16.-VARILLA COOPERWELD.
- 17.-REGISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO.
- 18.-ABRAZADERA TIPO UC.
- 19.- CONECTOR DERIVADOR 90 GRADOS (CAL SEGUN REQUIERA).
- 20.- SELLO TERMOCONTRACTIL O CONTRACTIL EN FRIO.
- 21.- CABLE SEMI-AISLADO.
- 22.- EQUIPO TRIFASICO CON PROTECCION ELECTRONICA.

4.3.4 TRANSICIÓN EN BAJA TENSION PARA SISTEMAS HIBRIDOS



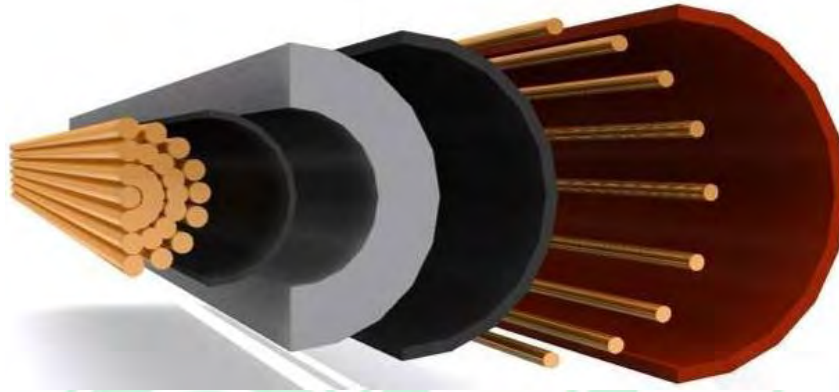
LISTA DE MATERIALES

- | | |
|--|---|
| <p>1.- CONECTOR TIPO ESTRIBO.
 2.- AMARRE DE ALUMINO SUAVE.
 3.- AISLADOR TIPO PIN POST.
 4.- CONECTOR TIPO PERICO.
 5.- CABLE DE COBRE DESNUDO.
 6.- CRUCETA TIPO PT200.
 7.- APARTARRAYOS ADOM TS (KV SEGUN REQUERA).
 8.- CORTACORRITOS FUSIBLE DC (KV SEGUN REQUERA).
 9.- CONECTOR TIPO BAYONETA.
 10.- TERMINAL DE USO EXTERIOR.
 11.- CABLE DE COBRE FORRADO CAL 600 V (CAL SEGUN REQUERA).</p> | <p>12.- TUBO TIPO PAD RD 13,5 COLOR NEGRO DE DIAM. SEGUN REQUERA.
 13.- POSTE DE CONCRETO.
 14.- FLEJE DE ACERO INOX. DE 1/2 DE ESPESOR.
 15.- SOLDADURA TIPO CADWELD.
 16.- VARILLA COOPERWELD.
 17.- REGISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO.
 18.- ABRAZADERA TIPO UC.
 19.- CONECTOR DERIVADOR 90 GRADOS (KV SEGUN REQUERA).
 20.- SELLO TERMOCONTRACTIL O CONTRACTIL EN FRIO.
 21.- CABLE SEMI-AISLADO PARA M.T.
 22.- TRANSFORMADOR MONOFASICO (CARACTERISTICAS SEGUN REQUERA).</p> |
|--|---|



4.4 Cables

4.4.1 Cables de potencia monopolares de 5 kV a 35kV con aislamiento XLP o XLP-R.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conductor de cobre o aluminio con aislamiento XLP o XLP-RA y cubierta de PAD de varios tamaños o designación y para tensiones de Media Tensión. Según tablas anexas
ESPECIFICACION	NRF-024-CFE Cables de potencia monopolares de 5 a 35 kV con aislamiento de XLP, polietileno de cadena cruzada, o XLP en retardantes a las arborescencias (RA)
USO Y APLICACION	Conducir corriente de un punto a otro dentro de un circuito eléctrico en los sistemas de distribución subterránea
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

TABLA 1. TAMAÑO O DESIGNACIÓN DE ALUMINIO Y COBRE CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO DE CADENA CRUZADA

TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (kV)	DESCRIPCIÓN CORTA:		DESIGNACIÓN	CLAVE:	
	Aluminio	Cobre	Sección transversal del conductor (mm ²)	Aluminio	Cobre
5	Al (8) – XLP-5-100	Cu (8) – XLP-5-100	8.4	EW4AR00810	EW4C180810
	Al (8) – XLP-5-133	Cu (8) – XLP-5-133	8.4	EW4AR00820	EW4C180820
	Al (8) – XLP-5-100-B	Cu (8) – XLP-5-100-B	8.4	EW4AR0081B	EW4C18081B
	Al (8) – XLP-5-133-B	Cu (8) – XLP-5-133-B	8.4	EW4AR0082B	EW4C18082B
	Al (6) – XLP-5-100	Cu (6) – XLP-5-100	13.3	EW4AR00610	EW4C180610
	Al (6) – XLP-5-133	Cu (6) – XLP-5-133	13.3	EW4AR00620	EW4C180620
	Al (6) – XLP-5-100-B	Cu (6) – XLP-5-100-B	13.3	EW4AR0061B	EW4C18061B
	Al (6) – XLP-5-133-B	Cu (6) – XLP-5-133-B	13.3	EW4AR0062B	EW4C18062B
	Al (4) – XLP-5-100	Cu (4) – XLP-5-100	21.2	EW4AR00410	EW4C180410
	Al (4) – XLP-5-133	Cu (4) – XLP-5-133	21.2	EW4AR00420	EW4C180420
	Al (4) – XLP-5-100-B	Cu (4) – XLP-5-100-B	21.2	EW4AR0041B	EW4C18041B
	Al (4) – XLP-5-133-B	Cu (4) – XLP-5-133-B	21.2	EW4AR0042B	EW4C18042B
	Al (2) – XLP-5-100	Cu (2) – XLP-5-100	33.6	EW4AR00210	EW4C180210
	Al (2) – XLP-5-133	Cu (2) – XLP-5-133	33.6	EW4AR00220	EW4C180220
	Al (2) – XLP-5-100-B	Cu (2) – XLP-5-100-B	33.6	EW4AR0021B	EW4C18021B
	Al (2) – XLP-5-133-B	Cu (2) – XLP-5-133-B	33.6	EW4AR0022B	EW4C18022B
	Al (1/0) – XLP-5-100	Cu (1/0) – XLP-5-100	53.5	EW4AR00D10	EW4C180D10
	Al (1/0) – XLP-5-133	Cu (1/0) – XLP-5-133	53.5	EW4AR00D20	EW4C180D20
	Al (1/0) – XLP-5-100-B	Cu (1/0) – XLP-5-100-B	53.5	EW4AR00D1B	EW4C180D1B
	Al (1/0) – XLP-5-133-B	Cu (1/0) – XLP-5-100-B	53.5	EW4AR00D2B	EW4C180D2B
	Al (3/0) – XLP-5-100	Cu (3/0) – XLP-5-100	85.0	EW4AR00B10	EW4C180B10
	Al (3/0) – XLP-5-133	Cu (3/0) – XLP-5-133	85.0	EW4AR00B20	EW4C180B20
	Al (3/0) – XLP-5-100-B	Cu (3/0) – XLP-5-100-B	85.0	EW4AR00B1B	EW4C180B1B
	Al (3/0) – XLP-5-133-B	Cu (3/0) – XLP-5-133-B	85.0	EW4AR00B2B	EW4C180B2B
	Al (250) – XLP-5-100	Cu (250) – XLP-5-100	126.7	EW4AR0AK10	EW4C18AK10
	Al (250) – XLP-5-133	Cu (250) – XLP-5-133	126.7	EW4AR0AK20	EW4C18AK20
	Al (250) – XLP-5-100-B	Cu (250) – XLP-5-100-B	126.7	EW4AR0AK1B	EW4C18AK1B
	Al (250) – XLP-5-133-B	Cu (250) – XLP-5-133-B	126.7	EW4AR0AK2B	EW4C18AK2B
	Al (300) – XLP-5-100	Cu (300) – XLP-5-100	152.6	EW4AR0AN10	EW4C18AN10
	Al (300) – XLP-5-133	Cu (300) – XLP-5-133	152.6	EW4AR0AN20	EW4C18AN20
	Al (300) – XLP-5-100-B	Cu (300) – XLP-5-100-B	152.6	EW4AR0AN1B	EW4C18AN1B
	Al (300) – XLP-5-133-B	Cu (300) – XLP-5-133-B	152.6	EW4AR0AN2B	EW4C18AN2B
Al (350) – XLP-5-100	Cu (350) – XLP-5-100	177.3	EW4AR0AT10	EW4C18AT10	
Al (350) – XLP-5-133	Cu (350) – XLP-5-133	177.3	EW4AR0AT20	EW4C18AT20	

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

267 de 596

	Al (350) – XLP-5-100-B	Cu (350) – XLP-5-100-B	177.3	EW4AR0AT1B	EW4C18AT1B
	Al (350) – XLP-5-133-B	Cu (350) – XLP-5-133-B	177.3	EW4AR0AT2B	EW4C18AT2B
	Al (500) – XLP-5-100	Cu (500) – XLP-5-100	253.4	EW4AR0B210	EW4C18B210
	Al (500) – XLP-5-133	Cu (500) – XLP-5-133	253.4	EW4AR0B220	EW4C18B220
	Al (500) – XLP-5-100-B	Cu (500) – XLP-5-100-B	253.4	EW4AR0B21B	EW4C18B21B
	Al (500) – XLP-5-133-B	Cu (500) – XLP-5-133-B	253.4	EW4AR0B22B	EW4C18B22B
	Al (750) – XLP-5-100	Cu (750) – XLP-5-100	380.0	EW4AR0BE10	EW4C18BE10
	Al (750) – XLP-5-133	Cu (750) – XLP-5-133	380.0	EW4AR0BE20	EW4C18BE20
	Al (750) – XLP-5-100-B	Cu (750) – XLP-5-100-B	380.0	EW4AR0BE1B	EW4C18BE1B
	Al (750) – XLP-5-133-B	Cu (750) – XLP-5-133-B	380.0	EW4AR0BE2B	EW4C18BE2B
	Al (1000) – XLP-5-100	Cu (1000) – XLP-5-100	506.7	EW4AR0BP10	EW4C18BP10
	Al (1000) – XLP-5-133	Cu (1000) – XLP-5-133	506.7	EW4AR0BP20	EW4C18BP20
	Al (1000) – XLP-5-100-B	Cu (1000) – XLP-5-100-B	506.7	EW4AR0BP1B	EW4C18BP1B
	Al (1000) – XLP-5-133-B	Cu (1000) – XLP-5-133-B	506.7	EW4AR0BP2B	EW4C18BP2B
15	Al (2) – XLP-15-100	Cu (2) – XLP-15-100	33.6	EWZAR00210	EWZC180210
	Al (2) – XLP-15-133	Cu (2) – XLP-15-133	33,6	EWZAR00220	EWZC180220
	Al (2) – XLP-15-100-B	Cu (2) – XLP-15-100-B	33,6	EWZAR0021B	EWZC18021B
	Al (2) – XLP-15-133-B	Cu (2) – XLP-15-133-B	33,6	EWZAR0022B	EWZC18022B
	Al (1/0) – XLP-15-100	Cu (1/0) – XLP-15-100	53.5	EWZAR00D10	EWZC180D10
	Al (1/0) – XLP-15-133	Cu (1/0) – XLP-15-133	53.5	EWZAR00D20	EWZC180D20
	Al (1/0) – XLP-15-100-B	Cu (1/0) – XLP-15-100-B	53.5	EWZAR00D1B	EWZC180D1B
	Al (1/0) – XLP-15-133-B	Cu (1/0) – XLP-15-133-B	53.5	EWZAR00D2B	EWZC180D2B
	Al (3/0) – XLP-15-100	Cu (3/0) – XLP-15-100	85.0	EWZAR00B10	EWZC180B10
	Al (3/0) – XLP-15-133	Cu (3/0) – XLP-15-133	85.0	EWZAR00B20	EWZC180B20
	Al (3/0) – XLP-15-100-B	Cu (3/0) – XLP-15-100-B	85.0	EWZAR00B1B	EWZC180B1B
	Al (3/0) – XLP-15-133-B	Cu (3/0) – XLP-15-133-B	85.0	EWZAR00B2B	EWZC180B2B
	Al (250) – XLP-15-100	Cu (250) – XLP-15-100	126.7	EWZAR0AK10	EWZC18AK10
	Al (250) – XLP-15-133	Cu (250) – XLP-15-133	126.7	EWZAR0AK20	EWZC18AK20
	Al (250) – XLP-15-100-B	Cu (250) – XLP-15-100-B	126.7	EWZAR0AK1B	EWZC18AK1B
	Al (250) – XLP-15-133-B	Cu (250) – XLP-15-133-B	126.7	EWZAR0AK2B	EWZC18AK2B
	Al (300) – XLP-15-100	Cu (300) – XLP-15-100	152.6	EWZAR0AN10	EWZC18AN10
	Al (300) – XLP-15-133	Cu (300) – XLP-15-133	152.6	EWZAR0AN20	EWZC18AN20
	Al (300) – XLP-15-100-B	Cu (300) – XLP-15-100-B	152.6	EWZAR0AN1B	EWZC18AN1B
	Al (300) – XLP-15-133-B	Cu (300) – XLP-15-133-B	152.6	EWZAR0AN2B	EWZC18AN2B
	Al (350) – XLP-15-100	Cu (350) – XLP-15-100	177.3	EWZAR0AT10	EWZC18AT10
	Al (350) – XLP-15-133	Cu (350) – XLP-15-133	177.3	EWZAR0AT20	EWZC18AT20
	Al (350) – XLP-15-100-B	Cu (350) – XLP-15-100-B	177.3	EWZAR0AT1B	EWZC18AT1B
	Al (350) – XLP-15-133-B	Cu (350) – XLP-15-133-B	177.3	EWZAR0AT2B	EWZC18AT2B
	Al (500) – XLP-15-100	Cu (500) – XLP-15-100	253.4	EWZAR0B210	EWZC18B210
	Al (500) – XLP-15-133	Cu (500) – XLP-15-133	253.4	EWZAR0B220	EWZC18B220

140228

Rev

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

268 de 596

	Al (500) – XLP-15-100-B	Cu (500) – XLP-15-100-B	253.4	EWZAR0B21B	EWZC18B21B
	Al (500) – XLP-15-100-B	Cu (500) – XLP-15-133-B	253.4	EWZAR0B22B	EWZC18B22B
	Al (750) – XLP-15-100	Cu (750) – XLP-15-100	380.0	EWZAR0BE10	EWZC18BE10
	Al (750) – XLP-15-133	Cu (750) – XLP-15-133	380.0	EWZAR0BE20	EWZC18BE20
	Al (750) – XLP-15-100-B	Cu (750) – XLP-15-100-B	380.0	EWZAR0BE1B	EWZC18BE1B
	Al (750) – XLP-15-133-B	Cu (750) – XLP-15-133-B	380.0	EWZAR0BE2B	EWZC18BE2B
	Al (1000) – XLP-15-100	Cu (1000) – XLP-15-100	506.7	EWZAR0BP10	EWZC18BP10
	Al (1000) – XLP-15-133	Cu (1000) – XLP-15-133	506.7	EWZAR0BP20	EWZC18BP20
	Al (1000) – XLP-15-100-B	Cu (1000) – XLP-15-100-B	506.7	EWZAR0BP1B	EWZC18BP1B
	Al (1000) – XLP-15-133-B	Cu (1000) – XLP-15-133-B	506.7	EWZAR0BP2B	EWZC18BP2B
25	Al (1/0) – XLP-25-100	Cu (1/0) – XLP-25-100	53.3	EW9AR00D10	EW9C180D10
	Al (1/0) – XLP-25-133	Cu (1/0) – XLP-25-133	53.3	EW9AR00D20	EW9C180D20
	Al (1/0) – XLP-25-100-B	Cu (1/0) – XLP-25-100-B	53.3	EW9AR00D1B	EW9C180D1B
	Al (1/0) – XLP-25-133-B	Cu (1/0) – XLP-25-133-B	53.3	EW9AR00D2B	EW9C180D2B
	Al (3/0) – XLP-25-100	Cu (3/0) – XLP-25-100	85.0	EW9AR00B10	EW9C180B10
	Al (3/0) – XLP-25-133	Cu (3/0) – XLP-25-133	85.0	EW9AR00B20	EW9C180B20
	Al (3/0) – XLP-25-100-B	Cu (3/0) – XLP-25-100-B	85.0	EW9AR00B1B	EW9C180B1B
	Al (3/0) – XLP-25-133-B	Cu (3/0) – XLP-25-133-B	85.0	EW9AR00B2B	EW9C180B2B
	Al (250) – XLP-25-100	Cu (250) – XLP-25-100	126.7	EW9AR0AK10	EW9C18AK10
	Al (250) – XLP-25-133	Cu (250) – XLP-25-133	126.7	EW9AR0AK20	EW9C18AK20
	Al (250) – XLP-25-100-B	Cu (250) – XLP-25-100-B	126.7	EW9AR0AK1B	EW9C18AK1B
	Al (250) – XLP-25-133-B	Cu (250) – XLP-25-133-B	126.7	EW9AR0AK2B	EW9C18AK2B
	Al (300) – XLP-25-100	Cu (300) – XLP-25-100	152.6	EW9AR0AN10	EW9C18AN10
	Al (300) – XLP-25-133	Cu (300) – XLP-25-133	152.6	EW9AR0AN20	EW9C18AN20
	Al (300) – XLP-25-100-B	Cu (300) – XLP-25-100-B	152.6	EW9AR0AN1B	EW9C18AN1B
	Al (300) – XLP-25-133-B	Cu (300) – XLP-25-133-B	152.6	EW9AR0AN2B	EW9C18AN2B
	Al (350) – XLP-25-100	Cu (350) – XLP-25-100	177.3	EW9AR0AT10	EW9C18AT10
	Al (350) – XLP-25-133	Cu (350) – XLP-25-133	177.3	EW9AR0AT20	EW9C18AT20
	Al (350) – XLP-25-100-B	Cu (350) – XLP-25-100-B	177.3	EW9AR0AT1B	EW9C18AT1B
	Al (350) – XLP-25-133-B	Cu (350) – XLP-25-133-B	177.3	EW9AR0AT2B	EW9C18AT2B
	Al (500) – XLP-25-100	Cu (500) – XLP-25-100	253.4	EW9AR0B210	EW9C18B210
	Al (500) – XLP-25-133	Cu (500) – XLP-25-133	253.4	EW9AR0B220	EW9C18B220
	Al (500) – XLP-25-100-B	Cu (500) – XLP-25-100-B	253.4	EW9AR0B21B	EW9C18B21B
	Al (500) – XLP-25-133-B	Cu (500) – XLP-25-133-B	253.4	EW9AR0B22B	EW9C18B22B
	Al (750) – XLP-25-100	Cu (750) – XLP-25-100	380.0	EW9AR0BE10	EW9C18BE10
	Al (750) – XLP-25-133	Cu (750) – XLP-25-133	380.0	EW9AR0BE20	EW9C18BE20
	Al (750) – XLP-25-100-B	Cu (750) – XLP-25-100-B	380.0	EW9AR0BE1B	EW9C18BE1B
	Al (750) – XLP-25-133-B	Cu (750) – XLP-25-133-B	380.0	EW9AR0BE2B	EW9C18BE2B
	Al (1000) – XLP-25-100	Cu (1000) – XLP-25-100	506.7	EW9AR0BP10	EW9C18BP10

140228

Rev

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

269 de 596

	AI (1000) – XLP-25-133	Cu (1000) – XLP-25-133	506.7	EW9AR0BP20	EW9C18BP20
	AI (1000) – XLP-25-100-B	Cu (1000) – XLP-25-100-B	506.7	EW9AR0BP1B	EW9C18BP1B
	AI (1000) – XLP-25-133-B	Cu (1000) – XLP-25-133-B	506.7	EW9AR0BP2B	EW9C18BP2B
35	AI (1/0) – XLP-35-100	Cu (1/0) – XLP-35-100	53.5	EWAAR00D10	EWAC180D10
	AI (1/0) – XLP-35-133	Cu (1/0) – XLP-35-133	53.5	EWAAR00D20	EWAC180D20
	AI (1/0) – XLP-35-100-B	Cu (1/0) – XLP-35-100-B	53.5	EWAAR00D1B	EWAC180D1B
	AI (1/0) – XLP-25-133-B	Cu (1/0) – XLP-35-133-B	53.5	EWAAR00D2B	EWAC180D2B
	AI (3/0) – XLP-35-100	Cu (3/0) – XLP-35-100	85.0	EWAAR00B10	EWAC180B10
	AI (3/0) – XLP-35-133	Cu (3/0) – XLP-35-133	85.0	EWAAR00B20	EWAC180B20
	AI (3/0) – XLP-35-100-B	Cu (3/0) – XLP-35-100-B	85.0	EWAAR00B1B	EWAC180B1B
	AI (3/0) – XLP-35-133-B	Cu (3/0) – XLP-35-133-B	85.0	EWAAR00B2B	EWAC180B2B
	AI (250) – XLP-35-100	Cu (250) – XLP-35-100	126.7	EWAAR0AK10	EWAC18AK10
	AI (250) – XLP-35-133	Cu (250) – XLP-35-133	126.7	EWAAR0AK20	EWAC18AK20
	AI (250) – XLP-35-100-B	Cu (250) – XLP-35-100-B	126.7	EWAAR0AK1B	EWAC18AK1B
	AI (250) – XLP-35-133-B	Cu (250) – XLP-35-133-B	126.7	EWAAR0AK2B	EWAC18AK2B
	AI (300) – XLP-35-100	Cu (300) – XLP-35-100	152.6	EWAAR0AN10	EWAC18AN10
	AI (300) – XLP-35-133	Cu (300) – XLP-35-133	152.6	EWAAR0AN20	EWAC18AN20
	AI (300) – XLP-35-100-B	Cu (300) – XLP-35-100-B	152.6	EWAAR0AN1B	EWAC18AN1B
	AI (300) – XLP-35-133-B	Cu (300) – XLP-35-133-B	152.6	EWAAR0AN2B	EWAC18AN2B
	AI (350) – XLP-35-100	Cu (350) – XLP-35-100	177.3	EWAAR0AT10	EWAC18AT10
	AI (350) – XLP-35-133	Cu (350) – XLP-35-133	177.3	EWAAR0AT20	EWAC18AT20
	AI (350) – XLP-35-100-B	Cu (350) – XLP-35-100-B	177.3	EWAAR0AT1B	EWAC18AT1B
	AI (350) – XLP-35-133-B	Cu (350) – XLP-35-133-B	177.3	EWAAR0AT2B	EWAC18AT2B
	AI (500) – XLP-35-100	Cu (500) – XLP-35-100	253.4	EWAAR0B210	EWAC18B210
	AI (500) – XLP-35-133	Cu (500) – XLP-35-133	253.4	EWAAR0B220	EWAC18B220
	AI (500) – XLP-35-100-B	Cu (500) – XLP-35-100-B	253.4	EWAAR0B21B	EWAC18B21B
	AI (500) – XLP-35-133-B	Cu (500) – XLP-35-133-B	253.4	EWAAR0B22B	EWAC18B22B
	AI (750) – XLP-35-100	Cu (750) – XLP-35-100	380.0	EWAAR0BE10	EWAC18BE10
	AI (750) – XLP-35-133	Cu (750) – XLP-35-133	380.0	EWAAR0BE20	EWAC18BE20
	AI (750) – XLP-35-100-B	Cu (750) – XLP-35-100-B	380.0	EWAAR0BE1B	EWAC18BE1B
	AI (750) – XLP-35-133-B	Cu (750) – XLP-35-133-B	380.0	EWAAR0BE2B	EWAC18BE2B
	AI (1000) – XLP-35-100	Cu (1000) – XLP-35-100	506.7	EWAAR0BP10	EWAC18BP10
	AI (1000) – XLP-35-133	Cu (1000) – XLP-35-133	506.7	EWAAR0BP20	EWAC18BP20
	AI (1000) – XLP-35-100-B	Cu (1000) – XLP-35-100-B	506.7	EWAAR0BP1B	EWAC18BP1B
	AI (1000) – XLP-35-133-B	Cu (1000) – XLP-35-133-B	506.7	EWAAR0BP2B	EWAC18BP2B

NOTA: La letra B al final de la descripción corta, indica que se trata de cables con material bloqueador de agua.

TABLA 2. TAMAÑO O DESIGNACIÓN DE ALUMINIO Y COBRE CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO DE CADENA CRUZADA CON RETARDANTE PARA ARBORESCENCIAS

TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (kV)	DESCRIPCIÓN CORTA:		DESIGNACIÓN Sección transversal del conductor (mm ²)	CLAVE:	
	Aluminio	Cobre		Aluminio	Cobre
5	Al (8) – XLP-RA-5-100	Cu (8) – XLP-RA-5-100	8.4	EW4AR50810	EW4C210810
	Al (8) – XLP-RA-5-133	Cu (8) – XLP-RA-5-133	8.4	EW4AR50820	EW4C210820
	Al (8) – XLP-RA-5-100-B	Cu (8) – XLP-RA-5-100-B	8.4	EW4AR5081B	EW4C21081B
	Al (8) – XLP-RA-5-133-B	Cu (8) – XLP-RA-5-133-B	8.4	EW4AR5082B	EW4C21082B
	Al (6) – XLP-RA-5-100	Cu (6) – XLP-RA-5-100	13.3	EW4AR50610	EW4C210610
	Al (6) – XLP-RA-5-133	Cu (6) – XLP-RA-5-133	13.3	EW4AR50620	EW4C210620
	Al (6) – XLP-RA-5-100-B	Cu (6) – XLP-RA-5-100-B	13.3	EW4AR5061B	EW4C21061B
	Al (6) – XLP-RA-5-133-B	Cu (6) – XLP-RA-5-133-B	13.3	EW4AR5062B	EW4C21062B
	Al (4) – XLP-RA-5-100	Cu (4) – XLP-RA-5-100	21.2	EW4AR50410	EW4C210410
	Al (4) – XLP-RA-5-133	Cu (4) – XLP-RA-5-133	21.2	EW4AR50420	EW4C210420
	Al (4) – XLP-RA-5-100-B	Cu (4) – XLP-RA-5-100-B	21.2	EW4AR5041B	EW4C21041B
	Al (4) – XLP-RA-5-133-B	Cu (4) – XLP-RA-5-133-B	21.2	EW4AR5042B	EW4C21042B
	Al (2) – XLP-RA-5-100	Cu (2) – XLP-RA-5-100	33.6	EW4AR50210	EW4C210210
	Al (2) – XLP-RA-5-133	Cu (2) – XLP-RA-5-133	33.6	EW4AR50220	EW4C210220
	Al (2) – XLP-RA-5-100-B	Cu (2) – XLP-RA-5-100-B	33.6	EW4AR5021B	EW4C21021B
	Al (2) – XLP-RA-5-133-B	Cu (2) – XLP-RA-5-133-B	33.6	EW4AR5022B	EW4C21022B
	Al (1/0) – XLP-RA-5-100	Cu (1/0) – XLP-RA-5-100	53.5	EW4AR50D10	EW4C210D10
	Al (1/0) – XLP-RA-5-133	Cu (1/0) – XLP-RA-5-133	53.5	EW4AR50D20	EW4C210D20
	Al (1/0) – XLP-RA-5-100-B	Cu (1/0) – XLP-RA-5-100-B	53.5	EW4AR50D1B	EW4C210D1B
	Al (1/0) – XLP-RA-5-133-B	Cu (1/0) – XLP-RA-5-100-B	53.5	EW4AR50D2B	EW4C210D2B
	Al (3/0) – XLP-RA-5-100	Cu (3/0) – XLP-RA-5-100	85.0	EW4AR50B10	EW4C210B10
	Al (3/0) – XLP-RA-5-133	Cu (3/0) – XLP-RA-5-133	85.0	EW4AR50B20	EW4C210B20
	Al (3/0) – XLP-RA-5-100-B	Cu (3/0) – XLP-RA-5-100-B	85.0	EW4AR50B1B	EW4C210B1B
	Al (3/0) – XLP-RA-5-133-B	Cu (3/0) – XLP-RA-5-133-B	85.0	EW4AR50B2B	EW4C210B2B
Al (250) – XLP-RA-5-	Cu (250) – XLP-RA-5-100	126.7	EW4AR5AK10	EW4C21AK10	

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

271 de 596

100					
Al (250) – XLP-RA-5-133	Cu (250) – XLP-RA-5-133	126.7	EW4AR5AK20	EW4C21AK20	
Al (250) – XLP-RA-5-100-B	Cu (250) – XLP-RA-5-100-B	126.7	EW4AR5AK1B	EW4C21AK1B	
Al (250) – XLP-RA-5-133-B	Cu (250) – XLP-RA-5-133-B	126.7	EW4AR5AK2B	EW4C21AK2B	
Al (300) – XLP-RA-5-100	Cu (300) – XLP-RA-5-100	152.6	EW4AR5AN10	EW4C21AN10	
Al (300) – XLP-RA-5-133	Cu (300) – XLP-RA-5-133	152.6	EW4AR5AN20	EW4C21AN20	
Al (300) – XLP-RA-5-100-B	Cu (300) – XLP-RA-5-100-B	152.6	EW4AR5AN1B	EW4C21AN1B	
Al (300) – XLP-RA-5-133-B	Cu (300) – XLP-RA-5-133-B	152.6	EW4AR5AN2B	EW4CVAN2B	
Al (350) – XLP-RA-5-100	Cu (350) – XLP-RA-5-100	177.3	EW4AR5AT10	EW4C21AT10	
Al (350) – XLP-RA-5-133	Cu (350) – XLP-RA-5-133	177.3	EW4AR5AT20	EW4C21AT20	
Al (350) – XLP-RA-5-100-B	Cu (350) – XLP-RA-5-100-B	177.3	EW4AR5AT1B	EW4C21AT1B	
Al (350) – XLP-RA-5-133-B	Cu (350) – XLP-RA-5-133-B	177.3	EW4AR5AT2B	EW4C21AT2B	
Al (500) – XLP-RA-5-100	Cu (500) – XLP-RA-5-100	253.4	EW4AR5B210	EW4C21B210	
Al (500) – XLP-RA-5-133	Cu (500) – XLP-RA-5-133	253.4	EW4AR5B220	EW4C21B220	
Al (500) – XLP-RA-5-100-B	Cu (500) – XLP-RA-5-100-B	253.4	EW4AR5B21B	EW4C21B21B	
Al (500) – XLP-RA-5-133-B	Cu (500) – XLP-RA-5-133-B	253.4	EW4AR5B22B	EW4C21B22B	
Al (750) – XLP-RA-5-100	Cu (750) – XLP-RA-5-100	380.0	EW4AR5BE10	EW4C21BE10	
Al (750) – XLP-RA-5-133	Cu (750) – XLP-RA-5-133	380.0	EW4AR5BE20	EW4C21BE20	
Al (750) – XLP-RA-5-100-B	Cu (750) – XLP-RA-5-100-B	380.0	EW4AR5BE1B	EW4C21BE1B	
Al (750) – XLP-RA-5-133-B	Cu (750) – XLP-RA-5-133-B	380.0	EW4AR5BE2B	EW4C21BE2B	
Al (1000) – XLP-RA-5-100	Cu (1000) – XLP-RA-5-100	506.7	EW4AR5BP10	EW4C21BP10	
Al (1000) – XLP-RA-5-133	Cu (1000) – XLP-RA-5-133	506.7	EW4AR5BP20	EW4C21BP20	
Al (1000) – XLP-RA-5-100-B	Cu (1000) – XLP-RA-5-100-B	506.7	EW4AR5BP1B	EW4C21BP1B	
Al (1000) – XLP-RA-5-133-B	Cu (1000) – XLP-RA-5-133-B	506.7	EW4AR5BP2B	EW4C21BP2B	

140228

Rev

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

272 de 596

15	Al (2) – XLP-RA-15-100	Cu (2) – XLP-RA-15-100	33.6	EWZAR50210	EWZC210210
	Al (2) – XLP-RA-15-133	Cu (2) – XLP-RA-15-133	33.6	EWZAR50220	EWZC210220
	Al (2) – XLP-RA-15-100-B	Cu (2) – XLP-RA-15-100-B	33.6	EWZAR5021B	EWZC21021B
	Al (2) – XLP-RA-15-133-B	Cu (2) – XLP-RA-15-133-B	33.6	EWZAR5022B	EWZC21022B
	Al (1/0) – XLP-RA-15-100	Cu (1/0) – XLP-RA-15-100	53.5	EWZAR50D10	EWZC210D10
	Al (1/0) – XLP-RA-15-133	Cu (1/0) – XLP-RA-15-133	53.5	EWZAR50D20	EWZC210D20
	Al (1/0) – XLP-RA-15-100-B	Cu (1/0) – XLP-RA-15-100-B	53.5	EWZAR50D1B	EWZC210D1B
	Al (1/0) – XLP-RA-15-133-B	Cu (1/0) – XLP-RA-15-133-B	53.5	EWZAR50D2B	EWZC210D2B
	Al (3/0) – XLP-RA-15-100	Cu (3/0) – XLP-RA-15-100	85.0	EWZAR50B10	EWZC210B10
	Al (3/0) – XLP-RA-15-133	Cu (3/0) – XLP-RA-15-133	85.0	EWZAR50B20	EWZC210B20
	Al (3/0) – XLP-RA-15-100-B	Cu (3/0) – XLP-RA-15-100-B	85.0	EWZAR50B1B	EWZC210B1B
	Al (3/0) – XLP-RA-15-133-B	Cu (3/0) – XLP-RA-15-133-B	85.0	EWZAR50B2B	EWZC210B2B
	Al (250) – XLP-RA-15-100	Cu (250) – XLP-RA-15-100	126.7	EWZAR5AK10	EWZC21AK10
	Al (250) – XLP-RA-15-133	Cu (250) – XLP-RA-15-133	126.7	EWZAR5AK20	EWZC21AK20
	Al (250) – XLP-RA-15-100-B	Cu (250) – XLP-RA-15-100-B	126.7	EWZAR5AK1B	EWZC21AK1B
	Al (250) – XLP-RA-15-133-B	Cu (250) – XLP-RA-15-133-B	126.7	EWZAR5AK2B	EWZC21AK2B
	Al (300) – XLP-RA-15-100	Cu (300) – XLP-RA-15-100	152.6	EWZAR5AN10	EWZC21AN10
	Al (300) – XLP-RA-15-133	Cu (300) – XLP-RA-15-133	152.6	EWZAR5AN20	EWZC21AN20
	Al (300) – XLP-RA-15-100-B	Cu (300) – XLP-RA-15-100-B	152.6	EWZAR5AN1B	EWZC21AN1B
	Al (300) – XLP-RA-15-133-B	Cu (300) – XLP-RA-15-133-B	152.6	EWZAR5AN2B	EWZC21AN2B
	Al (350) – XLP-RA-15-100	Cu (350) – XLP-RA-15-100	177.3	EWZAR5AT10	EWZC21AT10
	Al (350) – XLP-RA-15-133	Cu (350) – XLP-RA-15-133	177.3	EWZAR5AT20	EWZC21AT20
	Al (350) – XLP-RA-15-100-B	Cu (350) – XLP-RA-15-100-B	177.3	EWZAR5AT1B	EWZC21AT1B
	Al (350) – XLP-RA-15-133-B	Cu (350) – XLP-RA-15-133-B	177.3	EWZAR5AT2B	EWZC21AT2B
Al (500) – XLP-RA-15-	Cu (500) – XLP-RA-15-100	253.4	EWZAR5B210	EWZC21B210	

140228

Rev

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

273 de 596

	100				
	Al (500) – XLP-RA-15-133	Cu (500) – XLP-RA-15-133	253.4	EWZAR5B220	EWZC21B220
	Al (500) – XLP-RA-15-100-B	Cu (500) – XLP-RA-15-100-B	253.4	EWZAR5B21B	EWZC21B21B
	Al (500) – XLP-RA-15-100-B	Cu (500) – XLP-RA-15-133-B	253.4	EWZAR5B22B	EWZC21B22B
	Al (750) – XLP-RA-15-100	Cu (750) – XLP-RA-15-100	380.0	EWZAR5BE10	EWZC21BE10
	Al (750) – XLP-RA-15-133	Cu (750) – XLP-RA-15-133	380.0	EWZAR5BE20	EWZC21BE20
	Al (750) – XLP-RA-15-100-B	Cu (750) – XLP-RA-15-100-B	380.0	EWZAR5BE1B	EWZC21BE1B
	Al (750) – XLP-RA-15-133-B	Cu (750) – XLP-RA-15-133-B	380.0	EWZAR5BE2B	EWZC21BE2B
	Al (1000) – XLP-RA-15-100	Cu (1000) – XLP-RA-15-100	506.7	EWZAR5BP10	EWZC21BP10
	Al (1000) – XLP-RA-15-133	Cu (1000) – XLP-RA-15-133	506.7	EWZAR5BP20	EWZC21BP20
	Al (1000) – XLP-RA-15-100-B	Cu (1000) – XLP-RA-15-100-B	506.7	EWZAR5BP1B	EWZC21BP1B
	Al (1000) – XLP-RA-15-133-B	Cu (1000) – XLP-RA-15-133-B	506.7	EWZAR5BP2B	EWZC21BP2B
25	Al (1/0) – XLP-RA-25-100	Cu (1/0) – XLP-RA-25-100	53.3	EW9AR50D10	EW9C210D10
	Al (1/0) – XLP-RA-25-133	Cu (1/0) – XLP-RA-25-133	53.3	EW9AR50D20	EW9C210D20
	Al (1/0) – XLP-RA-25-100-B	Cu (1/0) – XLP-RA-25-100-B	53.3	EW9AR50D1B	EW9C210D1B
	Al (1/0) – XLP-RA-25-133-B	Cu (1/0) – XLP-RA-25-133-B	53.3	EW9AR50D2B	EW9C210D2B
	Al (3/0) – XLP-RA-25-100	Cu (3/0) – XLP-RA-25-100	85.0	EW9AR50B10	EW9C210B10
	Al (3/0) – XLP-RA-25-133	Cu (3/0) – XLP-RA-25-133	85.0	EW9AR50B20	EW9C210B20
	Al (3/0) – XLP-RA-25-100-B	Cu (3/0) – XLP-RA-25-100-B	85.0	EW9AR50B1B	EW9C210B1B
	Al (3/0) – XLP-RA-25-133-B	Cu (3/0) – XLP-RA-25-133-B	85.0	EW9AR50B2B	EW9C210B2B
	Al (250) – XLP-RA-25-100	Cu (250) – XLP-RA-25-100	126.7	EW9AR5AK10	EW9C21AK10
	Al (250) – XLP-RA-25-133	Cu (250) – XLP-RA-25-133	126.7	EW9AR5AK20	EW9C21AK20
	Al (250) – XLP-RA-25-100-B	Cu (250) – XLP-RA-25-100-B	126.7	EW9AR5AK1B	EW9C21AK1B
	Al (250) – XLP-RA-25-133-B	Cu (250) – XLP-RA-25-133-B	126.7	EW9AR5AK2B	EW9C21AK2B

140228

Rev

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

274 de 596

	Al (300) – XLP-RA-25-100	Cu (300) – XLP-RA-25-100	152.6	EW9AR5AN10	EW9C21AN10
	Al (300) – XLP-RA-25-133	Cu (300) – XLP-RA-25-133	152.6	EW9AR5AN20	EW9C21AN20
	Al (300) – XLP-RA-25-100-B	Cu (300) – XLP-RA-25-100-B	152.6	EW9AR5AN1B	EW9C21AN1B
	Al (300) – XLP-RA-25-133-B	Cu (300) – XLP-RA-25-133-B	152.6	EW9AR5AN2B	EW9C21AN2B
	Al (350) – XLP-RA-25-100	Cu (350) – XLP-RA-25-100	177.3	EW9AR5AT10	EW9C21AT10
	Al (350) – XLP-RA-25-133	Cu (350) – XLP-RA-25-133	177.3	EW9AR5AT20	EW9C21AT20
	Al (350) – XLP-RA-25-100-B	Cu (350) – XLP-RA-25-100-B	177.3	EW9AR5AT1B	EW9C21AT1B
	Al (350) – XLP-RA-25-133-B	Cu (350) – XLP-RA-25-133-B	177.3	EW9AR5AT2B	EW9C21AT2B
	Al (500) – XLP-RA-25-100	Cu (500) – XLP-RA-25-100	253.4	EW9AR5B210	EW9C21B210
	Al (500) – XLP-RA-25-133	Cu (500) – XLP-RA-25-133	253.4	EW9AR5B220	EW9C21B220
	Al (500) – XLP-RA-25-100-B	Cu (500) – XLP-RA-25-100-B	253.4	EW9AR5B21B	EW9C21B21B
	Al (500) – XLP-RA-25-133-B	Cu (500) – XLP-RA-25-133-B	253.4	EW9AR5B22B	EW9C21B22B
	Al (750) – XLP-RA-25-100	Cu (750) – XLP-RA-25-100	380.0	EW9AR5BE10	EW9C21BE10
	Al (750) – XLP-RA-25-133	Cu (750) – XLP-RA-25-133	380.0	EW9AR5BE20	EW9C21BE20
	Al (750) – XLP-RA-25-100-B	Cu (750) – XLP-RA-25-100-B	380.0	EW9AR5BE1B	EW9C21BE1B
	Al (750) – XLP-RA-25-133-B	Cu (750) – XLP-RA-25-133-B	380.0	EW9AR5BE2B	EW9C21BE2B
	Al (1000) – XLP-RA-25-100	Cu (1000) – XLP-RA-25-100	506.7	EW9AR5BP10	EW9C21BP10
	Al (1000) – XLP-RA-25-133	Cu (1000) – XLP-RA-25-133	506.7	EW9AR5BP20	EW9C21BP20
	Al (1000) – XLP-RA-25-100-B	Cu (1000) – XLP-RA-25-100-B	506.7	EW9AR5BP1B	EW9C21BP1B
	Al (1000) – XLP-RA-25-133-B	Cu (1000) – XLP-RA-25-133-B	506.7	EW9AR5BP2B	EW9C21BP2B
35	Al (1/0) – XLP-RA-35-100	Cu (1/0) – XLP-RA-35-100	53.5	EWAAR50D10	EWAC210D10
	Al (1/0) – XLPV-RA-35-133	Cu (1/0) – XLP-RA-35-133	53.5	EWAAR50D20	EWAC210D20
	Al (1/0) – XLP-RA-35-100-B	Cu (1/0) – XLP-RA-35-100-B	53.5	EWAAR50D1B	EWAC210D1B
	Al (1/0) – XLP-RA-25-	Cu (1/0) – XLP-RA-35-133-B	53.5	EWAAR50D2B	EWAC210D2B

140228

Rev

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

275 de 596

133-B					
Al (3/0) – XLP-RA-35-100	Cu (3/0) – XLP-RA-35-100	85.0	EWAAR50B10	EWAC210B10	
Al (3/0) – XLP-RA-35-133	Cu (3/0) – XLP-RA-35-133	85.0	EWAAR50B20	EWAC210B20	
Al (3/0) – XLP-RA-35-100-B	Cu (3/0) – XLP-35-100-B	85.0	EWAAR50B1B	EWAC210B1B	
Al (3/0) – XLP-RA-35-133-B	Cu (3/0) – XLP-RA-35-133-B	85.0	EWAAR50B2B	EWAC210B2B	
Al (250) – XLP-RA-35-100	Cu (250) – XLP-RA-35-100	126.7	EWAAR5AK10	EWAC21AK10	
Al (250) – XLP-RA-35-133	Cu (250) – XLP-RA-35-133	126.7	EWAAR5AK20	EWAC21AK20	
Al (250) – XLP-RA-35-100-B	Cu (250) – XLP-RA-35-100-B	126.7	EWAAR5AK1B	EWAC21AK1B	
Al (250) – XLP-RA-35-133-B	Cu (250) – XLP-RA-35-133-B	126.7	EWAAR5AK2B	EWAC21AK2B	
Al (300) – XLP-RA-35-100	Cu (300) – XLP-RA-35-100	152.6	EWAAR5AN10	EWAC21AN10	
Al (300) – XLP-RA-35-133	Cu (300) – XLP-RA-35-133	152.6	EWAAR5AN20	EWAC21AN20	
Al (300) – XLP-RA-35-100-B	Cu (300) – XLP-RA-35-100-B	152.6	EWAAR5AN1B	EWAC21AN1B	
Al (300) – XLP-RA-35-133-B	Cu (300) – XLP-RA-35-133-B	152.6	EWAAR5AN2B	EWAC21AN2B	
Al (350) – XLP-RA-35-100	Cu (350) – XLP-RA-35-100	177.3	EWAAR5AT10	EWAC21AT10	
Al (350) – XLP-RA-35-133	Cu (350) – XLP-RA-35-133	177.3	EWAAR5AT20	EWAC21AT20	
Al (350) – XLP-RA-35-100-B	Cu (350) – XLP-RA-35-100-B	177.3	EWAAR5AT1B	EWAC21AT1B	
Al (350) – XLP-RA-35-133-B	Cu (350) – XLP-RA-35-133-B	177.3	EWAAR5AT2B	EWAC21AT2B	
Al (500) – XLP-RA-35-100	Cu (500) – XLP-RA-35-100	253.4	EWAAR5B210	EWAC21B210	
Al (500) – XLP-RA-35-133	Cu (500) – XLP-RA-35-133	253.4	EWAAR5B220	EWAC21B220	
Al (500) – XLP-RA-35-100-B	Cu (500) – XLP-RA-35-100-B	253.4	EWAAR5B21B	EWAC21B21B	
Al (500) – XLP-RA-35-133-B	Cu (500) – XLP-RA-35-133-B	253.4	EWAAR5B22B	EWAC21B22B	
Al (750) – XLP-RA-35-100	Cu (750) – XLP-RA-35-100	380.0	EWAAR5BE10	EWAC21BE10	
Al (750) – XLP-RA-35-133	Cu (750) – XLP-RA-35-133	380.0	EWAAR5BE20	EWAC21BE20	
Al (750) – XLP-RA-35-100-B	Cu (750) – XLP-RA-35-100-B	380.0	EWAAR5BE1B	EWAC21BE1B	

140228

Rev

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

276 de 596

I (750) – XLP-RA-35-133-B	Cu (750) – XLP-RA-35-133-B	380.0	EWAAR5BE2B	EWAC21BE2B
AI (1000) – XLP-RA-35-100	Cu (1000) – XLP-RA-35-100	506.7	EWAAR5BP10	EWAC21BP10
AI (1000) – XLP-RA-35-133	Cu (1000) – XLP-RA-35-133	506.7	EWAAR5BP20	EWAC21BP20
AI (1000) – XLP-RA-35-100-B	Cu (1000) – XLP-RA-35-100-B	506.7	EWAAR5BP1B	EWAC21BP1B
AI (1000) – XLP-RA-35-133-B	Cu (1000) – XLP-RA-35-133-B	506.7	EWAAR5BP2B	EWAC21BP2B

NOTA: La letra B al final de la descripción corta, indica que se trata de cables con material bloqueador de agua.



4.4.2 Cables de 600 V aislamiento de polietileno de cadena cruzada o polietileno de alta densidad



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conductor de aluminio o cobre con aislamiento de XLP o polietileno, en configuración unipolar, triplex o cuádruplex para baja tensión y de varios tamaños o designación, según tabla anexa
ESPECIFICACIÓN	NRF-052-CFE cables para 600 V con aislamiento de polietileno de cadena cruzada o polietileno
USO Y APLICACIÓN	Terminar cables de energía de Baja Tensión en Instalaciones exteriores.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conducir corriente de un punto a otro dentro de un circuito eléctrico de los sistemas de Distribución subterránea.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

TABLA 1 CONFIGURACIONES Y SECCIONES DE CABLES DE ALUMINIO Y COBRE CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO DE CADENA CRUZADA (XLP)

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

278 de 596

CONFIGURACIÓN	DESCRIPCIÓN CORTA PARA EL CABLE DE :		SECCIÓN TRANSVERSAL		CLAVE PARA CABLE DE	
	XLP		FASE	NEUTRO	ALUMINIO	COBRE
	ALUMINIO	COBRE	mm ²			
Unipolar	AI-XLP 1C(8)	Cu-XLP 1C(8)	8.3	---	EW1AR00810	EW1C180810
	AI-XLP 1C(6)	---	13.3	---	EW1AR00610	---
	AI-XLP 1C(4)	Cu-XLP 1C(4)	21.15	---	EW1AR00417	EW1C180410
	AI-XLP 1C(2)	Cu-XLP 1C(2)	33.60	---	EW1AR00217	EW1C180217
	AI-XLP 1C(1/0)	Cu-XLP 1C(1/0)	53.50	---	EW1AR00D1E	EW1C180D1E
	AI-XLP 1C(3/0)	Cu-XLP 1C(3/0)	85.00	---	EW1AR00B1E	EW1C180B1E
	AI-XLP 1C(350)	Cu-XLP 1C(350)	177.30	---	EW1AR0AT1J	EW1C18AT1J
Triplex	---	Cu-XLP 2C/1N(8-8)	8.3	8.3	---	EW1C18XA30
	AI-XLP 2C/1N(6-6)	---	1.3	13.3	EWIAROYM30	---
	AI-XLP 2C/1N(2-2)	---	33.6	33.6	EWIARO XK30	---
	AI-XLP 2C/1N(4-4)	Cu-XLP 2C/1N(4-4)	21.15	21.50	EWIAROY730	EW1C18Y730
	AI-XLP 2C/1N(2-4)	Cu-XLP 2C/1N(2-4)	33.60	21.50	EW1AROY830	EW1C18Y830
	AI-XLP 2C/1N(1/0-2)	Cu-XLP 2C/1N(1/0-2)	53.50	33.60	EWIAROY930	EW1C18Y930
	AI-XLP 2C/1N(3/0-1/0)	Cu-XLP 2C/1N(3/0-1/0)	85.00	53.50	EW1AROYB30	EW1C18YB30
Cuádruplex	---	Cu-XLP 3C/1N(6-6)	8.3	8.3	---	EW1C18XM40
	AI-XLP 3C/1N(6-6)	---	13.3	13.3	EWIAROYM40	---
	AI-XLP 3C/1N(2-2)	---	33.6	33.6	EWIARO XK40	---
	AI-XLP 3C/1N(4-4)	Cu-XLP 3C/1N(4-4)	21.15	21.50	EWIAROY740	EW1C18Y740
	AI-XLP 3C/1N(2-4)	Cu-XLP 3C/1N(2-4)	33.60	21.50	EW1AROY840	EW1C18Y840
	AI-XLP 3C/1N(1/0-2)	Cu-XLP 3C/1N(1/0-2)	53.50	33.60	EWIAROY940	EW1C18Y940
	AI-XLP 3C/1N(3/0-1/0)	Cu-XLP 3C/1N(3/0-1/0)	85.00	53.50	EW1AROYB40	EW1C18YB40
	AI-XLP 3C/1N(350-4/0)	Cu-XLP 3C/1N(350-4/0)	177.30	107.20	EW1AROYF40	---

4.5 Equipos

4.5.1 Transformadores

A) Transformadores monofásicos tipo pedestal hasta 100 kVA para distribución subterránea



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Transformador monofásico tipo pedestal para operación en anillo, capacidad A kVA, conexión en Media Tensión B voltconexión Baja Tensión 240/120 V, con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo de tensión nominal, con 2.5 % cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles internos en Media Tensión, con o sin interruptor termomagnético en Baja Tensión, 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65.
ESPECIFICACIÓN	CFE K0000-04 - Transformadores monofásicos tipo pedestal hasta 100 kVA para Distribución Subterránea.
USO Y APLICACIÓN	Transformación de tensión de Redes de Distribución Subterránea.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

TABLA 1 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO PEDESTAL HASTA 100 kVA PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA.

Capacidad nominal (kVA)	Tensiones nominales y conexiones (Vrcm)	Tensión de aguante al impulso por rayo normalizado (kV Cresta)	Descripción corta	
			Normal	Cálido
25	13 200YT/7 620-240/120	95	Transformador pedestal D1SP-25-13200YT/7 620-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-25-13200YT/7 620-240/120
37.5	13 200YT/7 620-240/120		Transformador pedestal D1SP-37,5-13200YT/7 620-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-37,5-13200YT/7 620-240/120
50	13 200YT/7 620-240/120		Transformador pedestal D1SP-50-13200YT/7 620-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-50-13200YT/7 620-240/120
75	13 200YT/7 620-240/120		Transformador pedestal D1SP-75-13200YT/7 620-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-75-13200YT/7 620-240/120
100	13 200YT/7 620-240/120		Transformador pedestal D1SP-100-13200YT/7 620-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-100-13200YT/7 620-240/120
25	22 860YT/13 200-240/120	125	Transformador pedestal D1SP-25-22860YT/13 200-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-25-22860YT/13 200-240/120
37.5	22 860YT/13 200-240/120		Transformador pedestal D1SP-37,5-22860YT/13 200-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-37,5-22860YT/13 200-240/120
50	22 860YT/13200-240/120		Transformador pedestal D1SP-50-22860YT/13 200-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-50-22860YT/13200-240/120
75	22860YT/13200-240/120		Transformador pedestal D1SP-75-22860YT/13200-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-75-22860YT/13200-240/120
100	22 860YT/13200-240/120		Transformador pedestal D1SP-100-22860YT/13200-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-100-22860YT/13200-240/120

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

281 de 596

25	33 000YT/19 050-240/120	150	Transformador pedestal D1SP-25-33000YT/19050-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-25-33000YT/19050-240/120
37.5	33 000YT/19 050-240/120		Transformador pedestal D1SP-37,5-33000YT/19 050-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-37,5-33000YT/19050-240/120
50	33 000YT/19 050-240/120		Transformador pedestal D1SP-50-33000YT/19050-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-50-33000YT/19050-240/120
75	33 000YT/19 050-240/120		Transformador pedestal D1SP-75-33000YT/19050-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-75-33000YT/19050-240/120
100	33 000YT/19 050-240/120		Transformador pedestal D1SP-100-33000YT/19050-240/120	Transformador pedestal D1SPCA-100-33000YT/19050-240/120

TABLA 2 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO PEDESTAL HASTA 100 kVA PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA CON INTERRUPTOR TÉRMICO O TERMOMAGNÉTICO.

Capacidad nominal (kVA)	Tensiones nominales y conexiones (Vrcm)	Tensión de aguante al impulso por rayo normalizado (kV Cresta)	Descripción corta	
			Normal	Cálido
25	13 200YT/7 620-240/120	95	Transformador pedestal DT1SP-25-13200YT/7 620-240/120	Transformador pedestal DT1SPCA-25-13200YT/7 620-240/120
37.5	13 200YT/7 620-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-37,5-13200YT/7 620-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-37,5-13200YT/7 620-240/120
50	13 200YT/7 620-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-50-13200YT/7 620-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-50-13200YT/7 620-240/120
75	13 200YT/7 620-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-75-13200YT/7 620-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-75-13200YT/7 620-240/120
100	13 200YT/7 620-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-100-13200YT/7	Transformador pedestal DTM1SPCA-100-

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

282 de 596

			620-240/120	13200YT/7 620-240/120
25	22 860YT/13 200-240/120	125	Transformador pedestal DT1SP-25- 22860YT/13200-240/120	Transformador pedestal DT1SPCA-25- 22860YT/13200-240/120
37.5	22 860YT/13 200-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-37,5- 22860YT/13200-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-37,5- 22860YT/13 200-240/120
50	22 860YT/13 200-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-50- 22860YT/13200-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-50- 22860YT/13200-240/120
75	22 860YT/13 200-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-75- 22860YT/13200-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-75- 22860YT/13200-240/120
100	22 860YT/13 200-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-100- 22860YT/13200-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-100-22 860YT/13 200-240/120
25	33 000YT/19 050-240/120	150	Transformador pedestal DT1SP-25- 33000YT/19050-240/120	Transformador pedestal DT1SPCA-25-33 000YT/19050-240/120
37.5	33 000YT/19 050-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-37,5- 33000YT/19050-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-37,5-33 000YT/19050-240/120
50	33 000YT/19 050-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-50- 33000YT/19050-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-50-33 000YT/19050-240/120
75	33 000YT/19 050-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-75- 33000YT/19050-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-75-33 000YT/19050-240/120
100	33 000YT/19 050-240/120		Transformador pedestal DTM1SP-100- 33000YT/19050-240/120	Transformador pedestal DTM1SPCA-100- 33000YT/19050-240/120

B) Transformadores monofásicos tipo sumergible hasta 100 kVA para distribución subterránea



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Transformador monofásico tipo sumergible para operación en anillo, capacidad A kVA, conexión en Media Tensión B volt conexión Baja Tensión 240/120 V, con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo de tensión nominal, con 2.5 % cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles internos en Media Tensión, con o sin interruptor termomagnético en Baja Tensión, 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65.
ESPECIFICACIÓN	CFE K0000-19 - Transformadores monofásicos tipo sumergible hasta 100 kVA para Distribución Subterránea.
USO Y APLICACIÓN	Transformación de tensión de Redes de Distribución Subterránea.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

TABLA 1 TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO SUMERGIBLE HASTA 100 kVA PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA

Capacidad nominal (kVA)	Tensiones nominales y conexiones (V eficaz)	Tensión de aguante al impulso por rayo normalizado (kV Cresta)	Descripción corta
25	13 200YT/7 620-240/120	95	Transformador sumergible D1SS-25-13200YT/7620-240/120
37.5	13 200YT/7 620-240/120		Transformador sumergible D1SS-37,5-13200YT/7620-240/120
50	13 200YT/7 620-240/120		Transformador sumergible D1SS-50-13200YT/7620- 240/120
75	13 200YT/7 620-240/120		Transformador sumergible D1SS-75-13200YT/7620- 240/120
100	13 200YT/7 620-240/120		Transformador sumergible D1SS-100-13200YT/7620-240/120
25	22 860YT/13 200-240/120	125	Transformador sumergible D1SS-25-22860YT/13200-240/120
37.5	22 860YT/13 200-240/120		Transformador sumergible D1SS-37,5-22860YT/13200-240/120
50	22 860YT/13 200-240/120		Transformador sumergible D1SS-50-22860YT/13200-240/120
75	22 860YT/13 200-240/120		Transformador sumergible D1SS-75-22860YT/13200-240/120
100	22 860YT/13 200-240/120		Transformador sumergible D1SS-100-22860YT/13200-240/120
25	33 000YT/19 050-240/120	150	Transformador sumergible D1SS-25-33000YT/19050-240/120
37.5	33 000YT/19 050-240/120		Transformador sumergible D1SS-37,5-33000YT/19050-240/120
50	33 000YT/19 050-240/120		Transformador sumergible D1SS-50-33000YT/19050-240/120
75	33 000YT/19 050-240/120		Transformador sumergible D1SS-75-33000YT/19050-240/120
100	33 000YT/19 050-240/120		Transformador sumergible D1SS-100-33000YT/19050-240/120

TABLA 2 TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO SUMERGIBLE HASTA 100 kVA PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA CON INTERRUPTOR TÉRMICO O TERMOMAGNÉTICO

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Capacidad nominal (kVA)	Tensiones nominales y conexiones (V eficaz)	Tensión de aguante al impulso por rayo normalizado (kV Cresta)	Descripción corta
25	13 200YT/7 620-240/120	95	Transformador sumergible DT1SS-25-13200YT/7620-240/120
37.5	13 200YT/7 620-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-37,5-13200YT/7620-240/120
50	13 200YT/7 620-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-50-13200YT/7620-240/120
75	13 200YT/7 620-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-75-13200YT/7620-240/120
100	13 200YT/7 620-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-100-13200YT/7620-240/120
25	22 860YT/13 200-240/120	125	Transformador sumergible DT1SS-25-22860YT/13200-240/120
37.5	22 860YT/13 200-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-37,5-22860YT/13200-240/120
50	22 860YT/13 200-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-50-22860YT/13200-240/120
75	22 860YT/13 200-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-75-22860YT/13200-240/120
100	22 860YT/13 200-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-100-22860YT/13200-240/120
25	33 000YT/19 050-240/120	150	Transformador sumergible DT1SS-25-33000YT/19050-240/120
37.5	33 000YT/19 050-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-37,5-33000YT/19050-240/120
50	33 000YT/19 050-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-50-33000YT/19050-240/120
75	33 000YT/19 050-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-75-33000YT/19050-240/120
100	33 000YT/19 050-240/120		Transformador sumergible DTM1SS-100-33000YT/19050-240/120

E) Transformadores trifásicos tipo pedestal hasta 225 kVA para distribución subterránea



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Transformador trifásico tipo pedestal para operación en anillo, capacidad A kVA, conexión en Media Tensión estrella-estrella aterrizada B volt. Conexión en Baja Tensión 220Y/127 V, con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo del tensión nominal, con 2.5% cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles en Media Tensión, con seccionador en anillo, con o sin interruptor termomagnético en Baja Tensión. 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65.
ESPECIFICACIÓN	CFE K0000-08 Transformadores trifásico tipo pedestal hasta 225 kVA para Distribución Subterránea.
USO Y APLICACIÓN	Transformación de tensión de Redes de Distribución Residencial Subterránea.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

TABLA 1 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO PEDESTAL PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

287 de 596

Capacidad nominal (kVA)	Tensiones nominales y conexiones (V eficaz)	Tensión de aguante al impulso por rayo normalizado (kV Cresta)	Descripción corta	
			Normal	Cálido
75	13 200YT/7 620-220Y/127	95	Transformador pedestal D3SP-75- 13200YT/7620-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-75-13200YT/7620-220Y/127
112,5	13 200YT/7 620-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-112,5- 13200YT/7620-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-112,5-13200YT/7620-220Y/127
150	13 200YT/7 620-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-150- 13200YT/7620-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-150-13200YT/7620-220Y/127
225	13 200YT/7 620-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-225- 13200YT/7620-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-225-13200YT/7620-220Y/127
75	22 860YT/13 200-220Y/127	125	Transformador pedestal D3SP-75- 22860YT/13200- 220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-75-22860YT/13200-220Y/127
112,5	22 860YT/13 200-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-112,5- 22860YT/13200- 220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-112,5-22860YT/13200-220Y/127
150	22 860YT/13 200-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-150- 22860YT/13200- 220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-150-22860YT/13200-220Y/127
225	22 860YT/13 200-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-225- 22860YT/13200- 220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-225-22860YT/13200-220Y/127
75	33 000YT/19 050-220Y/127	150	Transformador pedestal D3SP-75- 33000YT/19050- 220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-75-33000YT/19050-220Y/127
112,5	33 000YT/19 050-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-112,5- 33000YT/19050- 220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-112,5-33000YT/19050-220Y/127
150	33 000YT/19 050-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-150- 33000YT/19050- 220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-150-33000YT/19050-220Y/127
225	33 000YT/19 050-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-225- 33000YT/19050- 220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-225-33000YT/19050-220Y/127

TABLA 2 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO PEDESTAL PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA CON INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

Capacidad nominal (kVA)	Tensiones nominales y conexiones (V eficaz)	Tensión de aguante al impulso por rayo normalizado (kV Cresta)	Descripción corta	
			Normal	Cálido
75	13 200YT/7 620-220Y/127	95	Transformador pedestal DTM3SP-75-13200YT/7620-220Y/127	Transformador pedestal DTM3SPCA-75-13200YT/7620-220Y/127
112.5	13 200YT/7 620-220Y/127		Transformador pedestal DTM3SP-112,5-13200YT/7620-220Y/127	Transformador pedestal DTM3SPCA-112.5-13 200YT/7620-220Y/127
150	13 200YT/7 620-220Y/127		Transformador pedestal DTM3SP-150-13200YT/7620-220Y/127	Transformador pedestal DTM3SPCA-150-13 200YT/7 620-220Y/127
75	22 860YT/13 200-220Y/127	125	Transformador pedestal DTM3SP-75-22860YT/13200-220Y/127	Transformador pedestal DTM3SPCA-75-22860YT/13200-220Y/127
112.5	22 860YT/13 200-220Y/127		Transformador pedestal DTM3SP-112,5-22860YT/13 200-220Y/127	Transformador pedestal DTM3SPCA-112.5-22 860YT/13 200-220Y/127
150	22 860YT/13 200-220Y/127		Transformador pedestal DTM3SP-150-22860YT/13200-220Y/127	Transformador pedestal DTM3SPCA-150-22 860YT/13 200-220Y/127
75	33 000YT/19 050-220Y/127	150	Transformador pedestal DTM3SP-75-33000YT/19050-220Y/127	Transformador pedestal DTM3SPCA-75-33000YT/19050-220Y/127
112.5	33 000YT/19 050-220Y/127		Transformador pedestal DTM3SP-112,5-33000YT/19050-220Y/127	Transformador pedestal DTM3SPCA-112,5-33000YT/19050-220Y/127
150	33 000YT/19 050-220Y/127		Transformador pedestal DTM3SP-150-33000YT/19050-220Y/127	Transformador pedestal DTM3SPCA-150-33000YT/19050-220Y/127

D) Transformadores trifásicos tipo pedestal de 300 kVA y 500 kVA para distribución subterránea



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Transformador trifásico tipo pedestal para operación en anillo, capacidad A kVA, conexión en Media Tensión estrella-estrella aterrizada B volt. Conexión en Baja Tensión 220Y/127 V, con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo del tensión nominal, con 2.5% cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles en Media Tensión, con seccionador en anillo, con o sin interruptor termomagnético en Baja Tensión. 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65.
ESPECIFICACIÓN	CFE K0000-07 Transformadores trifásico tipo pedestal de 300 kVA y 500 kVA para Distribución Subterránea.
USO Y APLICACIÓN	Transformación de tensión de Redes de Distribución Residencial Subterránea.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

TABLA 1 Transformadores trifásicos tipo pedestal de 300 kVA y 500 kVA para distribución subterránea

Capacidad nominal (kVA)	Tensiones nominales y conexiones (V eficaz)	Tensión de aguante al impulso por rayo normalizado (kV Cresta)	Descripción corta	
			Normal	Cálido
300	13 200YT/7 620-220Y/127	95	Transformador pedestal D3SP-300-13200YT/7620-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-300-13200YT/7620-220Y/127
500	13 200YT/7 620-220Y/127		Transformador pedestal D3SP-500-13200YT/7620-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-500-13200YT/7620-220Y/127
300	22 860YT/13 200-20Y/127	125	Transformador pedestal D3SP-300-22860YT/13200-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-300-22860YT/13200-220Y/127
500	22 860YT/13 200-20Y/127		Transformador pedestal D3SP-500-22860YT/13200-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-500-22860YT/13200-220Y/127
300	33 000YT/19 050-20Y/127	150	Transformador pedestal D3SP-300-33000YT/19050-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-300-33000YT/19050-220Y/127
500	33 000YT/19 050-20Y/127		Transformador pedestal D3SP-500-33000YT/19050-220Y/127	Transformador pedestal D3SPCA-500-33000YT/19050-220Y/127

E) Transformadores trifásicos tipo sumergible hasta 225 kVA para distribución subterránea



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Transformador trifásico tipo sumergible para operación en anillo, capacidad A kVA, conexión en Media Tensión, B volt. En Baja Tensión 220Y/127 V, estando ambas conectadas en estrella-estrella aterrizada, con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo del tensión nominal, con 2.5 % cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles en Media Tensión, con seccionadores en anillo y radial 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65.
ESPECIFICACIÓN	CFE K0000-22 -Transformadores trifásicos tipo sumergible hasta 225 kVA para Distribución Subterránea
USO Y APLICACIÓN	Transformación de tensión de Redes de Distribución Comercial Subterránea.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

TABLA 1 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO SUMERGIBLE HASTA 225 kVA PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA.

Capacidad (kVA)	Tensión nominal (V eficaz)	Tensión de aguante al impulso por rayo normalizado 1,2 x 50 µs (kV cresta)	Descripción corta	Descripción corta
			Con termomagnético	Sin termomagnético
75	13 200YT/7 620-220Y/127	95	Transformador Sumergible DTM3SS-75- 13200YT/7620-220Y/127	Transformador Sumergible D3SS-75-13 200YT/7620-220Y/127
112,5	13 200YT/7 620-220Y/127		Transformador Sumergible DTM3SS-112,5- 13200YT/7620-220Y/127	Transformador Sumergible D3SS-112,5-13 200YT/7620-220Y/127
150	13 200YT/7 620-220Y/127		Transformador Sumergible DTM3SS-150- 13200YT/7620-220Y/127	Transformador Sumergible D3SS-150-13 200YT/7620-220Y/127
225	13 200YT/7 620-220Y/127			Transformador Sumergible D3SS-225-13 200YT/7620-220Y/127
75	22 860YT/13 200-220Y/127	125	Transformador Sumergible DTM3SS-75- 22860YT/13200-220Y/127	Transformador Sumergible D3SS-75-22 860YT/13200-220Y/127
112,5	22 860YT/13 200-220Y/127		Transformador Sumergible DTM3SS-112,5- 22860YT/13200-220Y/127	Transformador Sumergible D3SS-112.5-22 860YT/13 200-220Y/127
150	22 860YT/13 200-220Y/127		Transformador Sumergible DTM3SS-150- 22860YT/13200-220Y/127	Transformador Sumergible D3SS-150-22 860YT/13 200-220Y/127
225	22 860YT/13 200-220Y/127			Transformador Sumergible D3SS-225-22 860YT/13 200-220Y/127
75	33 000YT/19 050-220Y/127	150	Transformador Sumergible DTM3SS-75- 33000YT/19050-220Y/127	Transformador Sumergible D3SS-75-33 000YT/19050-220Y/127
112,5	33 000YT/19 050-220Y/127		Transformador Sumergible DTM3SS-112,5- 33000YT/19050-220Y/127	Transformador Sumergible D3SS-112.5-33000YT/19050-220Y/127
150	33 000YT/19 050-220Y/127		Transformador Sumergible DTM3SS-150- 33000YT/19050-220Y/127	Transformador Sumergible D3SS-150-33 000YT/19050-220Y/127
225	33 000YT/19 050-220Y/127			Transformador Sumergible D3SS-225-33 000YT/19050-220Y/127

F) Transformadores trifásicos tipo sumergible de 300 kVAy 500 kVA para distribución subterránea



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Transformador trifásico tipo sumergible para operación en anillo, capacidad A kVA, conexión en Media Tensión, B volt. En Baja Tensión 220Y/127 V, estando ambas conectadas en estrella-estrella aterrizada, con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo del tensión nominal, con 2.5 % cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles en Media Tensión, con seccionadores en anillo y radial 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65.
ESPECIFICACIÓN	CFE K0000-05 Transformadores trifásicos tipo sumergible de 300 kVA y 500 kVA para Distribución Subterránea.
USO Y APLICACIÓN	Transformación de tensión para sistemas de Distribución Subterránea.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

TABLA 1 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO SUMERGIBLE DE 300 kVA Y 500 kVA PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA.

Capacidad nominal (kVA)	Tensiones nominales y conexiones (V eficaz)	Tensión de aguante al impulso por rayo normalizado (kV Cresta)	Descripción corta
300	13 200YT/7 620-220Y/127	95	Transformador sumergible D3SS-300-13 200YT/7 620-220Y/127
500	13 200YT/7 620-220Y/127		Transformador sumergible D3SS-500-13 200YT/7 620-220Y/127
300	22 860YT/13 200-220Y/127	125	Transformador sumergible D3SS-300-22 860YT/13 200-220Y/127
500	22 860YT/13 200-220Y/127		Transformador sumergible D3SS-500-22 860YT/13 200-220Y/127
300	33 000YT/19 050-220Y/127	150	Transformador sumergible D3SS-300-33 000YT/19 050-220Y/127
500	33 000YT/19 050-220Y/127		Transformador sumergible D3SS-500-33 000YT/19 050-220Y/127

4.5.2 Seccionadores






A) Seccionador tipo pedestal para redes subterráneas



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Seccionador tipo pedestal de operación manual para Tensión A kV, B amperes de corriente continua y de apertura y cierre con carga, con n vías y provisto con terminales para recibir conectores de M.T. tipo codo.
ESPECIFICACIÓN	CFE VM000-51 Seccionador tipo pedestal para Redes Subterráneas.
USO Y APLICACIÓN	Seccionar circuitos, derivaciones o transferencias de carga en M.T., instalándose al nivel del piso, en Sistemas de Distribución Subterránea.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.



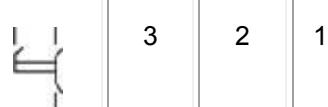
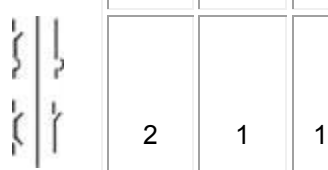
TABLA 1 SECCIONADORES TIPO PEDESTAL PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN ACEITE CON EXTINCIÓN DE ARCO DE CORTO CIRCUITO EN VACÍO.

MEDIO		TENSIÓN MÁXIMA (kV)	NBAI (kV) cresta	DIAGRAMA UNIFILAR	VÍAS						DESCRIPCIÓN CORTA DESECCIONADOR TIPO PEDESTAL					
Aislante	Extinción del arco de corto circuito				Número			Capacidad								
					Totales	Fuente	Carga		fuente	Carga						
							Sin PE	Con PE		Sin PE		Con PE				
Aceite	Vacío	15.5	95		4	2	2	2	600	600	200	STP A V-15-2/600-2/600 PE BP				
									200			STP A V-15-2/600-2/200 PE BP				
									200			STP A V-15-2/200-2/200 PE BP				
					4	2	1	1	600	400	200	600	600	200	STP A V-15-3/600-1/600 PE BP	
												200			STP A V-15-3/600-1/200 PE BP	
												600			STP A V-15-2/600-1/400-1/600 PE BP	
												200			STP A V-15-2/600-1/400-1/200 PE BP	
												200			STP A V-15-2/600-1/200-1/600 PE BP	
												200			STP A V-15-2/600-1/200-1/200 PE BP	
					4	2	2	2	600	600	400	200	600	200	STP A -15-4/600 BP	
															200	STP A -15-4/600 -2/400 BP
															200	STP A -15-4/600 -2/200 BP
															200	STP A V-15-4/200 BP
					4	2	2	2	600	600	200	600	200	200	STP A V-15-2/600-2/600 PE	
															200	STP A V-15-2/600-2/200 PE
200	STP A V-15-2/200-2/200 PE															
	4	2	1	1	600	600	600	200	600	200	STP A V-15-3/600-1/600 PE					
											200	STP A V-15-3/600-				

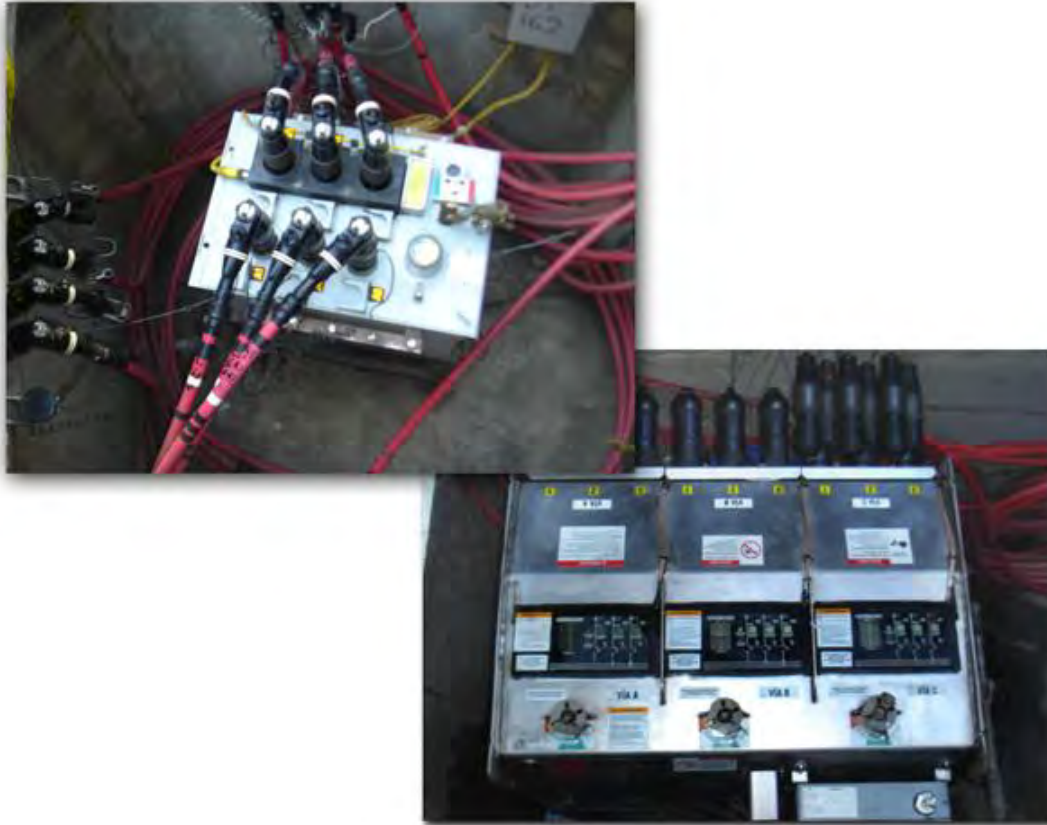
CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

297 de 596

													1/200 PE
										400	600 200		STP A V-15-2/600- 1/400-1/600 PE BP
													STP A V-15-2/600- 1/400-1/200 PE BP
										200	600 200		STP A V-15-2/600- 1/200-1/600 PE BP
													STP A V-15-2/600- 1/200-1/200 PE BP
									200	200	200		STP A V-15-3/200- 1/200 PE
													STP A -15-4/600
									600	600 400 200			STP A -15-2/600- 2/400
													STP A -15-2/600- 2/200
									200	200			STP A -15-4/200
					4	2	2						
					3	2	1		600	600 200			STP A V-15-2/600- 1/600 PE
													STP A V-15-2/600- 1/200 PE
									200		200		STP A V-15-2/200- 1/200 PE
					3	2	1		600	600 400 200			STP A -15-3/600
													STP A -15-2/600- 1/400
													STP A -15-2/600- 1/200
									200	200			STP A -15-3/200
									600		600 200		STP A V -15-2/600- 1/600 PE
					2	1	1						STP A V -15-2/600- 1/200 PE
									200		200		STP A V -15-2/200- 1/200 PE
					2	1	1		600	600 400 200			STP A -15-2/600
													STP A V -15-1/600- 1/400
													STP A V -15-1/600- 1/200
									200	200			STP A V -15-2/200

B) Seccionador tipo sumergible para redes subterráneas



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES




MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Seccionador tipo sumergible de operación manual para tensión A kV, B amperes de corriente continua y de apertura y cierre con carga, con n vías y provisto con terminales para recibir conectores de M. T. tipo codo.
ESPECIFICACIÓN	CFE VM000-68 Seccionador tipo sumergible para Redes Subterráneas.
USO Y APLICACIÓN	Seccionar circuitos, derivaciones o transferencias de carga en M. T., instalándose en pozos de visita, en Sistemas de Distribución Subterránea
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

TABLA 1 SECCIONADORES TIPO SUMERGIBLE PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN ACEITE CON EXTINCIÓN DE ARCO DE CORTO CIRCUITO EN VACÍO.

Medio		Tensión Máxima (kV)	NBAI (kV) cresta	Diagrama Unifilar	Vías						Descripción corta seccionador tipo sumergible					
Aislante	Extinción del arco de corto circuito				Número			Capacidad								
					Totales	Fuente	Carga	Fuente	Carga							
						Sin PE	Con PE	Sin PE	Con PE							
Aceite	Vacío	15.5	95		4	2		2	600		600	STS A V-15-2/600-2/600 PE BP				
											200	STS A V-15-2/600-2/200 PE BP				
											200	STS A V-15-2/200-2/200 PE BP				
											200	STS A V-15-3/600-1/600 PE BP				
												600		200	STS A V-15-3/600-1/200 PE BP	
												600	400	600	STS A V-15-2/600-1/400-1/600 PE BP	
												600	200	200	STS A V-15-2/600-1/400-1/200 PE BP	
													200	600	STS A V-15-2/600-1/200-1/600 PE BP	
													200	200	STS A V-15-2/600-1/200-1/200 PE BP	
												200	200	200	STS A V-15-3/200-1/200 PE BP	
									4	2		2	600	600	600	STS A-15-4/600 BP
													400	600	STS A-15-2/600-2/400 BP	
				200	600	STS A-15-2/600-2/200 BP										
				200	200	STS A-15-4/200 BP										
					4	2		2	600		600	STS A V-15-2/600-2/600 PE				
									200		200	STS A V-15-				

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

														2/600-2/200 PE
									200		200			STS A V-15- 2/200-2/200 PE
											600			STS A V-15- 3/600-1/600 PE
											200			STS A V-15- 3/600-1/200 PE
											600			STS A V-15- 2/600-1/400- 1/600 PE
					4	2	1	1		600		200		STS A V-15- 2/600-1/400- 1/200 PE
													600	STS A V-15- 2/600-1/200- 1/600 PE
													200	STS A V-15- 2/600-1/200- 1/200 PE
										200		200		STS A V-15- 3/200-1/200 PE
											600			STS A-15-4/600
					4	2	2			600		400		STS A-15-3/600- 2/400
												200		STS A-15-2/600- 2/200
										200		200		STS A-15- 4/200
					3	2		1		600		600		STS A V-15- 2/600-1/600 PE
												200		STS A V-15- 2/600-1/200 PE
													200	STS A V-15- 2/200-1/200 PE
											600			STS A-15-3/600
					3	2		1		600		400		STS A-15-2/600- 1/400
												200		STS A-15-2/600- 1/200
										200		200		STS A-15-3/200
					2	1		1		600		600		STS A V-15- 1/600-1/600 PE
												200		STS A V-15- 1/600-1/200 PE
										200		200		STS A V-15-

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

301 de 596

												1/200-1/200 PE	
											600	600	STS A-15-2/600
											400	400	STS A-15-1/600 - 1/400
											200	200	STS A-15-1/600 - 1/200
											200	200	STS A-15-2/200



C) Seccionador de transferencia automática tipo pedestal para redes subterráneas



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Seccionador trifásico de transferencia automática tipo pedestal de operación y restablecimiento automático para tensión de A kV y 200 amperes de corriente continua y de apertura y cierre con carga, de doble alimentación (normal y emergencia) y derivación a la carga protegida por medio de protección electrónica y provisto con terminales para recibir conectadores de M. T. tipo codo.
ESPECIFICACIÓN	CFE VM000-51 Seccionador tipo pedestal para Redes Subterráneas.
USO Y APLICACIÓN	Transferencia automática a servicios importantes en M. T. y para instalarse a nivel del piso.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

303 de 596

TABLA 1 SECCIONADORES TIPO PEDESTAL PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN ACEITE CON EXTINCIÓN DE ARCO DE CORTO CIRCUITO EN VACÍO.

Medio		Tensión Máxima (kV)	NBAI (kV) cresta	Diagrama unifilar	Vías						Descripción corta seccionador Tipo Pedestal			
Aislante	Extinción del arco de corto circuito				Número		Capacidad		fuerce	Carga Sin PE		Carga Con PE		
					Totales	Fuente	Sin PE	Con PE					Sin PE	Con PE
Aceite	Vacío	15.5	95		4	2	2	600	600	200	STP A V-15-2/600-2/600 PE BP			
											STP A V-15-2/600-2/200 PE BP			
											STP A V-15-2/200-2/200 PE BP			
					4	2	1	1	600	400	600	200	STP A V-15-3/600-1/600 PE BP	
													STP A V-15-3/600-1/200 PE BP	
													STP A V-15-2/600-1/400-1/600 PE BP	
													STP A V-15-2/600-1/400-1/200 PE BP	
													STP A V-15-2/600-1/200-1/600 PE BP	
													STP A V-15-2/600-1/200-1/200 PE BP	
													STP A V-15-3/200-1/200 PE BP	
													STP A -15-4/600 BP	
													STP A -15-4/600 -2/400 BP	
													STP A -15-4/600 -2/200 BP	
					4	2	2	2	600	600	400	200	STP A V- 15-4/200 BP	
													STP A V-15-2/600-2/600 PE	
													STP A V-15-2/600-2/200 PE	
													STP A V-15-2/200-2/200 PE	
													STP A V-15-3/600-1/600 PE	
													STP A V-15-3/600-1/200 PE	
													STP A V-15-2/600-1/400-1/600 PE BP	
STP A V-15-2/600-														

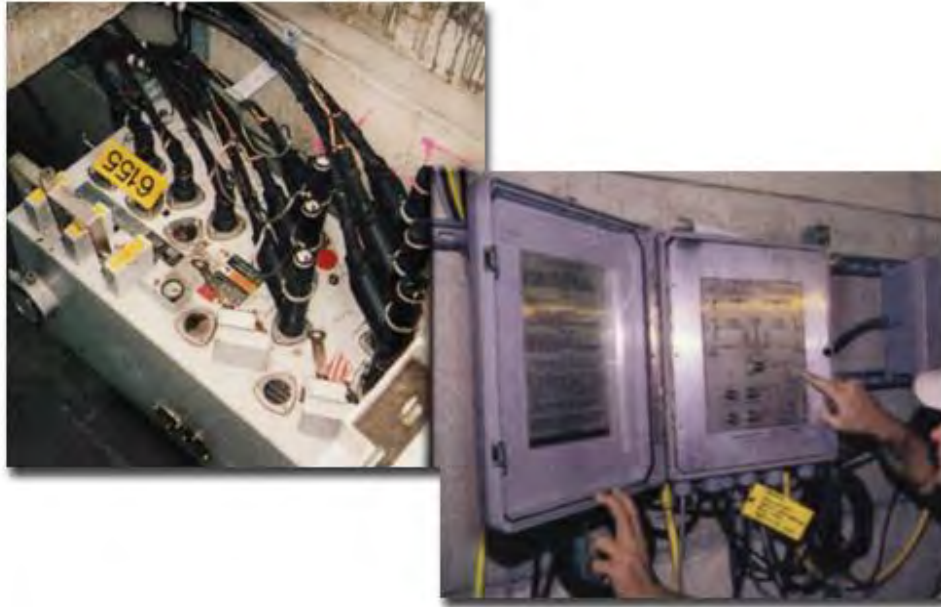
CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

304 de 596

												1/400-1/200 PE BP						
									200	600 200		STP A V-15-2/600-1/200-1/600 PE BP						
												STP A V-15-2/600-1/200-1/200 PE BP						
								200	200	200		STP A V-15-3/200-1/200 PE						
					4	2	2	600	600 400 200			STP A -15-4/600						
																		STP A -15-2/600-2/400
								200	200			STP A -15-4/200						
					3	2	1	600	600 200			STP A V-15-2/600-1/600 PE						
																		STP A V-15-2/600-1/200 PE
								200		200		STP A V-15-2/200-1/200 PE						
					3	2	1	600	600 400 200			STP A -15-3/600						
																		STP A -15-2/600-1/400
																		STP A -15-2/600-1/200
								200	200			STP A -15-3/200						
					2	1	1	600	600 200			STP A V -15-2/600-1/600 PE						
																		STP A V -15-2/600-1/200 PE
								200		200		STP A V -15-2/200-1/200 PE						
					2	1	1	600	600 400 200			STP A -15-2/600						
																		STP A V -15-1/600-1/400
																		STP A V -15-1/600-1/200
								200	200			STP A V -15-2/200						





D) Seccionador de transferencia automática tipo sumergible para redes subterráneas



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Seccionador trifásico de transferencia automática tipo sumergible de operación y restablecimiento automático para tensión de A kV y B amperes de corriente continua y de apertura y cierre con carga, de doble alimentación (normal y emergencia) y derivación a la carga protegida por medio de protección electrónica y provisto con terminales para recibir conectadores de M. T. tipo codo.
ESPECIFICACIÓN	CFE VM-000-68 Seccionador tipo sumergible para redes subterráneas
USO Y APLICACIÓN	Transferencia automática a servicios importantes en M. T. y para instalarse a nivel del piso.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

TABLA 1 SECCIONADORES TIPO SUMERGIBLE PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN ACEITE CON EXTINCIÓN DE ARCO DE CORTO CIRCUITO EN VACÍO PARA 15.5 kV

Medio		Tensión Máxima (kV)	NBAI (kV) cresta	Diagrama unifilar	Vías						Descripción corta seccionador tipo sumergible		
Aislante	Extinción del arco de corto circuito				Número				Capacidad				
					Totales	Fuente	Carga		Fuente	Carga			
							Sin PE	Con PE		Sin PE		Con PE	
Aceite	Vacío	15,5	95		4	2		2	600		600	STS A V-15-2/600-2/600 PE BP	
											200	STS A V-15-2/600-2/200 PE BP	
											200	STS A V-15-2/200-2/200 PE BP	
					4	2	1	1	600	400	600	600	STS A V-15-3/600-1/600 PE BP
											200	STS A V-15-3/600-1/200 PE BP	
											600	600	STS A V-15-2/600-1/400-1/600 PE BP
											200	200	STS A V-15-2/600-1/400-1/200 PE BP
											600	600	STS A V-15-2/600-1/200-1/600 PE BP
											200	200	STS A V-15-2/600-1/200-1/200 PE BP
											200	200	STS A V-15-3/200-1/200 PE BP
					4	2		2	600		600	600	STS A-15-4/600 BP
											400	STS A-15-2/600-2/400 BP	
											200	200	STS A-15-2/600-2/200 BP
											200	200	STS A-15-4/200 BP
	4	2		2	600		600	600	STS A V-15-				

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

307 de 596

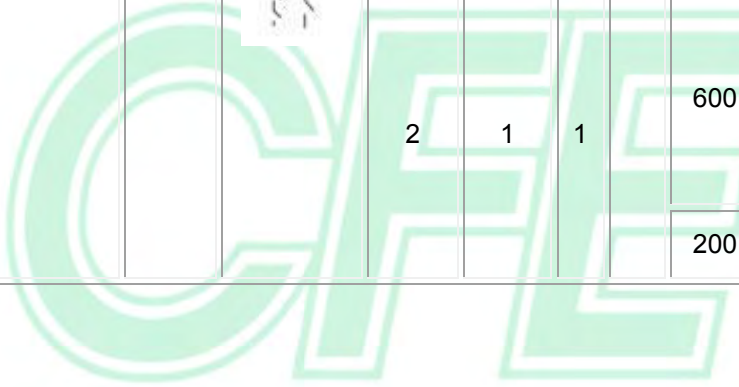
													2/600-2/600 PE
												200	STS A V-15- 2/600-2/200 PE
										200		200	STS A V-15- 2/200-2/200 PE
												600	STS A V-15- 3/600-1/600 PE
												200	STS A V-15- 3/600-1/200 PE
												600	STS A V-15- 2/600-1/400- 1/600 PE
					4	2	1	1		600	400	200	STS A V-15- 2/600-1/400- 1/200 PE
												600	STS A V-15- 2/600-1/200- 1/600 PE
												200	STS A V-15- 2/600-1/200- 1/200 PE
										200	200	200	STS A V-15- 3/200-1/200 PE
												600	STS A-15- 4/600
					4	2	2			600	400		STS A-15- 3/600-2/400
												200	STS A-15- 2/600-2/200
										200	200		STS A-15- 4/200
												600	STS A V-15- 2/600-1/600 PE
					3	2	1			600		200	STS A V-15- 2/600-1/200 PE
												200	STS A V-15- 2/200-1/200 PE
												600	STS A-15- 3/600
					3	2	1			600	600		STS A-15-
												400	

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

308 de 596

																		2/600-1/400
																		STS A-15-2/600-1/200
																		STS A-15-3/200
																		STS A V-15-1/600-1/600 PE
					2	1				600								STS A V-15-1/600-1/200 PE
																		STS A V-15-1/200-1/200 PE
																		STS A-15-2/600
					2	1				600								STS A-15-1/600 – 1/400
																		STS A-15-1/600 – 1/200
																		STS A-15-2/200



2
1
1
1

E) Equipo de medición en media tensión tipo pedestal para distribución subterránea



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	El equipo de medición está formado por transformadores de instrumento que a su vez son bobinas de cobre o aluminio embestidas en una resina, la cual es metalizada su exterior para asegurar que el transformador de instrumento es de frente muerto. Los tres transformadores de instrumento se encuentran dentro de un gabinete metálico cuyas características son similares a las un transformador tipo pedestal o seccionador con sus restricciones de ser en acero inoxidable o metalizado en áreas costeras o de alta contaminación. Las boquillas de media tensión de los transformadores de instrumento son tipo pozo.
ESPECIFICACIÓN	CFE G000-90 Equipos de medición en Media Tensión en Media Tensión Tipo Pedestal para Distribución Subterránea.
USO Y APLICACIÓN	Se emplea para medir en media tensión el consumo de usuarios conectados en sistemas subterráneos.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

TABLA 1 EXACTITUD Y CARGA NOMINAL

Tensión nominal del sistema (kV)	Tensión máxima de diseño del equipo (kV)	Transformador de corriente		Transformador de potencial	
		Clase de exactitud	Carga nominal (VA)	Clase de exactitud	Carga nominal (VA)
13.8	15.0	0.2	5	0.2	50
23.8	25.8		10		
34.5	38		15		



F) Reguladores para media tensión tipo pedestal

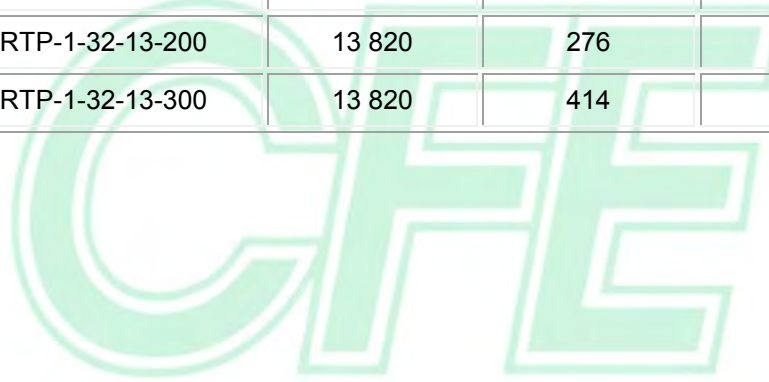


CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Regulador de Tensión tipo Pedestal de frente muerto, monofásico, autoenfriado en aceite, con capacidad de A kVA, B A y un Nivel Básico al Impulso de C kV.
ESPECIFICACIÓN	
USO Y APLICACIÓN	Mantener los límites de tensión dentro de los parámetros establecidos para proporcionar un suministro de energía eléctrica de calidad, pudiendo ser compatible con SCADA y con los sistemas de distribución de automatismo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

F) Reguladores para media tensión tipo pedestal

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión Nominal kV	"A" Capacidad kVA	"B" Corriente Nominal A	"C" Nivel Básico al Impulso kV
A.1		RTP-1-32-7-100	7 620	76.2	100	95
A.2		RTP-1-32-7-150	7 620	114	150	95
A.3		RTP-1-32-7-328	7 620	250	328	95
A.4		RTP-1-32-7-548	7 620	416	548	95
A.5		RTP-1-32-13-100	13 820	138	100	125
A.6		RTP-1-32-13-200	13 820	276	200	125
A.7		RTP-1-32-13-300	13 820	414	300	125



4.6 Empalmes Rectos

4.6.1 Empalme contráctil en frío MT



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Empalme contráctil en frío para cables de energía de 15, 25 y 35 kV entre fases, tamaño B mm ² (AWG). Debe ser: material de hule silicón, proveer un excelente desempeño eléctrico, incorporar un control de esfuerzos integrado en un sólo cuerpo, cada empalme debe cubrir un amplio rango de calibres y tamaños. Debe siempre ejercer presión radial e incluir un sello contra agua y alta humedad.
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-158 Empalmes para Cables de Media y Alta Tensión.
USO Y APLICACIÓN	Empalmar cables de Media Tensión en registros e instalaciones, aplicable en zonas de alta humedad. El cuerpo del empalme tiene integrado el control de esfuerzos para su rápida y fácil instalación. Aplicable desde 5 hasta 35 kV.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

4.6.1 Empalme contráctil en frío MT

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
A.1	649182	EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 15 (1/0)	15	53.5 (1/0)
A.2	445356	EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 15 (3/0)	15	85.0 (3/0)
A.3		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 15 (250)	15	126.7 (250)
A.4	649186	EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 15 (300)	15	152.6 (300)
A.5		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 15 (350)	15	177.3 (350)
A.6	445362	EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 15 (500)	15	253.4 (500)
A.7	714744	EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 15 (750)	15	380.0 (750)
A.8		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 15 (1000)	15	506.7 (1 000)
A.9		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 25 (1/0)	25	53.5 (1/0)
A.10		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 25 (3/0)	25	85.0 (3/0)
A.11		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 25 (250)	25	126.7 (250)
A.12		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 25 (300)	25	152.6(300)
A.13		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 25 (350)	25	177.3 (350)
A.14		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 25 (500)	25	253.4 (500)
A.15		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 25 (750)	25	380.0(750)
A.16		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 25 (1000)	25	506.7 (1 000)
A.17		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 35 (1/0)	35	53.5 (1/0)
A.18	690444	EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 35 (3/0)	35	85.0 (3/0)
A.19		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 35 (250)	35	126.7 (250)
A.20		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 35 (300)	35	152.6 (300)
A.21		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 35 (350)	35	177.3 (350)
A.22		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 35 (500)	35	253.4 (500)
A.23		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 35 (750)	35	380.0(750)
A.24		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRÍO 35 (1 000)	35	506.7 (1 000)

4.6.2 Empalme termocontráctil MT



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Empalme de Media Tensión termocontráctil, para cable de energía de 15, 25 y 35 kV entre fases, tamaño B mm ² (AWG). Debe ser de un material termocontráctil, incorporar un control de esfuerzos integrado en un sólo cuerpo y cada empalme debe incluir un sello contra agua y alta humedad.
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-158 Empalmes para Cables de Media y Alta Tensión.
USO Y APLICACIÓN	Unir cables de energía aislados para Media Tensión en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar, proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

316 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
A.1	352491	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 15 (1/0)	15	53.5 (1/0)
A.2	356608	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 15 (3/0)	15	85.0 (3/0)
A.3		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 15 (250)	15	126.7 (250)
A.4		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 15 (300)	15	152.6 (300)
A.5		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 15 (350)	15	177.5 (350)
A.6	435117	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 15 (500)	15	253.4 (500)
A.7	360627	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 15 (750)	15	380.0(750)
A.8		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 15 (1000)	15	506.7 (1 000)
A.9	649207	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 25 (1/0)	25	53.5 (1/0)
A.10	440064	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 25 (3/0)	25	85.0 (3/0)
A.11		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 25 (250)	25	126.7 (250)
A.12		EMP REC TERMOCONTRACTIL 25 (300)	25	152.6 (300)
A.13		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 25 (350)	25	177.5 (350)
A.14		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 25 (500)	25	253.4 (500)
A.15		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 25 (750)	25	380.0 (750)
A.16		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 25 (1000)	25	506.7 (1 000)
A.17		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 35 (1/0)	35	53.5 (1/0)
A.18		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 35 (3/0)	35	85.0 (3/0)
A.19		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 35 (250)	35	126.7 (250)
A.20	443551	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 35 (300)	35	152.6 (300)
A.21		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 35 (350)	35	177.5 (350)
A.22		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 35 (500)	35	253.4(500)
A.23		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 35 (750)	35	380.0 (750)
A.24		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 35 (1000)	35	506.7 (1 000)

4.6.3 Empalme premoldeado



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Empalme premoldeado para cables de energía con aislamiento sólido para tensión A kV y tamaño B mm ² (AWG - kcmil).
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-158 Empalmes para Cables de Media y Alta Tensión.
USO Y APLICACIÓN	Unir cables de energía aislados para Media Tensión en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar, proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

318 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
A.1	11083	EMP REC PREMOLDEADO 15 (1/0)	15	53.5 (1/0)
A.2	11084	EMP REC PREMOLDEADO 15 (3/0)	15	85.0 (3/0)
A.3		EMP REC PREMOLDEADO 15 (250)	15	126.7 (250)
A.4		EMP REC PREMOLDEADO 15 (300)	15	152.6 (300)
A.5		EMP REC PREMOLDEADO 15 (350)	15	177.3 (350)
A.6	278339	EMP REC PREMOLDEADO 15 (500)	15	253.4 (500)
A.7		EMP REC PREMOLDEADO 15 (750)	15	380.0 (750)
A.8		EMP REC PREMOLDEADO 15 (1000)	15	506.7 (1 000)
A.9	649207	EMP REC PREMOLDEADO 25 (1/0)	25	53.5 (1/0)
A.10	440064	EMP REC PREMOLDEADO 25 (3/0)	25	85.0 (3/0)
A.11		EMP REC PREMOLDEADO 25 (250)	25	126.7 (250)
A.12		EMP REC PREMOLDEADO 25 (300)	25	152.6 (300)
A.13		EMP REC PREMOLDEADO 25 (350)	25	177.3 (350)
A.14		EMP REC PREMOLDEADO 25 (500)	25	253.4 (500)
A.15		EMP REC PREMOLDEADO 25 (750)	25	380.0 (750)
A.16		EMP REC PREMOLDEADO 25 (1000)	25	506.7 (1 000)
A.17		EMP REC PREMOLDEADO 35 (1/0)	35	53.5 (1/0)
A.18		EMP REC PREMOLDEADO 35 (3/0)	35	85.0 (3/0)
A.19		EMP REC PREMOLDEADO 35 (250)	35	126.7 (250)
A.20		EMP REC PREMOLDEADO 35 (300)	35	152.6 (300)
A.21		EMP REC PREMOLDEADO 35 (350)	35	177.3 (350)
A.22		EMP REC PREMOLDEADO 35 (500)	35	253.4 (500)
A.23		EMP REC PREMOLDEADO 35 (750)	35	380.0 (750)
A.24		EMP REC PREMOLDEADO 35 (1000)	35	506.7 (1 000)

4.7 Accesorios de 200A para Media Tensión**4.7.1 Adaptador 200 para aterrizar pantallas****CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES**

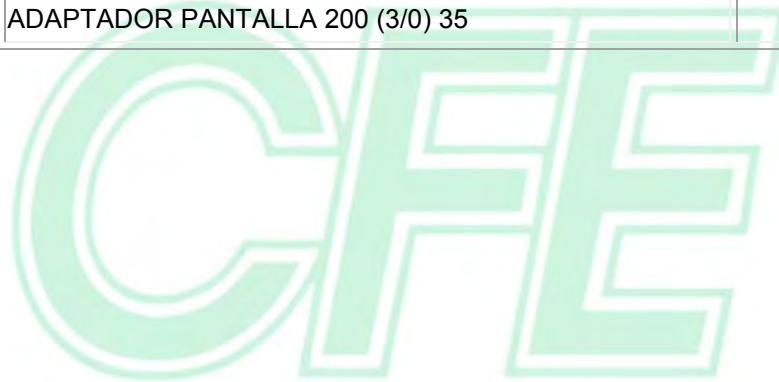
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Adaptador para aterrizar las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión tipo DS, en sistemas de 200 A para A kV y tamaño B mm ² (AWG).
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Conectar las pantallas metálicas a tierra, de los cables de Media Tensión en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar en su empaque original o bolsa de plástico debidamente sellada, proteger contra la humedad, manejo delicado.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

320 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
A1	356603	ADAPTADOR PANTALLA 200 (1/0) 15	15	53.5 (1/0)
A2	280133	ADAPTADOR PANTALLA 200 (2/0) 15	15	67.5 (2/0)
A3	278997	ADAPTADOR PANTALLA 200 (3/0) 15	15	85.0 (3/0)
A4	178096	ADAPTADOR PANTALLA 200 (1/0) 25	25	53.5 (1/0)
A5	279074	ADAPTADOR PANTALLA 200 (2/0) 25	25	67.5 (2/0)
A6	11054	ADAPTADOR PANTALLA 200 (3/0) 25	25	85.0 (3/0)
A7	695551	ADAPTADOR PANTALLA 200 (1/0) 35	35	53.5 (1/0)
A8	353274	ADAPTADOR PANTALLA 200 (2/0) 35	35	67.5 (2/0)
A9	278595	ADAPTADOR PANTALLA 200 (3/0) 35	35	85.0 (3/0)



4.7.2 Boquilla doble tipo inserto MT-200-OCC



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla doble tipo inserto 200 A aislada para A kV de tensión, operación con carga, con una derivación adicional para alimentación de la instalación.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Se acopla a la terminal Tipo pozo en equipos y accesorios para derivaciones en Media Tensión.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	10950	BOQUILLA DOBLE TIPO INSERTO 15-200-OCC	15
A2	357415	BOQUILLA DOBLE TIPO INSERTO 25-200-OCC	25
A3	693090	BOQUILLA DOBLE TIPO INSERTO 35-200-OCC	35

4.7.3 Boquilla estacionaria sencilla MT-200-OCC



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla estacionaria sencilla aislada para A kV, 200 A separable, operación con carga.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Soporte terminal para aislar codos en sistemas de 200.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	11114	BOQUILLA ESTACIONARIA SENCILLA 15-200	15
A2	445426	BOQUILLA ESTACIONARIA SENCILLA 25-200	25
A3	690433	BOQUILLA ESTACIONARIA SENCILLA 35-200	35

4.7.4 Boquilla estacionaria doble MT-200-OCC



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla estacionaria doble aislada para A kV, 200 A separable, operación con carga.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Es una barra soporte tipo boquilla para aislar codos y puentear equipos de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	11115	BOQUILLA ESTACIONARIA DOBLE 15-200	15
A2	445427	BOQUILLA ESTACIONARIA DOBLE 25-200	25
A3	623648	BOQUILLA ESTACIONARIA DOBLE 35-200	35

4.7.5 Boquilla tipo pozo MT



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla tipo pozo para 200 A, aislada para A kV de tensión, de longitud B cm.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Boquilla para equipo de Distribución Subterránea, aislados con aceite convencional.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Longitud "B" cm
A1	435121	BOQUILLA TIPO POZO 200 (1-15)	15	23.49
A2	279501	BOQUILLA TIPO POZO 200-(2-15)	15	6.98
A3	434418	BOQUILLA TIPO POZO 200 (1-25)	25	23.49
A4	434417	BOQUILLA TIPO POZO 200 (2-25)	25	6.98

4.7.6 Boquilla tipo inserto MT-200-OCC



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla tipo inserto para operación con carga, de 200 A, aislado para A kV.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables aislados por medio de terminales tipo codo 200 A a equipos y accesorios de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	10948	BOQUILLA TIPO INSERTO 15-200	15
A2	667693	BOQUILLA TIPO INSERTO 25-200	25
A3	445206	BOQUILLA TIPO INSERTO 35-200	35

4.7.7 Boquilla tipo inserto MT-200-OST



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla tipo inserto para operación sin tensión, de 200 A, aislado para A kV.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables aislados por medio de terminales tipo codo 200 A a equipos y accesorios de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1		BOQUILLA TIPO INSERTO OPERACIÓN SIN TENSIÓN 15-200	15
A2		BOQUILLA TIPO INSERTO OPERACIÓN SIN TENSIÓN 25-200	25

4.7.8 Boquilla extensión tipo inserto MT-200-OCC



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla extensión tipo inserto para operación con carga 200 A aislada para A kV.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables aislados por medio de terminales tipo codo 200 A a equipos y accesorios de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1		BOQUILLA EXTENSION INSERTO 15-200	15
A2		BOQUILLA EXTENSION INSERTO 25-200	25
A3		BOQUILLA EXTENSION INSERTO 35-200	35

4.7.9 Conector tipo codo con cable de puesta a tierra



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector tipo codo para A kV, operación con carga. Formado por un codo de 200 A, n metros de cable para la conexión de accesorios a tierra de tamaño o designación 53.5 mm ² (1/0) o 67.4 mm ² (2/0) aislado para 600V.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Para la conexión del Sistema Subterráneo a tierra acoplado a la boquilla tipo inserto, conexión a equipos en Sistemas de Distribución Subterránea a tierra.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	353668	CONECTOR TIPO CODO C/CABLE P/TIERRA 15	15
A2	648887	CONECTOR TIPO CODO C/CABLE P/TIERRA 25	25
A3	648888	CONECTOR TIPO CODO C/CABLE P/TIERRA 35	35

4.7.10 Conector tipo codo MT-200-OCC



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conectores de MT, tipo codo separable de 200 A, aislados para A kV entre fases, con operación con carga, tamaño B mm ² (AWG), formado por un codo OCC de 200 A con punto de prueba, un conector de compresión de aluminio y una varilla de contacto.
ESPECIFICACIÓN	NOM-J-404
USO Y APLICACIÓN	Terminar cables de energía de MT, con aislamiento sólido y acoplado a la Terminal tipo inserto, conectar equipos en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
CARACTERÍSTICAS	Tensión Nominal de Operación. =15 25 35 Kv Tensión Máxima entre Fases. =14.4 26.3 36.6 kV Corriente Nominal.....=200 200 200 A Nivel Básico de Aislamiento.....= 95 125150 kV
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

330 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
A1	280129	CONECTADOR TIPO CODO 200 (15-OCC)1/0	15	53.5 (1/0)
A2	357927	CONECTADOR TIPO CODO 200 (15-OCC)2/0	15	67.5 (2/0)
A3	278329	CONECTADOR TIPO CODO 200 (15-OCC)3/0	15	85.0 (3/0)
A4	68382	CONECTADOR TIPO CODO 200 (15-OCC)4/0	15	107.2 (4/0)
A5	648926	CONECTADOR TIPO CODO 200 (25-OCC)1/0	25	53.5 (1/0)
A6	357928	CONECTADOR TIPO CODO 200 (25-OCC)2/0	25	67.5 (2/0)
A7	13691	CONECTADOR TIPO CODO 200 (25-OCC)3/0	25	85.0 (3/0)
A8	648925	CONECTADOR TIPO CODO 200 (25-OCC)4/0	25	107.2 (4/0)
A9	690401	CONECTADOR TIPO CODO 200 (35-OCC)1/0	35	53.5 (1/0)
AA	280130	CONECTADOR TIPO CODO 200 (35-OCC)3/0	35	85.0 (3/0)



4.7.11 Conector tipo codo MT-200-OSC



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conectores de MT, tipo codo separable de 200 A, aislados para A kV entre fases, operación sin tensión y sin carga, tamaño Bmm ² (AWG) formado por un codo ST de 200 A con punto de prueba, un conector de compresión de aluminio y una varilla de contacto.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Terminar cables de energía de MT, con aislamiento sólido y acoplado a la Terminal tipo inserto, conectar equipos en Sistemas de Distribución Subterránea que tienen seccionador integrado.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
CARACTERÍSTICAS	Tensión Nominal de Operación. =15 25 kV Tensión Máxima entre Fases.....=14.4 22.8 kV Corriente Nominal.....=200 200 A Nivel Básico de Aislamiento.....=95 125 kV
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
AK		CONECTADOR TIPO CODO 15-200-ST (1/0)	15	53.5 (1/0)
AL		CONECTADOR TIPO CODO 15-200-ST (3/0)	15	85.0 (3/0)
AM		CONECTADOR TIPO CODO 23-200-ST (1/0)	23	53.5 (1/0)
AN		CONECTADOR TIPO CODO 23-200-ST (3/0)	23	85.0 (3/0)



4.7.12 Conector tipo múltiple MT-200-OCC de 2, 3 y N vías



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector tipo múltiple de A kV entre fases, 200 A operación con carga de 2, 3 y n vías con las boquillas tipo inserto o pozo sujetas a una placa de acero inoxidable por medio de ménsulas y con lengüeta de conexión a tierra.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Sirve para derivar acometidas en Media Tensión y seccionar con carga.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	No. De Vías
A1	360198	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-200-OCC 2	15	2
A2	68384	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-200-OCC 3	15	3
A3	360196	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-200-OCC 4	15	4
A4	648938	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-200-OCC 5	15	5
A5	648939	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-200-OCC 6	15	6
A6	445301	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-200-OCC 2	25	2
A7	280131	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-200-OCC 3	25	3
A8	280132	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-200-OCC 4	25	4
A9	648934	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-200-OCC 5	25	5
A10	445271	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-200-OCC 6	25	6
A11		CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-200-OCC 2	35	2
A12		CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-200-OCC 3	35	3
A13	689614	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-200-OCC 4	35	4
A14		CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-200-OCC 5	35	5
A15	689616	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-200-OCC 6	35	6

4.7.13 Tapón aislado 200-OCC



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapón aislado, para utilizarse en sistemas de A kV.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Se acopla a la boquilla tipo inserto 200 OCC para aislarla.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	1189	TAPON AISLADO 15-200-OCC	15
A2	445631	TAPON AISLADO 25-200-OCC	25
A3	690402	TAPON AISLADO 35-200-OCC	35

4.7.14 Varilla de prueba



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Varilla de prueba, con extremo superior metálico, varilla semiconductor por dentro y aislante por fuera y extremo inferior metálico.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Sirve para verificar la presencia o ausencia de tensión.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

4.8 Accesorios de 600 A para Media Tensión

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.8.1 Adaptador 600 para aterrizar pantallas



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Adaptador para aterrizar las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión en sistemas de 600 A, para cable de A kV y tamaño B mm ² (AWG).
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Conectar las pantallas metálicas a tierra, de los cables de Media Tensión en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar en su empaque original o bolsa de plástico debidamente sellada, proteger contra la humedad, manejo delicado.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (kcmil)
-----	--------------	-------------------	-------------------	---------------------------------------

140228	Rev									
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

338 de 596

A1	13693	ADAPTADOR PANTALLA 600 (350) 15	15	177.3 (350)
A2	353223	ADAPTADOR PANTALLA 600 (500) 15	15	253.4 (500)
A3	360497	ADAPTADOR PANTALLA 600 (750) 15	15	380.0 (750)
A4	434733	ADAPTADOR PANTALLA 600 (350) 25	25	177.3 (350)
A5	358123	ADAPTADOR PANTALLA 600 (500) 25	25	253.4 (500)
A6	357581	ADAPTADOR PANTALLA 600 (750) 25	25	380.0 (750)
A7	356604	ADAPTADOR PANTALLA 600 (350) 35	35	177.3 (350)
A8	279080	ADAPTADOR PANTALLA 600 (500) 35	35	253.4 (500)
A9	445308	ADAPTADOR PANTALLA 600 (750) 35	35	380.0 (750)

**4.8.2 Boquilla estacionaria de 600 A**

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla estacionaria sencilla aislada para A kV, 600 A separable, sin operación con carga
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Soporte Terminal para aislar codos en sistemas de 600.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	627525	BOQUILLA ESTACIONARIA SENCILLA 15-600	15
A2		BOQUILLA ESTACIONARIA SENCILLA 25-600	25
A3		BOQUILLA ESTACIONARIA SENCILLA 35-600	35

4.8.3 Boquilla extensión



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla tipo extensión 15, 25 y 35 kV 600 A premoldeada.
USO Y APLICACIÓN	Para conexión a equipos con boquilla tipo perno 600 A, boquilla reductora 600/200.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Corriente "B" A
A1	10949	BOQUILLA DE EXTENSIÓN 600-15	15	600
A2	445208	BOQUILLA DE EXTENSIÓN 600-25	25	600
A3	648491	BOQUILLA DE EXTENSIÓN 600-35	35	600

4.8.4 Boquilla reductora 600 / 200



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla reductora para A kV, para derivar de un sistema de 600 A a sistema de 200 A.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Se acopla a la Terminal extensión o a un conector codo tipo "T" de 600 A para obtener una reducción de 200 A y acoplarse a una Terminal tipo inserto.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Corriente "B" A
A1	443935	BOQUILLA REDUCTORA (15) 600/200	15	200
A2	279251	BOQUILLA REDUCTORA (25) 600/200	25	200
A3	10947	BOQUILLA REDUCTORA (35) 600/200	35	200

4.8.5 Boquilla reductora 600 / 200 OCC



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla reductora para A kV, para derivar de un sistema de 600 A a sistema de 200 A, para operación con tensión en el lado de 200 A.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Se acopla a la terminal extensión o a un conector codo tipo "T" de 600 A para obtener una reducción de 200 A y acoplarse a un conector tipo codo operación con carga.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Corriente "B" A
A1	434739	BOQUILLA REDUCTORA (15) 600/200-OCC	15	200
A2	445207	BOQUILLA REDUCTORA (25) 600/200-OCC	25	200
A3	623651	BOQUILLA REDUCTORA (35) 600/200-OCC	35	200

4.8.6 Boquilla tipo perno MT



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla tipo perno para 600 A, aislada para A kV de tensión, de Longitud B cm.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables aislados por medio de terminales tipo codo de 600 A a equipos y accesorios de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

344 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Longitud "B" cm
A1	648505	BOQUILLA TIPO PERNO 600 (1-15)	15	21.79
A2	648507	BOQUILLA TIPO PERNO 600 (2-15)	15	7.46
A3	538019	BOQUILLA TIPO PERNO 600 (1-25)	25	21.79
A4	538021	BOQUILLA TIPO PERNO 600 (2-25)	25	7.46
A5	360458	BOQUILLA TIPO PERNO 600 (2-35)	35	7.46



4.8.7 Conector tipo codo operación sin tensión de 600 A



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector de MT tipo codo separable de 600 A aislado para A kV, con operación sin tensión, calibre B kcmil y un BIL de C kV, formado por un codo de 600, un adaptador para cable, un conector de compresión de aluminio y un tapón atornillable hembra con punto de prueba y capuchón.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Terminar cables de energía de MT con aislamiento sólido y acoplado a la terminal tipo perno. Conectar equipos en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (kcmil)	BIL "C" kV
A1	353669	CONECTADOR TIPO CODO 600 (15-250)	15	126.7 (250)	95
A2	357929	CONECTADOR TIPO CODO 600 (15-350)	15	177.3 (350)	95
A3	1029	CONECTADOR TIPO CODO 600 (15-500)	15	253.4 (500)	95
A4	445261	CONECTADOR TIPO CODO 600 (15-750)	15	380 (750)	95
A5	648930	CONECTADOR TIPO CODO 600 (25-250)	25	126.7 (250)	110
A6	648931	CONECTADOR TIPO CODO 600 (25-350)	25	177.3 (350)	110
A7	434405	CONECTADOR TIPO CODO 600 (25-500)	25	253.4 (500)	110
A8	648932	CONECTADOR TIPO CODO 600 (35-1/0)	35	53.5 (1/0)	150
A9	445265	CONECTADOR TIPO CODO 600 (35-3/0)	35	85.0 (3/0)	150
AA	680509	CONECTADOR TIPO CODO 600 (35-500)	35	253.4 (500)	150



4.8.8 Conector tipo múltiple MT 600 / 200-ST de 3, 4 y N vías



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector tipo múltiple A kV, operación sin tensión de B vías en 600 A y C vías en 200 A, con las boquillas tipo perno sujetas a una placa de acero inoxidable por medio de ménsulas.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Sirve para hacer derivaciones en Media Tensión y seccionamientos de sistemas de 600 a 200 A.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Vías "B" 600 A	Vías "C" 200 A
A1	445287	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-600/200-3	15	2	1
A2	445288	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-600/200-4	15	2	2
A3	445289	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-600/200-5	15	2	3
A4	648935	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-600/200-6	15	2	4
A5	648940	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-600/200-3	25	2	1
A6	648941	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-600/200-4	25	2	2
A7	648942	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-600/200-5	25	2	3
A8	648943	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-600/200-6	25	2	4
A9	648949	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-600/200-3	35	2	1
AA	648950	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-600/200-4	35	2	2
AB	648951	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-600/200-5	35	2	3
AC	648952	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-600/200-6	35	2	4

4.8.9 Conector tipo múltiple MT 600-ST de 3, 4 y N vías



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector tipo múltiple A kV 600 A, operación sin tensión de 2, 3 y n vías con las boquillas tipo perno sujetas a una placa de acero inoxidable por medio de ménsulas.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Sirve para hacer derivaciones en Media Tensión y seccionamientos en sistemas de 600 A.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Vías "B" 600 A
A1	445272	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-600-2	15	2
A2	445273	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-600-3	15	3
A3	445274	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-600-4	15	4
A4	648936	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-600-5	15	5
A5	648937	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 15-600-6	15	6
A6	648944	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-600-2	25	2
A7	648945	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-600-3	25	3
A8	648946	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-600-4	25	4
A9	648947	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-600-5	25	5
A10	648948	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 25-600-6	25	6
A11	648953	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-600-2	35	2
A12	648954	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-600-3	35	3
A13	648955	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-600-4	35	4
A15	648956	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-600-5	35	5
A16	648957	CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE 35-600-6	35	6

4.8.10 Conector tipo unión



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector recto tipo unión de 600 A, para una tensión de A kV.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Unir conectores tipo codo 600 ST.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	443934	CONECTOR TIPO UNIÓN 600 (15)	15
A2	1030	CONECTOR TIPO UNIÓN 600 (25)	25
A3	360495	CONECTOR TIPO UNIÓN 600 (35)	35

4.8.11 Empalme separable tipo 600



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Empalme separable para 600 A, para A kV de tensión y tamaño B mm ² (kcmil) formado por 2 codos de 600 A, 2 adaptadores para cable, 2 conectadores de compresión de aluminio, un conector tipo unión 600, un tapón atornillable hembra con capuchón y un tapón atornillable macho con capuchón.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386, NMX-J-158
USO Y APLICACIÓN	Unir cables tipo DS de Media Tensión en Sistemas de Distribución Subterránea de 600 A, con posibilidades de adaptarse para obtener una o dos derivaciones de 200 A.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar. Proteger contra impacto y humedad. Manéjese con cuidado.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

353 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (kcmil)
A1	649212	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(15-3/0)	15	85.0 (3/0)
A2	649211	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(15-250)	15	126.7 (250)
A3	357940	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(15-350)	15	177.3 (350)
A4	353289	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(15-500)	15	253.4 (500)
A5	445336	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(15-750)	15	380 (750)
A6	649214	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(25-3/0)	25	85.0 (3/0)
A7	649213	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(25-250)	25	126.7 (250)
A8	649215	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(25-350)	25	177.3 (350)
A9	279081	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(25-500)	25	253.4 (500)
A10	649216	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(35-1/0)	35	53.5 (1/0)
A11	649217	EMPALME SEPARABLE TIPO 600(35-3/0)	35	85.0 (3/0)



4.8.12 Tapón aislado 600 A-ST con punto de prueba para boquilla tipo perno



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapón aislado para una tensión de A kV, con punto de prueba para boquilla de perno.
ESPECIFICACION	ANSI 386.
USO Y APLICACION	Se acopla a la boquilla tipo Perno de 600 A.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	353124	TAPÓN AISLADO 15-600-OSC	15
A2	445632	TAPÓN AISLADO 25-600-OSC	25
A3	714237	TAPÓN AISLADO 35-600-OSC	35

4.8.13 Tapón aislado 600-ST para CODO de 600



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapón aislado para A KV, 600 A, operación sin carga, formado por un conector aislado y una cubierta de hule.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Se acopla al conector codo tipo "T" en sistemas de 600 A de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	356594	TAPÓN PARA CODO OSC 600-15	15
A2	432715	TAPÓN PARA CODO OSC 600-25	25
A3	443946	TAPÓN PARA CODO OSC 600-35	35

4.9 Accesorios para Baja Tensión

4.9.1 Conector a compresión tipo zapata

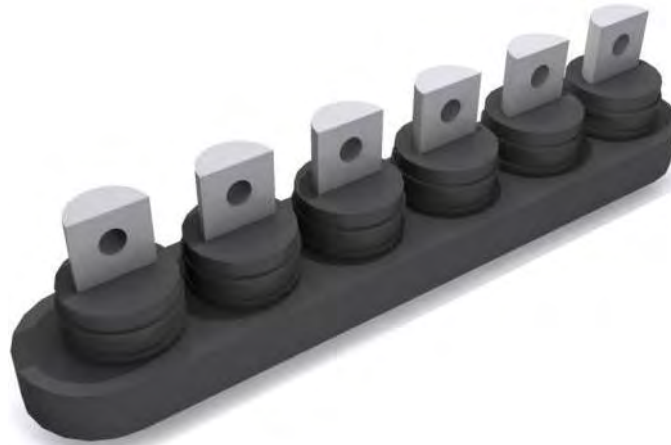


CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector a compresión tipo zapata de cobre electrolítico estañado, de 1 y 2 perforaciones.
ESPECIFICACIÓN	CFE-55000-41 Conector Zapata a Compresión
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables de Baja Tensión a la terminal tipo espada del transformador pedestal. Conectar terminales de Media Tensión poliméricas o termocontráctiles a equipos.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tamaño "B"mm ² (kcmil)
A1		CONECTOR ZAPATA A COMPRESIÓN 2-1/0	53.5 (1/0)
A2		CONECTOR ZAPATA A COMPRESIÓN 2-3/0	85.0 (3/0)
A3	3235	CONECTOR ZAPATA A COMPRESIÓN 2-300	152.6 (300)
A4	279446	CONECTOR ZAPATA A COMPRESIÓN 2-4/0	107.2 (4/0)
A5		CONECTOR ZAPATA A COMPRESIÓN 2-500	253.4 (500)
A6	277726	CONECTOR ZAPATA A COMPRESIÓN 2-750	380.0 (750)

4.9.2 Conector múltiple de baja tensión



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector de aluminio tipo múltiple con Aislamiento a base de etileno propileno para 600 V, con A derivaciones adaptables a juego de conexiones tipo CM-600
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-519
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables aislados en Sistemas de Distribución Subterráneos de Baja Tensión y acometidas.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad en bolsa de plástico cerrada.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Derivaciones "A"
A1	11048	CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (4)	4
A2	11049	CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (6)	6
A3	13172	CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (8)	8
A4	445268	CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (10)	10
A5		CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (12)	12

4.9.3 Empalme en derivación con gel para baja tensión



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Empalme en derivación con gel para Baja Tensión. Consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador móvil y un recipiente con gel.
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-519
USO Y APLICACIÓN	Derivar acometidas y circuitos de Baja Tensión sin cortar el conductor principal.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Protéjase en su empaque original.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Principal "A" mm ² (AWG)	Derivación "B" mm ² (AWG)
A1		EMP DERIV CON GEL 600 (6-6)	13.3 (6)	13.3 (6)
A2		EMP DERIV CON GEL 600 (4-6)	21.2 (4)	13.3 (6)
A3		EMP DERIV CON GEL 600 (4-4)	21.2 (4)	21.2 (4)
A4		EMP DERIV CON GEL 600 (2-6)	33.6 (2)	13.3 (6)
A5		EMP DERIV CON GEL 600 (2-4)	33.6 (2)	21.2 (4)
A6		EMP DERIV CON GEL 600 (2-2)	33.6 (2)	33.6 (2)
A7		EMP DERIV CON GEL 600 (1/0-6)	53.5 (1/0)	13.3 (6)
A8		EMP DERIV CON GEL 600 (1/0-4)	53.5 (1/0)	21.2 (4)
A9		EMP DERIV CON GEL 600 (1/0-2)	53.5 (1/0)	33.6 (2)
A10		EMP DERIV CON GEL 600 (1/0-1/0)	53.5 (1/0)	53.5 (1/0)
A11		EMP DERIV CON GEL 600 (3/0-6)	85.0 (3/0)	13.3 (6)
A12		EMP DERIV CON GEL 600 (3/0-4)	85.0 (3/0)	21.2 (4)
A13		EMP DERIV CON GEL 600 (3/0-2)	85.0 (3/0)	33.6 (2)
A14		EMP DERIV CON GEL 600 (4/0-6)	107.2 (4/0)	13.3 (6)
A15		EMP DERIV CON GEL 600 (4/0-4)	107.2 (4/0)	21.2 (4)
A16		EMP DERIV CON GEL 600 (4/0-2)	107.2 (4/0)	33.6 (2)
A17		EMP DERIV CON GEL 600 (350-6)	177.3 (350)	13.3 (6)
A18		EMP DERIV CON GEL 600 (350-4)	177.3 (350)	21.2 (4)
A19		EMP DERIV CON GEL 600 (350-2)	177.3 (350)	33.6 (2)

4.9.4 Empalme en derivación termocontráctil para baja tensión



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Empalme en derivación termocontráctil para Baja Tensión, consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador móvil, juego de cintas y manga abierta termocontráctil con seguro metálico.
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-519
USO Y APLICACIÓN	Derivar acometidas y circuitos de Baja Tensión sin cortar el conductor principal
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra los rayos del sol y humedad dentro de bolsa plástica.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

361 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Corriente "B" A
A1		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (6-6)	6	6
A2		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (4-6)	4	6
A3		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (4-4)	4	4
A4		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (2-6)	2	6
A5		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (2-4)	2	4
A6		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (2-2)	2	2
A7		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (1/0-6)	1/0	6
A8		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (1/0-4)	1/0	4
A9		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (1/0-2)	1/0	2
A10		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (1/0-1/0)	1/0	1/0
A11		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (3/0-6)	3/0	6
A12		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (3/0-4)	3/0	4
A13		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (3/0-2)	3/0	2
A14		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (4/0-6)	4/0	6
A15		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (4/0-4)	4/0	4
A16		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (4/0-2)	4/0	2
A17		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (350-6)	350	6
A18		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (350-4)	350	4
A19		EMP DERIV TERMOCONTRÁCTIL 600 (350-2)	350	2

4.9.5 Empalme tipo termocontráctil 600 V



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Empalme tipo termocontráctil, 600 V para cables de Baja Tensión que consta de un conector de compresión de aluminio y una manga termocontráctil, tamaño del conductor A mm ² (AWG – kcmil).
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-519
USO Y APLICACIÓN	Unir cables aislados de Baja Tensión para instalación en registros en Sistemas de Distribución Subterránea
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar. Proteger contra Impacto, humedad y calor
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

363 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tamaño "A" mm ² (AWG)
		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 600 (8)	8.37 (8)
		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 600 (6)	13.3 (6)
	649218	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 600 (4)	21.2 (4)
		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 600 (2)	33.6 (2)
		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 600 (1/0)	53.5 (1/0)
		EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 600 (3/0)	85.0 (3/0)
	356609	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 600 (4/0)	107 (4/0)
	356610	EMP REC TERMOCONTRÁCTIL 600 (350)	177 (350)



4.9.6 Empalme tipo contráctil en frío 600 V



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Empalme tipo contráctil en frío, 600 V para cables de B. T. Material de hule silicón resistente a los rayos UV, tamaño A mm ² (AWG – kcmil).
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-519.
USO Y APLICACIÓN	Unir cables aislados de Baja Tensión para instalación en registros en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar. Proteger contra Impacto, humedad y calor.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

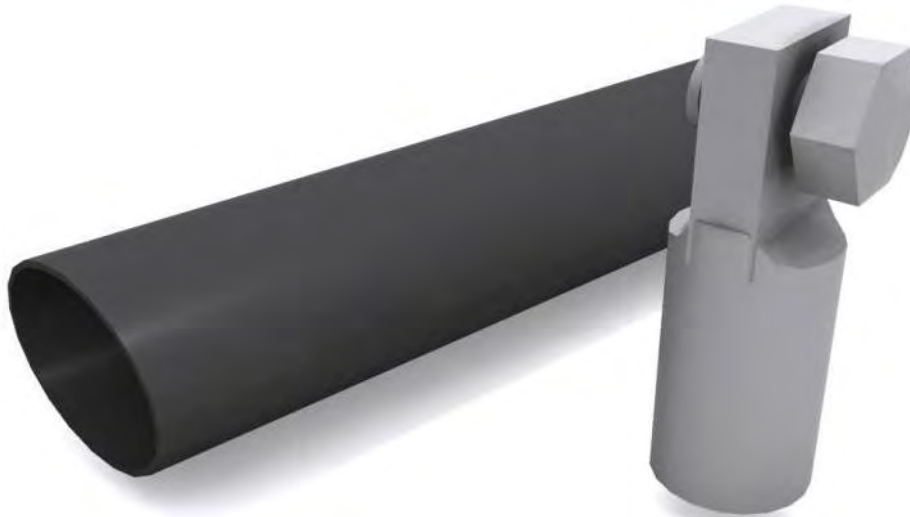
**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

365 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tamaño "A" mm ² (AWG)
A1		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRIO 600 (8)	8.37 (8)
A2		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRIO 600 (6)	13.3 (6)
A3	649188	EMP REC CONTRÁCTIL EN FRIO 600 (4)	21.2 (4)
A4	14004	EMP REC CONTRÁCTIL EN FRIO 600 (2)	33.6 (2)
A5		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRIO 600 (1/0)	53.5 (1/0)
A6		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRIO 600 (3/0)	85.0 (3/0)
A7	176882	EMP REC CONTRÁCTIL EN FRIO 600 (4/0)	107.0 (4/0)
A8		EMP REC CONTRÁCTIL EN FRIO 600 (350)	177 (350)



4.9.7 Juego de conexiones tipo CM 600



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Juego de conexiones tipo CM-600 para conectar cables aislados en Baja Tensión, tamaño Amm^2 (AWG - kcmil), con un conector múltiple de Baja Tensión. Este juego consiste en un conector de compresión de aluminio tipo zapata, manga aislante removible o termocontráctil, tornillo y roldana de presión.
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-519
USO Y APLICACIÓN	Preparar la conexión de cables de Baja Tensión con conectores para 600 V tipo múltiple en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar. Proteger contra impacto, humedad y calor
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tamaño "A" mm ² (AWG)
A1	352490	JUEGO DE CONEXIÓN TIPO CM-600 (6)	13.3 (6)
A2	1052	JUEGO DE CONEXIÓN TIPO CM-600(4)	21.2 (4)
A3	1053	JUEGO DE CONEXIÓN TIPO CM-600(2)	33.6 (2)
A4	11080	JUEGO DE CONEXIÓN TIPO CM-600(1/0)	53.5 (1/0)
A5	1054	JUEGO DE CONEXIÓN TIPO CM-600(3/0)	85.0 (3/0)
A6	11081	JUEGO DE CONEXIÓN TIPO CM-600(4/0)	107 (4/0)
A7	11082	JUEGO DE CONEXIÓN TIPO CM-600(350)	177 (350)



4.9.8 Conector múltiple aislado N vías para baja tensión



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector de aluminio tipo múltiple con aislamiento a base de etileno propileno para 600 V, con derivaciones adaptables directamente a cable de Baja Tensión.
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-519
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables aislados en Sistemas de Distribución Subterráneos de Baja Tensión y acometidas.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad en bolsa de plástico cerrada.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Derivaciones "A"
A1	11048	CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (4)	4
A2	11049	CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (6)	6
A3	13172	CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (8)	8
A4	445268	CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (10)	10
A5		CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (12)	12



4.9.9 Conector con cubierta aislante para transiciones de baja tensión



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Está compuesto por un barril de aluminio de alta resistencia y alta conductividad, y de una cubierta plástica aislante que cubre solamente el barril dejando al descubierto la punta del conector.
ESPECIFICACIÓN	CFE-55000-85 Conectores Tipo Compresión
USO Y APLICACIÓN	Para conectar salidas de transformadores tipo poste a cables aislados en transiciones de baja tensión.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar. Proteger contra Impacto, humedad y calor
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

4.9.10 Sello para transiciones de baja y media tensión



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Sello termocontráctil o contráctil en frío para transiciones en baja y media tensión.
USO Y APLICACIÓN	Evita la entrada de agua y polvo al interior de los ductos en transiciones de baja y media tensión, proporcionando además soporte mecánico para los cables.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar. Proteger contra Impacto, humedad y calor
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

4.9.11 Conector tipo mordaza



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector aislado tipo mordaza, realizando mecánicamente la conexión eléctrica para la derivación de cables Aluminio-Cobre o Aluminio-Aluminio.
USO Y APLICACIÓN	Conectar acometidas a la red en Muretes construidos con base a la especificación CFEEM-BR112 .
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar. Proteger contra impacto, humedad y calor
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

4.10 Accesorios para Protección e Indicación**4.10.1 De sobrecorrientes****A) CONTENEDOR PREMOLDEADO DE FUSIBLE LC.****CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES**

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conectores de MT, tipo portafusible en línea, de frente muerto, aislado para 15/25/35 kV entre fases y equipado con una interfase que permite su conexión con otros accesorios de 200A/600A. El fusible limitador de corriente puede ser de 3 a 50 A.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Derivaciones de servicios de Media Tensión para demandas de hasta 500 kVA en 13.2 kV y 850 kVA en 23 kV.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1		CONTENEDOR PREMOLDEADO DE FUSIBLE 15 KV	15
A2	667692	CONTENEDOR PREMOLDEADO DE FUSIBLE 25 KV	25
A3		CONTENEDOR PREMOLDEADO DE FUSIBLE 35 KV	35

B) CONECTADOR TIPO CODO PORTA FUSIBLE MT 200-CC.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conectores de MT, tipo codo portafusible, aislado para A kV entre fases, tamaño B mm ² (AWG). El fusible limitador de corriente puede ser de 5, 8, 12, 18 o 30 A.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386.
USO Y APLICACIÓN	Derivaciones de servicios de Media Tensión para demandas de hasta 500 kVA en 13.2 kV y 850 kVA en 23 Kv.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
CARACTERÍSTICAS	Tensión Nominal de Operación.= 15 23 kV Tensión Máxima entre Fases....= 15 22.8 kV Corriente Nominal.....= 200 200 A Nivel Básico de Aislamiento.....= 95 150 kV
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT

375 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Tamaño "B" mm ² (AWG)
A1	648933	CONECTADOR TIPO CODO FI 200 (15-OCC)1/0	15	53.5 (1/0)
A2	279468	CONECTADOR TIPO CODO FI 200 (15-OCC)3/0	15	85.0 (3/0)
A3	657160	CONECTADOR TIPO CODO FI 200 (25-OCC)1/0	25	53.5 1/0
A4	353288	CONECTADOR TIPO CODO FI 200 (25-OCC)3/0	25	85.0 (3/0)



C) ELEMENTO FUSIBLE DE EXPULSIÓN TIPO BAYONETA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Elemento fusible de expulsión tipo bayoneta de A amperes.
USO Y APLICACIÓN	Protección de transformadores de distribución residencial subterránea, para instalarse en el interior de los mismos
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Capacidad "A" Amp
A1	649394	FUSIBLE DE EXPULSIÓN TIPO BAYONETA 6	6
A2	445570	FUSIBLE DE EXPULSIÓN TIPO BAYONETA 8	8
A3	68921	FUSIBLE DE EXPULSIÓN TIPO BAYONETA 10	10
A4	68922	FUSIBLE DE EXPULSIÓN TIPO BAYONETA 15	15
A5	352504	FUSIBLE DE EXPULSIÓN TIPO BAYONETA 25	25
A6	352505	FUSIBLE DE EXPULSIÓN TIPO BAYONETA 30	30
A7	649392	FUSIBLE DE EXPULSIÓN TIPO BAYONETA 40	40
A8	649384	FUSIBLE DE EXPULSIÓN TIPO BAYONETA 100	100



D) FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Fusible LC limitador de corriente de arena-plata, de rango completo para A amperes y B kV de tensión.
ESPECIFICACIÓN	CFE-K0000-04 Transformadores Monofásicos Tipo Pedestal hasta 100 kVA para Distribución Subterránea
USO Y APLICACIÓN	Protección de sistemas de Distribución Subterránea contra Sobrecorrientes, instalados en el interior de los transformadores y seccionadores en sus correspondientes portafusibles y reemplazables desde el exterior.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

379 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Capacidad "A" Amp	Tensión "B" kV
A1	649403	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 12-8,3	12	15
A2	649407	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 18-8,3	18	15
A3	445601	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 25-8,3	25	15
A4	175851	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 30-8.3	30	15
A5	356651	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 40-8.3	40	15
A6	445604	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 50-8.3	50	15
A7	278359	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 12-15,2	12	25
A8	278360	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 18-15,2	18	25
A9	649411	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 25-15,2	25	25
A10	445592	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 40-15.2	40	25
A11	649414	FUSIBLE LC DE RANGO COMPLETO 50-15.2	50	25



E) FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Fusible LC limitador de corriente de arena-plata, de rango parcial para A amperes y B kVde tensión.
USO Y APLICACIÓN	Protección de transformadores de distribución residencial subterránea, para instalarse dentro de los mismos, sumergido en aceite.
ESPECIFICACIÓN	CFE-K0000-04 Transformadores Monofásicos Tipo Pedestal hasta 100 kVA para Distribución Subterránea
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Capacidad "A" Amp	Tensión "B" kV
A1	649424	FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 15-8.3	15	15
A2	356654	FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 40-8.3	40	15
A3	358210	FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 50-8.3	50	15
A4	649431	FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 65-8.3	65	15
A5	358215	FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 100-8.3	100	15
A6	649426	FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 200-8.3	200	15
A7		FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 15-15.2	15	25
A8		FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 25-15.2	25	25
A9	434430	FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 40-15.2	40	25
A10		FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 50-15.2	50	25
A11	649430	FUSIBLE LC DE RANGO PARCIAL 65-15,2	65	25

F) INDICADOR DE FALLA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Indicador de falla de restablecimiento automático tipo sumergible para operar a una corriente de A amperes. Puede ser tipo dona o punto de prueba, con señalización luminosa o microprocesada.
ESPECIFICACIÓN	CFE GCUIO-68
USO Y APLICACIÓN	Señalizar el paso de una corriente de falla en sistemas de distribución subterránea
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Corriente "A" Amp
A1	432746	IND FALLA TIPO DONA 1F (200)	200
A2	13909	IND FALLA TIPO DONA 1F (400)	400
A3	13648	IND FALLA TIPO DONA 1F (600)	600
A4		IND FALLA TIPO DONA 3F (200)	200
A5		IND FALLA TIPO DONA 3F (400)	400
A6		IND FALLA TIPO DONA 3F (600)	600
A7		IND FALLA TIPO PUNTO DE PRUEBA 1F (200)	200
A8		IND FALLA TIPO PUNTO DE PRUEBA 1F (400)	400
A9		IND FALLA TIPO PUNTO DE PRUEBA 1F (600)	600



4.10.2 De sobretensiones

A) APARTARRAYO TIPO BOQUILLA ESTACIONARIA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Apertarrayo de óxido metálico de frente muerto tipo boquilla estacionaria, aislada para A kV y equipado con una interfase que permite su conexión con otros accesorios de 200 A.
ESPECIFICACIÓN	CFE V4100-43 y ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Protección contra sobretensiones transitorias que se presentan en el Sistema de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	648474	APARTARRAYO TIPO BOQ. EST. 200/OCC-15	15
A2		APARTARRAYO TIPO BOQ. EST. 200/OCC-25	25
A3	693091	APARTARRAYO TIPO BOQ. EST. 200/OCC-35	35

B) APARTARRAYO TIPO CODO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Apertarrayo de óxido metálico de frente muerto tipo codo, aislado para A kV y equipado con una interface que permite su conexión con otros accesorios de 200 A.
ESPECIFICACIÓN	CFE V4100-43 y ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Protección contra sobretensiones transitorias que se presentan en el Sistema de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	447408	APARTARRAYO TIPO CODO 200/OCC-15	15
A2		APARTARRAYO TIPO CODO 200/OCC-25	25
A3	690400	APARTARRAYO TIPO CODO 200/OCC-35	35

C) APARTARRAYO TIPO INSERTO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Apartarrayo de óxido metálico de frente muerto tipo inserto, aislado para A kV y equipado con una interfase que permite su conexión con otros accesorios de 200 A.
ESPECIFICACIÓN	CFE V4100-43 y ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Protección contra sobretensiones transitorias que se presentan en el Sistema de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	447409	APARTARRAYO TIPO INSERTO 200/OCC-15	15
A2	672161	APARTARRAYO TIPO INSERTO 200/OCC-25	25
A3	623641	APARTARRAYO TIPO INSERTO 200/OCC-35	35

- F) APARTARRAYO TIPO TRANSICIÓN (RISER POLE).
G)



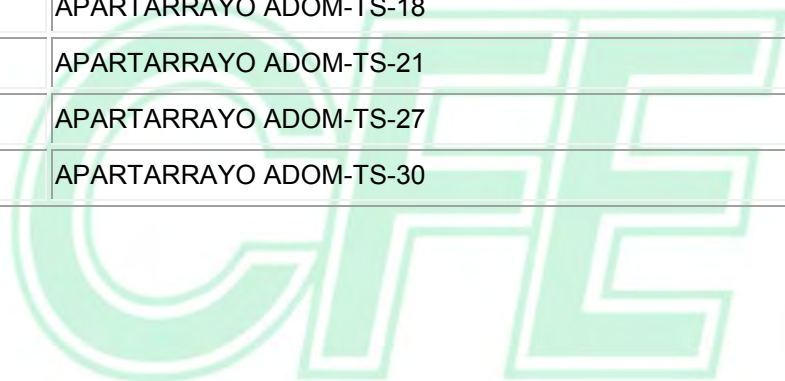
CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Apartarrayo clase intermedia, tipo óxido metálico, con envoltente polimérico o de porcelana.
ESPECIFICACIÓN	NRF-003-CFE, Apartarrays de Óxidos Metálicos para Subestaciones.
USO Y APLICACIÓN	Protección contra sobretensiones transitorias que se presentan en el Sistema Aéreo.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad en bolsa de plástico cerrada.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS

**ESPECIFICACIÓN
CFE DCCSSUBT**

388 de 596

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV
A1	648447	APARTARRAYO ADOM-C-TS-10	10
A2	648448	APARTARRAYO ADOM-C-TS-12	12
A3	648449	APARTARRAYO ADOM-C-TS-18	18
A4	648450	APARTARRAYO ADOM-C-TS-21	21
A5	648451	APARTARRAYO ADOM-C-TS-27	27
A6	648452	APARTARRAYO ADOM-C-TS-30	30
A7	11888	APARTARRAYO ADOM-TS-10	10
A8	648455	APARTARRAYO ADOM-TS-12	12
A9	648456	APARTARRAYO ADOM-TS-18	18
A10	648457	APARTARRAYO ADOM-TS-21	21
A11	648458	APARTARRAYO ADOM-TS-27	27
A12	447378	APARTARRAYO ADOM-TS-30	30



4.11 Herramientas

4.11.1 Para cableado

A) CILINDRO VERIFICADOR DE DEFLEXIONES.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es un cilindro hueco de acero, con un corte diagonal en un extremo para la entrada de material y cerrado en el otro extremo, además permite verificar las deflexiones en el ducto, antes de introducir el cable y así evitar que éstos se dañen.
USO Y APLICACIÓN	Sirve para la limpieza de los ductos, recoge el material que se encuentra dentro del ducto impidiendo de esta forma que el cable se atore y se dañe al momento del cableado.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar, proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas.

B) DESTORCEDOR.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es un dispositivo cilíndrico de acero para jalar cables dentro de ductos de 2", 2 ½", 3", 4", 5" y 6".
USO Y APLICACIÓN	Sirven para evitar que el cable sufra torsión durante el tendido. Debe ir unido, por un lado al yugo de tracción y por otro al cable de acero del malacate
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas.

C) DEVANADOR.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	El devanador está formado por un carrete colocado en una base desenrolladora. El devanador consta de 2 elevadores hidráulicos de tambor móviles, las dimensiones son de acuerdo al tipo de cable, longitud, diámetro y peso.
USO Y APLICACIÓN	Apoyar en la maniobra de instalación de cable de energía.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

D) JALADOR DE CUÑA PARA CABLE.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Dispositivo para asegurar el cable con una cuña en uno de los extremos.
USO Y APLICACIÓN	Jalar cables de potencia y Baja Tensión en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

E) JALADOR DE TUBERÍA PAD.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es un dispositivo que se acopla al tubo y una vez asegurado, permite el jalado de la tubería cuando se utiliza el sistema de perforación horizontal direccional.
USO Y APLICACIÓN	Terminar cables de energía de Media Tensión en instalaciones exteriores.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

F) MALLA DE ACERO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es una manga de acero, de largo A m, diámetro B mm, guardacabo o corchete C mm y una capacidad de tracción D KN.
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza en el jalado de cables de potencia en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas

G) MANDRIL FLEXIBLE DE ACERO.



CFE

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Son discos de acero de diámetros diferentes, unidos por un cable de acero con ojillos en ambos extremos.
USO Y APLICACIÓN	Para dar limpieza al interior de los ductos y evitar que los cables sufran daños mecánicos en el momento del Cableado.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas

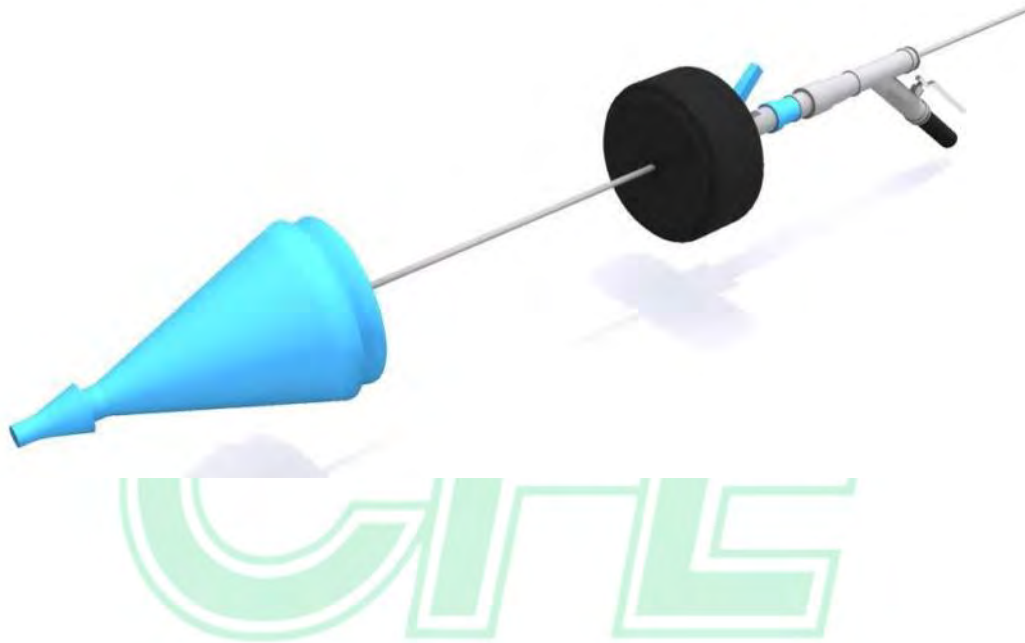
H) RODILLOS Y POLEAS PARA CABLEADO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Poleas y rodillos para zonas curvadas, las poleas deben asegurarse con clavos para tierra, para lo cual cada polea tiene 4 perforaciones.
USO Y APLICACIÓN	Son usados para dar el radio de curvatura adecuado al cable en los cambios de dirección, para evitar que se dañe durante el jalado.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas

I) SOPLADOR PARA GUIAR.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Sistema guiado de ductos, compuesto de un compresor y un mandril de plástico.
USO Y APLICACIÓN	Son usados para instalar guías en ductos utilizando un “mandril” guía.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

J) GUÍA FLEXIBLE PARA CABLES.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tubo metálico flexible con adaptadores abocinados en los extremos.
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza para introducir cables al banco de ductos.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas

K) EMPUJADOR DE CABLE.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Está compuesto por dos bandas dentadas y un panel de control.
USO Y APLICACIÓN	Se utiliza para empujar el cable dentro del banco de ductos.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas

L) MALACATE.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Está compuesto por un carrete y un motor de combustión interna o eléctrico.
USO Y APLICACIÓN	Se usa para el jalado del cable.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Eléctricas y mecánicas.

M) LOCALIZADOR DE REGISTROS Y POZOS DE VISITA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Localizador de registros y pozos de visita. El localizador tiene una cubierta protectora de plástico resistente color amarillo. Tiene una asa ergonómica que ayuda a su sujeción. Tiene incorporado una pantalla de cristal líquido y luz
ESPECIFICACIÓN	No aplica.
USO Y APLICACIÓN	Para localizar registros o pozos de visita por medio de recepción y transmisión de señales digitales. Estos procesos de datos incluyen la lectura de información que tiene incluida el identificador. El localizador debe de ser capaz de dar lectura, intercambiar información y leer la memoria del identificador.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.

N) IDENTIFICADOR DE REGISTROS Y POZOS DE VISITA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Identificador de plástico en forma esférica que contiene un emisor de frecuencia la cual es detectada por un localizador de registros o pozos de visita.
ESPECIFICACIÓN	No aplica.
USO Y APLICACIÓN	Identificador que se utiliza en conjunto con un localizador para registros o pozos de visita que hayan sido cubiertos al realizar movimiento de material en la superficie o por alguna otra razón (crecimiento de áreas verdes, etc.). Estos se colocan en el interior del registro o pozo de visita y contienen un líquido que obliga al emisor a estar siempre horizontalmente para garantizar una mayor precisión en la localización.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.

4.11.2 Para preparación de cable

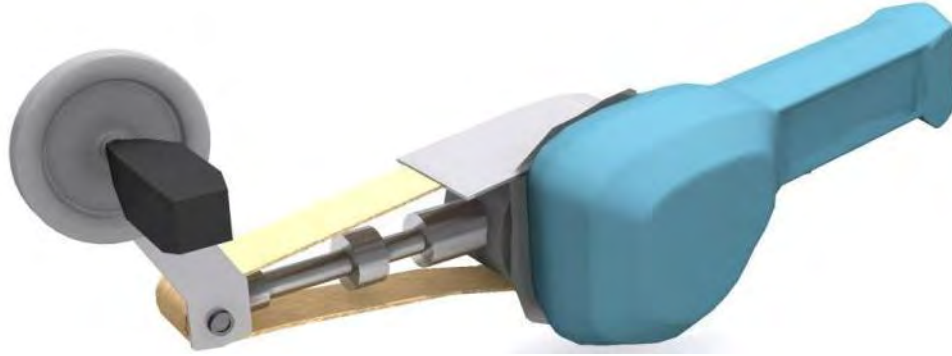
A) HERRAMIENTA PARA REMOVER SEMICONDUCTORA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tiene navaja ajustable con profundidad de marcado de 0.025 a 2.286 mm, la navaja cuenta con un resorte que presiona uniformemente para un marcado uniforme, la guía de desplazamiento para cable está recubierta de teflón.
USO Y APLICACIÓN	Herramienta para la remoción de la capa semiconductora de cables de potencia.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

B) LIJADORA MECÁNICA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Lijadora de banda de doble aislamiento, de velocidad variable. El tamaño de la lija es de 30 mm x 533 mm, velocidad de banda 200-1000 m/mm, potencia de entrada 500 W. Peso neto de 2.1kg y longitud total 380 mm.
USO Y APLICACIÓN	Retira los residuos de la semiconductora y/o elimina las imperfecciones de los cortes sobre el aislamiento.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

C) CORTADORA DE CABLE TIPO MATRACA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es una pinza mecánica tipo matraca de acero, la cual funciona accionándola repetidas veces.
USO Y APLICACIÓN	Para cortar conductores de cobre o aluminio hasta 380 mm ² (750 kcmil).
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

D) HERRAMIENTA PARA REMOCIÓN DE AISLAMIENTO EN CABLE SECUNDARIO



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tiene boquillas de corte intercambiables para conductores de tamaño 13.3 mm ² (6 AWG) hasta 253 mm ² (500 kcmil).
USO Y APLICACIÓN	Para cortes recto en el cable secundario.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

E) MORDAZA PARA DESCHAQUETADORA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Compuesta de un tornillo, un resorte para y un bastidor rugoso de bronce en forma de mordaza para poder sujetar el conductor.
USO Y APLICACIÓN	Sujeta el cable para limitar el desplazamiento de la herramienta hasta el punto deseado en el momento del corte.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

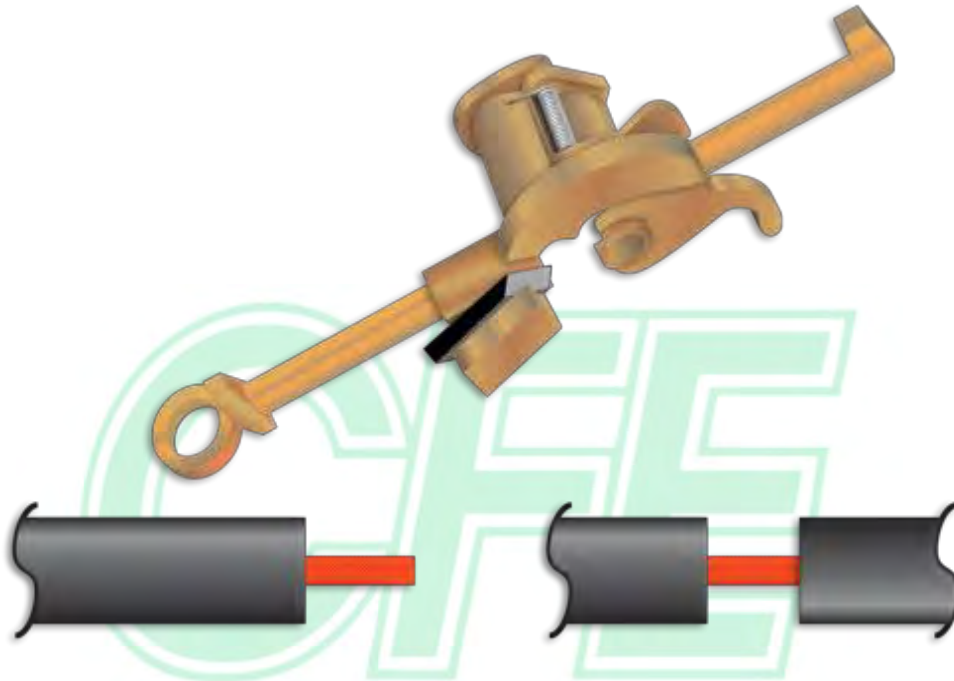
F) HERRAMIENTA PARA REMOVER CUBIERTA Y AISLAMIENTO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es una removedora o peladora de metal rugoso, ajustable con distintas navajas intercambiables.
USO Y APLICACIÓN	Remueve la chaqueta y el aislamiento de cables de potencia con aislamiento XLP en los diámetros de 0.5" hasta 2.5" en extremos y/o puntos intermedios.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

G) HERRAMIENTA PARA REMOVER AISLAMIENTO EN PUNTOS INTERMEDIOS EN CABLE SECUNDARIO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Está hecha de bronce y compuesta por navajas para la remoción de aislamiento. Las puntas de la herramienta pueden ser de ganchos, anillos, gancho-anillo o cubiertas plásticas.
USO Y APLICACIÓN	Remueve aislamiento XLP en los extremos o puntos intermedios del cable. Se opera manual o con pértiga.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

4.11.3 Para preparación de accesorios

A) LLAVE DE MEDIA LUNA PARA 600 A.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Herramienta utilizada para la instalación de boquillas reductoras y conectadores tipo unión de 600 A.
USO Y APLICACIÓN	Instalación de conectadores de 600 A.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

B) HERRAMIENTA PARA COLOCACIÓN DE INSERTOS.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Incluye maneral tipo T, con adaptador cuadrado de 9.5mm y torque calibrado de 125 pulgadas-libras.
USO Y APLICACIÓN	Para la colocación de insertos de operación con carga de 200 A en codos.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

C) HERRAMIENTA PARA COLOCACIÓN DE BUSHING.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Incluye maneral tipo T, con adaptador cuadrado de 9.5 mm y torque calibrado de 125 pulgadas-libras.
USO Y APLICACIÓN	Para la colocación de Bushing con tornillo hexagonal tipo Allen.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

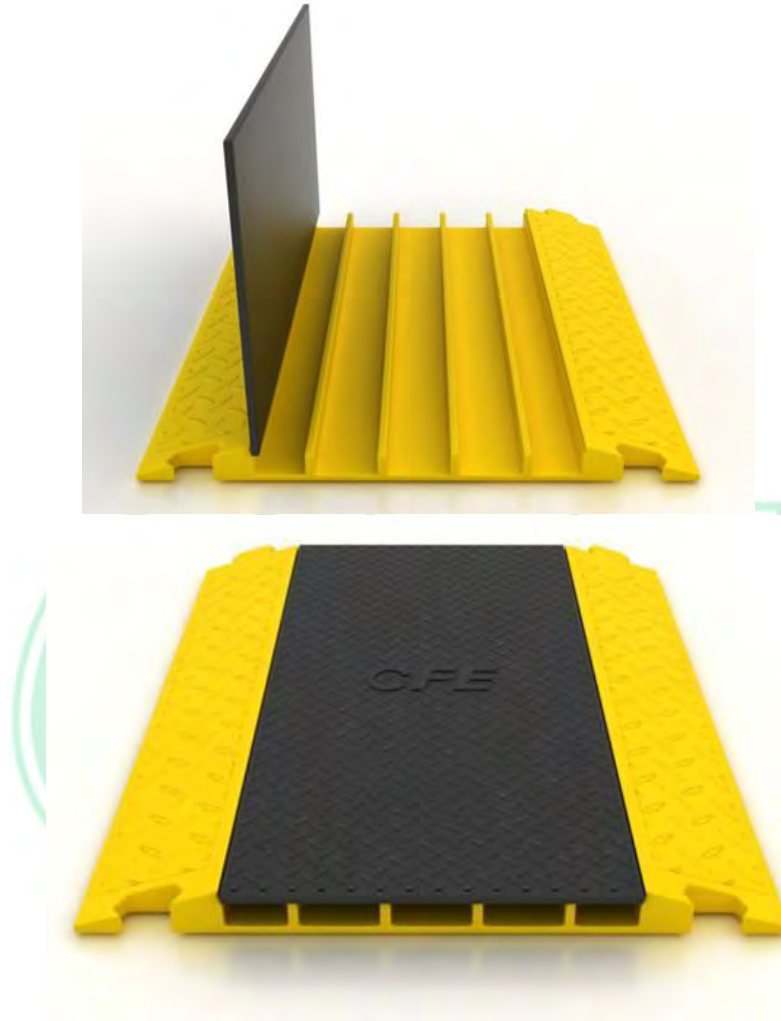
4.11.4 Para protección de accesorios

A) PROTECTORES DE CABLES.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES



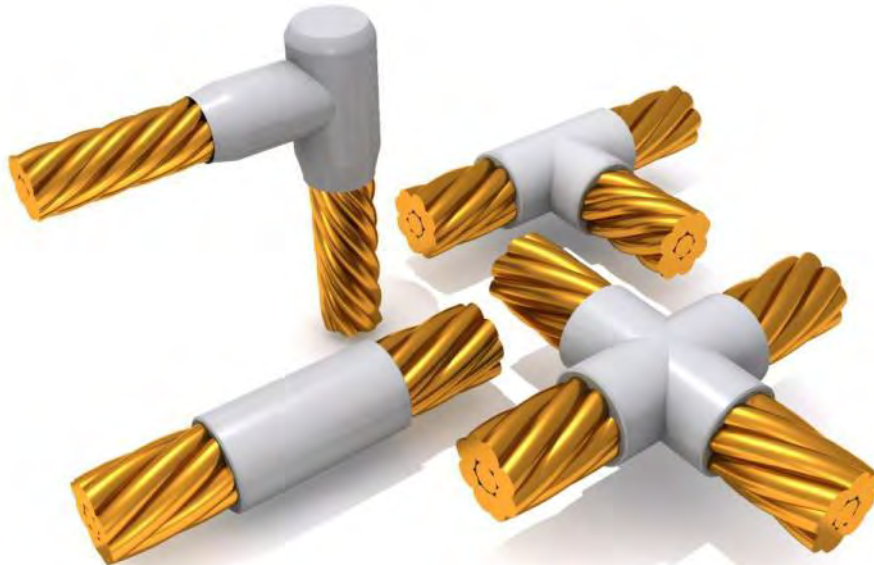


CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Protector para cables de Media y Baja Tensión, fabricado de material plástico a base de poliuretano, para alojar “n” conductores, con coples para formar longitudes conforme se requiera, colores amarillo o rojo.
USO Y APLICACIÓN	Para uso en vía pública permitiendo el paso vehicular y peatonal con capacidad de carga mínimo de 4 762.72 kg para banqueta y mínimo 9 525.44 kg para arroyo.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

4.12 Materiales

4.12.1 Conexión tipo soldable



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Soldadura basada en la reducción del óxido de cobre por el aluminio, para lo cual se utiliza un molde de grafito resistente a elevadas temperaturas, polvo de ignición y un chispero.
USO Y APLICACION	Realizar conexiones por medio de soldadura. Para su aplicación se colocan los cables a soldar dentro del molde, se vacía el fundente (polvo de ignición), se cierra la tapa del molde y se prende el fundente con el chispero.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

4.12.2 Cople de PAD



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Acople moldeado de plástico para ductos PAD que impide infiltraciones de humedad y proporciona una conexión hermética entre los ductos.
USO Y APLICACION	Sirve para unir tramos de tubería PAD.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Almacenar en capas horizontales con travesaños entre capas y sujetos en tal forma que impida su movimiento o rodaje.
PRUEBAS	Mecánicas y químicas.

4.12.3 Ducto de PAD



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Ducto de Polietileno de Alta Densidad (PAD), de A mm de diámetro y una RD de B, con superficie lisa, tersa al tacto y sin salientes de ninguna clase, con abocinado en un extremo para su acoplamiento.
ESPECIFICACION	NRF-057-CFE
USO Y APLICACION	Se utiliza para alojar en su interior cables Subterráneos protegiéndolos contra daños mecánicos.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Almacenar en capas horizontales con travesaños entre capas y sujetos en tal forma que impida su movimiento o rodaje cuando se suministra en tramos, y en posición vertical cuando se suministra en rollos.
PRUEBAS	Mecánicas y químicas.

DIÁMETRO NOMINAL mm	DIÁMETRO NOMINAL pulg	DIAMETRO EXTERNO mm	RD	ESPEJOR DE PARED (e) mm	DIÁMETRO INTERNO mm
32	1.25	42.2	13.5	3.1	36.0
			19	2.2	37.8
38	1.5	48.3	13.5	3.6	41.1
			19	2.5	43.3
50	2	60.3	13.5	4.5	51.3
			19	3.2	53.9
60	2.5	73.0	13.5	5.4	62.2
			19	3.8	65.4
75	3	88.9	13.5	6.6	75.7
			19	4.7	79.5
100	4	114.3	13.5	8.5	97.3
			19	6.0	102.3
125	5	142.5	13.5	10.6	121.3
			19	7.5	127.5
150	6	168.3	13.5	12.5	143.3
			19	8.9	150.5
200	8	219.1	13.5	16.2	186.7
			19	11.5	196.1

4.12.4 Ducto de PAD corrugado



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Ducto de Polietileno de Alta Densidad Corrugado (PADC), de A mm de diámetro nominal, con interior liso y superficie corrugada, con o sin abocinado en un extremo para su acoplamiento.
ESPECIFICACION	NRF-057-CFE
USO Y APLICACION	Se utiliza para alojar en su interior cables Subterráneos protegiéndolos contra daños mecánicos.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Almacenar en capas horizontales con travesaños entre capas y sujetos en tal forma que impida su movimiento o rodaje.
PRUEBAS	Mecánicas y químicas.

TABLA A

DIÁMETRO NOMINAL (Dn) (mm)	DIAMETRO INTERIOR (Di) (mm)	DIÁMETRO INTERIOR (Di) TOLERANCIAS (mm)	ESPEJOR DE PARED MINIMO (mm)
25	26	-0.50 a +1.5	---
32	33	-0.50 a +1.5	---
38	39	-0.75 a +2.0	---

TABLA B

DIÁMETRO NOMINAL (Dn) (mm)	DIAMETRO INTERIOR (Di) (mm)	DIAMETRO INTERIOR (Di) TOLERANCIAS (mm)	ESPEJOR DE PARED MINIMO (mm)
50	51	-0.75 a +2.0	---
60	63	-0.75 a +2.0	---
75	76	-1.1 a +2.0	---
100	102	-1.5 a +4.5	---
125	127	-2.0 a +5.0	---

TABLA C

DIÁMETRO NOMINAL (Dn) (mm)	DIAMETRO INTERIOR (Di) (mm)	DIAMETRO INTERIOR (Di) TOLERANCIAS (mm)	ESPEJOR DE PARED MINIMO (mm)
150	152	-2.3 a +6.8	0.65
200	203	-3.0 a +9.0	0.65
250	254	-3.9 a +11.3	0.65
300	305	-4.5 a +13.5	0.90

4.12.5 Lubricante para la instalación de cable base agua



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	El lubricante para el tendido de cables debe estar hecho a base de polímeros solubles en agua, creando un gel translúcido, fácil de manejar y aplicar en cables sin que escurra ni gotee. Bajo contenido de residuos (menos del 3.5% de sólidos) apropiado para todo tipo de cables, incluyendo polietileno y semiconductores. Lubricante para baja, templada y altas temperaturas.
ESPECIFICACION	UL.
USO Y APLICACION	Lubricantes para el tendido de cables para facilitar la introducción y retiro de cables. Se debe seleccionar el lubricante apropiado para bajas, templadas y altas temperaturas. La cantidad de lubricante depende de la longitud y diámetro del ducto. Fórmula: cantidad (GAL) = 0.0015L (ft) xD(in)
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Debe almacenarse bajo condición normal y rotativa.
PRUEBAS	Mecánicas

No.	DESCRIPCION CORTA.	TEMPERATURA
A1	LUBRICANTE PARA EL TENDIDO DE CABLES ELÉCTRICOS: WL.	TEMPLADA
A2	CERA LUBRICANTE PARA EL TENDIDO DE CABLES, ESTABLE HASTA 90°C: WLX.	HASTA 90 °C
A3	LUBRICANTE PARA EL TENDIDO DE CABLES O ARNESES EN BAJAS TEMPERATURAS -12 °C: WLW.	ESTABLE A -12°C
A4	LUBRICANTE PARA LIBERAR CABLES: CL.	N/A



5. DISEÑO Y PROYECTO

Se incluyen las consideraciones técnicas de diseño, obra civil y electromecánica para líneas subterráneas con tensiones de 69 kV a 138 kV, así como las animaciones en tercera dimensión (3D) que muestran la elaboración de empalmes y terminales de las principales tecnologías que actualmente se emplean en CFE.

5.1 Perspectivas y Aplicaciones

5.1.1 Perspectivas

Las siguientes normas son de aplicación obligatoria para el diseño y proyecto de líneas subterráneas con tensiones de 69 kV a 138 kV de la Comisión Federal de Electricidad.

CFE y contratistas deben apegarse a estas especificaciones. Para cualquier desviación derivada de una situación específica no contemplada en éstas, se debe obtener una aprobación por parte de la Subgerencia de Distribución Divisional, antes de su implantación.

La descripción de los productos que se incluyen tiene la finalidad de proporcionar una referencia rápida para consulta. Para la construcción o fabricación de los mismos, debe recurrirse a las especificaciones o normas de referencia del producto correspondiente.

5.1.2 Aplicaciones

En general se aplicarán estas especificaciones en los lugares descritos a continuación:

- A) Desarrollos residenciales.
- B) Áreas comerciales importantes.
- C) Áreas de ciudades o poblaciones consideradas como centros históricos o turísticos.
- D) Poblaciones ubicadas en áreas de alta contaminación salina, industriales y/o expuestas a ciclones.
- E) Desarrollos urbanísticos.
- F) Zonas arboladas o consideradas como reservas ecológicas.
- G) Lugares de concentración pública como mercados, centrales de autobuses, aeropuertos, estadios, centros religiosos importantes, entre otros.
- H) Avenidas y calles con alto tráfico vehicular.
- I) Plazas cívicas.

La relación anterior no limita la aplicación de las instalaciones subterráneas en áreas no incluidas en la misma.

5.2 Configuraciones de Sistemas Aplicables en Líneas Subterráneas con Tensiones de 69 kV a 138 kV

5.2.1 Anillo cerrado

En esta configuración las líneas alimentadoras interconectan un conjunto de instalaciones que opera en forma cerrada para alimentar determinada carga.



Figura 5.1-Anillo cerrado.

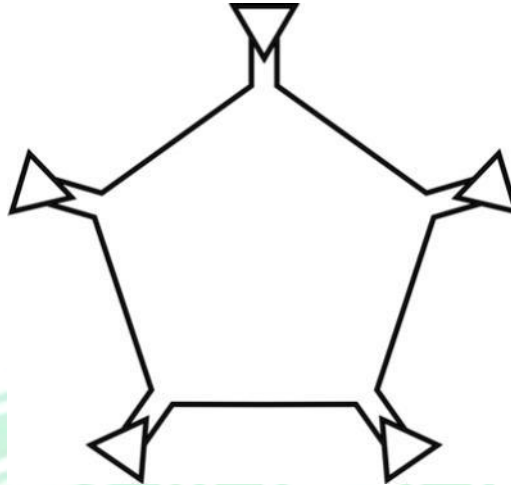


Figura 5.2-Otra configuración de anillo cerrado.

Los arreglos mostrados en las figuras 5.1 y 5.2 no son limitativos, ya que las diferentes fuentes también se pueden conectar en distintos puntos del sistema, lo que permite la posibilidad de tener múltiples arreglos. En todo caso se debe considerar en el diseño el sobre flujo de potencia que tendrá la línea durante las condiciones de emergencia que puedan presentarse. Se debe consultar al área de control del CENACE que corresponda, la magnitud del sobre flujo esperado en condiciones de emergencia.

5.2.2 Radial

Es aquella configuración en la que una sola línea partiendo de una sola fuente alimenta determinada carga.



Figura 5.3-Configuración radial.

Este tipo de configuraciones se emplea en acometidas y se recomienda contar con un cuarto ducto de reserva, para sustituir un conductor en caso de daño.

5.2.3 Generalidades

Las líneas subterráneas con tensiones de 69 kV a 138 kV deben ser 3F-4H; se diseñan de acuerdo a la tensión suministrada en el área y la carga a alimentar, con un sistema de neutro corrido o hilo de tierra multiterizado para cada uno de los circuitos, para casos especiales de conexión de sistema de puesta a tierra debe remitirse al punto 5.5.7. "Puesta a tierra".

La caída de tensión máxima en las líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV no debe exceder del 1 % en condiciones normales de operación. Las pérdidas que se presenten en este tipo de líneas, no deben exceder del 2 % en condiciones normales de operación. Ver tabla 5.9. “Criterios y objetos de diseño de líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV”, según su aplicación.

El cable del neutro debe ser de cobre desnudo semiduro de acuerdo a la especificación CFE E0000-32, vigente o de acero recocido con bajo contenido de carbono recubierto de cobre, de acuerdo a la especificación CFE E0000-33 vigente.

El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla y como mínimo debe ser de sección transversal de 85.01 mm² (3/0 AWG).

La sección transversal del conductor debe elegirse de acuerdo a la corriente de corto circuito en el Bus de la Subestación, o seguir las recomendaciones del fabricante del conductor

El conductor de neutro corrido o hilo de tierra debe ser multiaterrizado con el objeto de garantizar en los sitios donde se instalen empalmes y terminales una resistencia a tierra inferior a 10 Ω en época de estiaje y menor a 5 Ω en época de lluvia.

El neutro corrido o hilo de tierra debe quedar alojado en un ducto independiente de las fases, en suelos no corrosivos debe quedar directamente enterrado.

El nivel de aislamiento de los cables debe ser según lo mencionado en el punto 5.4.1 C de la Obra electromecánica.

La sección transversal del cable debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, la designación mínima del cable es de 380.0 mm² (750 kcmil) en 69 kV, 115 kV y 138 kV y debe cumplir con la especificación CFE E0000-17, pudiendo emplearse conductores de aluminio o cobre, de acuerdo a la necesidad integral del proyecto.

Se debe indicar en las bases de proyecto si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, así como la sección transversal equivalente de los hilos de la pantalla necesaria, para en su caso, soportar sin daño las corrientes de corto circuito, de acuerdo a las características del lugar de instalación.

La pantalla metálica del cable debe conectarse según se indica en la sección 5.5.2 B, “CONEXIONES DE PANTALLAS”.

Los cables deben ser alojados en ductos de PAD o PADC, instalando un cable por ducto, los ductos deben ser del diámetro indicado en la “Tabla de Diámetros de Tubería para Cables con tensiones de 69 kV a 138 kV” (ver tabla 5.1), considerando siempre que debe respetarse el factor de relleno recomendado en la NOM-001-SEDE.

Debe dejarse un excedente de cable de una longitud igual al perímetro del pozo de visita, únicamente donde se instalen empalmes y terminales.

TABLA 5.1-DIÁMETRO DE TUBERÍA PARA CABLES CON TENSIONES DE 69 kV A 138 kV.

Designación de conductor en mm ²	Calibre kcmil	69 kV	115 kV	138 kV
		Diámetro de tubería en pulgadas		
380	750	6	6	6
507	1 000	6	6	6
630	1 250	6	6	6
811	1 600	6	6	6
1013	2 000	8	8	8

5.3 Obra Civil**5.3.1 Consideraciones para el trazo del banco de ductos**

Para definir el trazo del banco de ductos tiene que considerarse la distancia más corta entre los puntos de interconexión con las menores deflexiones horizontales y verticales, procurando seleccionar las calles y aceras con menor impacto social, ambiental y servicios.

Para ello es necesario contar con los planos de todas las instalaciones que se encuentren en la zona del proyecto, como son la de los servicios públicos como agua potable, drenaje, alumbrado público, redes telefónicas, redes de televisión por cable, redes de distribución eléctrica, redes de distribución de gas, entre otros.

Además, es necesario comprobar la existencia de todas estas instalaciones utilizando equipo de georadar, resonancia, electromagnético y sondeos físicos, por mencionar algunos, los cuales permitan determinar o confirmar la existencia de instalaciones subterráneas, así como su ubicación y profundidad de desplante.

Toda la información obtenida en este censo de instalaciones subterráneas se debe registrar en planos de planta y perfil, indicando su tipo, ubicación y profundidad, con el fin de que se tomen en cuenta para la planeación de la conformación del banco de ductos y la localización de pozos de visita o trincheras en subestaciones a nivel de proyecto, los cuales se van a presentar a las autoridades competentes para su aprobación y finalmente generar el proyecto definitivo.

Las líneas subterráneas con tensiones de 69 kV a 138 kV preferentemente deben seguir una trayectoria que vaya a lo largo de arroyos vehiculares y en casos especiales, proyectar trazos a lo largo de las aceras, camellones, periferia de zonas verdes y andadores, previa aprobación por la CFE.

5.3.2 Canalización a cielo abierto o por barrenación direccional

Consideraciones generales.

A.1 La disposición de los ductos para las fases debe ser invariablemente en forma triangular equidistante y con dos tubos de 2 pulgadas de diámetro por circuito, para la introducción del neutro corrido y la fibra óptica independientes.

Con el objeto de conservar su configuración, los ductos deben sujetarse a cada tres metros utilizando flejes de plástico; en el caso de ductos a cielo abierto se tiene que sujetar al piso de la zanja para evitar flotación o movimiento durante el colado del concreto.

A.2 Para el banco de ductos a cielo abierto, invariablemente debe instalarse en toda la trayectoria una cinta señalizadora de advertencia.

A.3 En bancos de ductos en áreas construidas, debe indicarse su trayectoria mediante la instalación de placas de peligro conforme a la norma de referencia NRF-042-CFE vigente, instaladas como se indica en la sección 5.3.1-E. Cuando se tengan dos líneas en la misma trayectoria se marca cada línea en forma alternada.

A.4 En lugares donde el banco de ductos, se encuentre en terreno natural sobre superficie no construida o en banqueta, siempre y cuando la autoridad competente lo permita, se debe indicar la existencia de la línea o líneas mediante baliza señalizadora de material, de las dimensiones y forma que se indica en la figura-5.3.



Figura 5.3-Baliza señalizadora.

A.5 Cuando se utilicen tubos de PAD o PADC, los cambios de dirección pueden ser absorbidos por éstos, siempre y cuando se respete el radio mínimo de curvatura el cual debe ser de 15 veces el diámetro exterior y la presión lateral no rebase los límites permisibles para el cable durante el jalado. Ver tabla-5.2 y figura-5.4.

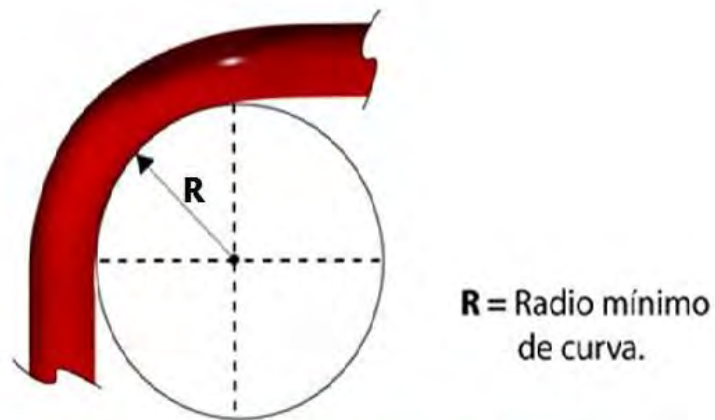


Figura 5.4-Radio mínimo de curvatura en tubo PAD ó PADC.

Figura 5.4-Radio mínimo de curvatura en tubo PAD o PADC.

TABLA 5.4-RADIO MÍNIMO DE CURVATURA PARA
CABLE DE 69 kV A 115 kV

Tipo de cable	Radio mínimo de curvatura
Termoplástico	15 x diámetro exterior (mm)
Polietileno reticulado (XLP)	15 x diámetro exterior (mm)

A.6 Cuando se utilicen tubos de PADC estos deben quedar alineados y asegurados físicamente a lo largo de sus tramos y en los coples, evitando cualquier tipo de deflexión aguda que incrementen la fricción al momento de la instalación del cable, en los puntos de unión debe ponerse especial atención para evitar que se pierda la continuidad del banco de ductos, así como problemas en el tendido del cable; en secciones rectas se permiten pequeñas deflexiones en los coples con un ángulo no mayor a 2° con respecto al eje de la línea, siempre y cuando se mantenga la continuidad del banco de ductos. En todos los cambios de dirección agudos en proyección horizontal se deben utilizar pozos de visita, igualmente en los cambios verticales que indique el proyecto.

A.7 Los ductos de PADC, con campana integrada o con cople, deben garantizar una unión hermética. La unión de los ductos de polietileno de alta densidad corrugados serán por medio de coples o espigas campana, cumpliendo con los requisitos de hermeticidad al agua de acuerdo a la norma ASTM D3212-9697, así mismo, a 50 cm se deben instalar dos varillas con un amarre de alambre recocido para asegurar la firmeza del acoplamiento de los tubos y sobre el resto de la trayectoria a cada 2 metros.

A.8 Cuando se utilicen tubos de PAD, se recomienda emplear tramos continuos de registro a registro. En caso de ser necesario, las uniones deben hacerse con termo-fusión o con coples para PAD, debiendo eliminar las rebabas internas que se generen producto de la termo-fusión.

A.9 Los tubos de PAD deben cumplir con la norma de referencia NRF-057-CFE y sólo se podrán utilizar en colores rojo y naranja o negro con franjas rojas como se establece en la mencionada norma de referencia.

A.10 Para el diseño del banco de ductos en perforación dirigida, se debe considerar únicamente la utilización de tubos tipo PAD con una RD de 13.5 para alojar los cables de potencia y una RD de 17 para los de control y el neutro corrido.

A.11 La trayectoria de la línea y la ubicación de registros, deben proyectarse para que en todos los casos se respeten las tensiones máximas de jalado y presiones laterales máximas permisibles de los cables que se indican en la tabla 6.5.4.2-D.

5.3.3 Diferentes tipos de terrenos

5.3.3.1 Terreno blando y normal

Cuando el fondo de la excavación para alojar el banco de ductos sea inestable, por estar constituido por cenizas, carbones, basura, material orgánico o fragmentos de material inorgánico, se debe considerar que durante el proceso de construcción se excavará para estabilizar el terreno 20 cm extras, mismos que se rellenarán de la siguiente manera: 10 cm con arena húmeda y apisonada hasta lograr el 95 % PROCTOR de compactación, los restantes 10 cm se rellenarán con arena común, acorde a lo establecido en estas especificaciones; con el objeto de disponer de una superficie estable y nivelada para la correcta colocación y asiento de los bancos de ductos todo lo anterior es para hacer las consideraciones en el incremento de los volúmenes de obra desde la fase de proyecto.

5.3.3.2 Terrenos con nivel freático muy alto

Para estos casos únicamente se debe utilizar tubo PAD en colores rojo o naranja, tal como se indica en la especificación vigente. En caso de que el trazo de la línea este contemplado en lugares no urbanizados, la profundidad del banco de ductos debe ser la misma a la utilizada en terreno de bajo nivel freático. Ver sección 7.1.2. Para este caso se debe señalar la línea con baliza señalizadora, como la indicada en la figura 5.3.

5.3.3.3 Terreno rocoso

Para el diseño del banco de ductos con tubos de PAD debe considerarse incluir un asiento de material fino compactable de 10 cm de espesor.

Los criterios que se deben considerar para el relleno en los diferentes tipos de terreno se muestran en la tabla 5.5.

TABLA 5.5-TIPOS DE TERRENO Y CRITERIOS PARA SU RELLENO.	
Tipo de terreno	Consideraciones para la construcción de la obra civil
I.-Terreno blando y normal	Se puede utilizar como relleno, retirando únicamente las capas con contenido orgánico para evitar la expansión del relleno.
II.- Duro y rocoso	Para utilizar este material como relleno, es necesario eliminar las rocas con tamaños mayores a 3/4 de pulgada, y eliminar las capas con contenido orgánico.
III.- Piedra	Este material no se debe utilizar como relleno, a menos que la excavación se efectúe con zanjadora, la cual deja un material de grano fino propicio para la compactación, en caso contrario se utiliza material de banco para los rellenos.
IV.- Con alto nivel freático	Se puede utilizar producto de excavación que no contenga piedra en tamaños mayores a 3/4 de pulgada de diámetro y libre de contenido orgánico.
V.- Nivel freático muy alto	Se considera terreno con nivel freático muy alto donde el agua esté a 85 cm del nivel de piso o menos.
VI.- Terrenos inestables	Se debe excavar hasta encontrar estratos donde se tenga la firmeza de terreno suficiente para poder compactar, se utiliza material de banco para rellenar y compactar hasta el nivel de la instalación.

5.3.4 Instalaciones en puentes o cruce de ríos**A) Instalaciones en puentes**

Previa autorización de las autoridades competentes, estos pueden ser utilizados para cruzar las líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV, mediante estructuras ligeras adosadas a las estructuras del puente, conforme a las indicaciones de las autoridades que tengan jurisdicción sobre esa vía de comunicación.

B) Cruce de ríos

Cuando por restricciones técnicas no sea posible usar el puente, la construcción de Obra Civil de la línea con tensiones de 69 kV a 138 kV debe ser a través del método de Perforación Horizontal Dirigida, se recomienda determinar la profundidad a la que se instalará el ducto por debajo del lecho del río, conforme a lo indicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para evitar posibles daños en desazolves futuros.

5.4 Obra Electromecánica**5.4.1 Cables**

Secciones transversales y designación de conductores más comunes por tensión.

TABLA 5.6 SECCIONES TRANSVERSALES Y DESIGNACIÓN DE CONDUCTOR PARA TENSIONES DE 69kVA 138 kV.		
Tensión (kV)	Designación (kcmil)	Sección transversal (mm ²) (los datos de esta columna son para fines prácticos)
69	750	380
	1000	500
	1250	630
115 y 138	750	380.0
	1000	506.7
	1250	630.0
	1600	811.0
	2 000	1013.0

A) Ampacidad.

Para la ampacidad, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El factor de carga que se tenga considerado para la línea en servicio en condiciones normales y de emergencia
- Tipo de aterrizamiento de las pantallas
- Disposición de los ductos
- Temperatura del conductor
- Temperatura ambiente del terreno
- Resistividad térmica del terreno

Estas consideraciones deben incluirse en las Bases de Proyecto que se elaboren.

Las tablas siguientes muestran las ampacidades para las líneas con cables de diferente sección transversal, factores de carga, métodos de conexión a tierra y tensiones, considerando ductos de polietileno de alta densidad.

TABLA 5.7.a- Ampacidad para una línea en configuración triangular equilátera con aterrizaje de pantalla de tierra en un solo punto con factor de carga 50 %.

Conductor		Tensiones (kV)			
Designación (kcmil)	Sección transversal (mm ²)	69		115 y 138	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.0	732	929	630	800
1000	506.70	863	1087	745	938
1250	633.40	988	1 234	852	1 064
1600	811.00	1139	1 432	1 063	1 338
2000	1 013.40	1 312	1 658	1 305	1 651

TABLA 5.7.b- Ampacidad para una línea en configuración triangular equilátera con aterrizaje de pantalla de tierra en un solo punto con factor de carga 75 %.

Conductor		Tensiones (kV)			
Designación (kcmil)	Sección transversal (mm ²)	69		115 y 138	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.00	559	710	556	705
1000	506.70	654	824	650	819
1250	633.40	743	928	738	922
1600	811.00	855	1 117	845	1 063
2000	1 013.40	982	1 332	968	1 224

TABLA 5.7.c- Ampacidad para una línea en configuración triangular equilátera con aterrizaje de pantalla de tierra en un solo punto con factor de carga 100 %.

Conductor		Tensiones (kV)			
Designación (kcmil)	Sección transversal (mm ²)	69		115 y 138	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.00	542	668	491	624
1000	506.70	631	795	574	723
1250	633.0	712	889	648	810
1600	811.00	812	1 021	783	985
2000	1 013.40	927	1 172	937	1 185

TABLA 5.7.d- Ampacidad para una línea en configuración triangular equilátera con aterrizaje de pantalla de tierra en dos puntos con factor de carga 50 %.

Conductor		Tensiones (kV)			
Designación (kcmil)	Sección transversal (mm ²)	69		115 y 138	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.00	690	849	578	697
1000	506.70	799	970	694	844
1250	633.40	874	1 031	761	901
1600	811.00	983	1 155	903	1 056
2000	1 013.40	1108	1 296	1 066	1 233

TABLA 5.7.e-Ampacidad para una línea en configuración triangular equilátera con aterrizaje de pantalla de tierra en dos puntos con factor de carga 75%.

Conductor		Tensiones (kV)			
Designación (kcmil)	Sección transversal (mm ²)	69		115 y 138	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.00	519	635	521	641
1000	506.70	595	717	601	728
1250	633.40	641	749	651	767
1600	811.00	718	831	727	851
2000	1 013.40	805	924	813	948

TABLA 5.7.f-Ampacidad para una línea en configuración triangular equilátera con aterrizaje de pantalla de tierra en dos puntos con factor de carga 100%.

Conductor		Tensiones (kV)			
Designación (kcmil)	Sección Transversal (mm ²)	69		115 y 138	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.00	502	613	443	532
1000	506.70	572	689	527	638
1250	633.40	611	713	567	666
1600	811.00	679	787	643	743
2000	1013.40	756	872	729	830

Para los cálculos indicados, se consideraron los siguientes valores:

Temperatura del conductor: 90 °C

Temperatura ambiente del terreno: 30 °C

Resistividad térmica del terreno: 120 °C-cm/W

De cambiar estas consideraciones se deben recalcular las capacidades de conducción

Nota:- Se considera la pantalla de tierra con una sección transversal de 29.71 mm² para conductores con designación de 1000 kcmil o menores y de una sección transversal de 49.5 mm² para conductores con designación de 1250 kcmil o mayores.

C) Nivel de aislamiento

El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100 %, y para acometidas menores de 100 m el nivel de aislamiento debe ser de 133 % en los casos en donde se alimenten subestaciones tipo SF6. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será en apego a la especificación CFE E0000-17 vigente.

D) Tensiones de jalado para cables

Como resultado obtenido en la memoria de cálculo para tensiones máximas de jalado y presión lateral máxima permisible; a continuación se muestra en la tabla 5.8 los valores máximos permitidos para los diferentes designaciones y secciones transversales de cable.

TABLA 5.8-Valores máximos de tensiones y presiones laterales permitidos para los diferentes designaciones y secciones transversales cable.						
Designación (kcmil)	Sección transversal (mm ²)	Tensión máxima de jalado		Presión lateral máxima permisible		
		Aluminio (kg)	Cobre (kg)	69 kV (kg)	115 kV (kg)	138 kV (kg)
750.0	380.0	2 014.0	2 660.0	871.5	965.2	992.1
1000.0	506.7	2 685.3	3 546.7	917.1	1 010.8	1 037.7
1250.0	633.3	3 356.7	4 433.3	996.6	1 090.3	1 117.2
1600.0	811.00	4 296.6	5 674.6	1 044.7	1 138.3	1 165.3
2000.0	1 013.3	5 370.7	7 093.3	1 099.6	1 193.1	1 220.2

Los datos mencionados en la tabla 5.8, corresponden a los que normalmente utiliza CFE, por lo que se debe consultar en la ficha técnica del fabricante los valores reales de resistencia mecánica para el cable a utilizar.

5.4.2 Empalmes

Los empalmes deben ser diseñados y fabricados para garantizar una adecuada conexión de todos los elementos que constituyen el cable de potencia sin sufrir deformaciones y sin alterar sus propiedades mecánicas y eléctricas de funcionamiento.

Los empalmes que se instalen deben cumplir con la norma NMX-J-158 “Empalmes para cables de media y alta tensión - especificaciones y métodos de prueba”.

Tipos de empalmes.

Hay tres tipos específicos de empalmes en función del material a emplear para el aislamiento externo.

A) Premoldeados.

El empalme premoldeado está hecho de materiales aislantes y semiconductores a altas tensiones, la conexión de los conductores puede ser por compresión o atornillado. Tiene excelentes características eléctricas, mecánicas y térmicas; su cubierta asegura una perfecta protección del empalme.

B) Termocontráctil.

En este tipo de empalme, los elementos reconstitutivos de la pantalla semiconductora sobre conductor, del aislamiento y de la pantalla semiconductora sobre aislamiento se aplican mediante el proceso conocido como termocontracción. Posteriormente se restituye la pantalla metálica y se aplica mediante termocontracción el elemento que reconstruye la cubierta exterior del cable.

C) Contráctil en frío

Estos empalmes restituyen la pantalla semiconductora sobre conductor, el aislamiento y la pantalla semiconductora sobre el aislamiento, aplicando los elementos reconstitutivos al retirar del cuerpo del empalme previamente expandido en fábrica, el alma, usualmente de plástico en forma de cintas, lo que hará que el mismo se reduzca hasta el diámetro de los elementos a reconstruir.

Para los tipos de empalmes presentados, existen dos formas de conexión en las pantallas, que dependerá de las tensiones inducidas.

Con pantalla interrumpida.

Cuando las tensiones inducidas en la pantalla sean mayores de 120 V, es necesaria la instalación de empalmes con pantalla interrumpida, así mismo se requiere para reducir corrientes circulantes sobre la pantalla, que calienten el cable y disminuyen la Ampacidad.

Sin pantalla interrumpida.

Cuando las tensiones inducidas en la pantalla son menores de 120 V, no se requiere de pantalla interrumpida, esto debido a que las corrientes circulantes sobre la pantalla son mínimas.

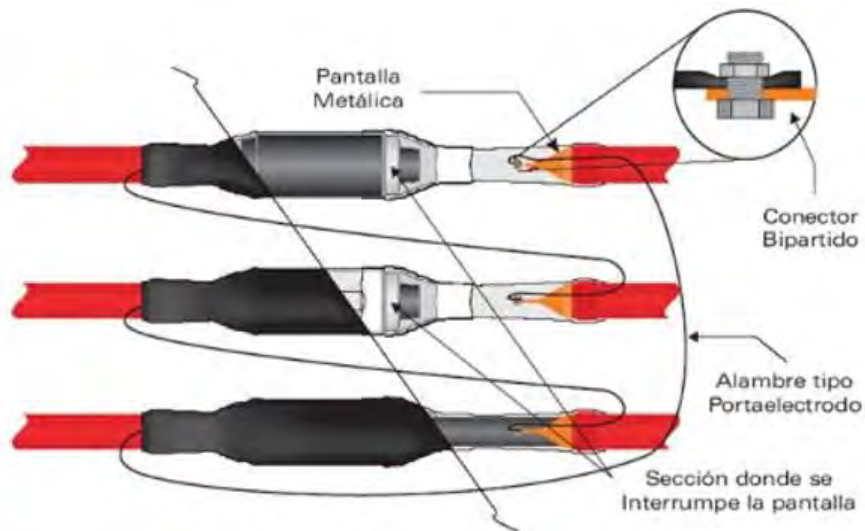


Figura 5.5-Empalme con pantalla interrumpida.

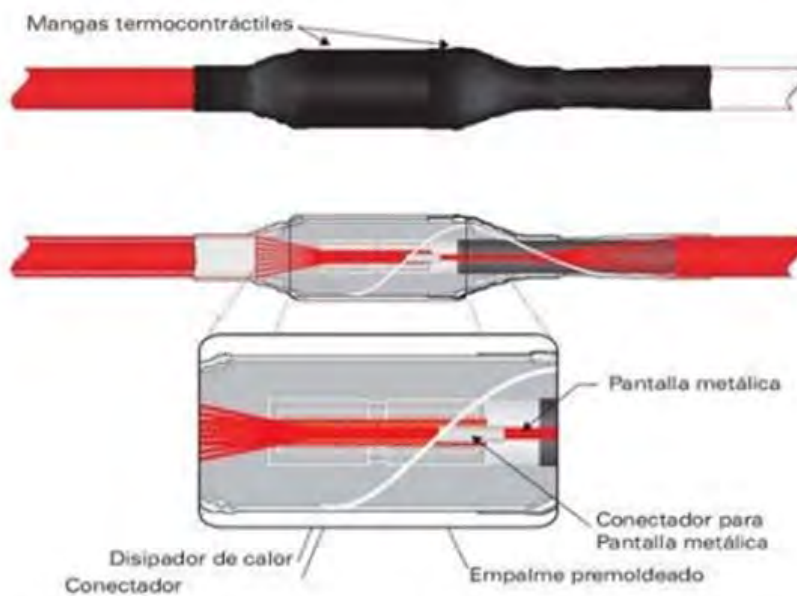


Figura 5.6 Empalme sin pantalla interrumpida

5.4.3 Terminales

Las terminales se instalarán en las transiciones de cable de potencia con cable aéreo, dependiendo del proyecto se podrá optar por colocar las terminales en las estructuras de transición o en una estructura acondicionada dentro de la subestación. Las terminales serán diseñadas para confinar los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable de potencia por la interrupción o retiro de la pantalla semiconductora que se envuelve a este aislamiento y así proporcionarle una distancia de fuga aislada adicional y de hermeticidad, igualmente se debe considerar dentro de su diseño la capacidad de auto soporte y dispositivo de fijación.

Para tensiones menores de 69 kV o iguales, se instalarán terminales de tipo contráctiles o premoldeadas.

Para tensiones de 115 kV o mayores, se requiere que las terminales contengan un sistema de llenado interior que puede ser por medio de silicón, compuesto de polibuteno o SF₆, considerando las recomendaciones del fabricante.

Las terminales que se instalen deben cumplir con la norma NMX-J-199 "TERMINALES PARA CABLES AISLADOS CON PANTALLA PARA USO INTERIOR Y EXTERIOR". Así mismo, al especificar el suministro se debe tomar en cuenta el nivel de contaminación de la región donde se instalará para determinar la distancia de fuga y de fase a tierra.

5.4.3.1 Tipos de terminales

En las siguientes figuras se muestran los diferentes tipos de terminales que se tienen:

A) Encapsulada



Figura 5.7-Terminal tipo encapsulada

B) Intemperie

B.1 Porcelana.



Figura 5.8-Terminal tipo interperie de porcelana

B.2 Termocontráctil.



Figura 5.8-Terminal tipo interperie termocontráctil.

B.3 Premoldeada.



Figura 5.9-Terminal tipo premoldeada.

5.4.4 Transiciones

La transición aéreo-subterránea se puede efectuar en torres de acero o postes troncocónicos, tomando en cuenta para el análisis, diseño y fabricación de la estructura las especificaciones CFE J1000-50 y CFE J6100-54, vigentes respectivamente y adicionalmente se debe considerar:

A) Para estructuras de CFE normalizadas:

Verificar el cumplimiento de las distancias eléctricas (fase-fase y fase-tierra) de la estructura, con respecto a los elementos que lo constituyen: cadena de aisladores, apartarrayos y terminales para cable de potencia.

B) Para estructuras de nuevo diseño:

Para el dimensionamiento electromecánico de las estructuras se deben considerar los siguientes datos:
Utilización eléctrica y mecánica.

Velocidad regional de viento con datos estadísticos de los últimos 50 años.

- Ángulo de blindaje.
- Altura sobre el nivel del mar.
- Tensión máxima de operación.
- Masas y dimensiones de herrajes.
- Accesorios para transición (cadena de aisladores, apartarrayos y terminales).

5.4.4.1 Estructuras de transición

Al diseñar una transición en Alta Tensión sobre una torre o un poste metálico, es fundamental tener un criterio que pueda servir para el análisis y selección de los principales equipos y materiales que la conformarán.

El diseño de la estructura debe considerarse a partir del modelo eléctrico definido dentro del proyecto electromecánico y teniendo en cuenta lo siguiente:

A.1 Postes troncocónicos.

Para estas transiciones solo existe un tipo de poste preparado hasta para dos circuitos conforme a la figura 5.10.a.

-En la sección inferior del poste se debe considerar el espacio libre para la acometida de cables hacia el pozo de visita.

-Considerar las cargas adicionales por la masa de cables, terminales, apartarrayos y accesorios, así como las generadas por maniobras de elevación en la estructura.

- Incluir dentro del diseño de la estructura, los dispositivos adicionales de soporte y sujeción de: cables, terminales y apartarrayos. Incluyendo el sistema de sujeción del cable en el interior del poste.



Figura 5.10.a-Poste para transición de dos circuitos tipo 1216TC.



Figura 5.10.b.-Detalle de sujeción de cable al poste tipo 1216TC.

A.2 Torres.

- La estructura a utilizar para la transición aérea-subterránea debe estar preparada para recibir el cable de energía con charola soportada a la torre y cubierta por placas de polietileno de alta densidad.
- Las torres con tensiones de 69 kV a 138 kV están conformadas con perfiles angulares unidos entre sí con tornillos, figura 5.11.a, el diseñador debe cuidar no sobrepasar los valores de diseño para las cargas verticales que pueda soportar, estas cargas se refieren al peso de los cables, equipos e hilos de guarda, con sus herrajes y accesorios. La obtención del peso se determina calculando el claro medio vertical, que se define como el peso de la longitud del tramo de cable limitada por los puntos más bajos de las catenarias adyacentes, a este peso se le agregará el peso calculado de la transición.

El tipo de charola recomendada para alojar el cable de energía es escalera de aluminio de 30 pulgadas de ancho por 6 pulgadas de peralte, con una separación de los peldaños de 6 pulgadas. La charola se soporta a la celosía de la torre con tornillos de diámetro mínimo de 16 mm, la longitud del tornillo que sobresale de las tuercas no será menor a 6.4 mm y se usarán roldanas de presión con espesor mínimo de 6 mm. La charola llevará tapas a ambas caras, con placas de polietileno de alta densidad de 5 mm de espesor.

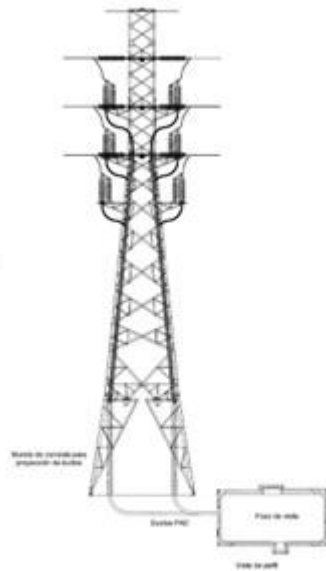


Figura 5.11.a.-Detalle de sujeción de cable a Torres.

Para la instalación del cable en la charola como la ruta tiene cambios de dirección horizontal y vertical, es necesario colocar rodillos y poleas cuidando el radio de curvatura permitido para no dañar el cable, en los tramos rectos verticales deberán colocar rodillos a distancias convenientes para que el cable no se arrastre durante el tendido. Se debe colocar un destorcedor entre el perno de tracción y el cable guía, para evitar que este sufra torsión. Se recomienda sujetar los cables con yugos de Nylamid o Polietileno de Alta Densidad a distancias convenientes para mantener su separación. Las tensiones máximas permisibles a que se deben someter los cables durante la instalación en las charolas, no debe rebasar los límites recomendados por el fabricante.

De acuerdo con la disposición en la transición, dentro del diseño para la instalación de los apartarrayos deben considerarse los dispositivos de fijación, figura 5.11.b.

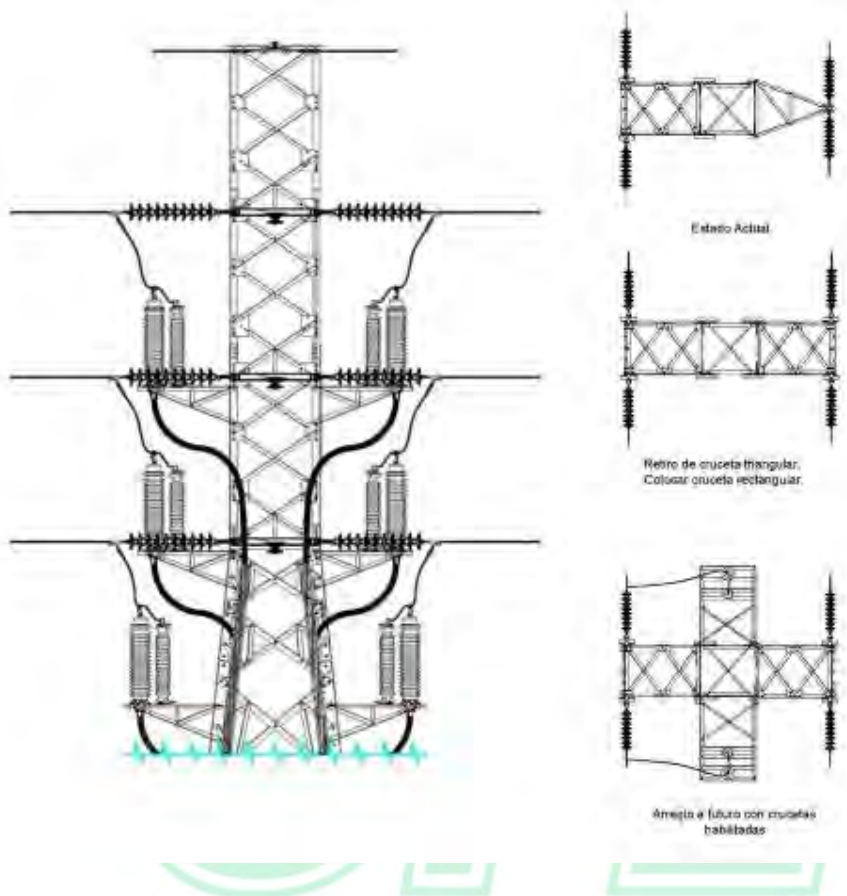


Figura 5.11.b.-
Detalle de dispositivos de sujeción para apartarrayos.

A.3 Bahías.

El arreglo en bahías de subestaciones debe considerar los valores de diseño para las cargas verticales y horizontales a que se someterá la estructura de soporte del equipo y cables de la transición. Como en las anteriores, se debe colocar el apartarrayo lo más cerca posible de la terminal, ver figura 5.12.a.

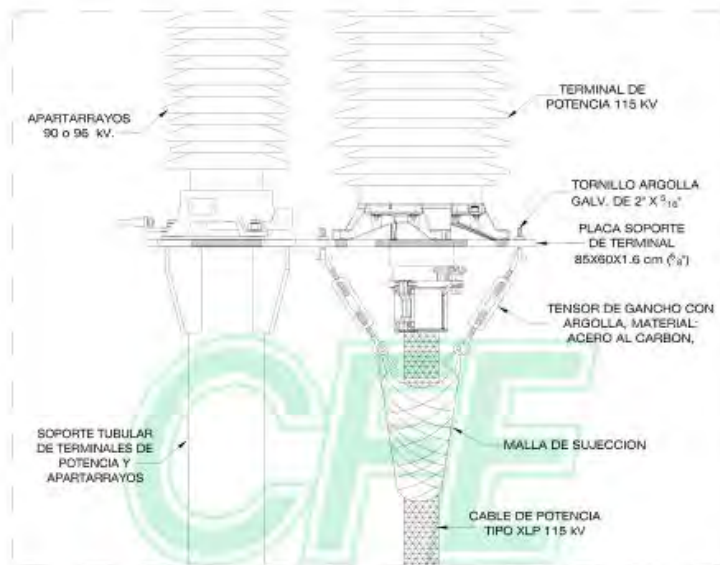
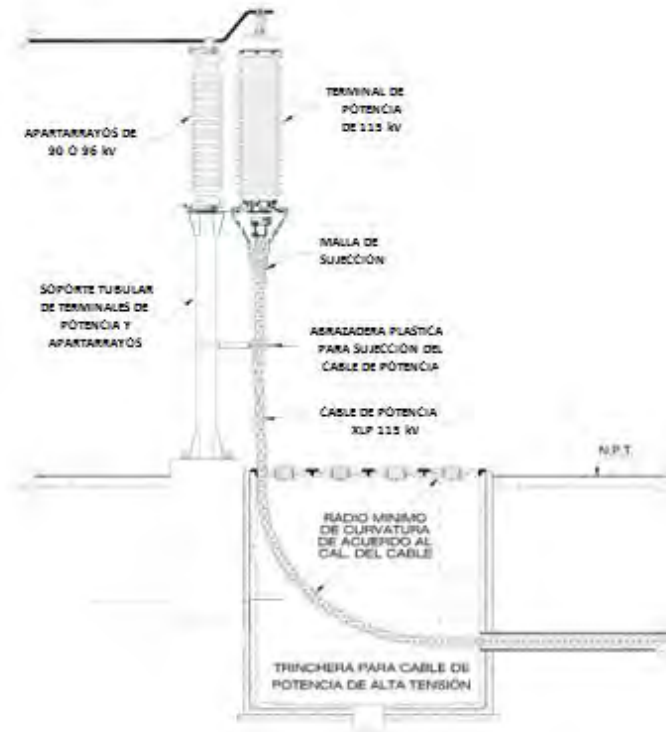


Figura 5.12.b-Detalle de acometida en una estructura tubular de bajo perfil.

C) Apartarrayos.

Los apartarrayos deben estar diseñados para las tensiones requeridas en el proyecto. Los conectores terminales deben estar diseñados para recibir los cables conductores y de aterrizaje establecidos en el proyecto de línea. Para el diseño y fabricación del apartarrayo debe considerarse que será de CLASE III, de acuerdo a la norma de referencia NRF-003-CFE "Apartarrayos de Óxidos Metálicos para Subestaciones".

Es importante tomar en cuenta que para la selección de terminales y apartarrayos en transiciones con tensiones de 69 kV a 138 kV en lugares de alta contaminación salina o industrial, la distancia de aislamiento para las corrientes de fuga será mayor a las que se instalen en los lugares en los que no exista contaminación.

D) Pozo de visita de transición.

El pozo de visita se diseñará para absorber la disposición de cable de potencia entre el último tramo de línea y la acometida del mismo a la estructura de transición. La disposición y dimensiones interiores del pozo de visita serán iguales a los pozos de visita para empalmes.

Las tapas de acceso al interior de los pozos de visita se deben diseñar de acuerdo con las especificaciones CFE-2DI00-04, 37, 38 ó 39, su colocación será a nivel de banqueteta o calle en zonas de tránsito vehicular o al nivel de pasto en jardines y su posición en proyección vertical no debe coincidir con los cables instalados, para evitar que en caso de ruptura, caigan sobre estos dañándolos.

5.4.5 Cables de reserva

En caso de falla de alguna terminal o empalme, será necesaria la preparación de un nuevo accesorio para lo cual se requerirá eliminar el tramo de cable afectado por la falla o utilizado en el accesorio a retirar, por tal razón se debe dejar una vuelta de cable de reserva comúnmente llamada coca, en los registros de las transiciones.

Para el caso de empalmes a lo largo de la línea, de manera alternada se debe dejar una vuelta de cable de reserva es decir, dejar coca en un registro de empalme y el siguiente no, ver figura 5.13.

Se debe considerar que el registro antes de la transición no debe quedar a una distancia mayor de 10 m del soporte o poste que se trate.

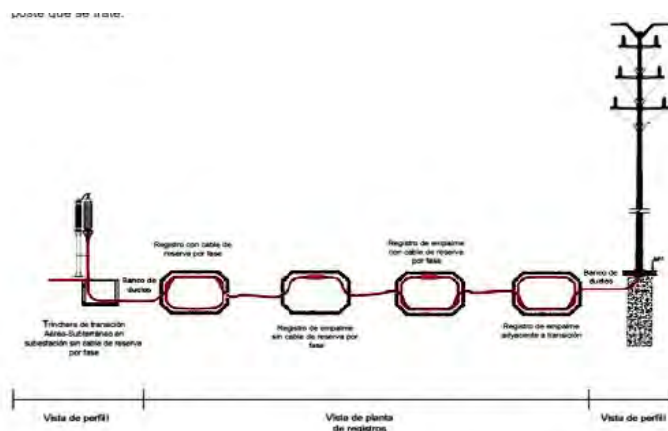


Figura 5.13-Detalle de acometida en una estructura tubular de bajo perfil.

5.5 Consideraciones Técnicas para el Diseño de Proyectos

5.5.1 Caída de tensión y pérdidas

A) Circuito equivalente.

Las líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV subterráneas generalmente son consideradas como líneas cortas, en las cuales para los cálculos de caída de tensión se utilizará el circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, de la sección 5.5.2-C.

B) Valores máximos permitidos.

En estas líneas, en condiciones normales de operación, el valor máximo de la caída de tensión no debe exceder del 1 % desde el punto de conexión. El cálculo debe realizarse involucrando todas las cargas conectadas desde el inicio de la línea hasta el punto de apertura correspondiente.

El valor máximo de las pérdidas de potencia en demanda máxima no debe exceder del 2 %.

TABLA 5.9-Criterios y objetos de diseño de líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV, según su aplicación.		
Aplicación	Criterio	Objeto de diseño
Diseño de la red con tensiones de 69 kV a 138 kV	Calidad de servicios bajo condiciones normales	La regulación de tensión en régimen permanente, se de conservar en +1% y - 1 % y el régimen de emergencia en +4% y -7%
Diseño de la red con tensiones de 69 kV a 138 kV	Seguridad en estado estable	Evitar que la ocurrencia de una contingencia sencilla resulte en: <ul style="list-style-type: none"> A) Violación de límite térmico en líneas. B) Sobrecargas que provoquen disparo instantáneo de banco de alimentación. C) Pérdida de carga excepto cuando la alimentación

A) Valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva.

Las condiciones empleadas en los cálculos son las siguientes:

- 1) Los conductores son redondos compactos para los tamaños de 253, 380 y 507 mm² (500, 750 y 1000 kcmil); redondos comprimidos para tamaño 633 mm² (1 250 kcmil); y de 4 segmentos, para tamaños 811 y 1013 mm² (1 600 y 2 000 kcmil).
- 2) La pantalla metálica de los cables está formada por 12 alambres de cobre con sección transversal de 2.62mm²(13 AWG), para los cables con conductor 253, 380 y 507 mm² (500, 750 y 1000 kcmil); y por 19 alambres de cobre con sección transversal de 2.62 mm²(13 AWG), para los cables con conductor 633, 811 y 1013 mm² (1 250, 1 600 y 2 000 kcmil); sin embargo, la corriente de corto circuito de la línea definirá la conformación de la pantalla metálica, lo cual quedará establecido en las bases de proyecto para definir las características del cable.
- 3) El aislamiento de todos los cables es XLP, de acuerdo a la especificación CFE E0000-17.
- 4) La configuración empleada es equilátera. La separación entre centros de cables es de 170 mm; excepto en los cables de 811 y 1013 mm² (1 600 y 2 000 kcmil) para 115 kV y 138 kV, donde la separación entre los centros de cables es de 220 mm.

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- 5) Los datos se presentan para un solo circuito, para dos circuitos se considera que los resultados van a ser muy cercanos a los de un solo circuito.

TABLA 5.10.a-Valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva para cables de 69 kV.

Tensión	Tamaño o designación	Material del conductor	Capacitancia	Reactancia capacitiva	Pantallas aterrizadas en un solo punto			Inductancia	
					Resistencia en corriente alterna a 90°C	Inductancia	Reactancia inductiva a 60 Hz	Resistencia aparente en corriente alterna a 90°C	Reactancia aparente inductiva a 60 Hz
kV	mm ² (kcmil)	Cu/Al	mF/km	Ω/km	Ω/km	mH	Ω/km	Ω/km	Ω/km
69	380 (750)	Cu	0.163	16.311	0.0611	0.590	0.223	0.0825	0.219
69	380 (750)	Al	0.163	16.311	0.0986	0.590	0.223	0.1199	0.219
69	507 (1000)	Cu	0.180	14.778	0.0470	0.559	0.211	0.0669	0.207
69	507 (1000)	Al	0.180	14.778	0.0747	0.559	0.211	0.0946	0.207
*69	633 (1250)	Cu	0.202	13.147	0.0389	0.523	0.197	0.0666	0.190
69	633 (1250)	Al	0.202	13.147	0.0606	0.523	0.197	0.0884	0.190
69	811 (1600)	Cu	0.219	12.192	0.0316	0.950	0.1867	0.0568	0.1802
69	811 (1600)	Al	0.219	12.192	0.0497	0.950	0.1867	0.0750	0.1802
69	1013 (2000)	Cu	0.239	11.100	0.0233	0.463	0.175	0.0457	0.169
69	1013 (2000)	Al	0.239	11.100	0.0372	0.463	0.175	0.0596	0.169

TABLA 5.10.b-Valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva para cables de 115 kV.

Pantallas aterrizadas en un solo punto			Inductancia	
Resistencia en corriente alterna a 90°C	Inductancia	Reactancia inductiva a 60 Hz	Resistencia aparente en corriente alterna a 90°C	Reactancia aparente inductiva a 60 Hz
Ω/km	mH	Ω/km	Ω/km	Ω/km
0.0611	0.590	0.223	0.0797	0.220
0.0986	0.590	0.223	0.1172	0.220
0.0470	0.559	0.211	0.0644	0.208
0.0747	0.559	0.211	0.0920	0.208
0.0389	0.523	0.197	0.0633	0.191
0.0606	0.523	0.197	0.0850	0.191
0.0316	0.5188	0.1956	0.0577	0.1891
0.0497	0.5188	0.1956	0.0757	0.1891
0.0233	0.514	0.194	0.0512	0.187
0.0372	0.514	0.194	0.0651	0.187

TABLA 5.10.c-Valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva para cables de 138 kV.

Tamaño o designación	Material del conductor	Capacitancia	Reactancia Capacitiva	Pantallas aterrizadas en un solo punto			Inductancia	
				Resistencia en corriente alterna a 90°C	Inductancia	Reactancia inductiva a 60 Hz	Resistencia aparente en corriente alterna a 90°C	Reactancia aparente inductiva a 60 Hz
mm ² - (kcmil)	Cu/Al	mF/km	Ω/km	Ω/km	mH	Ω/km	Ω/km	Ω/km
380 – (750)	Cu	0.137	19.415	0.0611	0.590	0.223	0.0789	0.220
380 – (750)	Al	0.137	19.415	0.9686	0.590	0.223	0.1163	0.220
507 – (1 000)	Cu	0.150	17.703	0.0470	0.559	0.211	0.0636	0.208
507 – (1 000)	Al	0.150	17.703	0.0747	0.559	0.211	0.0913	0.208
633 - (1 250)	Cu	0.167	15.864	0.0389	0.523	0.197	0.0623	0.192
633 - (1 250)	Al	0.167	15.864	0.0606	0.523	0.197	0.0840	0.192
811 – (1 600)	Cu	0.181	14.726	0.0316	0.5188	0.1956	0.0567	0.1897
811 – (1 600)	Al	0.181	14.726	0.0497	0.5188	0.1956	0.0748	0.1897
1013 – (2 000)	Cu	0.198	13.425	0.0232	0.514	0.194	0.0502	0.187
1013 – (2 000)	Al	0.198	13.425	0.0372	0.514	0.194	0.0642	0.187

5.5.2 Lineamientos generales para la evaluación de líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV.

A) Líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV.

Para efectos prácticos en el nivel con tensiones de 69 kV a 138 kV, se utilizan dos criterios que definen la capacidad de transmisión:

A.1 Criterio de límite térmico.

A.2 Criterios de regulación de tensión.

A.1 Criterio de límite térmico.

A.1.1 Ampacidad.

Las temperaturas máximas de operación del conductor son las siguientes:

En operación normal = 90 °C.

Emergencia = 130°C. La condición de emergencia debe limitarse a 1500 h acumulativas durante la vida del cable y no más de 100 h en doce meses consecutivos.

Encorto circuito = 250 °C.

La corriente máxima que pueden transportar los cables en cada condición de operación, debe ser menor o igual a la capacidad de conducción de corriente determinada mediante cálculos basados en métodos de ingeniería reconocidos para tal fin, tomando en cuenta las temperaturas máximas de operación indicadas y las condiciones de instalación y operación. Un aspecto importante que se debe tener en cuenta es el aterrizaje de las pantallas metálicas de los

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

cables, si es en uno o más puntos o si se emplean métodos especiales como la transposición de pantallas y conductores (cross-bonding), ya que la ampacidad de los cables depende de ello.

A.1.2 Tiempo de liberación de fallas a tierra.

Los cables con un nivel de aislamiento de 100 % pueden utilizarse en sistemas provistos con dispositivos de protección, tales que las fallas a tierra se eliminen tan pronto como sea posible, pero en cualquier caso antes de un segundo.

A.1.3 Tensión máxima de operación.

Los cables a emplear deben cumplir con la especificación CFE E0000-17. La tensión de operación entre fases puede exceder la tensión nominal entre fases de los cables, en 5 % durante la operación continua del cable o en 10 % en emergencias de una duración no mayor a 15 minutos.

A.2 Criterios de regulación de tensión.

Este criterio se aplica para líneas con tensiones de 69 kV a 138 KV de mediana y gran longitud, en base a la expresión siguiente:

$$PVR = \frac{V^2 (2.005)(0.002002)L}{Z_e}$$

Donde:

PRV = Capacidad de transmisión por regulación de tensión en MV

V = Tensión nominal de la línea en kV

Z_e = Impedancia característica de la línea en Ω

Z_e = Z/Y

Z = Impedancia serie de la línea

Y = Admitancia total de la línea

L = Longitud de la línea en km

Es importante mencionar que la capacidad de transmisión de una línea, se debe de obtener estrictamente con modelos de simulación.

B) Conexiones de pantallas.

La función principal de la pantalla metálica es la de confinar al campo eléctrico dentro del aislamiento, para evitar la presencia de un potencial peligroso en el exterior del cable. Sin embargo la corriente eléctrica que circula por el conductor de los cables induce tensiones o corrientes en las pantallas metálicas. Para realizar un diseño correcto del sistema eléctrico se requiere conocer estas tensiones o corrientes inducidas, ya que de no tomarlas en cuenta se pueden poner en riesgo la integridad de los bienes y de las personas; o se pueden presentar altos costos de operación debidos a las corrientes circulando en las pantallas que reducen la capacidad de corriente del cable.

Para entender el fenómeno de tensiones y corrientes inducidas (TCI) es primordial comprender algunos conceptos electromagnéticos, los cuales se describen a continuación.

B.1 Campo magnético.

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

El campo magnético es producido por cargas eléctricas en movimiento. Al movimiento de cargas se le llama corriente eléctrica. La corriente eléctrica en materiales conductores es producida por el movimiento de electrones con carga eléctrica negativa. En la figura 5.14 se muestra el campo magnético producido por el paso de la corriente eléctrica a través de un conductor cilíndrico.

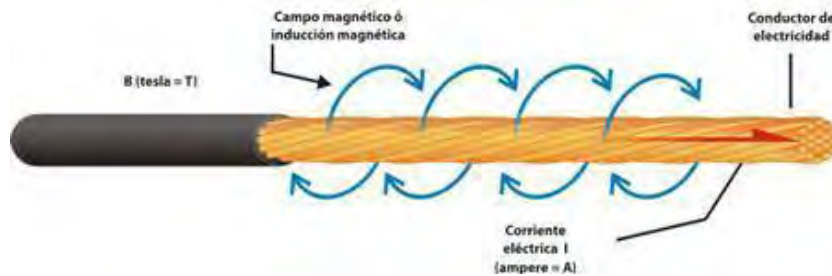


Figura 5.14-Campo magnético producido por una corriente eléctrica.

B.2Flujo magnético.

Cuando un campo magnético atraviesa una superficie se forma un flujo magnético, el cual se define como el producto del campo magnético perpendicular a la superficie por el área de la superficie que atraviesa, como se presenta en la figura siguiente:

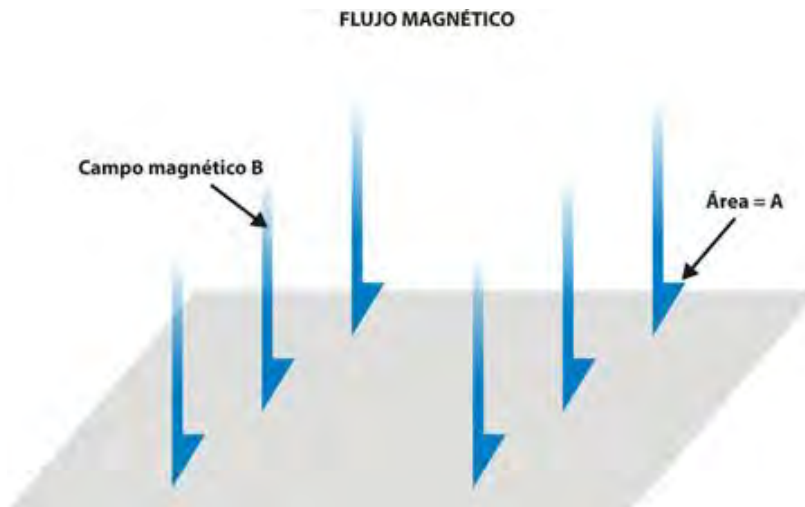


Figura 5.15-Flujo magnético.

Esto se expresa con la siguiente fórmula:

$$(1) \quad \phi = B \cdot A$$

Donde:

- ϕ = Flujo magnético, en weber (Wb)
- B =Campo magnético perpendicular a la superficie, en tesla (T).
- A = Área de la superficie en m².

Si el campo magnético perpendicular a la superficie no es constante en toda su área la formula anterior se substituye por una integral:

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

$$(2) \quad \varphi = B \cdot dA$$

Donde:

dA = Diferencial de área en m^2 .

B.3 Fuerza electromotriz y corriente inducida.

Cuando el flujo magnético a través de una superficie varía con el tiempo se induce en el perímetro de la superficie una fuerza electromotriz o tensión eléctrica, como se aprecia en la **figura 6.5.4.2**

B.3.1.

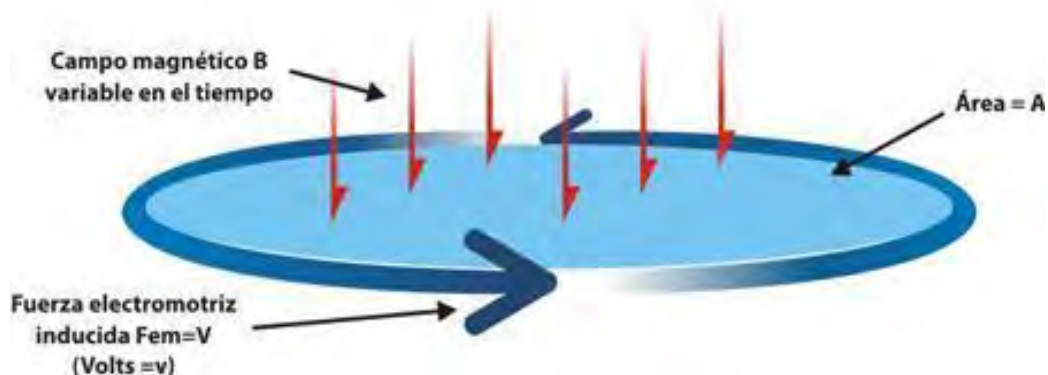


Figura 5.16-Fuerza electromotriz generada por un flujo magnético variable en el tiempo.

La Fuerza electromotriz generada es igual a la razón negativa de la variación del flujo magnético con respecto al tiempo. Esto se conoce como la Ley de Faraday y se representa con la siguiente fórmula:

$$(3) \quad F_{em} = \frac{d\varphi}{dt}$$

Donde:

F_{em} = Fuerza electromotriz generada en volt.

$\frac{d\varphi}{dt}$

= Variación del flujo magnético con respecto al tiempo, en Weber sobre segundo (Wb/s).

Si en el perímetro de la superficie, en la cual se produce el flujo magnético variable en el tiempo, existe una trayectoria conductora, por ejemplo un alambre metálico, se va a inducir una corriente eléctrica, como se aprecia en la **figura 5.17**.

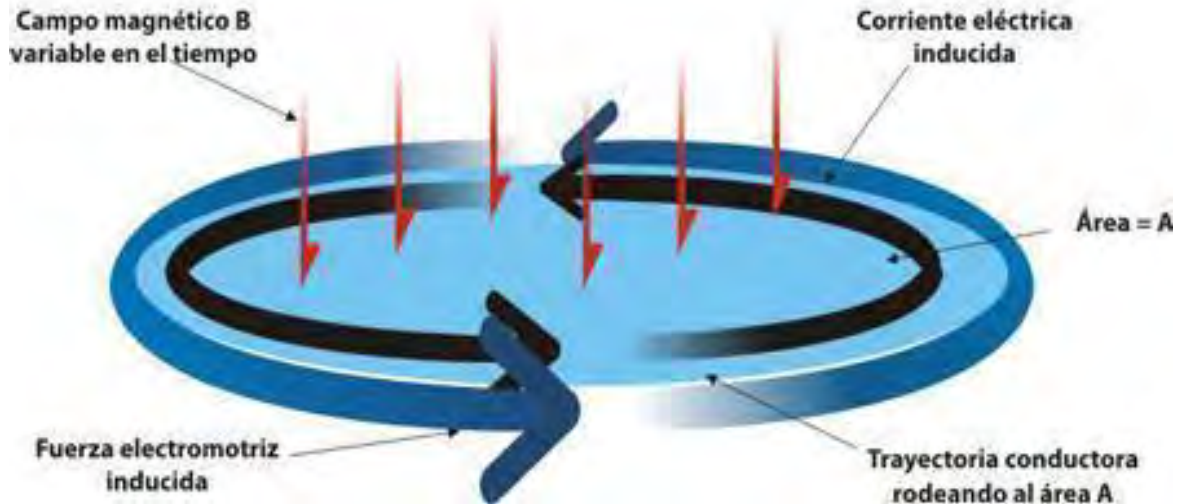


Figura 5.17-Inducción de corriente en una trayectoria conductora alrededor de un flujo magnético variable en el tiempo.

B.4 Aplicación de los conceptos al caso de pantallas metálicas.

Tomando en cuenta estas leyes básicas del magnetismo vamos a analizar cómo se relacionan con el fenómeno de tensiones y corrientes inducidas en las pantallas de cables de energía.

En la **figura 5.18**, se muestra el caso de dos cables con pantalla metálica, donde uno de ellos transporta corriente eléctrica alterna. Esta corriente produce un campo magnético que rodea al conductor. Como las pantallas están separadas físicamente, existe un flujo magnético en la superficie que las une. Este flujo magnético es variable en el tiempo, ya que la corriente que lo produce es variable en el tiempo por ser alterna, por lo que induce una fuerza electromotriz en el circuito de las pantallas. Si las pantallas están unidas en dos puntos, como se muestra en dicha figura, se va a formar un circuito conductor cerrado y se va a inducir una corriente en ellas. Si las pantallas están unidas en un solo punto, el circuito conductor no es cerrado y únicamente se va a inducir una tensión eléctrica entre las pantallas en el extremo en el que no están unidas.

Relacionando esto con la instalación del cable, si las pantallas están aterrizadas en dos o más puntos se va a inducir una corriente en ellas y si están aterrizadas en un solo punto se va a inducir un tensión en el extremo no aterrizado entre ellas, y entre cada una de ellas y tierra. La inducción de corriente o tensión en las pantallas tiene que ver con su unión y no con el aterrizaje, la relación con el aterrizaje es porque cuando se aterrizan las pantallas se unen entre sí.

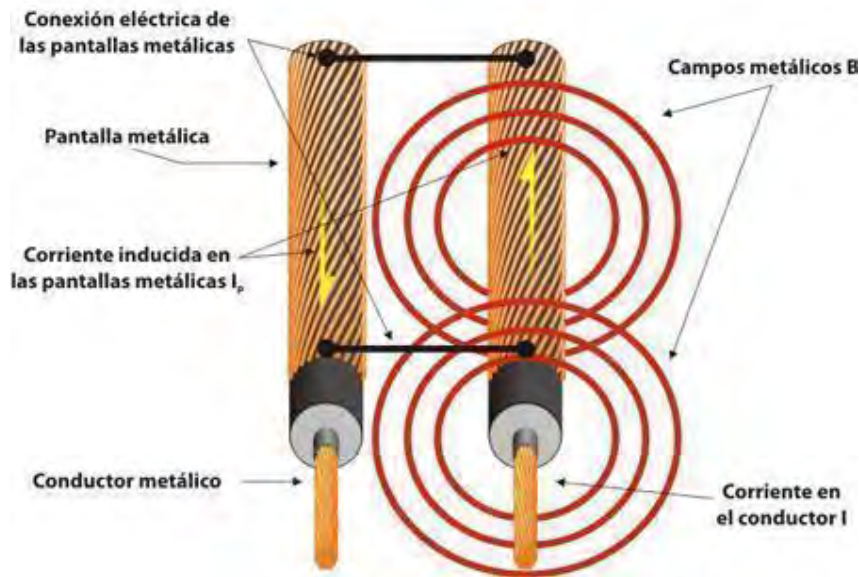


Figura 5.18-Inducción de corriente en pantallas metálicas unidas en dos puntos.

B.5 Impedancia, resistencia y reactancia inductiva.

En la figura 5.19 se muestra el circuito equivalente de una fase de cables sin pantalla metálica o con la pantalla metálica aterrizada en un solo punto. Los cables con pantalla metálica aterrizada en un solo punto, pueden ser considerados como cables sin pantalla para el cálculo de la impedancia, ya que no circula corriente por las pantallas

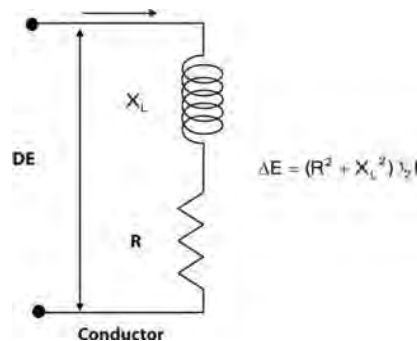


Figura 5.19-Cables sin pantalla y con la pantalla metálica aterrizada en un solo punto.

ΔE =Tensión en el conductor, en V/km

I =Corriente del conductor, en amperes

R =Resistencia del conductor en corriente alterna la temperatura de operación, en ohm/km.

X_L =Reactancia inductiva del conductor, en ohm/km = $2\pi fL$

Para este caso la impedancia se calcula con la siguiente fórmula:

(4) $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

140228	Rev																		
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Donde:

Z = Impedancia del cable en ohm/km.

R = Resistencia del conductor del cable en corriente alterna, a la temperatura de operación, en ohm/km.

X_L = Reactancia inductiva, en ohm/km.

En los cables con las pantallas aterrizadas en dos o más puntos no se puede emplear la fórmula anterior para calcular la impedancia, ya que circula corriente por las pantallas. En la figura 5.20 se muestra el circuito equivalente de una fase de un cable con las pantallas aterrizadas en dos o más puntos. Para calcular la impedancia en este caso tenemos que determinar una resistencia y reactancia aparentes, como se indica en la figura 5.21.

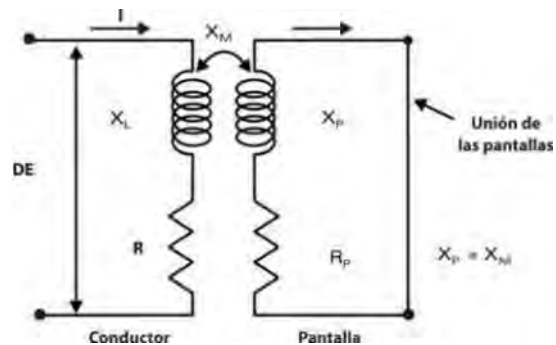


Figura 5.20-Circuito equivalente de una fase de un cable con las pantallas aterrizadas en dos o más puntos.

X_L , X_P = Reactancia inductiva propia de conductor y pantalla, respectivamente.

R , R_P = Resistencia de conductor y pantalla, respectivamente.

I = corriente en el conductor.

X_M = Reactancia Inductiva mutua entre el conductor y las pantallas.

ΔE = Tensión en el conductor.

I_P = corriente inducida en la pantalla.

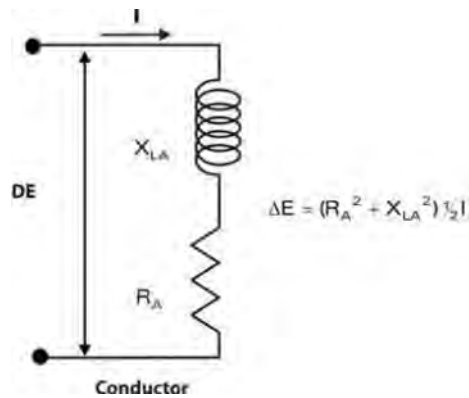


Figura 5.21-Circuito para obtener la impedancia para una fase de un cable con las pantallas aterrizadas en dos o más puntos.

ΔE = Tensión en el conductor, en V/km.

I = Corriente en el conductor, en amperes.

R_A = Resistencia aparente del conductor en corriente alterna a la temperatura de operación, en ohm/km.

X_{LA} = Reactancia inductiva aparente del conductor, en ohm/km.

B.6 Resistencia y reactancia aparentes en configuración triangular equilátera.

En esta sección vamos a presentar las ecuaciones para calcular la resistencia y reactancia aparente para el caso de un circuito trifásico en configuración triangular equilátera, ya que por la simetría que presenta es el más sencillo. En la figura 5.22, se presenta un corte transversal de la configuración equilátera.

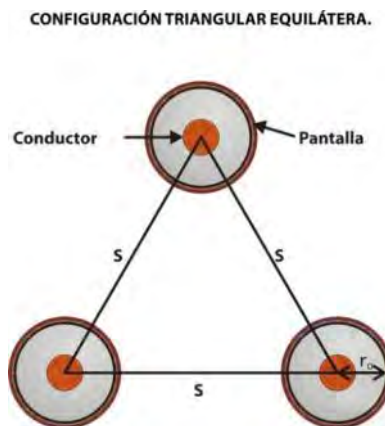


Figura 5.22-Corte transversal de la configuración equilátera.

S = Separación entre centros de cables, en mm.

r_0 = Radio medio de la pantalla, en mm.

Para este caso la resistencia aparente se calcula de acuerdo a lo siguiente:

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

$$(5) \quad R_A = R \frac{X_M^2 R_P}{X_M^2 R_P^2}$$

Donde:

RA= Resistencia aparente en corriente alterna del conductor a la temperatura de operación, en ohm/km

R = Resistencia del conductor en corriente alterna a su temperatura de operación, en ohm/km. Para calcular esta variable consultar la referencia 1.

RP = Resistencia de la pantalla metálica a su temperatura de operación, en ohm/km. Para calcular esta variable consultar la referencia 1.

XM = Reactancia inductiva mutua entre los conductores y las pantallas, en ohm/km.

Esto se calcula con la siguiente fórmula.

$$(6) \quad X_M = 2fM$$

Donde:

f = Frecuencia de operación del sistema (60 Hz).

M = Inductancia mutua entre los conductores y las pantallas, en Henry/km.:

$$(7) \quad M = 2 \times 10^4 \ln \frac{S}{r_o}$$

Donde:

S = Separación entre centros de cables, en mm.

r_o = Radio medio de la pantalla metálica, en mm.

En configuración triangular equilátera la reactancia inductiva aparente se calcula con la siguiente fórmula:

$$(8) \quad X_{LA} = X_L \frac{X_M^3}{X_M^2 R_P^2}$$

Donde:

X_{LA} = Reactancia inductiva aparente, en ohm/km.

X_L = Reactancia inductiva propia del Conductor, en ohm/km.

Esto se calcula con la siguiente fórmula.

$$(9) \quad X_L = 2\pi f L$$

140228	Rev									
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Donde

f = Frecuencia de operación del sistema, (60 Hz).

L= Inductancia propia de los conductores, en Henry/km. Para calcular esta variable consultar la referencia 1.

Como se puede apreciar en la ecuación (5), la resistencia de cables con las pantallas aterrizadas en dos puntos (RA) es mayor que la de los cables con las pantallas aterrizadas en un solo punto (R). Lo opuesto sucede con la reactancia inductiva, como se puede apreciar en la ecuación (8), ya que la reactancia inductiva de cables con las pantallas aterrizadas en dos puntos (XLA) es menor que la reactancia inductiva de cables con las pantallas aterrizadas en un solo punto (XL). Debido a esto la impedancia de cables con las pantallas metálicas aterrizadas en dos o más puntos es diferente a la de cables con las pantallas metálicas aterrizadas en un solo punto, y por consiguiente las caídas de tensión también van a ser diferentes.

B.7 Corrientes y tensiones inducidas en configuración triangular equilátera.

La corriente inducida en la pantalla metálica de cables de energía de circuitos trifásicos en configuración triangular equilátera se calcula con la siguiente fórmula:

$$(10) \quad I_P = I \sqrt{\frac{X_M^2}{X_M^2 R_P^2}}$$

Donde:

IP= Corriente inducida en la pantalla de un cable, en amperes.

I= Corriente en el conductor de los cables, amperes.

Vamos a definir un nuevo concepto para entender el fenómeno de las corrientes inducidas en las pantallas:

$$(11) \quad \lambda_P = \frac{I_P R_P R_P}{I^2 R} \frac{X_M}{X_M R_P^2}$$

Donde:

λP = Razón de pérdidas por efecto joule (I²R) entre la pantalla y conductor, sin unidades. Los demás términos significan lo mismo que en las ecuaciones (5) y (10).

En la figura 5.23 se presenta una gráfica de λP contra XM con R y RP constantes. En esta gráfica se aprecia que al aumentar XM aumenta λP, es decir al aumentar la inductancia mutua, o la separación entre los cables, aumentan las pérdidas en la pantalla.

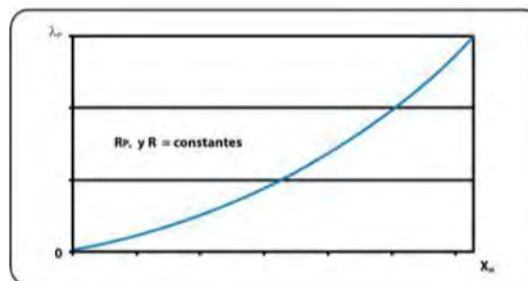


Figura 5.23-Gráfica de λP contra XM con R y RP constantes.

En la figura 5.24 se presenta una gráfica de λP contra R_P , con X_M con R constantes. Esta gráfica tiene un máximo cuando R_P es igual X_M . Generalmente R_P es mayor a X_M , por lo que al disminuir la resistencia de las pantallas, aumentando su área transversal, aumentan las pérdidas por efecto Joule o generación de calor en ellas.

GRÁFICA DE I_p CONTRA R_p , CON X_M Y R CONSTANTES.

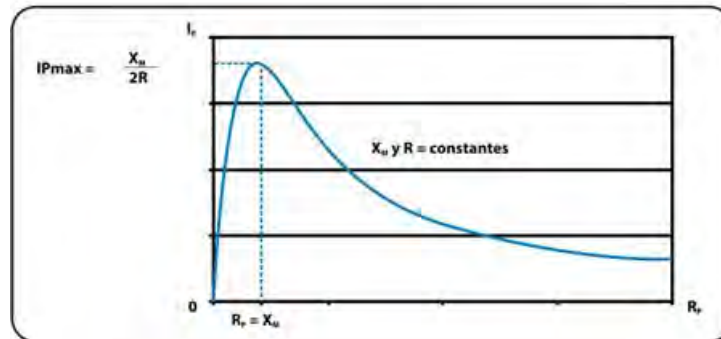


Figura 5.24-Gráfica de I_p contra R_p con X_M y R constantes.

En función de las condiciones de instalación, un cable puede transmitir cierta cantidad de corriente (lo que se conoce como ampacidad), o lo que es lo mismo, generar por efecto Joule cierta cantidad de calor, de tal forma que no se exceda su temperatura máxima de operación. Cuando circula corriente en las pantallas existe una generación de calor por efecto Joule ($I_p^2 R_P$) en ellas. Esta generación de calor se suma al calor generado en el conductor también por efecto Joule ($I^2 R$). Debido a esto, cuando circula corriente en las pantallas, se debe reducir el calor generado en el conductor, para no sobrepasar la temperatura máxima de operación del cable.

Por lo tanto la capacidad de conducción de corriente de cables con las pantallas aterrizadas en dos ó más puntos es menor que la de los cables con las pantallas aterrizadas en un solo punto. Sin embargo, en cables que tienen pantallas metálicas con un área transversal pequeña, esta reducción de la capacidad de conducción de corriente del conductor puede ser prácticamente despreciable.

La tensión inducida en la pantalla metálica de cables de energía de circuitos trifásicos en configuración triangular equilátera se calcula con la siguiente fórmula:

$$(12) \quad E_P = X_M I L$$

Donde:

E_P = Tensión inducida en la pantalla de un cable, en volt.

I = Corriente en el conductor.

L = Longitud del cable, en km. Los demás términos significan lo mismo que en las ecuaciones (5) y (10).

Como se puede apreciar en la ecuación (12), la tensión inducida depende de la corriente en el conductor, a mayor corriente, mayor tensión inducida. La tensión inducida también depende de la reactancia inductiva mutua (X_M), a mayor reactancia inductiva mutua (o a mayor separación entre cables), mayor tensión inducida. En la figura 5.25 se presenta una gráfica E_P contra L , con X_M e I constantes. En esta gráfica se aprecia que al aumentar L aumenta E_P , es decir al aumentar la longitud de los cables o del circuito, cuando las pantallas están aterrizadas en un solo punto, aumenta linealmente la tensión inducida en las pantallas.

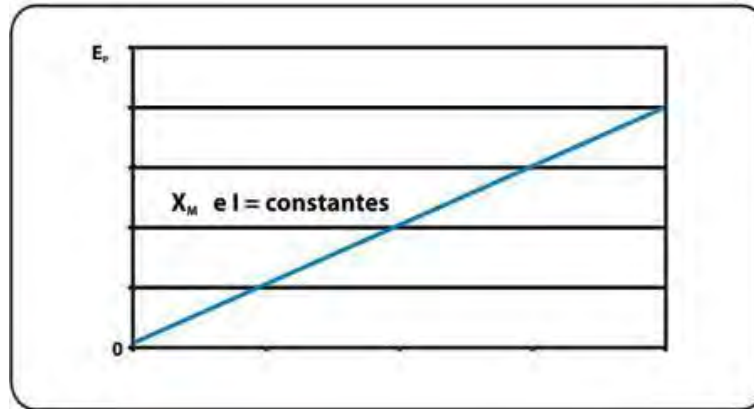


Figura 5.25-Gráfica de E_p contra L con X_M e I = constantes.

TABLA 5.11-Tensiones inducidas en pantallas para 1 circuito aterrizando en un punto en configuración triangular equidistante en V/m para Ampacidad con factor de carga de 75 %

Conductor		Tensiones (V/m)			
Designación kcmil	Sección transversal en mm ²	69 kV		115 kV y 138 kV	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.00	0.07	0.09	0.06	0.08
1 000	506.70	0.08	0.10	0.07	0.09
1 250	633.40	0.08	0.10	0.07	0.09
1 600	811.00	0.09	0.11	0.08	0.10
2 000	1 013.40	0.10	0.12	0.09	0.11

TABLA 5.12-Tensiones inducidas en pantallas para 2 circuitos aterrizando en un punto para configuración triangular equidistante en V/m para ampacidad con factor de carga de 75 % y separación de 100 mm entre circuitos

Conductor		Tensiones(V/m)			
Designación kcmil	Sección transversal en mm ²	69 kV		115 kV y 138 kV	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.00	0.08	0.09	0.07	0.09
1 000	506.70	0.09	0.11	0.08	0.10
1 250	633.40	0.10	0.12	0.09	0.11
1 600	811.00	0.11	0.13	0.10	0.12
2 000	1013.40	0.12	0.15	0.11	0.14

TABLA 5.13-Tensiones inducidas en pantallas para 1 circuito aterrizando en un punto para configuración triangular equidistante en V/m para capacidad de conducción de corriente máxima con factor de carga de 50%

Conductor		Tensiones(V/m)			
Calibre kcmil	Sección en mm ²	69 kV		115 kV y 138 kV	
		Al	Cu	Al	Cu
500	253.40	0.07	0.08	N.D.	N.D.
750	380.00	0.08	0.09	0.07	0.09
1 000	506.70	0.09	0.11	0.08	0.10
1 250	633.40	0.10	0.12	0.09	0.11
1 600	811.00	0.11	0.13	0.10	0.12
2 000	1013.40	0.12	0.15	0.11	0.14

TABLA 5.14-Tensiones inducidas en pantallas para 2 circuitos aterrizando en un punto para configuración triangular equidistante en V/m para Ampacidad con factor de carga de 50% y separación de 100 mm entre circuitos

Conductor		Tensiones(V/m)			
Designación kcmil	Sección transversal en mm ²	69 kV		115 kV y 138 kV	
		Al	Cu	Al	Cu
500	253.40	0.08	0.10	N.D.	N.D.
750	380.00	0.09	0.12	0.09	0.11
1 000	506.70	0.11	0.13	0.10	0.12
1 250	633.40	0.12	0.15	0.11	0.13
1 600	811.00	0.13	0.16	0.12	0.15
2 000	1 013.40	0.14	0.18	0.14	0.17

TABLA 5.15-Tensiones inducidas en pantallas para 1circuito aterrizando en un punto para configuración triangular equidistante en V/m para Ampacidad con factor de carga de 100%

Conductor		Tensiones(V/m)			
Designación kcmil	Sección transversal en mm ²	69 kV		115 kV y 138 kV	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.00	0.06	0.08	0.05	0.07
1 000	506.70	0.07	0.09	0.06	0.08
1 250	633.40	0.08	0.10	0.06	0.08
1 600	811.00	0.08	0.11	0.08	0.11
2 000	1 013.40	0.09	0.12	0.11	0.14

TABLA 5.16 -Tensiones inducidas en pantallas para 2 circuitos aterrizando en un punto para configuración triangular equidistante en V/m para Ampacidad con factor de carga de 100% y separación de 100mm entre circuitos.

Conductor		Tensiones(V/m)			
Designación kcmil	Sección transversal en mm ²	69 kV		115 kV y 138 kV	
		Al	Cu	Al	Cu
750	380.00	0.06	0.08	0.06	0.08
1 000	506.70	0.07	0.09	0.07	0.09
1 250	633.40	0.08	0.10	0.07	0.09
1 600	811.00	0.09	0.11	0.08	0.10
2 000	1 013.40	0.10	0.13	0.09	0.12

Para los cálculos indicados, se consideraron los siguientes valores:

Temperatura del conductor 90 °C

Temperatura ambiente del terreno 30 °C

Resistividad térmica del terreno 120 °C-cm/W

De cambiar estas consideraciones se deben recalculan las capacidades de conducción, verificando el calibre adecuado y determinando la tensión inducida

NOTA:

1. Se considera la pantalla de tierra de 29.71 mm² de sección para calibres. 1 000 kcmil o menores y 49.5 mm² de designación para 1 250 kcmil o mayores.

Determinación de la distancia máxima entre empalmes.

Para determinar la longitud máxima del cable entre empalmes se consideran los siguientes parámetros:

La trayectoria de la línea, teniendo en cuenta los cambios de dirección tanto verticales como horizontales. Se tomarán en cuenta las presiones laterales máximas de jalado de los cables que se indican en la tabla 5.8.

140228	Rev																		
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

El material del ducto y el tipo de lubricante que se utilizarán en la instalación, debido a que variará el coeficiente de fricción para cada caso. Así como en el inciso anterior se tomará en cuenta las tensiones máximas de jalado.

La correcta selección del lubricante a emplear permite optimizar el número de registros a emplear por lo que su empleo se debe considerar desde la elaboración del proyecto.

El tipo de aterrizamiento de pantallas, se debe diseñar considerando que en ningún momento la tensión inducida en el extremo de la pantalla será superior a 120 V, dependiendo del resultado del estudio de cada proyecto, ver tablas 5.11 y 5.12.

5.5.3 Coordinación de protecciones

Para el caso de las líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV y de acuerdo con la Norma de Referencia NRF-041 "Esquemas Normalizados de Protecciones para Líneas de Transmisión y Subtransmisión"

5.5.4 Coordinación de protecciones contra sobretensión

Con el fin de asegurar la operación adecuada de las instalaciones subterráneas bajo el efecto de esfuerzos dieléctricos transitorios aplicados, se instalan apartarrayos en las transiciones aéreo-subterráneas. Estos esfuerzos son las sobretensiones por descargas atmosféricas, sobretensiones por maniobra y sobretensiones a la frecuencia del sistema por fenómenos de ferresonancia.

Los apartarrayos a considerar para instalarse en transiciones deben ser del tipo estación, estos han sido utilizados para la protección de equipo en las subestaciones y se encuentran permanentemente conectados a la tensión de línea a tierra y en condiciones normales de operación, están sometidos a la circulación de la corriente de fuga, para su aplicación en transiciones con tensiones de 69 kV a 138 kV, deben poseer algunas características particulares como: ser ligeros en peso, con un diseño que los haga mecánicamente adecuados a las condiciones de intensos vientos a los que se podrán ver sometidos en áreas abiertas y que no sean susceptible a daño por impacto de proyectiles lanzados en acciones de vandalismo.

Selección de apartarrayos de óxidos metálicos sin entrehierro.

La selección de la tensión nominal del apartarrayo a instalar debe ajustarse a los procedimientos de CFE, que consideran la selección de un apartarrayo cuyatensión de designación (V_a) sea definida por latensión de fase a tierra, afectado por un factor que considere las elevaciones de tensión durante una falla de fase a tierra en las fases no falladas de un sistema multiaterrizado. Típicamente, en un sistema multiaterrizado se recomienda utilizar un factor de 1.42, de acuerdo a la norma de referencia NRF-003-CFE.

$$V_a = \frac{69}{\sqrt{3}}(1.42) = 56.57 \text{ KV}$$

$$V_a = \frac{115}{\sqrt{3}}(1.42) = 94.28 \text{ KV}$$

$$V_a = \frac{138}{\sqrt{3}}(1.42) = 113.14 \text{ KV}$$

De la norma de referencia NRF-003-CFE para selección de apartarrayos de óxido de zinc, se eligen con una tensión igual o mayor a este valor, lo cual resulta en lo siguiente:

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Para 69 kV, apartarrayos de clase 60kV, con unatensión máxima de operación continua de 48kV.
- Para 115 kV, apartarrayos de clase 96kV, con unatensión máxima de operación continua de 76 kV.
- Para 138 kV, apartarrayos de clase 120 kV, con unatensión máxima de operación continua de 98kV.

5.5.5 Puesta a tierra

5.5.5.1 Generalidades

Los cables de energía monoplares tienen en su construcción una pantalla metálica que puede constar de alambres, cintas planas o corrugadas, cubierta metálica o una combinación de éstas. La pantalla metálica rodea al conductor central que transporta corriente y están operando normalmente al potencial de tierra.

Cuando los cables de energía transportan corriente alterna, se induce una tensión en la pantalla metálica y fluyen corrientes a lo largo de las pantallas, si están conectadas entre sí para formar un circuito cerrado, por ejemplo las pantallas sólidamente conectadas y aterrizadas en ambos extremos del cable. Estas corrientes inducidas en las pantallas son indeseables porque causan pérdidas por calor las cuales reducen la capacidad de conducción de corriente del cable y por tal razón se han desarrollado varios métodos de conexiones especiales de la pantalla. Para lo cual las pantallas de los cables son conectadas y aterrizadas de tal manera que se elimine o reduzca estas corrientes longitudinales en las pantallas.

5.5.5.2 Casos especiales para puesta a tierra

Para circuitos con cables de energía monoplares transportando corrientes superiores a 500 A, se debe de realizar una conexión especial, con el propósito de reducir las pérdidas, la cual permita un tamaño notablemente más pequeño del conductor a ser usado.

Transposición

En caso de una disposición horizontal o vertical del banco de ductos se debe considerar la transposición de las fases del circuito, misma que consiste en un intercambio de la posición física de los cables para que todas las fases ocupen la misma posición relativa en la instalación por la misma longitud. Se lleva a cabo con la finalidad de que las fases tengan las mismas características eléctricas, principalmente la impedancia, para que ninguna de ellas esté sometida a una corriente en su pantallamayor que las otras. En sistemas con cables en arreglo triangular equidistante, no es necesario llevar a cabo la transposición debido a que las fases ocupan la misma posición relativa. La figura 5.26 muestra un circuito con transposición a cada tercio de la longitud de la línea.

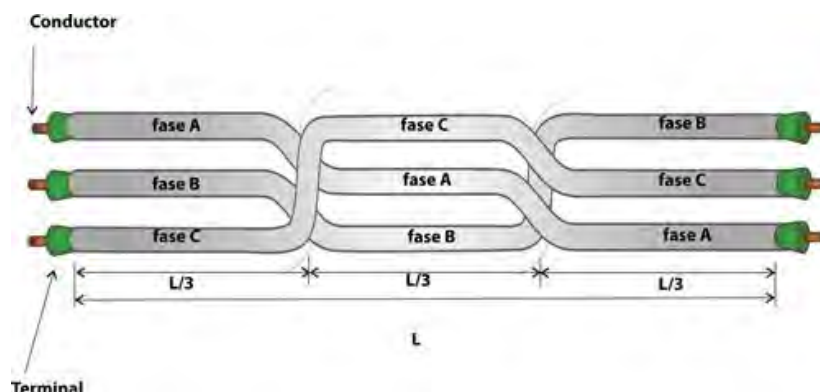


Figura 5.26-Circuito con transposición

5.5.5.3 Conexiones especiales de pantallas metálicas en sistemas de cables con tensiones de 69 kV a 138 kV

Los métodos de conexión especial de la pantalla metálica en cables con tensiones de 69 kV a 138 KV, deben de cumplir con las funciones siguientes:

Prevenir o reducir las pérdidas que se generan en las pantallas metálicas.

Limitar las tensiones inducidas en las pantallas como son requeridas por los empalmes con interrupción de pantalla.

Mantener un circuito continuo en la pantalla metálica para permitir el retorno de las corrientes de falla y una adecuada fuente de protección en caso de descargas atmosféricas y maniobras de interrupción.

Para satisfacer estos requerimientos, las pantallas metálicas de los cables de energía deben ser divididas en un número de secciones por medio de empalmes con interrupción de pantalla. La longitud de estas secciones debe ser determinada por los niveles máximos permitidos de tensiones inducidas en las pantallas para condiciones normales de operación y condiciones de falla.

En el diseño de un método de conexión especial de las pantallas, se deben de considerar los siguientes aspectos:

La selección del tipo de sistema de conexión especial de las pantallas a ser utilizado, depende del estudio de rentabilidad que se elabore para compararlo con el costo de las pérdidas que se evitan al utilizar estos sistemas y con el beneficio del incremento de la capacidad de conducción de los cables.

En general se espera que las pantallas de los cables estén operando nominalmente a un potencial a tierra, pero en un sistema de conexión especial las pantallas tienen una tensión apreciable con respecto a tierra. Por lo tanto las pantallas metálicas deben de estar protegidas con un aislamiento adecuado. También deben de considerarse aspectos de seguridad, cuando se incrementan las tensiones en las pantallas, por lo que se deben especificar valores límites de tensiones permanentes inducidas en dichas pantallas. Punto 6.5.7.5.

La eliminación completa de corrientes en las pantallas no puede ser siempre posible porque en la práctica se dificulta la elección de la longitud de los cables y su espaciamiento. En la etapa de diseño la longitud de cable exacta y espaciamiento no son generalmente conocidos y es muy común agregar valores nominales para las pérdidas adicionales debido al desbalanceo. Si existe conocimiento de que las variaciones en las longitudes del cable y los espaciamientos son muy grandes, las corrientes residuales en las pantallas deben ser calculadas para valorar sus efectos sobre la capacidad del cable.

El uso de métodos de conexiones especiales da como resultado elevaciones de sobretensiones en las pantallas durante sistemas transitorios y fallas. Los valores de estas sobretensiones deben ser considerados. Para sistemas con tensiones de 69 kV a 138 KV, debe utilizarse un dispositivo limitador de tensión en las pantallas (SVL) y se debe considerar la coordinación adecuada de los niveles de aislamiento en las pantallas, en relación a las sobretensiones a las cuales estos aislamientos estarán sujetos.

La falla de una parte de la pantalla aislada o de un limitador de tensión en la pantalla (SVL) puede causar considerables corrientes circulando en la pantalla y pérdidas, lo cual puede provocar sobrecalentamiento de los cables. Por lo tanto se debe de tomar en consideración la correcta selección de los accesorios limitadores de tensión en las pantallas (SVL's), así como el monitoreo y mantenimiento del sistema completo en operación.

Las conexiones de puesta a tierra deben ser del tipo exotérmico, de compresión o mecánica

NOTA: Para el caso de sistemas subterráneos que incluye neutro corrido, preferentemente utilizar conexiones del tipo exotérmico.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A) Método de conexión especial de pantalla tipo conexión en un solo punto.

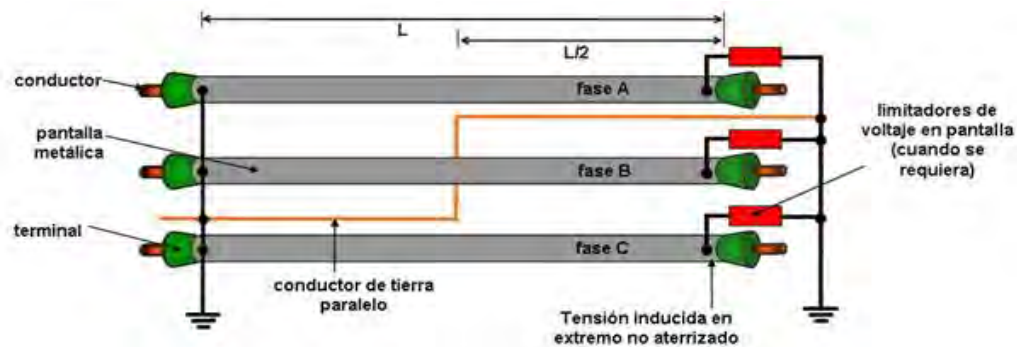
A.1 Longitud corta.

La forma más simple de conexión especial de pantalla en un arreglo de tres cables es el método de conexión en un solo punto. En este método se deben de conectar las pantallas juntas y aterrizadas en un solo punto a lo largo de su longitud. En todos los demás puntos, estará presente una tensión en la pantalla a tierra la cual será máxima en el punto más lejano de conexión de puesta a tierra. Por lo tanto las pantallas deben ser adecuadamente aisladas de tierra.

En este caso no existe un circuito cerrado por las pantallas excepto a través de los limitadores de tensión en pantalla (SVL's en caso de que existan), razón por la cual no fluye corriente normal y longitudinalmente a lo largo de dichas pantallas y no existen pérdidas en ellas.

La figura 5.27 muestra la aplicación del método de conexión especial en un solo punto para un circuito de longitud corta. En estos diagramas se omiten las cajas de desconexión, las cuales permiten probar el aislamiento de la cubierta.

a) Con el punto de conexión en un extremo



b) Con el punto central conectado

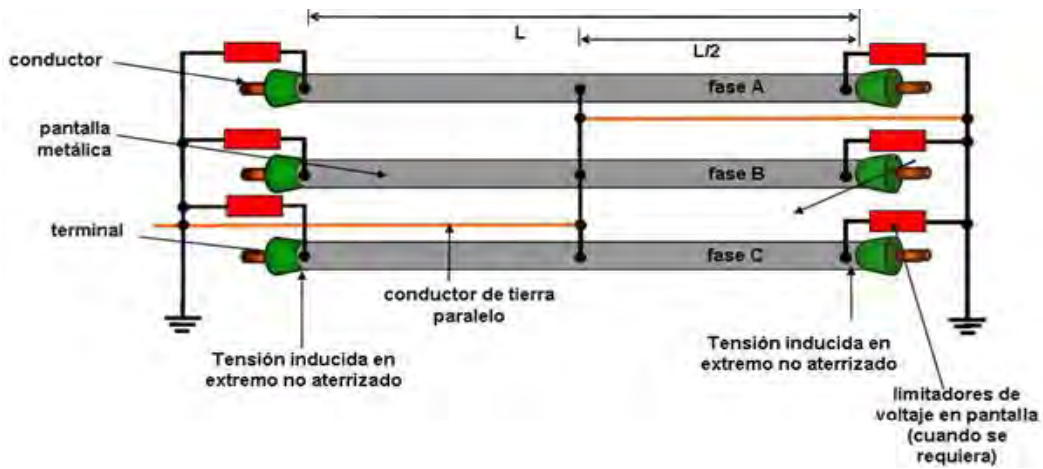


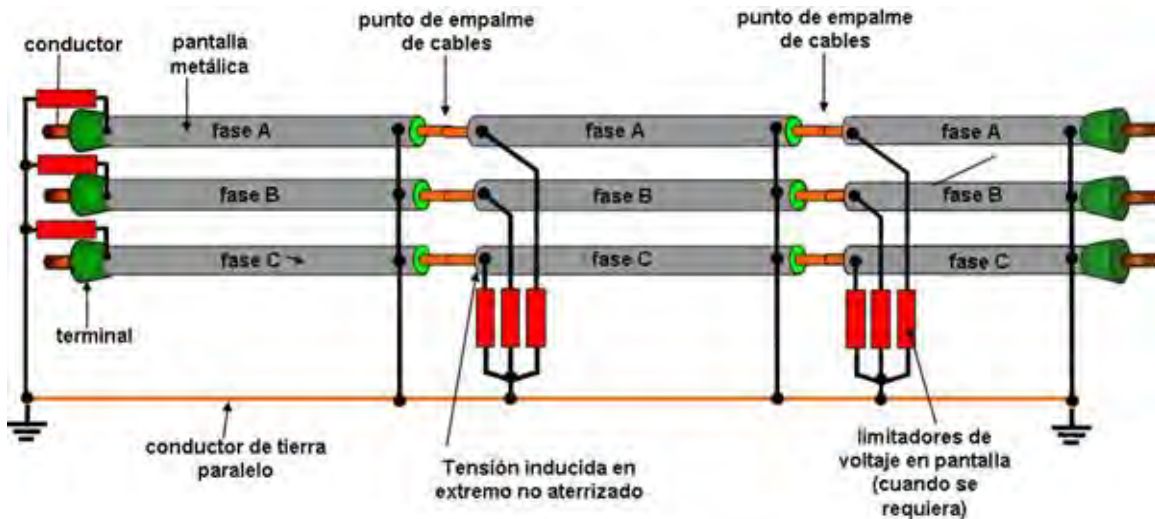
Figura 5.27-Diagrama de pantallas aterrizadas en un solo punto con longitud corta

A.2 Longitudes Largas.

En caso de que la longitud del circuito es tal que la limitación de la tensión permanente inducida en las pantallas es excedida, cuando la conexión a tierra es en un solo punto del circuito, esta conexión puede ser conectada en algún otro punto, por ejemplo en el centro de la longitud, las tensiones permanentes inducidas en las pantallas sobre cada uno de las dos secciones elementales formadas son reducidas. Si el circuito tiene una longitud muy grande para ser tratado con este método, entonces puede ser seccionado con el uso de empalmes con interrupción de pantalla, de tal manera que las tensiones permanentes inducidas en la pantalla para cada sección elemental esté dentro de los límites impuestos.

La figura 5.28 muestra la aplicación del método de conexión especial en un solo punto para un circuito de longitud larga.

a) Sin transposición.



b) Con transposición

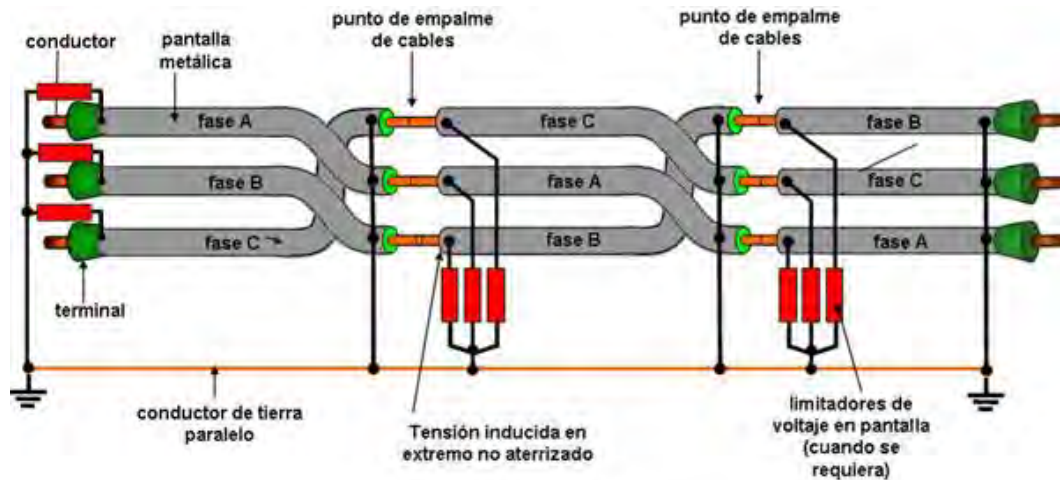


Figura 5.28-Diagrama de pantallas aterrizadas en un solo punto para longitudes múltiples

A.3 Conductor continuo de tierra paralelo (ECC) (neutro corrido).

Durante una falla a tierra en un sistema de potencia, la corriente de secuencia cero transportada por los conductores del cable retornará por cualquier eje externo que esté disponible. Como la pantalla de un cable con un método de conexión especial en un solo punto es aterrizada en una sola posición, ésta no puede transportar alguna corriente de retorno, excepto en el caso de un cable fallado. Esto sucede a menos que algún conductor paralelo externo esté disponible o sea colocado para servir como un eje alterno, ya que la corriente de retorno puede fluir solo vía la tierra misma. Porque la resistividad de la tierra es muy alta comparada con la de un buen conductor, el retorno de la corriente es ampliamente repartido a través de la tierra y de la profundidad efectiva principal de los componentes de la potencia a frecuencia de operación que están a varios cientos de metros. Porque el retorno de corriente, en promedio, es independiente de la corriente del conductor y el gradiente de tensión inducido a lo largo del conductor paralelo, incluyendo las pantallas de los cables, es muy alto.

De cualquier forma, con la ausencia de un conductor paralelo de tierra, la probabilidad de una falla a tierra en la vecindad inmediata de un cable puede causar una diferencia mayor de incremento entre el potencial a tierra y los dos extremos de un cable en el sistema. Dependiendo hasta cierto punto en el diseño particular de la instalación y del tipo de limitadores de tensión empleados, que pueden poner en riesgo a personal o equipos.

De acuerdo a lo anterior, una instalación con la pantalla de cable conectada en un solo punto debe estar provista con un conductor continuo de tierra paralelo, el cual debe estar aterrizado en los dos extremos de la ruta. El espaciamiento entre este conductor y los cables del circuito debe ser lo suficientemente cercano para limitar la elevación de tensión inducida en la pantalla a un nivel aceptable durante una falla monofásica. El tamaño de este conductor debe ser el adecuado para transportar el total de la corriente de falla esperada en el sistema. El conductor continuo de tierra paralelo (ECC) deber ser aislado para evitar algún riesgo de corrosión, ya que va a estar sujeto a una inducción de tensión de los cables de potencia, de la misma forma como cualquier otro conductor paralelo. Para evitar circulación de corriente y pérdidas en este conductor es preferible, si los cables de energía no son transpuestos, trasponer el conductor continuo de tierra.

C) Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada.

B.1 Longitudes cortas (con y sin transposición).

El método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada consiste esencialmente en seccionar las pantallas en secciones menores elementales y cruzar su conexión, de manera que aproximadamente se neutralice la tensión inducida total en tres secciones consecutivas, como se muestra en la figura 5.29.

140228	Rev														
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES

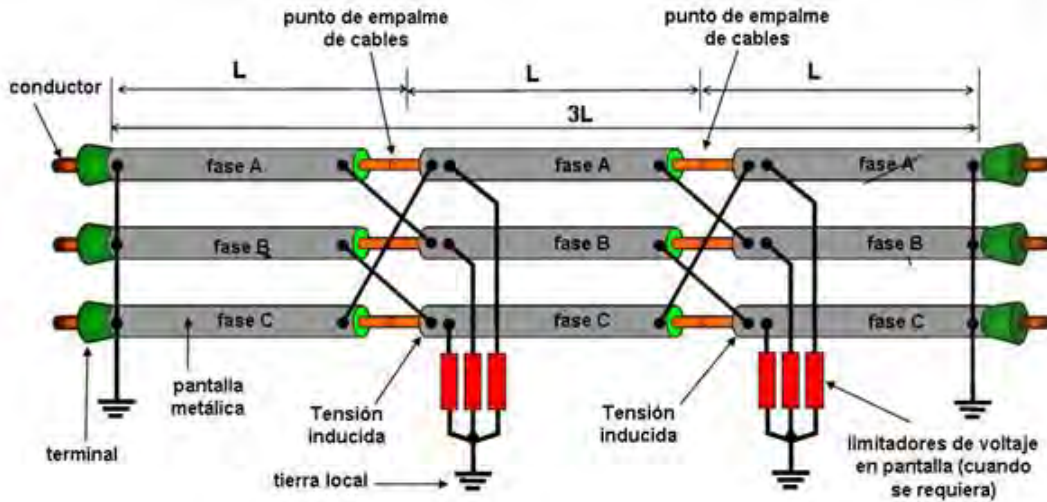


Figura 5.29-Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada. Cables sin transposición

Con cables sin transposición como se muestra en la figura 5.29., es imposible lograr un balance exacto de tensiones inducidas en la pantalla, a menos que los cables estén colocados en arreglo triangular equidistante.

Cuando los cables se transponen en cada uno de las posiciones donde hay empalmes, las tensiones inducidas en las pantallas serán neutralizadas, independientemente del arreglo de los cables dado, si las tres secciones elementales son iguales.

La figura 5.30 muestra cómo se deben transponer los cables en arreglo plano, para un circuito que está formado solo por tres secciones elementales. Las pantallas deben ser conectadas y aterrizadas en los dos extremos de la ruta y no es requerido un conductor continuo de tierra paralelo (ECC). En este arreglo cada una de las tres secciones elementales son identificadas como secciones menores y las tres secciones juntas son identificadas como una sección mayor.

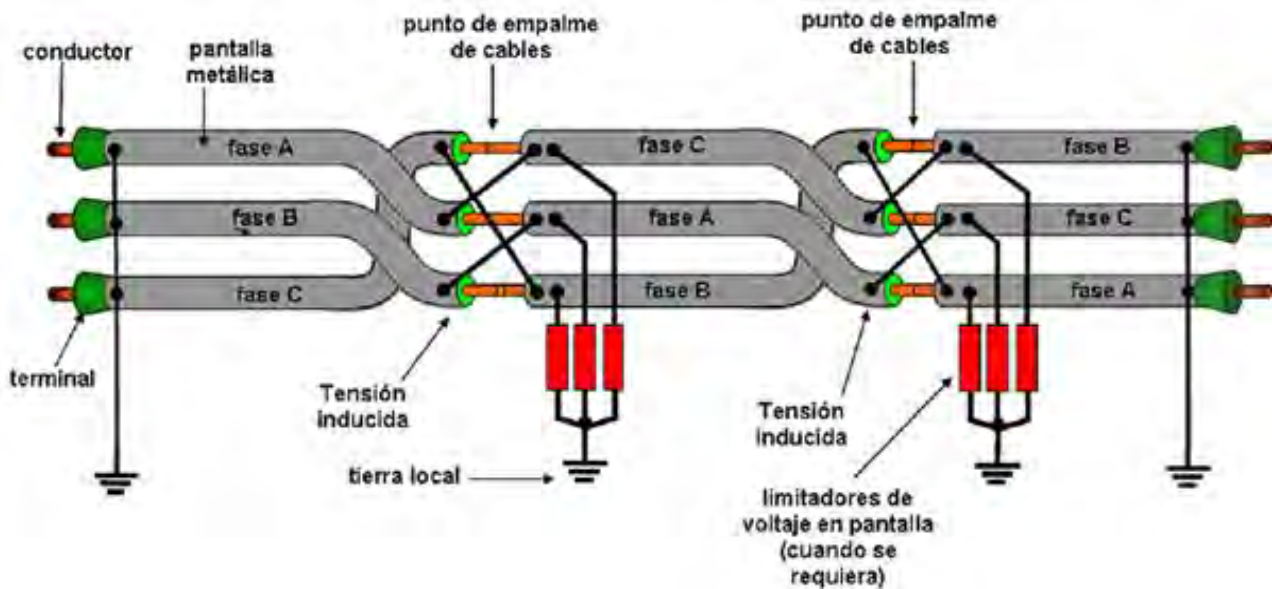


Figura 5.30-Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada con cables con transposición

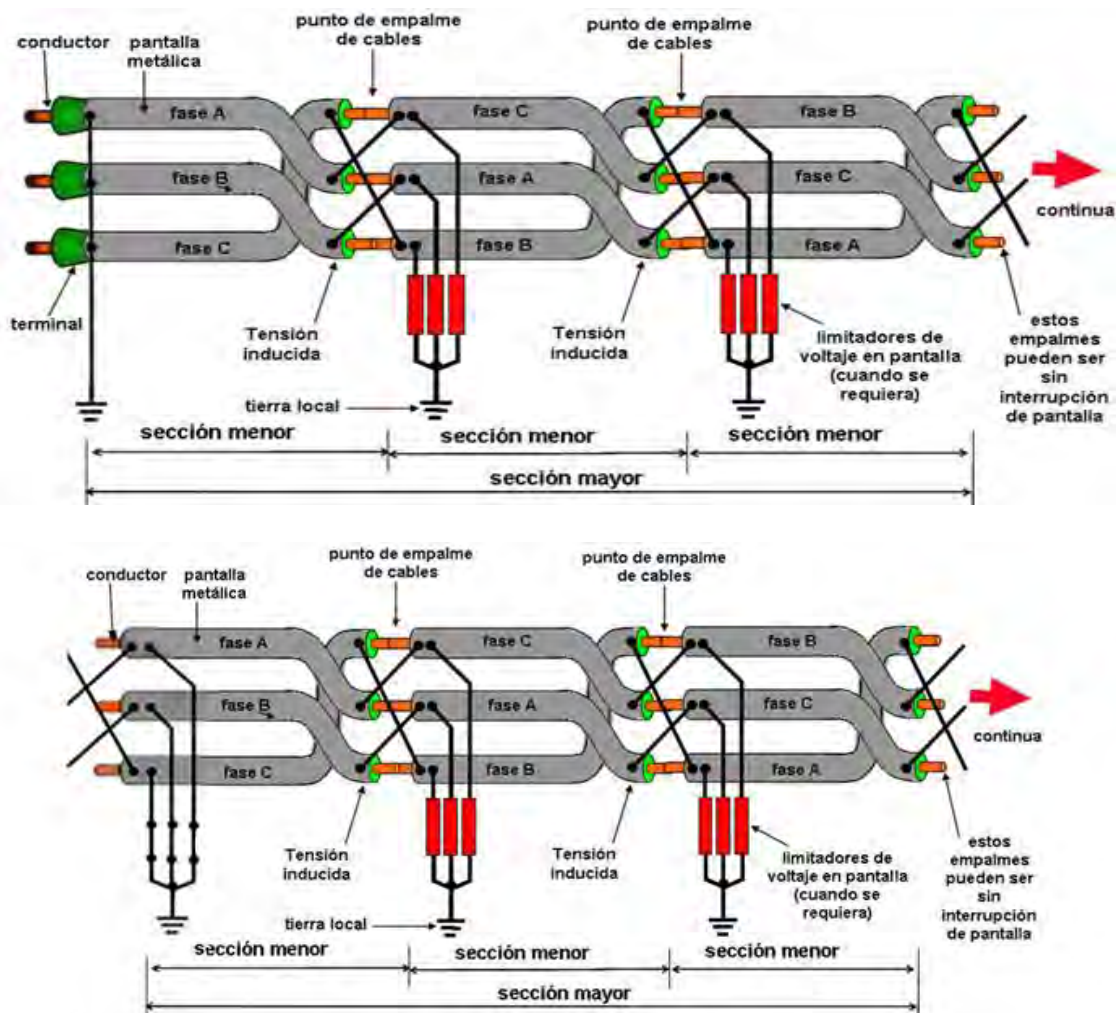
140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B.2 Longitudes largas.

El método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada puede ser extendido a circuitos de cables de longitudes muy grandes por los siguientes métodos.

B.2.1 Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada seccionada.

Cuando el número de secciones menores elementales es divisible exactamente por tres, el circuito puede ser arreglado para que contemple una o más secciones mayores en serie. En la unión de dos secciones mayores y en los extremos finales del circuito, las pantallas deben estar conectadas juntas y aterrizadas, aunque las tierras en las uniones de secciones mayores generalmente estarán solo aterrizadas localmente. En la figura 5.31 se muestra cada sección mayor separada y es conectada como en la figura 5.30. Los limitadores de tensión en las pantallas, cuando son requeridos, deberán ser instalados solo en los empalmes donde hay conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada.



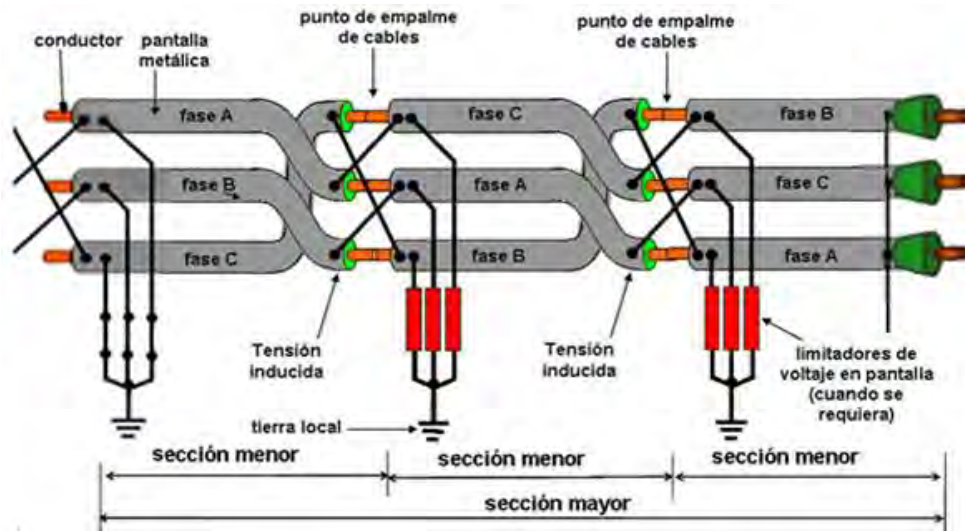


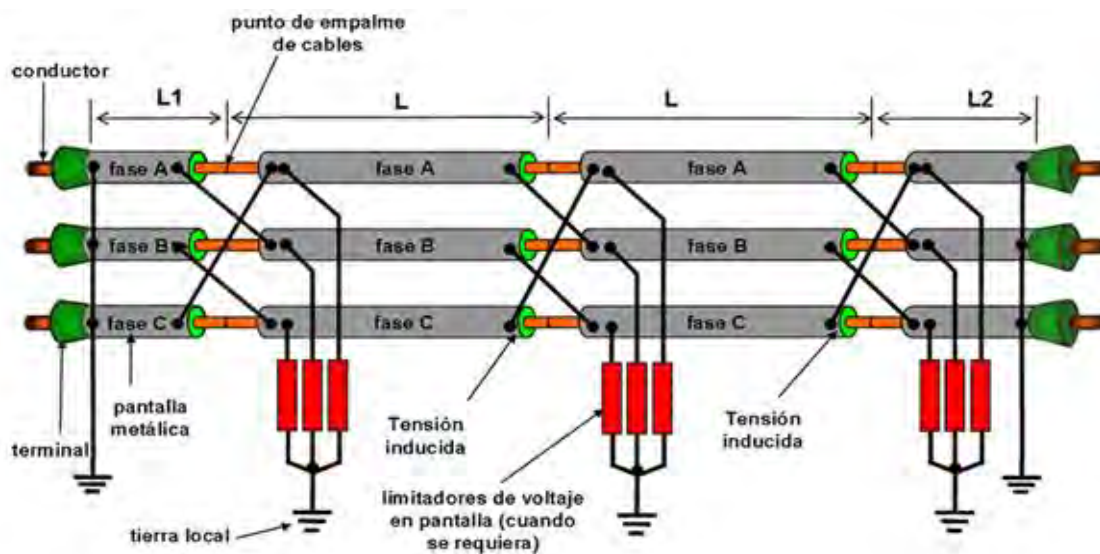
Figura 5.31-Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada, seccionada con cables con transposición.

B.2.2 Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada seccionada modificada.

En esta versión modificada de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada, no es necesario tener el número de secciones menores elementales exactamente divisible por tres. La condición de tensiones balanceadas dentro de una mayor sección dada consistiendo de cuatro secciones menores puede ser lograda subdividiendo una sección menor elemental en dos subsecciones de la siguiente forma:

- 1) Una subsección o longitud corta seguida de dos secciones menores elementales y otra subsección o longitud corta completando la sección mayor, la suma de las longitudes cortas de las dos subsecciones debe ser igual a la longitud de una de las secciones menores elementales. Como se muestra en la figura 5.32.

a) Sin transposición



b) Con transposición

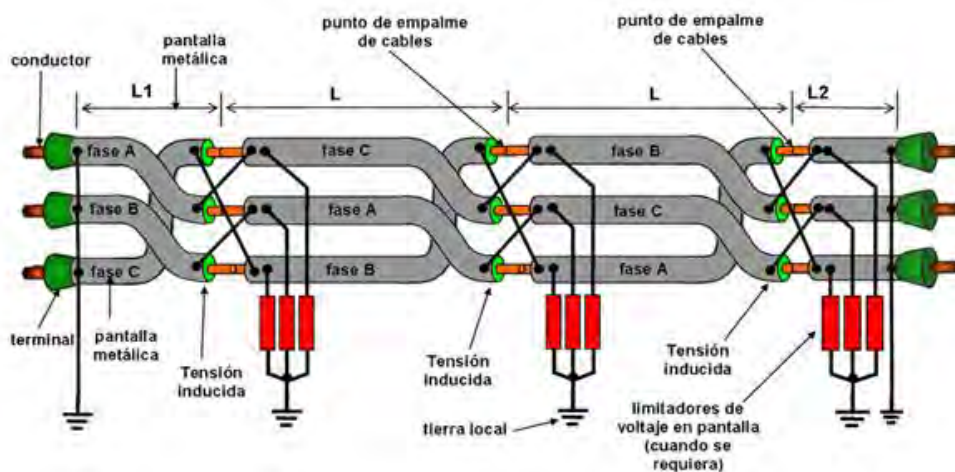
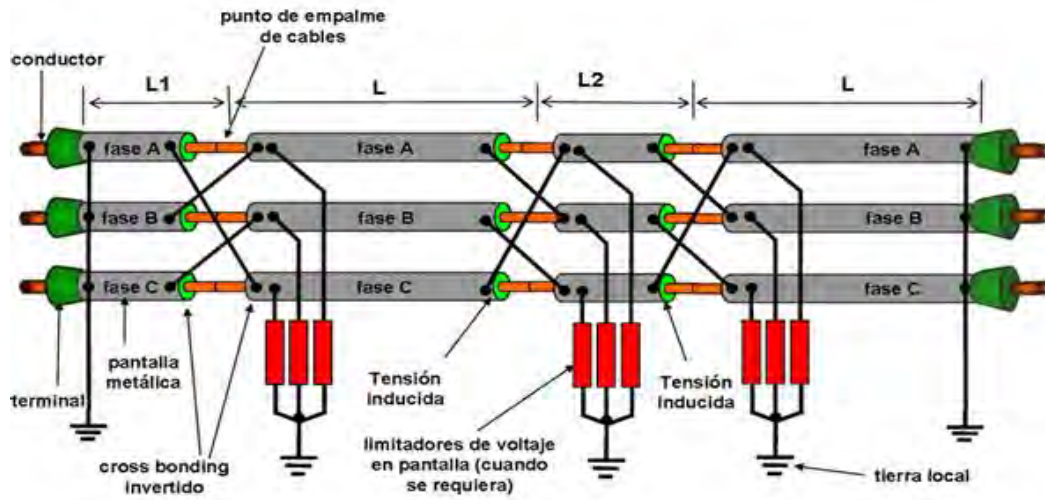


Figura 5.32-Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada, seccionada, modificada tipo 1.

- 2) Una subsección o longitud corta seguida por una longitud de sección elemental menor, después otra subsección o longitud corta seguida por otra longitud de sección elemental menor, completando la sección mayor, la suma de las longitudes cortas de las dos subsecciones debe ser igual a la longitud de una de las secciones menores elementales. Como se muestra en la figura 5.33, para este caso la primera conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada debe ser invertida.

a) Sin transposición



b) Con transposición

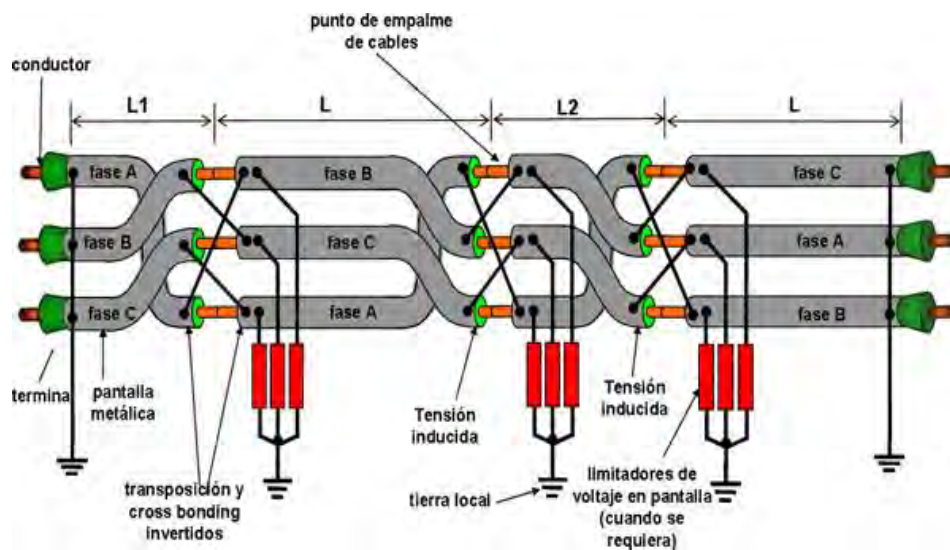


Figura 5.33-Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada, seccionada modificada, tipo 2.

B.2.3 Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada continua.

En los sistemas donde se aplique el método de conexión especial de pantalla tipo “Conexión Cruzada Continuo”, las pantallas deben ser conectadas de forma cruzada en el final de cada sección elemental menor a través de la ruta completa del cable. Las tres pantallas deben estar conectadas y aterrizadas solo en los dos extremos de la ruta, como se muestra en la figura 5.34. Se recomienda para arreglos planos, que los cables sean transpuestos de tal manera que cada conductor ocupe cada una de las tres posiciones en cada una de las terceras partes de la longitud total. El número de secciones menores elementales preferentemente debe ser exactamente divisible entre tres. En algunos casos en los cuales no se pueda dividir en tres secciones iguales, se presentará un desbalanceo. Este desbalanceo creado por usar un número de secciones elementales no divisible por tres decrece en la medida que el número de secciones incrementa.

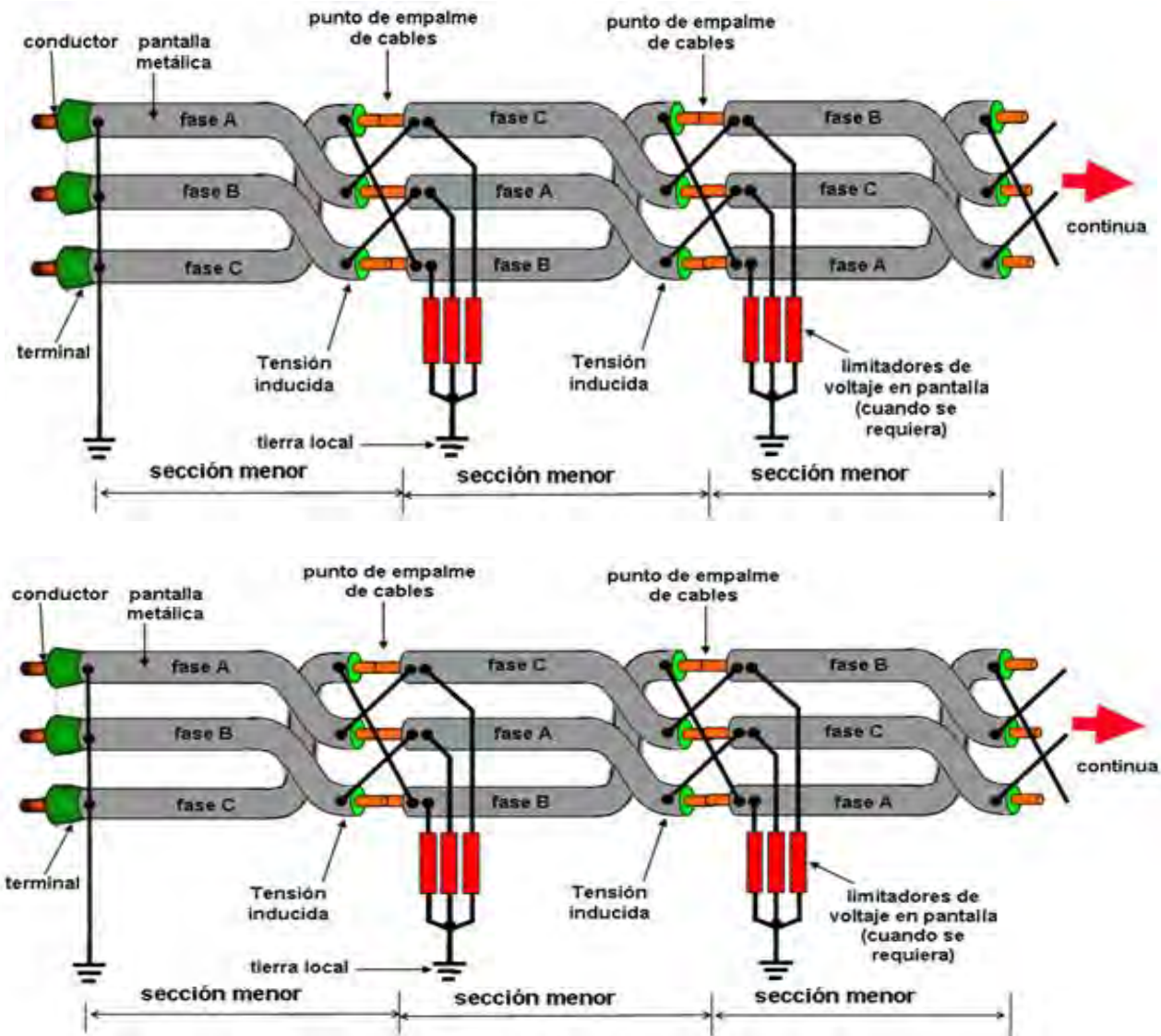


Figura 5.34-Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada continua.

B) Sistemas mixtos

Cuando el número de secciones menores elementales no son exactamente divisibles entre tres, el sistema puede ser diseñado consistiendo de una mezcla de longitudes en métodos de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada y en un solo punto. La figura 5.35 muestra el arreglo de una longitud final con conexión especial de pantalla en un solo punto, en el final de un sistema con conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada el cual puede ser continuo o seccionado.

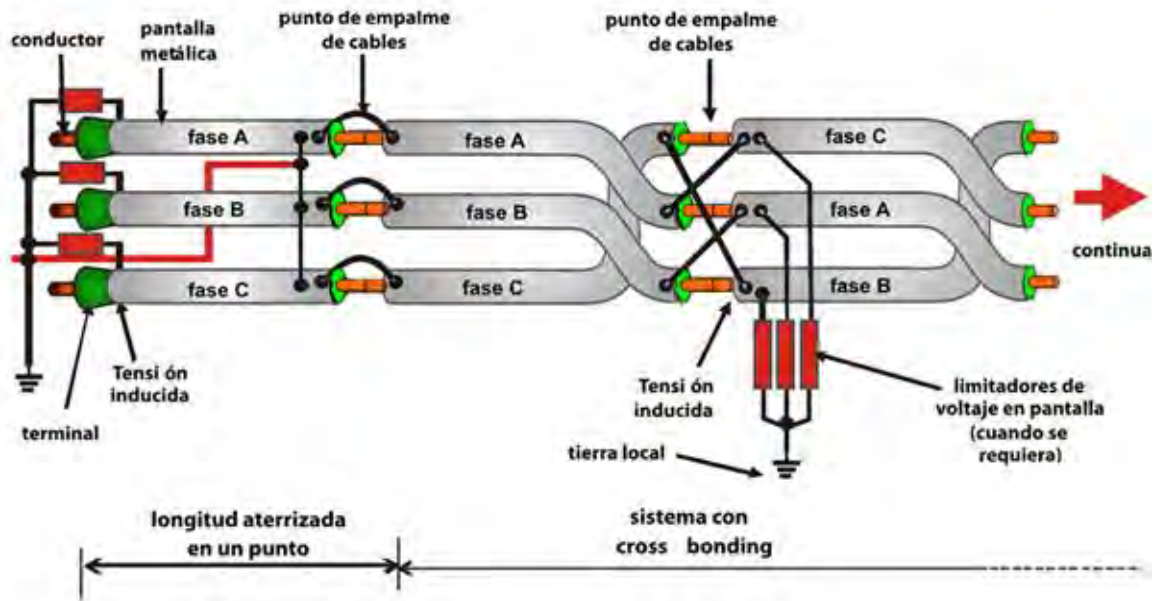


Figura 5.35-Sistemas mixtos

C) Sistemas desbalanceados.

Cuando en forma general no es posible dividir la longitud total de la ruta exactamente en longitudes de secciones menores elementales o no es posible mantener un constante espaciamiento de los cables a través de la ruta se produce un desbalanceo en los sistemas. En sistemas con métodos de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada continua puede suceder esto si se tiene un número total de secciones menores elementales que no son exactamente divisibles entre tres. En la práctica generalmente se producen algunos desbalanceos, lo cual agrega una pequeña pérdida adicional de las pantallas, debido a la corriente residual que está presente en dichas pantallas. Esta corriente circulando en las pantallas debe ser calculada, para determinar los efectos que produce sobre las capacidades de conducción de corriente del cable.

5.5.5.4 Selección de los sistemas con métodos de conexión especial de pantallas

Uso del método de conexión especial de pantalla tipo conexión en un solo punto.

Un mínimo de tres secciones menores elementales deben ser necesarias para formar un sistema con método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada y deben ser usadas pantallas seccionadas y aisladas solo en la posición de los empalmes. Por esta razón el método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada no debe ser aplicable para circuitos de cables comprendiendo solo una o dos longitudes y por lo tanto circuitos con método de conexión especial de pantalla tipo conexión en un solo punto deben ser usados.

Aunque las pantallas de los cables en un sistema con un método de conexión especial de pantalla tipo de conexión en un solo punto son generalmente de una área de sección transversal y conductividad con la capacidad de conducir corrientes de corto circuito debidas a fallas en los sistemas de potencia. Estas pantallas no son capaces de realizar

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

esta función porque están aterrizadas en un solo punto. Y por lo tanto un conductor continuo de tierra paralelo debe ser utilizado.

Ventajas del método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada.

La principal ventaja del método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada es que mientras las corrientes inducidas en la pantalla son inhibidas durante operaciones normales de carga balanceada, las pantallas forman un eje continuo de extremo a extremo final del circuito del cable y están aterrizadas en los dos extremos. Las corrientes en las pantallas pueden por lo tanto fluir durante fallas a tierra y es eliminada la necesidad de un conductor continuo de tierra paralelo (EEC).

Adicionalmente se logra economizar por la eliminación del conductor continuo de tierra paralelo (ECC), ya que las pantallas de los cables funcionan más efectivamente como un blindaje de los conductores durante las fallas a tierra que dicho conductor continuo de tierra paralelo (ECC). En consecuencia las tensiones inducidas en cables en paralelo son menores durante una falla a tierra en sistemas con método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada que para sistemas similares con método de conexión especial de pantalla tipo conexión en un solo punto.

Selección de un sistema con método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada

En circuitos de cables con longitudes muy grandes se debe de seleccionar entre un método de conexión especial de pantalla tipo “conexión cruzada seccionada” y un método de conexión especial de pantalla tipo “conexión cruzada continuo”. Las ventajas de cada método son las siguientes:

Ventajas del método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada seccionada.

Cada sección mayor forma una malla eléctrica separada por lo cual es fácil calcular corrientes en pantallas cuando las longitudes o espaciamentos de secciones menores no son uniformes.

La unión de pantallas en cada sección mayor permite que la corriente de corto circuito, en caso de falla en el cable, se distribuya entre las tres pantallas, excepto en la sección mayor donde ocurrió la falla.

La unión y aterrizaje de pantallas en cada sección mayor tiende a disminuir las sobretensiones transitorias en las pantallas.

Se reduce el número de limitadores de tensión ya que no se emplean en los extremos de las secciones mayores.

La unión de pantallas en cada sección mayor asegura que ninguna corriente en las pantallas debida a desigualdades en la longitud de las secciones menores, va a fluir más allá de estos puntos.

Ventajas del método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada continuo.

Los efectos de secciones menores de longitud no uniforme pueden ser reducidos, ya que forman parte de un circuito de pantallas que contiene varias secciones. Es posible emplear un número total de secciones que no sea múltiplo de tres.

Se pueden monitorear las corrientes en las pantallas en todo el circuito con un solo punto de medición.

Al menos para las fallas de baja resistencia, el monitoreo del aislamiento y de los limitadores de tensión en las pantallas se vuelve más sencillo, ya que se deben retirar solo dos conexiones a tierra de las pantallas, para realizar las pruebas en los extremos del circuito.

Consideraciones adicionales.

En todo caso la selección del sistema de puesta tierra debe hacerse en función del que represente la solución más económica considerando la inversión inicial y su operación. Para este análisis se debe involucrar, según aplique en el tipo de sistema que se elija para aterrizar las pantallas, lo siguiente.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Costos de empalmes sin pantalla interrumpida.
- Costos de empalmes con pantalla interrumpida.
- Cajas de puesta a tierra.
- Cajas de apartarrayos.
- Pérdidas en la pantalla durante la vida útil del cable, la cual se considera de 30 años.
- Capacidad de conducción de corriente del conductor central.

Dicho análisis se debe presentar a CFE para que dé su conformidad con el tipo de sistema de puesta a tierra.

5.5.5.5 Tensiones permanentes inducidas en las pantallas

Los valores de tensiones permanentes inducidas en las pantallas pueden ser encontrados usando la figura 5.36. Como la pantalla del cable puede en algún punto estar expuesta al contacto por personal quien espera que esté a un potencial a tierra o cercano a tierra. Es una práctica común especificar una tensión máxima permisible durante una operación a plena carga. Es sabido que esta tensión será altamente excedida en transitorios y de corto circuito. La máxima tensión permitida inducida en la pantalla a plena carga en operación normal es de 120 V.

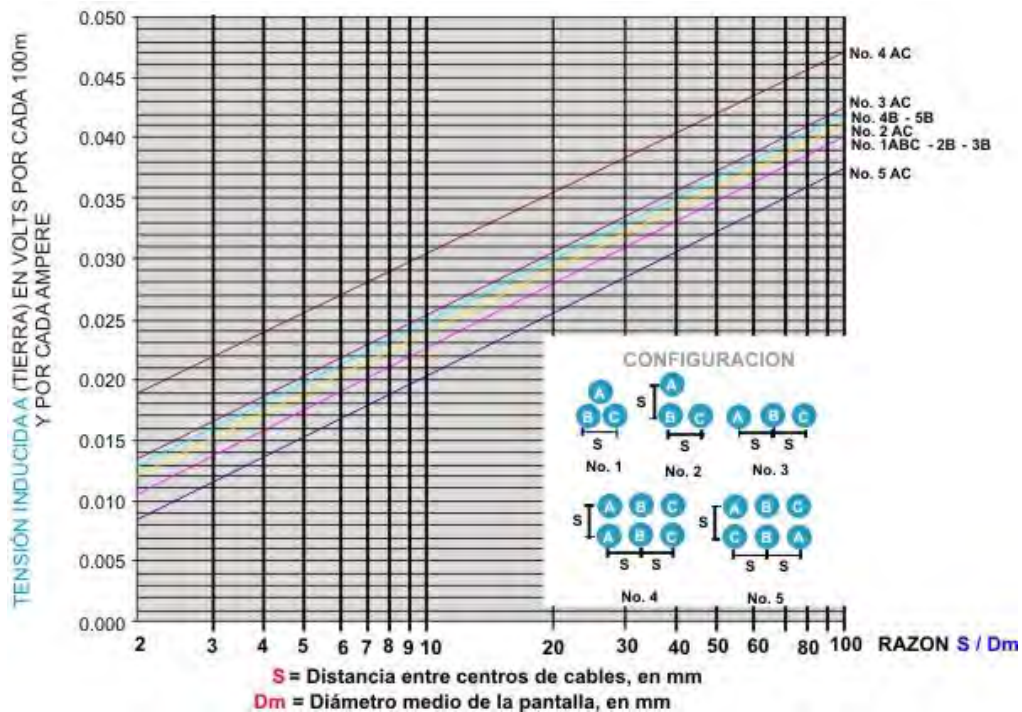


Figura 5.36-Tensión inducida (a tierra) en pantallas metálicas de cables de energía.

A) Método de conexión especial de pantalla tipo conexión en un solo punto.

La figura 5.36 muestra la tensión inducida (a tierra) en la pantalla por cada 100 metros y por cada amperes debido a una carga balanceada en los conductores del cable, para diferentes arreglos.

Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada seccionada “conexión cruzada seccionada”

En una sección mayor uniforme la tensión permanente en las pantallas por cada 100 metros y por cada ampere es dada en la figura 6.5.7.5. Si la sección mayor no es uniforme la tensión permanente en la pantalla puede ser tomada, calculando para la longitud mayor de las dos secciones menores aterrizadas. Esta situación causa una apreciable corriente en la pantalla, por lo tanto habrá una reducción de la tensión permanente en la pantalla.

B) Método de conexión especial de pantalla tipo conexión cruzada continua “conexión cruzada continuo”.

Si el sistema completo entre conexión de pantallas consiste de un número de secciones elementales exactamente divisible entre tres y los cables son transpuestos de tal manera que cada conductor ocupa cada una de las tres posiciones por cada tercera parte del total de la longitud, de esta manera no existe flujo de corriente en las pantallas y la máxima tensión permanente en la pantalla por cada 100 metros y por cada ampere es dada en la figura 6.5.7.3-B.2.2.3. En la práctica teniendo un sistema con una longitud variable de secciones menores elementales, la tensión permanente en la pantalla puede ser tomada, calculando para la más grande longitud de las secciones menores elementales. Cuando existe un flujo de corriente apreciable en la pantalla, la tensión permanente en dicha pantalla será reducida.

C) Sistema de doble circuito.

Donde existan dos circuitos con una separación muy cercana estarán presentes tensiones permanentes en las pantallas en sistemas especiales de conexión (sobretensiones) que serán modificadas por la presencia del otro circuito.

5.5.5.6 Recomendaciones para el aterrizaje de las pantallas metálicas

Por cuestiones de seguridad, las pantallas metálicas de cables de energía deben considerarse como conductores de baja tensión para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de cables.

También, por cuestiones de seguridad, para evitar que exista un potencial peligroso, las pantallas metálicas siempre deben aterrizararse.

El método más sencillo y el que proporciona mayor seguridad en una instalación, es el aterrizaje de las pantallas en dos o más puntos, ya que no existe unatensiónneto inducido en ellas.

Cuando se requiera reducir o minimizar la corriente inducida en las pantallas metálicas (ya que esta corriente inducida genera pérdidas por calor y puede reducir la capacidad de conducción de corriente de los cables), se pueden emplear métodos especiales de conexión de pantallas, como son el aterrizaje en un solo punto y el cross-bonding. Estos métodos solo son justificados por razones económicas, generalmente para corrientes mayores a 500 A, o cuando la generación de calor en las pantallas metálicas deba ser minimizada.

Para llevar a cabo el aterrizaje en un solo punto, se requiere que la tensión inducida en las pantallas en operación normal no exceda de cierto valor considerado seguro. Para el caso del cross-bonding, este valor no debe ser superado por cada tramo o tercio de la longitud de la instalación.

En caso de que este valor sea superado se pueden realizar aterrizajes múltiples en un punto o cross-bondings múltiples. El valor máximo de tensión inducida en las pantallas, permitido es de 125 V.

En las tablas 5.17 y 5.18 se muestran limitadores de tensión en los puntos no aterrizados de las pantallas los cuales se requieren para evitar que la cubierta de los cables se perfora por sobretensiones transitorias producidas por descargas

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

atmosféricas, maniobras de interruptores o por fallas en el sistema. Cuando se presenta una falla de fase a tierra en la carga de sistemas aterrizados, la corriente de corto circuito va a regresar al transformador de alimentación por todos los caminos paralelos que existan.

Cuando las pantallas se aterrizan en dos o más puntos o en el caso del cross-bonding, el camino más importante de regreso de las corrientes de corto circuito son las pantallas metálicas de los cables. Para evitar que las pantallas resulten dañadas se deben dimensionar para que puedan transmitir ésta corriente de corto circuito, la cual se va a dividir entre las pantallas de las tres fases.

El dimensionamiento de las pantallas se lleva a cabo con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{T_f B}{T_i B}}}$$

(13)

Donde:

I = Corriente de corto circuito que va a circular por cada pantalla, (A).

K = Constante que depende del material de la pantalla, (A s^{1/2} / mm²), ver tabla 5.17.

t = Duración del corto circuito, (s).

S = Área de la sección transversal de cada pantalla metálica, (mm²).

T_f = Temperatura final que soportan los elementos que rodean a la pantalla metálica, (°C). Generalmente se usa 200 °C.

T_i = Temperatura inicial, (°C), ver tabla 5.18.

B = Constante que depende del material de la pantalla metálica, (°C), ver tabla 5.17.

TABLA5.17-Valores de constantes para diferentes materiales.

Material	K (A s ^{1/2} /mm ²)	B(°C)
Cobre	226	234.5
Aluminio	148	228
Plomo	41	230
Acero	78	202

TABLA5.18-Temperatura inicial de la pantalla para cables con temperatura del conductor de 90 °C.

Tensión Nominal del cable (kV)	Temperatura inicial de la pantalla (°C)
5 a 25	85
35 a 46	80
69 a 115	75

Si se presenta una falla en un cable, en un empalme, o en una terminal, en un sistema aterrizado, la corriente de corto circuito va a circular por la pantalla metálica hacia sus conexiones a tierra. Si las pantallas están aterrizadas en un solo punto, la pantalla del cable fallado tiene que transmitir toda la corriente de corto circuito. En el caso de pantallas aterrizadas en dos o más puntos o con cross-bonding, la corriente se va a dividir circulando hacia las dos conexiones a tierra de las pantallas. Si no se quiere tener que reemplazar el tramo de cable completo, cuando se presente una falla de este tipo, se debe dimensionar cada pantalla para que soporte toda la corriente de corto circuito de falla a tierra.

En sistemas no aterrizados, no se produce corriente de corto circuito cuando se presenta una falla de fase a tierra, por lo cual en este caso no se requiere dimensionar las pantallas para transmitir corrientes de corto circuito.

5.6 Lineamientos para la Elaboración de Proyectos por Terceros

Estos lineamientos deberán seguirse en lo referente a trámites y documentación para la elaboración de proyectos de líneas subterráneas con tensiones de 69 kV a 138 kV, las cuales serán entregadas a la CFE para su operación y mantenimiento.

5.6.1 Trámites

A) Trámites previos.

La aprobación de todo proyecto deberá apegarse al procedimiento para el trámite de proyectos y obras de distribución de energía eléctrica construidas por terceros (PROTER) y el procedimiento para la atención de solicitudes de servicio (PROASOL), por lo que antes de iniciar la elaboración del proyecto, será necesario efectuar los trámites en el indicados.

B) Oficios resolutivos.

Indican las aportaciones y obras específicas y obras de ampliación.

C) Bases de proyecto.

Las Bases de Proyecto serán proporcionadas al interesado en respuesta a la solicitud de bases de energía eléctrica.

La información que deberán contener dichas bases serán las indicadas en el formato Bases de diseño para instalaciones subterráneas – obra mayor incluidas en el PROTER de acuerdo a su aplicación.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D) Aprobación del proyecto.

Para la aprobación y entrega del proyecto deberán efectuarse los trámites indicados en el PROTER.

E) Documentación del proyecto.

La documentación que conformará un proyecto será de acuerdo a lo establecido en el punto 1.5 y 1.6 del formato Bases de diseño para instalaciones subterráneas – obra mayor, incluidas en el PROTER de acuerdo a su aplicación

5.6.2 Simbología y nomenclatura**A. Simbología.**

A.1 Para líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV subterráneas indicar la sección transversal y el número de fases e hilos. Se debe incluir al pie de plano una nota aclaratoria que indique la tensión nominal del cable, material del conductor y nivel de aislamiento.

A.2 Para las transiciones de línea con tensiones de 69 kV a 138 kV Aérea a Subterránea, indicar el número de fases e hilos, tensión nominal del cable y nomenclatura del circuito.

A.3 Para los empalmes con tensiones de 69 kV a 138 kV se debe señalar con las letras "P" (empalme premoldeado), "T" (empalme Termocontráctil), "CF" (contráctil en frío) según el tipo de empalme de que se trate. El número corresponde al consecutivo del empalme.

A.4 Para terminales pueden ser con aislamiento de porcelana (P) o polimérico (PL).

A.5 Indicar el número consecutivo de cada pozo de visita.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TABLA 5.19-Símbolos para planos			
ELEMENTO A REPRESENTAR		SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A
Líneas	Línea con tensiones de 69 kV a 138 kV subterránea proyecto		1
Líneas	Línea con tensiones de 69 kV a 138 kV subterránea existente		1
Transiciones	De línea con tensiones de 69 kV a 138 KV aérea subterránea		2
Empalmes	Empalme recto permanente de alta tensión, tipo premoldeado, termocontráctil o contráctil en frío pantalla continua		3
Empalmes	Empalme recto permanente de alta tensión, tipo premoldeado, termocontráctil o contráctil en frío pantalla interrumpida		3
Caja de Conexión Trifásica	Para puesta a tierra de pantallas		
Caja de Conexión Trifásica	Para puesta a tierra de pantalla con tres limitadores de tensión		
Caja de Conexión Trifásica	Para Cross-Bonding de pantalla con tres limitadores de tensión		
Terminales	En línea con tensiones de 69 kV a 138 kV subterránea		4

Adicionalmente se complementarán los planos con la simbología incluida en la sección 2.7.2 de la especificación de media y baja tensión, en cuanto a las instalaciones existentes en el sitio.

B) Nomenclatura.

B.1 Nomenclatura de líneas en registros.

Para cada circuito, se aplica con pintura acrílica en color amarillo de fondo y letras negras. En pozos de visita se rotula en el cuello de la entrada y se utilizan letras de 10 cm de altura de los cuales indicarán con tres caracteres la nomenclatura de la Subestación de salida asignada por el CENACE, con 5 caracteres la identificación de la línea, con tres caracteres la nomenclatura de la Subestación de llegada asignada por el CENACE y después 2 dígitos para el número consecutivo del pozo de visita, antecedido de las siglas PV.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ejemplo SAC 73120 ver 12 y el 12 es el consecutivo del pozo de visita.

B.2 Nomenclatura de líneas en transiciones en postes troncocónicos, torres de acero y bases para terminales en subestación.

Para postes troncocónicos de manera vertical se deberá de rotular con pintura de acuerdo a lo indicado en la tabla 46 de la especificación CFE D8500-02, en color amarillo de fondo y letras negras utilizando con tres caracteres la nomenclatura de la Subestación de salida asignada por el CENACE, con 5 caracteres la identificación de la línea , con tres caracteres la nomenclatura de la Subestación de llegada asignada por el CENACE y después 2 dígitos para el número del pozo de visita, para caso de torres de acero y bases para terminales en subestación se debe instalar placa con rotulado de acuerdo a lo indicado en el plano.

5.6.3 Presentación de planos.

A) Identificar los pozos de visita con tensiones de 69 kV a 138 kV con un número que se determina de la siguiente forma:

- Numerar en forma progresiva todos los pozos de visita de alta tensión anteponiendo al número, la clave de la línea.

B) La clave para identificar los bancos de ductos se integra por tres grupos de caracteres alfanuméricos, el primero de los cuales corresponde a los ductos para circuitos con tensiones de 69 kV a 138 kV y se conforma de la siguiente manera:

- El primer carácter es la letra "P" e indica que se trata de líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV.

- El segundo carácter indica la cantidad de ductos para cables primarios.

- El último carácter indica la ubicación del banco, con la letra "A" para arroyo y "B" para banqueteta.

A) Generalidades.

A.1 En todos los Planos se utilizará la Simbología y Nomenclatura indicadas en esta especificación.

A.2 Las instalaciones eléctricas aéreas necesarias para alimentar a la línea subterránea deberán mostrarse en Plano (s) diferente (s) de ésta.

A.3 Todos los Planos generales con tensiones de 69 kV a 138 kV, deberán contener la siguiente información:

- Norte geográfico, el cual se indicará en el primero o segundo cuadrante del Plano, orientado hacia donde convenga al proyecto.

- Cartografía.

- Trazo de calles con sus nombres.

- Identificación de áreas verdes y donación.

- Simbología.

B) Tamaño de los planos.

El tamaño de los planos se debe apegar a los indicados en el apartado de generalidades de las Especificaciones de Distribución-Construcción-Instalaciones Aéreas en Media y Baja Tensión (presentación de planos y proyectos)

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C) Cuadro de referencia.

Se dibujará en la esquina inferior derecha de cada plano y dependerá de la propiedad de obra a proyectar, si esta es de la CFE, el cuadro a incluir es el siguiente:

Propiedad de CFE, para uso exclusivo del proyecto LT XXXXXXX - XXX
Prohibida su reproducción y utilización sin autorización de CFE

CFE <small>Comisión Federal de Electricidad</small>	SUBDIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DIVISIÓN DE DISTRIBUCIÓN _____ ZONA _____			20,00
OBRA: LT _____ - _____				30,00
DESCRIPCIÓN: 1C- _____ KM- _____ KV-XLP _____ KCM				
TÍTULO: (TÍTULO DEL PLANO)				115,00
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
EJECUTÓ:	(NOMBRE DEL PROYECTISTA)			
REVISÓ:	(JEFE DE OFICINA QUE PROYECTA)			
VERIFICÓ:	(JEFE DPTO. QUE PROYECTA)			
VALIDÓ:	(SUBGERENTE RESPONSABLE)			
NÚMERO DE OBRA: 204/2011	FECHA: ABR/2012	ESCALA: 1:125	ACOTACIONES: m.	HOJA: LOC-1/1
CLAVE DEL ARCHIVO DE C.F.E. _____			REV-0	

150,00

Cotas en mm

El número de obra corresponde al asignado en el documento de autorización de presupuesto de la obra.

Para obras por terceros deberá contener además la información indicada en el cuadro de firmas de autorización de la CFE y si su formato lo requiere, podrá también incluir el logo de la empresa desarrolladora o propietario. El número de obra corresponde al asignado por la CFE según el Procedimiento de Obras de Terceros.

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION DE DISTRIBUCION _____CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZADO EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL DIA ____ DE _____ DE _____


REVISO Vo. Bo.

(NOMBRE DEL FUNCIONARIO QUE REVISAS) (NOMBRE DEL FUNCIONARIO QUE DA SU Vo. Bo.)
CARGO DEL FUNCIONARIO CARGO DEL FUNCIONARIO

APROBO

(NOMBRE DEL FUNCIONARIO QUE DA SU APROBACION)
CARGO DEL FUNCIONARIO

NOTA: ESTA APROBACION NO AUTORIZA EL INICIO DE LA CONSTRUCCION DE ESTA OBRA, SOLO PODRA EJECUTARSE HASTA QUE SEA FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

 Comisión Federal de Electricidad	SUBDIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DIVISIÓN DE DISTRIBUCIÓN _____ ZONA _____		
	OBRA: LT _____ - _____ DESCRIPCION: 1C-_____ KM-___KV-XLP _____ KCM TITULO: (TITULO DEL PLANO)		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
EJECUTÓ:	(NOMBRE DEL PROYECTISTA)		
REVISÓ:	(NOMBRE, RESPONSABLE DEL PROY)		
VERIFICÓ:	(PERSONA QUE VERIFICA, SI EXISTE)		
VALIDÓ:	(RESPONSABLE ANTE LA CFE)		
NUMERO DE OBRA: 204/2011	FECHA: ABR/2012	ESCALA: 1:125	ACOTACIONES: m.
CLAVE DEL ARCHIVO PARA C.F.E. _____			HOJA: LOC-1/1 REV-0

D) Escalas.

Las Escalas que se utilizarán para la elaboración de Planos de Líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV Subterráneas estarán en función del tamaño del proyecto, como a continuación se indica:

D.1 Para el recuadro de localización general, que permitirá ubicar la línea con respecto a un punto importante de referencia:

- Escala 1:50 000 para la localización con respecto a una ciudad (macrolocalización)
- Escala 1:10 000 para la localización en un área urbana (microlocalización)

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5.6.4 Planos de proyecto

Cada plano deberá contener, además de lo solicitado en los incisos A y C, toda la información necesaria para su clara comprensión e interpretación y que como mínimo será la siguiente:

A) General con tensiones de 69 kV a 138 kV.

A.1 Recuadro de localización general.

A.2 Trayectoria de la línea.

A.3 Localización de transiciones Aéreo-Subterráneas, indicando trayectorias y subestaciones que las alimentan.

A.4 Localización de pozos de visita.

A.5 Simbología y claves eléctricas del Plano de planta y diagrama unifilar.

A.6 Notas aclaratorias que sean necesarias.

B) Detalles de la obra eléctrica.

En este Plano se mostrarán los detalles constructivos de:

B.1 Estructuras de transición aéreo subterráneas.

B.2 Conexiones del equipo y dispositivos.

B.3 Conexiones de los sistemas de tierras.

B.4 Dispositivos de identificación.

B.5 Transposiciones, diagramas de conexión de pantalla y tipos de empalmes.

B.6 Cableado de la línea.

B.7 Cualesquiera otros detalles importantes.

C) General de la obra civil.

C.1 Trayectoria de los bancos de ductos.

C.2 Localización de pozos de visita.

C.3 Nomenclatura de todos los componentes de la obra civil.

C.4 Cortes de avenidas, calles y banquetas.

C.5 Cuadro de los componentes de la Línea, en el que se indicará el número, tipo y norma de cada pozo de visita, para los bancos de ductos se indicará su nomenclatura.

C.6 Perfiles.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C.7 Plano de ubicación de instalaciones existentes en el trazo de la línea con tensiones de 69 kV a 138 kV.

D) Detalles de la obra civil.

En este Plano se mostrarán los detalles constructivos de: transiciones, pozos de visita, base de equipos muretes, disposición de ductos y detalles importantes, especificando su Norma correspondiente.

5.6.5 Memoria técnica descriptiva

La información que debe contener esta memoria es la siguiente:

A) Generalidades del desarrollo.

A.1 Nombre oficial de la línea y propietario.

A.2 Localización.

A.3 Tipo de línea.

A.4 Descripción general.

A.5 Etapas de construcción.

B) Descripción general del proyecto.

B.1 Generalidades.

B.2 Objetivos.

B.3 Especificaciones, Normas y Reglamentos.

B.4 Demandas eléctricas.

B.5 Fuentes de alimentación.

B.6 Tipos de sistema a utilizar.

B.7 Configuraciones de la línea con tensiones de 69 kV a 138 kV.

B.8 Material de conductores, tipo y nivel de aislamiento de cables con tensiones de 69 kV a 138 kV e hilos de tierra.

B.9 Etapas de construcción.

C) Descripción de la obra eléctrica.

C.1 Cálculos eléctricos para determinar:

- Tamaño o designación de conductores.

- Ampacidad.

- Regulación de tensión.

- Pérdidas.

- Cortocircuito.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Cálculo de pantallas.
- Cálculo de tensiones inducidas.
- Cálculo de tensión de jalado.

C.2 Indicar cantidad y ubicación de transiciones de líneas con tensiones de 69 kV a 138 kV Aéreas a Subterráneas.

C.3 Conexiones de sistemas de tierras.

C.4 Listado del equipo y materiales por instalar, indicando marcas, modelos y Normas aplicables.

D) Descripción de la obra civil.

Describir en forma breve los elementos de Obra civil que se utilizarán y su aplicación, indicando las Normas correspondientes.

E) Identificaciones.

En base a las Normas correspondientes, describir la identificación de los elementos eléctricos y civiles que se realiza en Planos de proyectos y además como se efectuará físicamente en la obra dicha identificación.

5.7 Líneas Subterráneas con Cable de Fibra Óptica

Para la instalación de la Fibra Óptica se deben tomar las siguientes consideraciones.

- a) Dejar un ducto de 2 pulgadas exclusivo para la fibra óptica. El cable debe ser del tipo dieléctrico de acuerdo a las características que defina el área de comunicaciones en las Bases de Proyecto.

Se deben considerar las cajas de empalme necesarias.

En la llegada a la Subestación considerar el gabinete y distribuidor óptico.

Por ningún motivo se debe proyectar la instalación de una caja de empalme de fibra óptica donde haya empalme de conductor.

En transiciones se debe considerar una caja de empalme de Cable de Guarda con Fibras Ópticas a Cable Dieléctrico con Fibras Ópticas.

Prever la longitud del cable para dejar la vueltas (cocas) necesarias para realizar los empalmes.

En cada registro se debe rotular la leyenda "PRECAUCIÓN FIBRA ÓPTICA", como se indica en el punto de Nomenclatura de Pozos de Visita.

En los registros el cable se debe instalar con protección de tubo flexible mínimo de 3/4 de pulgada fijado en la parte superior.

En el interior de la subestación para el caso de que se utilice la trinchera del cableado de control de debe instaladosado a una de las paredes, un ducto de tubo conduit mínimo de 1 pulgada para alojar la fibra óptica.

Independientemente de lo anterior se debe interactuar con el área de comunicaciones para el diseño final.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6 CONSTRUCCIÓN ALTA TENSIÓN

Introducción

El presente capítulo establece los criterios para lograr una adecuada construcción y supervisión de la línea subterránea de alta tensión con el objetivo de cumplir con los plazos de ejecución establecidos para la entrada en operación, tomando en cuenta los permisos de las dependencias gubernamentales, federales, municipales y afectados. Asimismo, se mencionan los requerimientos para llevar a cabo una eficiente: supervisión de los trabajos constructivos, selección de los materiales y el desarrollo de la obra civil, electromecánica y pruebas para su puesta en operación, cumpliendo con todos los aspectos de seguridad e higiene.

6.1 Perspectivas y Aplicaciones

En los siguientes puntos se establecen los procedimientos, técnicas y recomendaciones que se deben cumplir durante la construcción de Líneas Subterráneas de Alta Tensión 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) y "PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE SOLICITUDES DE SERVICIO" (PROASOL).

Deben ser aplicadas tanto por la CFE como por terceros ejecutores de obra, con el conocimiento de que en casos especiales cuando no sea posible la aplicación de esta especificación, debe obtenerse una aprobación especial para cualquier desviación, la cual será otorgada por la Subgerencia de Distribución correspondiente.

6.2 Requisitos para la Iniciación de la Obra

Antes de diseñar cualquier proyecto de líneas de alta tensión subterránea, el desarrollador o su representante debidamente acreditado, debe solicitar las bases de proyecto a la CFE. Esto asegura que el estudio a presentar se basará en datos de campo correctos y para su elaboración deberá aplicar el contenido de las presentes especificaciones Distribución-Construcción de Sistemas Subterráneos, en sus capítulos 5 y 6.

6.2.1 Aprobación del proyecto

Una vez revisado y aprobado el proyecto, la CFE enviará al interesado o representante la autorización del mismo.

6.2.2 Requisitos para el inicio de obra, permisos y avisos de autorización

En obras desarrolladas por terceros y previo al inicio, el contratista de la obra debe de tramitar y obtener todos los permisos inherentes a la construcción indicados en el PROASOL y PROTER, independientemente de los que pudieran existir en la localidad ante las autoridades competentes; debiendo entregar a la CFE dichos permisos. Asimismo, debe de poner en conocimiento a las autoridades de tránsito de los trabajos parciales, para que se tomen las medidas de seguridad y auxilio necesarios. Los costos de licencias, permisos, derechos de servidumbre de paso, estudios y servicios, así como supervisiones de estas dependencias, serán cubiertos por el ejecutor de la obra.

Para el caso de obras propias para mejorar la infraestructura de la CFE y las cuales se construyen apegadas a la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados con los Mismos; la CFE es la responsable de obtener los permisos, licencias, estudios y derechos de paso ante las autoridades e instancias necesarias, los cuales hará del conocimiento del contratista entregándole copia de la documentación correspondiente.

Formalización del convenio o contratos para la construcción de las obras.

140228	Rev																		
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Acorde con lo que establece el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, una vez aprobado el proyecto, el solicitante o su representante legal (quien con la documentación que acredite debidamente esta personalidad) debe suscribir con CFE el convenio para la construcción de las obras (Modelo de convenio por obra específica establecido en el PROASOL) en el cual se establecen las obligaciones de los concertantes. A la firma del convenio, el solicitante cubrirá el pago del importe comunicado con el oficio de aprobación del proyecto.

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.

Para el caso de obras que se construyan apegadas a la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas; las obligaciones del contratista y las de CFE quedarán plasmadas en la documentación técnica, legal y las cláusulas del contrato de obra pública respectivo.

Es muy importante que se establezca en forma expresa en el catálogo de conceptos o en la especificación, que, si durante la construcción de la línea subterránea de alta tensión se daña alguna instalación, CFE no aceptará ningún cargo derivado de omisiones o errores del contratista.

Designación de contratista e inicio de obra.

Para las obras construidas por terceros, una vez cubiertos los costos por revisión de proyecto y supervisión de las obras, el solicitante o su representante legal notificarán a CFE el nombre del contratista designado para la construcción de las obras, así como la fecha de inicio de las mismas.

6.2.3 Supervisión de las obras

Supervisión de las obras construidas por terceros.

Después de que CFE reciba la notificación de inicio de las obras, dará a conocer a través de un escrito al solicitante, el nombre del supervisor asignado para sus obras.

Debe integrarse una bitácora de obra en donde se reseñan todas las incidencias y acuerdos a que haya lugar durante la etapa de construcción hasta la recepción de las obras de acuerdo con el PROTER. Asimismo, se establecerá el canal de comunicación CFE-Contratista y se indicará que la supervisión de CFE cuenta con todas las facultades para vigilar la correcta ejecución de la obra y en su caso tomar decisiones inherentes a la obra para que ésta cumpla con la calidad especificada en las presentes especificaciones y el proyecto aprobado.

En el transcurso de la supervisión de las obras, el supervisor designado por CFE inspeccionará y aprobará los equipos y materiales de instalación permanente que serán utilizados en las mismas, revisando la documentación de acuerdo a las especificaciones y normas de referencia vigentes de CFE.

Supervisión de las obras bajo contrato de obra pública.

En cualquier modelo de contrato de Obra Pública la CFE debe designar a su representante ante el contratista, asimismo antes del inicio de las obras, dará a conocer a través de un escrito al contratista, el nombre del residente y supervisor asimismo las funciones correspondientes a cada uno.

En apego al artículo 46 último párrafo de la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las mismas, 122 y 123 de su Reglamento, al inicio de los trabajos debe integrarse la bitácora electrónica en donde se reseñan todas las incidencias y acuerdos a que haya lugar durante la etapa de construcción hasta la recepción de las obras.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6.2.4 Bitácora de la obra

Para la supervisión de las obras construidas por terceros, la bitácora debe ser un libro empastado con original y se usan las dos copias, foliado, en cuya primera página deben quedar asentados los siguientes datos:

Nota: en general para el llenado de la bitácora debe cumplirse con lo señalado en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.

CFE

- 1) Nombre de 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.

El llenado de la Bitácora debe realizarse conforme a lo indicado en los artículos 124 y 125 del RLOPSRM en lo que aplique.

La bitácora tiene validez oficial; al finalizar cada nota, ésta debe firmarse por el residente y el supervisor.

La bitácora de la obra permanecerá en el lugar que se fije como residencia de obra del contratista.

En esta bitácora debe anotarse lo que aplique según lo indicado en el artículo 123 del Reglamento de la LOPSRM. Para la supervisión de las obras construidas bajo contrato de obra pública se debe llevar una Bitácora Electrónica.

6.3 Obra Civil

En caso de que las obras resultaran de una solicitud especial y sean construidas por terceros, este tendrá la obligación de establecer comunicación inherente al caso con todas las dependencias y entidades, sean públicas o privadas y sujetarse a todas las observaciones descritas por éstas, respecto a la construcción de la línea; haciendo del conocimiento de CFE lo que resultare aplicable.

Durante los trabajos previos a la construcción de la línea se debe cotejar el censo detallado de todas las instalaciones subterráneas existentes en todo el trazo del proyecto de la línea como se indicó en éste; con el objeto de detectar si existió alguna modificación u omisión al proyecto de diseño en el lapso comprendido entre el censo de instalaciones y la ejecución de éste.

Para conformar el banco de ductos por cualquier método constructivo, se debe cumplir con la obtención de planos de los servicios públicos como son agua potable, drenaje, alumbrado público, redes telefónicas, redes de televisión por cable, redes de distribución eléctrica, redes de distribución de gas, etc. y comprobar la existencia de todas estas

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

instalaciones utilizando equipo de geo-radar, resonancia electromagnética, sondeos, etc. el cual permita determinar o confirmar la existencia de instalaciones subterráneas, su ubicación y profundidad de desplante.

Se debe proporcionar a CFE el proceso y método que se utilizará para realizar los censos de instalaciones subterráneas, incluyendo el catálogo de los equipos que se emplearán.

Si durante la construcción de la línea de alta tensión subterránea de distribución se daña alguna instalación; CFE no aceptará ningún cargo derivado de omisiones del contratista, falta de un censo real de instalaciones, desviaciones a los procedimientos constructivos y de seguridad y en fin toda desviación que tenga su origen en la responsabilidad del contratista.

El resultado de este censo de instalaciones subterráneas se debe registrar en planos de planta y perfil, indicando su tipo, ubicación y profundidad, con el fin de que se tomen en cuenta para la planeación de la conformación del banco de ductos y la localización de pozos de visita o trincheras en subestaciones a nivel de proyecto.

En caso de que la obra la construya CFE a través de contratistas en base a la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados con las mismas, CFE proporcionará al contratista los planos con instalaciones, los cuales pueden sufrir variaciones, por lo que previamente a la construcción de la obra civil el contratista deberá hacer sondeos con el fin de corroborar la información contenida en los planos proporcionados por CFE, en el entendido de que cualquier daño causado a instalaciones de terceros será su responsabilidad.

6.3.1 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, etc.; se debe coordinar con la supervisión de CFE a fin de determinar una solución a la intersección.

En los sitios donde se detecte la presencia de registros telefónicos, agua potable, etc., y no se cuente con información que permita conocer la trayectoria de esas instalaciones y sus características, se recomienda efectuar los sondeos que sean necesarios hasta definir el trazo adecuado, sobre todo en el área donde se construirán los pozos de visita.

El trazo del banco de ductos se hará con pintura sobre banquetas y con cal sobre terracerías, esto aplica también para la ubicación de pozos de visita.

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

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

B) Corte con máquina en arroyos y banquetas.

Sobre la línea del trazo debe efectuarse el corte en arroyos y banquetas con máquinas de disco, siempre que el material existente no sea laja, piedra, adoquín o cualquier otro que el supervisor de CFE juzgue que no es necesario cortar.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C) Demoliciones.

La demolición será necesaria efectuarla cuando algún objeto o construcción impida el proceso constructivo de la línea subterránea; paralelo a este proceso de demolición se debe realizar la actividad del retiro de los materiales y elementos que se encuentran en el área que se afecta por la construcción en función de la trayectoria.

En la construcción de la línea subterránea se puede encontrar la necesidad de demoler guarniciones, pavimentos y/o banquetas asfálticos, de concreto, adoquín o cualquier otro material.

Para su retiro se deben emplear medios mecánicos o manuales en función de las instalaciones subterráneas existentes y de las construcciones aledañas, de forma paralela a la demolición se debe proceder a retirar cualquier material producto de la demolición.

C.1 Demolición de banquetas de concreto, mosaico, adoquín, laja, cantera, entre otros.

En los lugares en que existan estos materiales debe demolerse con herramienta de mano o equipo mecánico, quedando bajo responsabilidad del contratista los daños que pudiera ocasionar a terceros. En banquetas de concreto o mosaico no se autorizará su demolición hasta haberse realizado los cortes laterales de la cepa.

C.2 Demolición de arroyos de concreto o pavimento.

En los lugares en que existan estos materiales deberán demolerse (previo corte con máquina) con herramienta de mano o equipo mecánico, quedando bajo responsabilidad del contratista los daños que pudiese ocasionar a terceros. Todas las reparaciones de banqueta, vialidades u otra construcción existente en la superficie que haya sido dañada durante la construcción será reparada o reconstruida, según sea el caso, por el desarrollador o contratista.

D) Excavación.

Esta se debe realizar por medios manuales o mecánicos en función de las instalaciones subterráneas existentes y de acuerdo al tipo de instalación que se construirá.

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, entre otras.

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 como se indica en el capítulo 7 de estas especificaciones.

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 superficie nivelada y compactada al 90% PROCTOR en tramos definidos entre pozos de visita.

E) Bancos de ductos.

Se debe utilizar exclusivamente ductos de PAD o PADC. Para la construcción del banco de ductos en terrenos con nivel freático alto y muy alto únicamente podrá utilizarse tubos de PAD en tramos continuos entre pozos de visita.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Para conformar la sección del banco de ductos, se debe considerar el eje de la línea según el plano de proyecto, tomando en cuenta todos los obstáculos derivados del estudio de instalaciones subterráneas de diferentes servicios existentes.

La configuración del banco será en triángulo equilátero y debe ser flejada con fleje plástico en toda su longitud a cada tres metros para evitar su separación.

La sección de la zanja se debe rellenar de arena térmica y protegidos con una losa de concreto acorde a lo establecido en la sección 7.1 de estas especificaciones.

Los coples de los ductos de PADC deben ubicarse desplazados uno de otro como se indica en la figura 6.1.

Figura 6.1-Ubicación de coples en ductos de PADC.

En ningún caso, CFE aceptará cruces longitudinales de los ductos y debe verificarse que éstos conserven la misma posición en toda la trayectoria de la línea.

Se cuidará que esta unión sea firme y segura, y que no se vaya a separar durante el relleno y compactación, pudiendo emplear adicionalmente al cople, cintas o flejes plásticos que aseguren dicha unión.



Figura 6.1-Ubicación de coples en ductos de PADC.

En ningún caso, CFE aceptará cruces longitudinales de los ductos y debe verificarse que éstos conserven la misma posición en toda la trayectoria de la línea.

Se debe verificar que no exista alguna obstrucción dentro de los ductos, mediante la utilización de un mandril o dispositivo para limpieza. Antes de colocar o colar la losa de concreto, se debe verificar las deflexiones en el ducto mediante un cilindro verificador de deflexiones, cualquier sección de ducto que no permita el paso de este dispositivo debe ser levantada para rectificar su colocación.

En cada ducto se debe colocar una guía de polipropileno o rafia de manera que sobresalga 3 m mínimos en cada pozo de visita en los extremos del banco de ductos. Los amarres que se hagan deben garantizar la unión entre secciones en caso de utilizarse.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

El banco de ductos debe terminarse con boquillas abocinadas en los pozos de visita, los cuales una vez cableados, deben sellarse con algún sello-ducto adecuado, compatible con la cubierta del cable y que no la dañe mecánicamente. Proceso constructivo para la conformación del banco de ductos:

- Se debe rellenar y compactar una base de 10 cm de arena térmica aplicando lo indicado en el capítulo 7 de estas especificaciones.
- Se instalarán ductos de PAD o PADC acorde al proyecto para alojar los cables de potencia conjuntamente con los ductos de polietileno de alta densidad para alojar el neutro corrido y auxiliares.
- El neutro corrido se puede instalar directamente enterrado bajo la losa de concreto excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos, en cuyo caso se debe instalar dentro del ducto dispuesto para tal fin.
- Se debe rellenar y compactar con arena térmica en capas de 10 cm hasta el nivel inferior de la losa de protección. La arena térmica debe cumplir con lo indicado en el punto 6.3, inciso F de las presentes especificaciones.
- La losa debe ser de concreto armado con un $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con malla 6-6/10-10 por lo que se debe efectuar su diseño tomando en cuenta lo indicado en la Norma AASHTO ya que debe soportar impactos. La construcción de la losa de concreto debe ajustarse a lo indicado en los planos de la sección 7 de estas especificaciones.
- Sobre la losa se rellenará y compactará con material de banco o el del producto de la excavación siempre y cuando no contenga arcillas expansibles, material orgánico y la volumetría sea menor a 19 mm, en capas de 15 a 20 cm.
- Se debe instalar la cinta de advertencia según lo indicado en los planos de la sección 7.1 de estas especificaciones.
- Para señalar la trayectoria de la línea o líneas, se deben instalar placas de bronce. Las placas de hierro dúctil deben tener una leyenda que debe estar bajo relieve figura 8.2. Las placas se deben instalar sobre las aceras con una separación entre ellas no mayor de 10 m, estas deben quedar al ras del piso terminado.
- Para señalar el cruce de calles o avenidas, se deben colocar dos placas, una sobre la acera antes de cruzar y otra sobre la acera después de cruzar. En caso de cruzar jardines, se debe incrustar la placa en una mojonera y ésta a su vez se enterrará a modo de que quede al ras del suelo natural. Para el caso en que la trayectoria de la línea de alta tensión subterránea quede ubicada en arroyo y paralelo a él, las placas de bronce se instalarán de la siguiente manera:
- Si la superficie del arroyo es de concreto hidráulico las placas se instalarán en el eje de la línea subterránea.
- Si la superficie es a base de carpeta asfáltica las placas de hierro dúctil se instalarán sobre la guarnición más próxima (guarnición de banqueteta o camellón) indicando la dirección y distancia (metros) a la que se ubica el eje de la línea subterránea.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Figura 6.2-Placas de hierro dúctil.

F) Selección e instalación de arena térmica.

La resistividad térmica del terreno, depende del tipo de terreno encontrado y de sus condiciones físicas.

Las condiciones que más influencia tienen en la resistividad de un terreno específico son el contenido de humedad y la densidad en seco. Cuando el contenido de humedad o densidad de un terreno o ambos aumentan, la resistividad disminuye.

La composición estructural del terreno también afecta la resistividad. La forma de las partículas de terreno determina la superficie del área de contacto entre partículas que afectan la capacidad del terreno para conducir calor.

Desde el punto de vista de su composición física, los materiales para el relleno térmico ideal, deben tener una baja resistividad térmica estable sobre un amplio rango de condiciones climatológicas, así como buenas características de retención de agua y de fácil manejo.

La arena debe estar de acuerdo al porcentaje de retenido por mallas de la tabla 6.1

TABLA 6.1-Retenido por mallas según la U.S. STANDARD.			
Tamaño malla	% retenido	Tamaño malla	% retenido
6	0.55 a 4.0	10	11.0 a 13.0
12	5.5 a 8.5	100	10.0 a 19.5
20	12.5 a 15.5	140	8.0 a 14.5
30	1.0 a 12.0	200	1.5 a 4.5
40	8.5 a 13.0	210	0.5 a 2.0
50	6.0 a 11.0	Residuo	1.0 a 3.0

La cantidad de arena térmica que debe utilizarse está de acuerdo con lo indicado en el arreglo del banco de ductos en donde se indican las dimensiones de las trincheras por lo que es responsabilidad del contratista los volúmenes requeridos.

Las capas de arena térmica, durante su instalación, deben compactarse adecuadamente para obtener una densidad alta, ya que la mínima resistividad térmica de cualquier material de relleno se alcanza cuando la densidad es mínima.

Para una fácil compactación la masa de arena debe ser lubricada con agua previamente a su compactación para poder obtener una mayor densidad, los pisones y rodillos lisos vibratorios son mejores para rellenos a base de arena térmica.

Secuencia para la instalación de arena térmica:

- La arena térmica debe ser humedecida, adicionándole del 8 % al 10 % en peso de agua.
- Debe colocarse al fondo de la trinchera una serie de capas de arena térmica, siendo el espesor total de acuerdo a la resistividad térmica de la misma.
- Una vez colocadas estas capas de arena térmica, deben ser compactadas en capas por medio de rodillos lisos vibratorios o apisonador manual o mecánico.
- Después de instalar los cables de potencia o poliductos flexibles, éstos serán cubiertos con arena térmica conforme al arreglo del banco de ductos.

El contratista debe considerar que su laboratorio debe muestrear y probar todos los embarques de arena térmica. Cada muestra individual debe ser mezclada y mediante ésta obtener las muestras representativas debidamente homogeneizadas para efectuar su prueba.

Para obtener la densidad en seco kg/m^3 de la arena se tiene que realizar la siguiente prueba: Agregar del 8 % al 10 % en peso de agua a la arena térmica antes de efectuar el compactado, en una caja de volumen conocido (dm^3) colocar arena térmica y compactarla tal y como se efectuará en el campo y obtener la densidad en seco en kilogramos por metro cúbico.

Para que la arena térmica sea apropiada para su instalación, la densidad en seco no debe ser mayor a 1920 kg/m^3 . La arena térmica debe contener una cantidad de lama a base de kaolín no menor del 5 % ni mayor del 8 %, siendo el valor óptimo del 7.5 %.

La arena térmica debe tener de un 8 al 10 % de contenido de agua, siendo el valor óptimo 10 %.

La arena térmica debe cumplir con todo lo indicado en la especificación CFE / LTS - ATE / 961106, el contratista debe remitir a CFE toda la información obtenida por su laboratorio.

G) Suministro de material de banco para relleno compactado y nivelado.

Cuando por cualquier causa sea necesario suministrar material para relleno éste deberá ser introducido y descargado en la obra por medio de transporte adecuado y en el horario más conveniente. La aprobación de este material será determinado por medio de muestras y pruebas obtenidas del banco de material, por cualquiera de los laboratorios antes mencionados. Por lo que deberán efectuarse pruebas de granulometría, contenido de humedad, valor cementante y todas las que sean necesarias para que el laboratorio dictamine por escrito, su empleo como relleno, para que CFE apruebe su utilización.

140228	Rev													
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

H) Relleno compactado y nivelado.

El relleno y la compactación deberán efectuarse en capas de material compactable adecuado, en espesores de 15 a 20 cm, con la humedad necesaria para obtener un buen grado de compactación, cuidando de evitar la ruptura de los ductos o de cualquier otra instalación. Podrá efectuarse con herramienta de mano o equipo mecánico adecuado para lograr un grado mínimo de compactación de 90 % en banquetas y 95 % en arroyos.

A todo lo largo de la trayectoria de la línea se debe colocar una cinta de polietileno preventiva de acuerdo a como se indica en los planos de la sección 7.1.

La cinta debe ser de Polietileno de alta durabilidad, resistente a los ácidos y álcalis, con las siguientes características:

1) Dimensiones.

Ancho: de acuerdo a lo indicado en el sección 7.1.4 c.

Espesor: 0.1016 mm.

Longitud de cada rollo: 250 m o 500 m.

2) Resistencia mecánica.

A lo largo y ancho con una elongación 350 %.

3) Color.

Amarillo con letras en color negro (la tinta debe ser resistente a los ácidos y álcalis).

4) Leyenda.

Debe ser la que se indica en la sección 7.1.4 c debiendo repetirse a lo largo de toda la cinta.

En una forma periódica y en los puntos en los que la supervisión lo estime conveniente deben de obtenerse las muestras necesarias para llevar a cabo las pruebas de grado de compactación, siendo éstas determinadas por algún laboratorio reconocido por CFE. Los resultados deben entregarse por escrito a la brevedad posible al residente de CFE. Si el relleno cumple con la especificación de grado de compactación, se autorizará que se continúen las siguientes etapas de construcción, quedando esto 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.

Se debe asentar en bitácora con croquis y dimensiones el proceso de relleno y compactación y se debe señalar en copia de los planos del proyecto, donde se van marcando los avances y la semana en que se efectúan.

I) Reposiciones.

Una vez concluida la construcción y efectuados los trabajos de relleno y compactado, se debe restituir los pavimentos, banquetas, cunetas y guarniciones con materiales que tengan las características de los que conformaban a las superficies demolidas. En los casos donde se retiren varillas o armados de parrillas, éstas deben ser restituidas de la misma forma en que fueron construidas originalmente.

Se deben verificar las pendientes y niveles que se presentan en el área donde se ejecuta la reposición del pavimento, banquetas, cunetas y guarniciones antes de proceder a su restitución.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Para toda restitución de pavimentos, banquetas, cunetas y guarniciones, el acabado y terminación de éstos debe ser similar al existente en las zonas demolidas. En la restitución de las cunetas y guarniciones no se admiten errores mayores de 0.25 % en las pendientes medidas.

La colocación del asfalto, el colado de concreto, instalación de adoquín u otro tipo de material se debe hacer sobre el terreno previamente conformado y compactado.

Las reposiciones de banquetas y arroyos de concreto se deben de ajustar a las especificaciones y características de construcción, que indique la reglamentación municipal en donde se efectúe la construcción.

I.1 Reposición de banquetas.

El concreto debe vibrarse y su acabado o terminado será igual o mejor al de la banqueta existente. Se debe tener especial cuidado en efectuar un rayado longitudinal y transversal con un mínimo de 1 cm de profundidad que coincida con el rayado de la banqueta existente, de no existir, el transversal se ejecutará a cada 3 m, y el longitudinal en las uniones con la banqueta existente.

La superficie terminada, se debe proteger con una plataforma provisional de madera, por un término no menor de 24 horas. Se debe efectuar un procedimiento de curado durante un término no menor de 3 días.

I.2 Reposición de arroyos de concreto.

El concreto se debe curar con un producto que forme membrana impermeable. El colado se debe efectuar sobre una base debidamente compactada, nivelada, humedecida y limpia y se debe realizar en tramos alternados con juntas de dilatación igual a las existentes, con un calafateo de cualquier material bituminoso que asegure una correcta impermeabilización. Las características de la reposición serán similares al arroyo existente y de conformidad por lo señalado por las autoridades municipales.

No se permite el tránsito de vehículos ni personas sobre la superficie colada durante las primeras 8 horas. Transcurrido este tiempo, se deben colocar placas de acero con protección, durante un término de 48 horas.

I.3 Reposición de arroyos con carpeta asfáltica.

Los arroyos de carpeta asfáltica que hayan sido demolidos se deben reponer con el mismo material. La carpeta asfáltica se debe tender sobre una base de terracería debidamente compactada, nivelada y limpia. Sobre esta superficie se debe aplicar un riego asfáltico de impregnación y de liga para recibir el volumen necesario de carpeta asfáltica producida en planta a base de materiales pétreos y asfalto debidamente clasificado y dosificado conforme a especificaciones para este tipo de asfaltos o de la junta de mejoras materiales local o dependencia oficial.

Una vez tendido este material, se debe proceder a compactarlo con el equipo adecuado cuidando que el nivel de la parte central de la carpeta sea 2.5 cm más alto que el de las orillas. Como acabado se le dará un riego de sello asfáltico y arena fina. Se permite el tránsito de vehículos en cuanto se haya terminado el sellado y tendido en arena. Las características de la reposición serán similares al arroyo existente y de conformidad por lo señalado por las autoridades municipales.

J) Limpieza y rectificación de los ductos.

Una vez construidos totalmente todos los pozos de visita y bancos de ductos, se debe proceder a limpiarlos todos y cada uno de los pozos de visita para que posteriormente se proceda a la limpieza de cada uno de los ductos, para este efecto se utilizará un mandril figura 6.3 flexible de acero y cilindros verificadores de deflexiones (figura 6.4).



Figura 6.3-Dispositivo de anillos de acero para limpieza.



Figura 6.4-Dispositivo para verificación.

El cilindro verificador tendrá una longitud de 3 % veces el diámetro interno del tubo a verificar y un diámetro de 4/5 veces el diámetro interno del tubo a verificar.

6.3.2 Perforación horizontal dirigida

Actualmente la más moderna tecnología para la instalación de ductos y tuberías es el sistema de Perforación Horizontal Dirigida. Este sistema ofrece todas las ventajas que son: 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. Para poder elegir en forma correcta los componentes del fluido de perforación, las cabezas de perforación, ampliadores y determinar la profundidad del banco de ductos es necesario efectuar un estudio de mecánica de suelos que nos indique la resistencia del terreno en sus diferentes capas, profundidad del nivel freático, estabilidad del suelo.

B) Fluidos de perforación.

La Bentonita es un silicato de aluminio formado 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. Las características de la cabeza de perforación se elegirán de acuerdo al tipo de suelo existente.

E) Ampliación en retroceso.

El proceso de ampliado en retroceso, mejor conocido como jalado, está determinado por la habilidad de escoger el amplificador 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

140228	Rev																		
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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 ductos de polietileno de alta densidad lisos, utilizando un sistema de Perforación Horizontal de túneles subterráneos, dirigido electrónicamente, 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-polímero-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 perforación, se evita con la aplicación de bentonita cuya finalidad es de darle mayor estabilidad a la superficie del terreno, evitando derrumbes durante la perforación ó la instalación de ductos.

En terreno tipo normal se emplearán ductos con una RD de 13.5 y cuando se trate de perforación en terreno rocoso, se utilizará una RD de 11.

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, donde por condiciones de congestionamiento vehicular y peatonal, de concentración de comercios, servicios y otros o donde CFE lo decida, los trabajos deben realizarse en horario nocturno para evitar trastornos mayores a estas actividades y servicios. Sin embargo, si las autoridades municipales lo permiten podrán realizarse en horario diurno.

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. Durante todo el proceso de construcción del banco de ductos por este proceso la máquina de perforación debe ir conectada a tierra, por medio de los dispositivos con que cuenta dicha máquina.

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

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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 y de comunicaciones.
- 7) Líneas de televisión por cable.
- 8) Pozos.
- 9) Ductos operados por PEMEX.
- 10) Otras instalaciones.

Servicios aéreos y otras construcciones tales como:

- 1) Postes eléctricos y telefónicos.
- 2) Cimentaciones, sótanos y edificios.
- 3) Árboles.
- 4) Señalamientos.
- 5) Mobiliario urbano.
- 6) Monumentos históricos.

I.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 o instalación dañada en las condiciones originales, el contratista debe proceder a las reposiciones de banquetas y pavimentos por daños ocasionados por las siguientes actividades:

- 1) Anclaje de máquina 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.
- 5) Otras actividades no indicadas en las anteriores.

En todos los casos de reposición o elaboración de concreto, se evitará la obstrucción de accesos y banquetas, se recogerá cualquier excedente y se limpiará 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 similares equivalentes. El contratista entregará una serie de cilindros de prueba y su reporte correspondiente por cada 50 m² 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 40cm, la cual nos permite unir los tramos.

Los tubos se instalarán a una profundidad media de 200 cm. El rango en el sentido vertical será de 190 cm a 250 cm, o según se determine en el estudio de mecánica de suelos del proyecto. Si la obra es construida por terceros este estudio será realizado por este último. Si la obra es construida por CFE bajo la modalidad de obra pública, a través de contratistas, este estudio podrá realizarlo CFE o el contratista, según se establezca en el contrato correspondiente.

En el sentido horizontal los rangos están definidos por el ancho de los camellones o banquetas. Las trayectorias deben tener las pendientes adecuadas para permitir el drenaje a cualquiera de los registros aledaños.

140228	Rev																		
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

Si durante el proceso de construcción el contratista incurre en daño a inmuebles, mobiliario urbano, otras instalaciones a terceros y de no ser responsable evidente, se someterá al peritaje de las autoridades correspondientes 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 o electrofusión, según sea más favorable constructivamente.

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 y ductos serán retirados del área de trabajo y vía pública por el contratista. Se deberá tener durante el proceso constructivo un equipo evacuador de lodos y provisto con el depósito adecuado. Los lodos evacuados serán depositados en el lugar indicado por las autoridades municipales o bien en el sitio aprobado por la supervisión de CFE. Los permisos del sitio donde se hará el depósito de lodos deben ser tramitados por el tercero o contratista.

La vía pública e instalaciones de CFE deben quedar totalmente limpias y libres de residuos ocasionados por los trabajos efectuados 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 choque eléctrico a los operadores del equipo perforador.

Debe existir señalización para seguridad de 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.

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

6.3.3 Pozos de visita

A) Pozos de visita para empalmes, deflexiones o de paso construidos en el sitio de la obra.

En los lugares que se indica en los Planos de Proyecto y con la autorización correspondiente de la supervisión de CFE., se construirán los pozos de visita de concreto armado, de acuerdo al tipo de pozo que se requiera Para la construcción de cada etapa del pozo, el contratista debe contar con la autorización del supervisor de CFE, con el asiento correspondiente en la bitácora.

No se debe construir el pozo de visita sobre ninguna línea de servicio, tales como agua, drenaje, u otras instalaciones, de no ser así, recurrir a la supervisión de CFE para adaptar esta línea a la nueva necesidad o viceversa.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

El contratista debe hacer la construcción del pozo de visita, suministrando para ello todos los materiales necesarios de acuerdo con los planos de construcción de las presentes especificaciones, considerando las características particulares para el proyecto.

Excavaciones.

Considerando el estudio de mecánica de suelos, el censo de instalaciones realizado por el contratista y el nivel freático del lugar, se planeará la excavación, vigilando la estabilidad del terreno y verificando que el fondo y las paredes de las excavaciones quedarán formando una sección limpia de material suelto e inestable. La profundidad de las excavaciones deberá cumplir con las señaladas teóricamente. Se acepta una tolerancia hasta de 500 mm en exceso por lado para facilitar los trabajos, sin que el volumen cubierto por esta franja sea en su caso motivo de estimación y pago adicional por parte de CFE.

El piso de la excavación debe estar nivelado y debidamente compactada al 90 % PROCTOR, para posteriormente colar una plantilla de concreto de (100 kg/cm²) de 10 cm de espesor. Si el nivel freático fuera alto, se debe cerrar el cárcamo y sellar perfectamente las preparaciones para recibir los bancos de ductos, cuidando el abocinamiento de las mismas. Se recomienda colar en la entrada de los tubos a los registros un dado de concreto provisto de impermeabilizante integral con una longitud de 50 cm y con el ancho y alto necesario de acuerdo al número de tubos que entren en el registro. En caso de que el pozo de visita lleve cárcamo abierto, la plantilla de concreto se debe colocar sobre una plantilla de grava-arena de 10 cm de espesor y agregado máximo de 19 mm (3/4 de pulgada), acompasada con un compactador mecánico.

Acero de refuerzo.

El acero de refuerzo debe estar libre de óxido e impurezas, si contiene alguna oxidación se debe cepillar hasta retirar el óxido, así mismo se debe vigilar que los traslapes, diámetros y armado en general cumpla con lo indicado en los planos correspondientes.

De acuerdo con los planos para la construcción de los pozos de visita se debe construir por debajo del piso del pozo de visita un cárcamo para el drenaje de los mismos y conexión de la varilla del sistema de tierras. El armado de estos elementos se debe integrar al armado del acero de refuerzo y al concreto de los registros que serán colados en forma simultánea para evitar la junta fría. Sus dimensiones se indican en los planos de proyecto.

Antes del armado del piso de los pozos de visita y de los cárcamos se debe instalar la varilla para la red de tierras, así como la banda ojillada para evitar filtraciones según detalle de los planos de la sección 7. En caso de nivel freático alto, el sistema de tierra se construirá en la parte exterior del registro y debe entrar por la parte superior de alguna de las paredes.

Cimbra.

Debido a que el registro está enterrado y en contacto con el suelo la cimbra interior y exterior debe ser adecuada para que evite que entre la humedad al acero de refuerzo y se tengan daños estructurales en el corto o mediano plazo, vigilando que la cimbra interior cumpla con un acabado aparente.

Se debe utilizar algún aditivo para impregnar la cimbra evitando la contaminación del acero y del suelo.

Cuando el suelo sea estable y permita perfilar la forma del registro, se podrá colar éste contra terreno natural (evitando cimbra exterior) previo zarpeo del mismo, para evitar la contaminación al momento del vaciado del concreto. En terrenos muy inestables se podrá utilizar como cimbra exterior block o tabique de concreto.

Colado

El concreto usado deber ser con una f 'c de 250 kg/cm² de fraguado normal, de 12 a 14 cm de revenimiento y con agregado pétreo no mayor de 19 mm (3/4 de pulgada). Durante la fabricación del concreto se debe suministrar algún impermeabilizante del tipo integral a fin de evitar filtraciones de agua.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

El concreto debe de vibrarse de tal manera que se asegure el perfecto asentamiento y eliminación de huecos.

Antes de depositar el concreto, la cimbra y el armado de varillas deben estar limpios de basura, tierra, derrumbes, entre otros y debidamente humedecidos.

Por cada 5 m³ de volumen de concreto colado deben obtenerse 4 muestras para ser probadas a los 7, 14, 21 y 28 días de colado. Los resultados se deben asentar en la bitácora indicando el tramo donde se usó dicho concreto. Las pruebas deben ser efectuadas en cualquier laboratorio acreditado por la EMA

El concreto debe de curarse aplicando una membrana impermeable. Una vez descimbrado se procede al relleno perimetral, compactando con un pisón en capas de 15 cm de espesor, con un grado de humedad adecuado.

En el caso de existir nivel freático alto que sea notorio al momento de las excavaciones, las juntas de construcción que se tengan, deben ser tratadas para obtener una región impermeable a prueba de filtraciones y se cerrará el cárcamo.

Se deben colocar anclas sobre los muros interiores de los pozos de visita para el jalado del cable de potencia durante su instalación en los ductos de la línea subterránea, estas se deben colocar e instalar de acuerdo a los planos autorizados por CFE.

Las anclas deben ser de acero galvanizado con un diámetro de 19 mm con la forma de "U", en su fabricación, los dobleces se deben hacer en frío y posteriormente extra-galvanizarse por inmersión en caliente. Se fijaran al acero de refuerzo de los muros de los pozos por medio de soldadura de alta penetración, cuidando su plomeo y ubicación dentro de los pozos de acuerdo a los planos autorizados por CFE.

Después de realizar la construcción del piso y de las paredes se procederá a conformar la losa en donde se colocarán marcos y tapas o aros y tapas según la ubicación de la entrada del pozo de visita. Estas deben cumplir con las especificaciones de CFE.

La colocación y fijación del marco se debe hacer al acero de refuerzo de los pozos de visita a través de soleras de 25 mm x 6.3 mm, soldadas al armado de la losa superior de los pozos de visita debiendo asegurar su correcta instalación y nivelación. Invariablemente se debe utilizar la tapa y marco 84 A con tornillo de seguridad, si la entrada del pozo está ubicada con arroyo de calle; si se encuentra en banqueta, se debe emplear el aro y tapa 84B con tornillo de seguridad construidas de acuerdo a las especificaciones CFE 2DI00-04, CFE 2DI00-37, CFE 2DI00-38, y CFE 2DI00-39 según corresponda.

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. El material de la tapa puede ser de hierro fundido, hierro dúctil o material polimérico, según las necesidades del proyecto y la aprobación por la CFE.

El colado de la losa superior de los pozos de visita se debe hacer una vez que se hayan fijado los marcos, con el objeto de que estos queden ahogados dentro de la sección de la losa de concreto. No se harán trabajos de soldadura después de la colocación de los marcos o aros y una vez que el colado de la losa esté concluido.

Se hará la conexión de los ductos usando campanas terminales o boquillas de PAD a la llegada del pozo de visita o haciendo un emboquillado a mano tal como se detalla en los planos de pozos de visita de la sección 7.

Cuando un pozo quede dentro de áreas verdes solo deben quedar las tapas al ras del terreno por lo que se debe de alargar el brocal, dichas tapas deben de pintarse de color verde.

En caso de requerirse un pozo de visita no normalizado, en la memoria se debe incluir un cálculo del acero estructural de los pozos de visita para ser revisados por CFE.

Para el concreto se debe proporcionar a CFE las características físicas de los agregados y el diseño de la mezcla de concreto tanto para la plantilla como para el banco de ductos.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Se debe indicar el proceso constructivo de cada uno de los diferentes pozos de visita que se construirán en cada proyecto, indicando:

- Composición y proporcionamiento de las mezclas a utilizar en los colados.
- Características de los agregados y su lugar de extracción.
- Aditivos o métodos que emplearán para evitar las juntas frías.
- Aditivos que se utilizan en el concreto para evitar las filtraciones de agua.

CFE debe verificar la ejecución de acuerdo a lo establecido en esta especificación y las especificaciones aplicables que correspondan.

Una vez terminada la construcción de los pozos de visita, estos se deben numerar de acuerdo a lo indicado en la

B) Pozos para empalmes, deflexiones o de paso, precolados fuera de sitio.

En los lugares donde no sea factible construir en sitio el pozo de visita con el visto bueno de la supervisión de la CFE, se colocarán pozos de visita precolados fuera de sitio debiendo presentar los certificados de calidad mencionadas en la especificación CFE C0000-15, así como el certificado que garantice la calidad del acero y concreto.

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 mm (3/4de pulgada),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 la banquetta o 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.

6.3.4 Inspección final y recepción de obra

Una vez terminada la construcción de la obra, se debe llevar a cabo una inspección final por el supervisor de CFE., el contratista está obligado a efectuar por su cuenta las reparaciones o correcciones necesarias que resulten atribuibles a su responsabilidad, hasta que el supervisor de CFE dé su visto bueno.

Al efectuarse la recepción de obra al contratista, se debe cumplir con los requisitos establecidos en el PROTER.

En caso de que la obra se construya por CFE bajo la modalidad de Obra Pública por medio de Contratistas, deberá hacerse la recepción y verificarse el cumplimiento de acuerdo a lo manifestado en el contrato correspondiente. En caso de que entre la obra civil y la obra electromecánica transcurra un periodo considerable de tiempo deberán sellarse con espuma de poliuretano, resina, y eso u otro material (aprobado por CFE) todas las entradas de los ductos en los registros con la finalidad de que se llenen de basura, tierra, ramas, entre otras cosas.

6.4 Obra Electromecánica

Desde el inicio y durante todo el proceso de construcción de la Obra Electromecánica se debe vigilar el almacenaje de todos los materiales y en especial atender las recomendaciones que los fabricantes hacen sobre el cuidado de empalmes, terminales y, cable; para la instalación, los fabricantes de empalmes y terminales entregan instructivos y planos en base a los que se debe preparar y supervisar su instalación, Estos trabajos deben realizarse con personal

140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

capacitado. Para verificar la capacidad del personal y que el equipo sea el adecuado para realizar las diferentes tareas relacionadas con la obra electromecánica, CFE podrá solicitar desde las bases de licitación o al contratista en caso de obras de terceros entre otros requisitos una certificación del fabricante de empalmes y terminales donde señale que son aptos para instalar el tipo de empalme o terminal en cuestión, demostrando documentalmente (mediante currícula y contratos) donde han instalado este tipo de elementos del sistema subterráneo.

A continuación se describen las consideraciones en base a las cuales se debe realizar la construcción de Obra Electromecánica de cualquier línea subterránea.

6.4.1 Verificación del sistema de ductos

Terminada la Obra Civil y antes de iniciar la instalación del cable, se debe identificar los ductos señalando con la letra A,B o C en las paredes de cada pozo de visita y de acuerdo al proyecto, la fase que le corresponde a cada ducto, Así mismo antes de iniciar la instalación del cable, se debe asegurar que el sistema de ductos está en condiciones de recibir los cables de potencia, lo cual se realiza pasando por el interior de los ductos el mandril o el cilindro verificador de deflexiones que se indican en las figuras 6.1 y 6.2 y con el diámetro adecuado indicado en el punto 6.3.1-J.

6.4.2 Instalación de soportería

Antes de iniciar la instalación del cable debe instalarse la soportería necesaria en los pozos de visita, y trincheras de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos y debe cumplir con lo siguiente:

- 1) Correderas de uso pesado moldeada en nylon y reforzada con fibra de vidrio o de acero inoxidable, de acuerdo a la sección 7.2.
- 2) Ménsulas de uso pesado moldeada en nylon y reforzada con fibra de vidrio o de acero inoxidable, de acuerdo a la sección 7.2.
- 3) Anclas barrenables de acero inoxidable de acuerdo a la norma AISI 303.
- 4) Rondanas planas de acero inoxidable de acuerdo a la norma AISI 316.
- 5) Tornillos con cabeza hexagonal de acero inoxidable de acuerdo a la norma F593 G316.
- 6) Cinchos de plástico para fijación del cable de potencia a las ménsulas.

NOTA:

- 1) El acero inoxidable a emplear debe ser de grado 316 ó 304 el cual es resistente a la corrosión y no es magnético.
- 2) Las correderas y ménsulas deben ser fabricadas con materiales que proporcionen:
 - Resistencia mecánica; la cual se debe mantener ante las condiciones de alta temperatura y humedad.
 - Resistencia física a la corrosión y electrólisis.
 - Retardadores de fuego.
 - Soportar el peso propio del cable de potencia.
- 3) En terrenos con nivel freático bajo se pueden emplear correderas y ménsulas de fierro extra galvanizado por inmersión en caliente.

6.4.3 Manejo y almacenaje

Debido a las características de los cables de energía, generalmente se empaican en carretes con dimensiones especiales dependiendo del calibre del conductor, la longitud del cable y del medio de transporte, su manejo y almacenaje debe hacerse con cuidado para no dañar el cable ni el carrete, debiéndose tomar en cuenta las siguientes precauciones:

- A) Los carretes se colocarán verticalmente, es decir sobre ambas bridas y nunca sobre una de ellas, ni apilarse unos sobre otros.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- B)** Se colocarán cuñas de madera en las bridas del carrete y nunca sobre las tablas de protección del mismo como se muestra en la figura 6.5.



Figura 6.5-Localización de cuñas en carretes.

- C)** Evitar al máximo el rodar los carretes con cable de potencia y de ser necesario hacerlo, se hará en sentido de la Flecha que se encuentra indicada en la cara externa de la brida del carrete como se indica en la figura 6.6.
- D)** Las maderas de protección de los carretes se deben retirar solo hasta el momento en que se vaya a instalar el cable.
- E)** Antes de iniciar la instalación del cable de potencia se deben revisar las caras internas de las bridas para que estén libres de clavos u otras proyecciones que pudieran dañar el cable de potencia.
- F)** En los lugares húmedos, los carretes deberán almacenarse separándolos del suelo por medio de maderas adecuadas y dejar espacios libres entre carretes para que circule el aire.
- G)** Si los carretes se almacenan a la intemperie por tiempo prolongado se deben cubrir para evitar el deterioro del carrete y/o del cable de potencia.

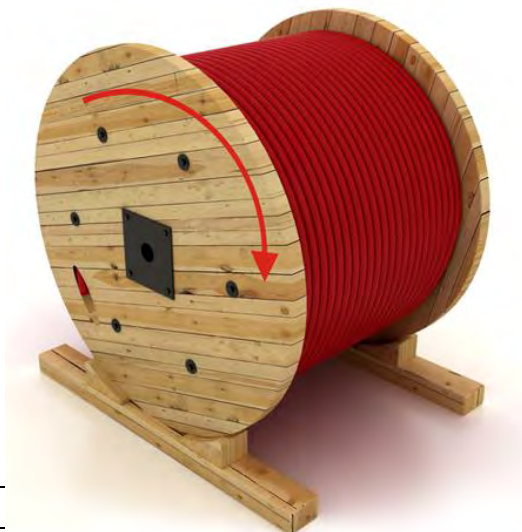


Figura 6.6-Sentido en el que debe rodarse el carrete.

- H) En los carretes deben estar sellados los extremos de los cables de potencia, con tapones poliméricos o de cinta vulcanizable y se revisarán periódicamente, para evitar que penetre agua al cable.
- I) Para maniobras de carga y descarga se empleará una grúa, insertando una barra sólida a través del barreno central, con placa de acero que cuente con barra espaciadora, la cual sirve para eliminar la presión del cable de acero sobre las bridas de acuerdo a la figura 6.7.
- J) Para lograr la confiabilidad y seguridad en la instalación del cable de potencia se debe contar con la experiencia y equipo adecuado para este tipo de instalación.
- K) En el caso que los cables no se vayan a instalar en forma inmediata se debe conservar su empaque original.
- L) 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 deben estar perfectamente selladas.
- M) Además, debe evitarse que se ubiquen cerca del tránsito de vehículos que pudieran golpearlos o de cualquier otra cosa que los pueda dañar mecánicamente.



Figura 6.7-Maniobra para carga y descarga del carrete.

6.4.4 Revisión del cable de potencia en el campo

Una forma práctica para verificar la ausencia de humedad en los cables, es observando 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, o verificar hasta qué punto se observa esta deficiencia para eliminarla.

Se debe verificar en la cubierta del cable, si sus características corresponden al del cable indicado en el proyecto y en los carretes su longitud para definir el tramo donde serán instalados.

Aun cuando para obras con presupuesto propio la aceptación en fabrica es responsabilidad del LAPEM es conveniente verificar ciertas dimensiones que se mencionan a continuación, pero en obras de terceros, se debe verificar que el diámetro sobre el aislamiento esté 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. Debiendo contar con la ficha técnica del cable proporcionada por el fabricante, que incluya las dimensiones del cable y sus características eléctricas, como capacidad de conducción, resistencia, reactancia, admitancia, inductancia, impedancia, de acuerdo al cuestionario técnico solicitado en la especificación CFE E0000-17 vigente.

Que el cable cuenta con el aviso de prueba del LAPEM debidamente aprobado.

En caso de que alguna de las características del cable no cumpla con la especificación CFE E0000-17 o se encuentre maltratado o deteriorado físicamente no se permitirá su instalación.

6.4.5 Equipos y herramientas necesarias para el cableado

La longitud de los tramos de cable a instalar, varía en función de los cálculos de tensiones de jalado, los cuales tienen como limitantes, la tensión máxima de jalado del conductor y las presiones laterales máximas recomendadas por el fabricante del cable. Como parte del proyecto se deberán hacer los cálculos de las tensiones de jalado y ser proporcionados a la supervisión de CFE para su aplicación o vigilancia.

Para unir dos tramos de cable, se emplearán empalmes como ya se mencionó en la sección 6.4.1 de estas especificaciones.

Solamente se dejará excedente de cable en donde se ubiquen empalmes o terminales. Este excedente debe ser igual al perímetro del pozo de visita. El cable de cobre que se utiliza como neutro corrido, debe ocultarse dentro del pozo de visita y no debe dejarse excedente ya que por el valor del material, es causa de vandalismo.

Una vez concluida la instalación de la soportaría, limpieza de ductos, pozos y verificado que el cable cumpla con la especificación, se podrá iniciar el tendido, para lo cual se debe contar con los equipos que se relacionan a continuación:

- 1) Grúa con capacidad mínima de 78453.2 N (8000 kg.) para carga y descarga de los carretes de cable.
- 2) Devanadora con capacidad mínima de 78453.2 N (8000kg).
- 3) Malacate de capacidad mínima de 58839.9 N (6000 kg.) que tenga integrado medidor de tensión gráfico e indicador de velocidad.
- 4) Perno de tracción, el cual debe ser instalado de preferencia de fábrica o el empleo de un jalador de cuña paracable.
- 5) Destorcedor para absorber los giros aplicados por el malacate.
- 6) Conos de manta o vasos de plástico con un diámetro un poco menor al ducto para meter la guía o sopladores de guía.
- 7) Hilo de plástico para que sea jalado por el cono o por el vaso.
- 8) Compresora de aire para desplazar el cono dentro del ducto para guiar.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- 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 de cuando menos 0 – 78453.2 N (8000 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. Se deberá proporcionar a la CFE la ficha técnica del lubricante a emplear, previamente al tendido.
- 13) Barreras de seguridad, señalizaciones de tránsito y avisos para evitar accidentes peatonales y vehiculares.
- 14) Equipo de comunicación para todo el personal involucrado en la instalación del cable.
- 15) Cuando se jale el cable directamente sobre el perno de tracción se puede aplicar como máximo lastensionesindicadas en la tabla 5.8 de “Valores máximos de tensiones y presiones laterales permitidos para los diferentes secciones transversales de cable”.
- 16) 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 5.8, descrita en el inciso anterior.
- 15) El radio mínimo de curvatura a que puede someterse el cable será el que indique el fabricante del mismo, pero no será menor de 15 veces el diámetro exterior del cable.
- 16) Durante el tendido del cable se debe contar con un graficador de tensiones, entregando a CFE la gráfica del cable instalado identificando la fase y el tramo al que corresponde.

El tendido del cable de potencia 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.

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.

6.4.6 Instalación del cable

El personal que intervendrá en la instalación debe tener experiencia en el manejo de cables de potencia lo cual debe ser demostrado documentalmente.

Para su aprobación por parte de CFE, el contratista debe indicar el proceso de instalación considerando al personal que intervendrá y el equipo que se utilizará.

Una vez que se cuente con todo lo mencionado en el punto 6.4.5., se colocará el carrete del cable en el 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; para esto se usará un porta-carrete de dimensiones adecuadas al tamaño del carrete.

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

Debe jalarse con una guía de jalado lo suficientemente resistente para el cable de tracción del malacate. Se recomienda usar un cable de tracción de características adecuadas al tipo de cable por tender y longitud apropiada para jalar el cable de potencia a través de los ductos.

Si existen cambios de dirección en el tramo, es necesario instalar un troquelado con poleas o rodillos que permitan al cable absorber con suavidad ese cambio de dirección, manteniendo el radio de curvatura dentro del valor permisible. Los pozos de visita deben tener la salida de los ductos perfectamente emboquillados para evitar que el cable se dañe. En cada pozo de visita 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

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

dañe el cable de potencia 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, pozos de visita intermedios y el personal ubicado en el carrete debe ser efectiva y constante mientras dure el proceso de jalado.

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 pozos de visita intermedios, con el fin de reducir la fricción que se presenta al momento del jalado.

La selección del lubricante adecuado durante el proceso de instalación permite incrementar las longitudes de jalado con la posibilidad de reducir el número de pozos de visita totales a instalar, por lo que su uso y aplicación debe considerarse desde el diseño del proyecto.

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 se rebase el valor de tensión de jalado previamente calculado.

Al finalizar el cableado es necesario, confirmar que se tiene la suficiente longitud para la instalación de la terminal o empalme. Considerando que se debe cortar la parte que se hubiese dañado en el punto de tracción.

Por último, los cables deben ser acomodados correctamente en la soportería previamente instalada en cada pozo de visita, cuidando que sus extremos queden perfectamente sellados con tapones poliméricos o de cinta vulcanizable para protegerlos del ingreso de humedad, además de identificar los cables para no tener errores durante su conexión.

6.4.7 Instalación de empalmes y terminales

Únicamente se instalarán empalmes y terminales que cuenten con la aprobación de LAPEM, en cuanto a las pruebas de aceptación del producto.

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

- 1) Que se cuente con el equipo, material, herramientas e instructivo de elaboración del empalme o terminal a instalar.
- 2) Que el personal que elaborará los empalmes y terminales sea apto para elaborar el modelo y tipo de empalme o terminal en cuestión y que demuestre documentalmente su experiencia en este tipo de trabajos.
- 3) Que los empalmes o terminales 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
- 4) Dependiendo de las características particulares del empalme o terminal, se deberán seguir las instrucciones generales indicadas en la sección 7.4 así como las especificaciones que señale el fabricante.
- 5) Se debe verificar que las condiciones ambientales (humedad, temperatura, entre otras) sean las convenientes, con el fin de evitar que durante la preparación de las terminales o empalmes el cable absorba humedad o se atrape dentro de la carcasa del empalme o terminal; las condiciones ambientales de humedad y temperatura deben ser controladas y ajustarse a los parámetros indicados por el fabricante.
- 6) El contratista deberá avisar a CFE que está en condiciones de elaborar los empalmes y terminales con el fin de que CFE esté presente durante todo el proceso de elaboración.
- 7) La limpieza del área de trabajo debe ser la idónea evitando la migración de partículas contaminantes circundantes en el medio al interior del área donde se esté desarrollando la actividad.
- 8) La instalación de empalmes y terminales debe realizarse utilizando herramientas adecuadas recomendadas por el fabricante y ajustándose al instructivo de cada elemento, ya que esta fase es la más delicada de la obra electromecánica.

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- 9) Deberán evitar que el personal esté entrando y saliendo del pozo de visita al momento de ejecutar los trabajos para realizar el empalme.
- 10) El contratista debe entregar a CFE una relación en la que se indique el número de serie de cada terminal ubicando la posición de su instalación en torres, en postes de transición o en subestaciones.
- 11) Las herramientas utilizadas para el montaje de conectores se inspeccionarán periódicamente para comprobar que estén en condiciones adecuadas durante su uso. 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.

Para la elaboración de empalmes o terminal se deben considerar los siguientes aspectos:

- 1) Se deben tener los planos de construcción con todas sus referencias, el cual es entregado por el fabricante y se recibe con cada empalme.
- 2) El montaje y la elaboración lo debe realizar personal calificado.
- 3) Se debe verificar que todos los componentes del empalme o la terminal estén completos y se cuente con lo indicado en los planos de montaje del fabricante.
- 4) Se debe verificar que la herramienta que se utilizará sean las recomendadas por el fabricante.
- 5) Es indispensable controlar los calentamientos para el retiro de la semiconductor, y el personal que interviene en esta actividad debe evitar sobrecalentamientos.
- 6) La limpieza de los componentes del cable se realizará con papel impregnado con cloruro de metileno o solvente dieléctrico recomendado por el fabricante. evitando contaminar el aislamiento con impurezas.
- 7) No se debe enfriar con agua el aislamiento, la capa de material semiconductor y el conductor del cable.
- 8) No rayar de manera longitudinal o axial el aislamiento y la capa de material semiconductor.
- 9) No se debe trabajar en condiciones de limpieza dudosa.
- 10) La punta de lápiz del aislamiento debe realizarse con la herramienta adecuada.
- 11) El pozo de visita o área de trabajo debe estar perfectamente ventilado en el momento de elaborar los empalmes y la temperatura se debe controlar a temperatura ambiente, (no mayor a 25 °C), el porcentaje de humedad del ambiente no deberá ser mayor del 70%.
- 12) Se deberá dejar un acabado uniforme y pulido en el chaflán de la semiconductor.



Figura. 6.4.7

6.4.8 Identificación del cable de potencia

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Es la actividad que se lleva a cabo para dejar debidamente identificado cada cable, lo cual se hace instalando en estas placas de plástico PVC tipo trovicel que contendrán los datos que se mencionan posteriormente, para la identificación de los cables de potencia en la línea.

Todos los cables de potencia de la línea deberán ser identificados en cada terminal, empalmes, puntos intermedios, puntos de transición y en general en todo lugar donde el cable sea visible.

Para la identificación de cada tramo de cable, se usarán marbetes como se indica a continuación, de forma rectangular para una sola línea, en caso de dos líneas uno será rectangular y el otro será triangular. Estos marbetes deberán sujetarse al cable con amarres plásticos de 30 cm de largo.

La fase A será de color rojo, letras blancas; la fase B será de color amarillo, letras negras y la fase C será de color azul, letras blancas.

Los datos en las placas serán grabados bajo relieve y en el caso de que el número de datos a marcar requiera de mayor espacio, se usarán marbetes del tamaño que CFE considere conveniente.

Datos necesarios:

- Número de alimentador.
- Fase.
- Calibre y material del conductor.
- Tipo de aislamiento.
- Nivel de aislamiento.
- Tensión de operación.

7 ESPECIFICACIONES DE OBRA CIVIL Y CATÁLOGO DE EQUIPO, MATERIALES, ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS DE ALTA TENSIÓN

Introducción

Esta actualización incorpora los avances tecnológicos que han permitido la modernización de las técnicas de construcción, así como el empleo de materiales, equipos y accesorios más eficientes que permiten abatir costos, sin menoscabo de la confiabilidad y seguridad que proporcionan los sistemas subterráneos, se incorpora el diseño de los productos en 3D manipulables permitiendo rotación, traslación y escalado del producto, además de un visor de planos que permitirá la navegación por el dibujo de una forma más fácil.

7.1 Obra Civil

7.1.1 Terreno normal

A) Bancos de ductos

A.1 Bancos de ductos de PAD para alta tensión

A.1.1 Banco de ductos de PAD para alta tensión bajo banqueteta (PA3B PAD)

A.1.2 Banco de ductos de PAD para alta tensión bajo banqueteta (PA6B PAD)

A.1.3 Banco de ductos de PAD para alta tensión bajo arroyo (PA3APAD)

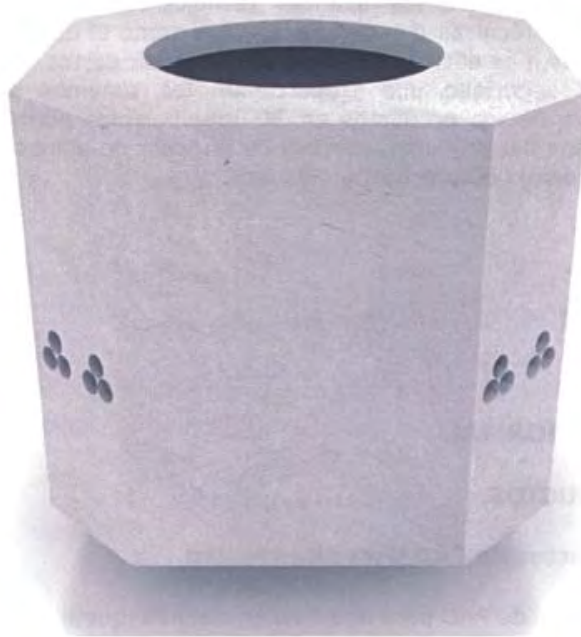
A.1.4 Banco de ductos de PAD para alta tensión bajo arroyo (PA6APAD)

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B) Pozos de visita

B.1 Pozos de visita para alta tensión

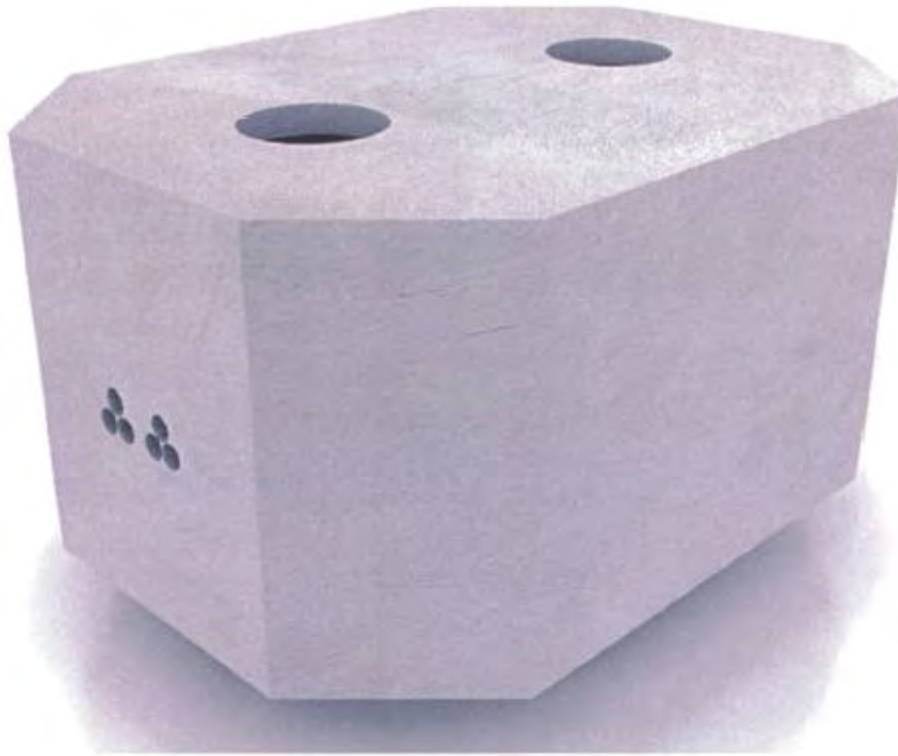
B.1.1 Pozo de visita para alta tensión de paso tipo P69



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.1		POZO DE VISITA ALTA TENSION PVATX	CFE-TN-PVATX

B.1 Pozos de visita para alta tensión

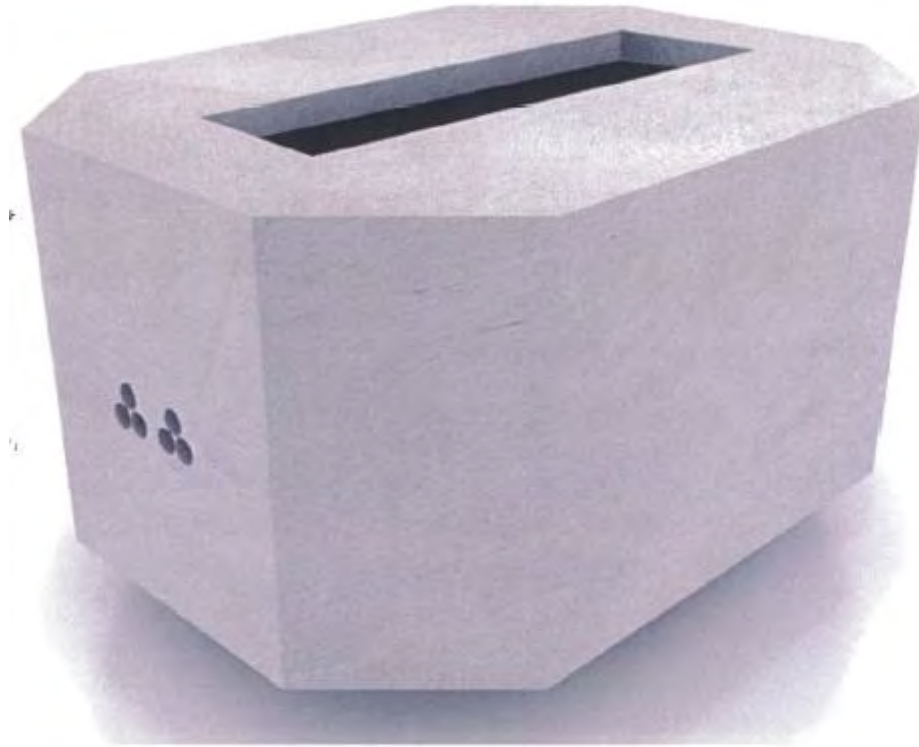
B.1.2 Pozo de visita para alta tensión de paso/empalme tipo E-69/P-115



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.2	625820	POZO DE VISITA ALTA TENSION PVATP	CFE-TN-PVATP

B.1 Pozos de visita para alta tensión

B.1.3 Pozo de visita para alta tensión para empalme E-115-138



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.3		POZO DE VISITA ALTA TENSION PVATE	CFE-TN-PVATE

B.1 Pozos de visita para alta tensión.

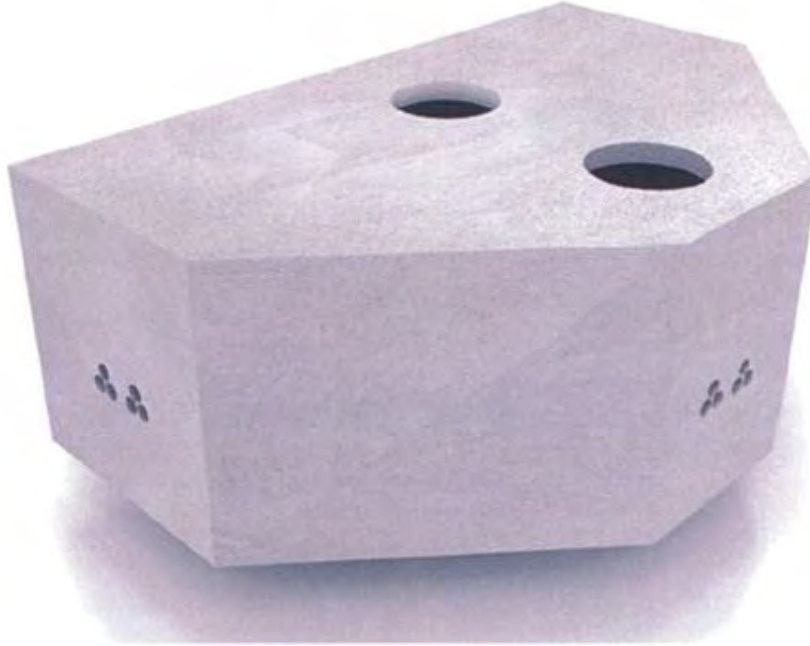
B.1.4 Pozo de visita para alta tensión de paso tipo L.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.4		POZO DE VISITA ALTA TENSION PVATL	CFE-TN-PVATL

B.1 Pozos de vista para alta tensión.

B.1.5 Pozo de visita para alta tensión de paso tipo T.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.5		POZO DE VISITA ALTA TENSION PVATT	CFE-TN-PVATT

7.1.2 Terreno con nivel freático muy alto o terreno rocoso

A Bancos de ductos

A.1 Bancos de ductos de PAD para alta tensión

A.1.1 Banco de ductos de PAD para alta tensión bajo banqueteta (PA3B PAD)

A.1.2 Banco de ductos de PAD para alta tensión bajo banqueteta (PA6B PAD)

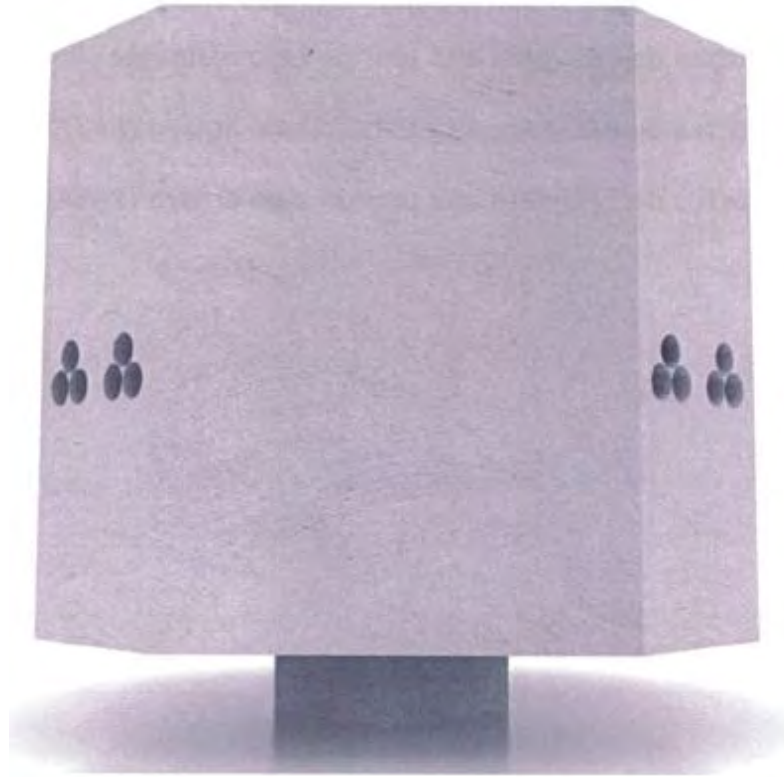
A.1.3 Banco de ductos de PAD para alta tensión bajo arroyo (PA3APAD)

A. 1.4 Banco de ductos de PAD para alta tensión bajo arroyo (PA6APAD)

B) Pozos de visita

B.1 Pozos de visita para alta tensión.

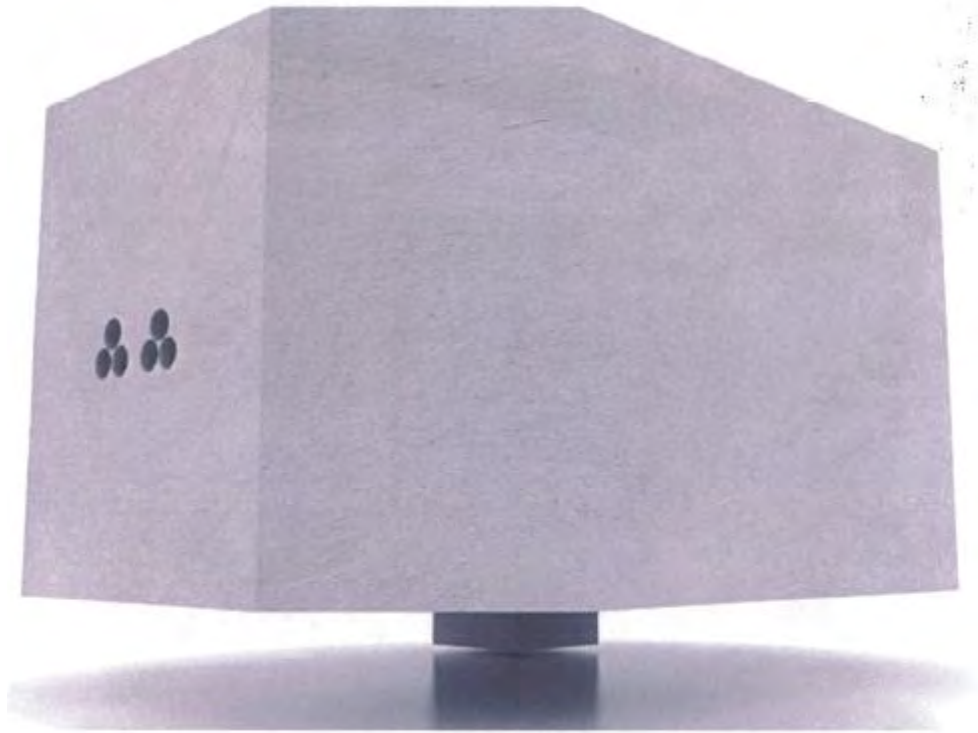
B.1.1 Pozo de visita para alta tensión de paso tipo P-69.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.1		POZO DE VISITA ALTA TENSION TNFMAR-PVATX	CFE-TNFMAR-PVATX

B.1 Pozos de visita para alta tensión.

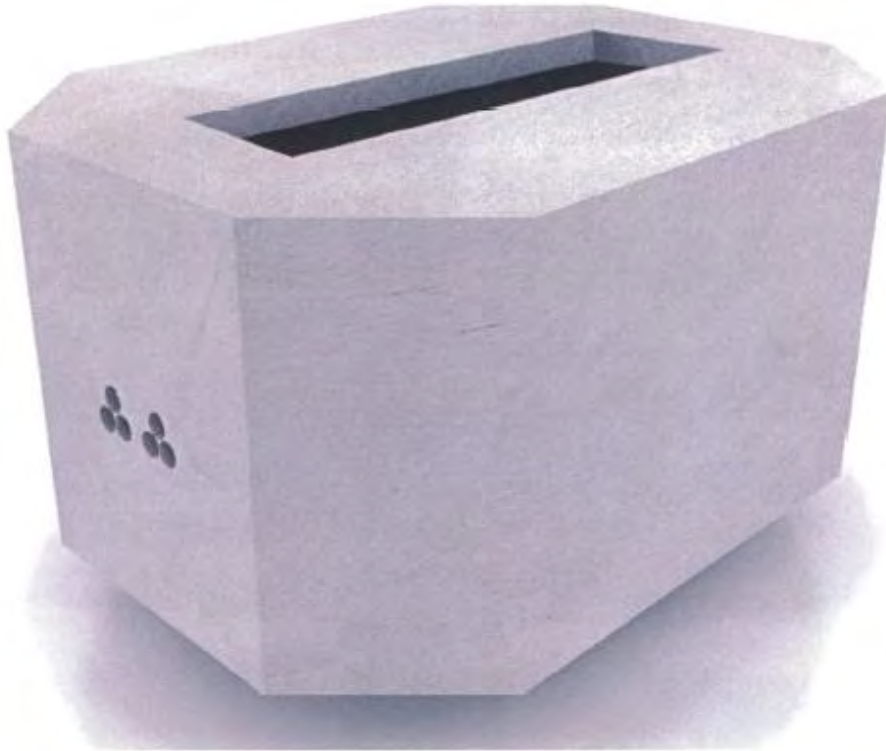
B.1.2 Pozo de visita para alta tensión de paso/empalme tipo E-69/P-115.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.2		POZO DE VISITA ALTA TENSION TNFMAR-PVATP	CFE- TNFMAR -PVATP

B.1 Pozos de visita para alta tensión.

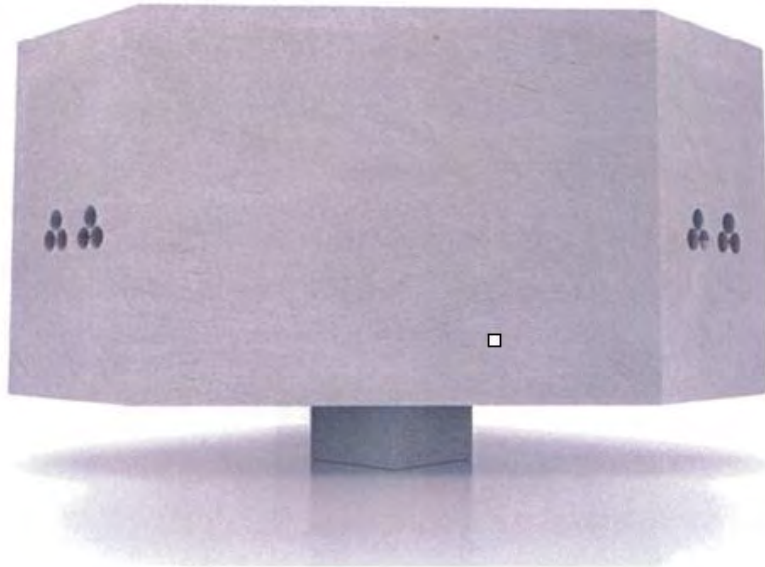
B.1.3 Pozo de visita para alta tensión de empalme E-115-138.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.3		POZO DE VISITA ALTA TENSION TNFMAR-PVATE	CFE- TNFMAR -PVATE

B.1 Pozos de visita para alta tensión.

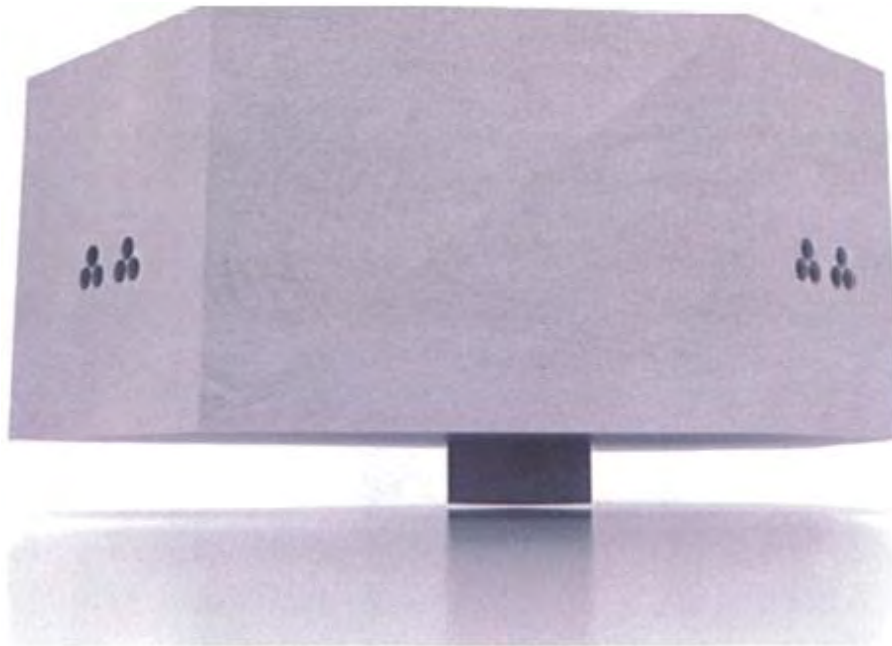
B.1.4 Pozo de visita para alta tensión de paso tipo L.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.4		POZO DE VISITA ALTA TENSION TNFMAR-PVATL	CFE- TNFMAR -PVATL

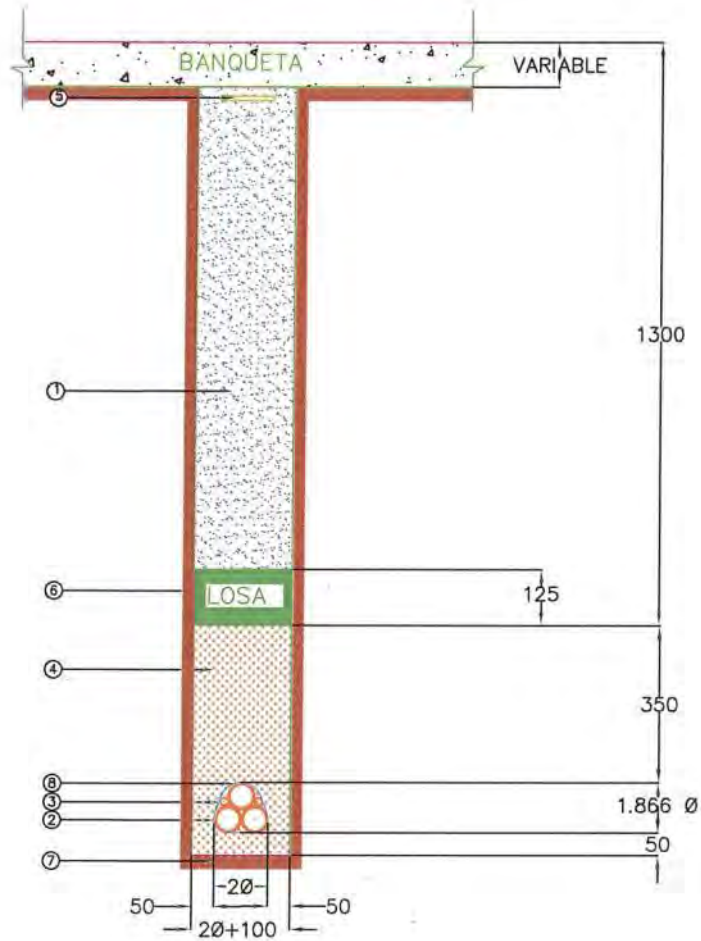
B.1 Pozos de visita para alta tensión.

B.1.5 Pozo de visita para alta tensión de paso tipo T.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1.5		POZO DE VISITA ALTA TENSION TNFMAR-PVATT	CFE- TNFMAR -PVATT

TERRENO NORMAL BANCO DE DUCTOS DE PAD PARA ALTA TENSION BAJO BANQUETA

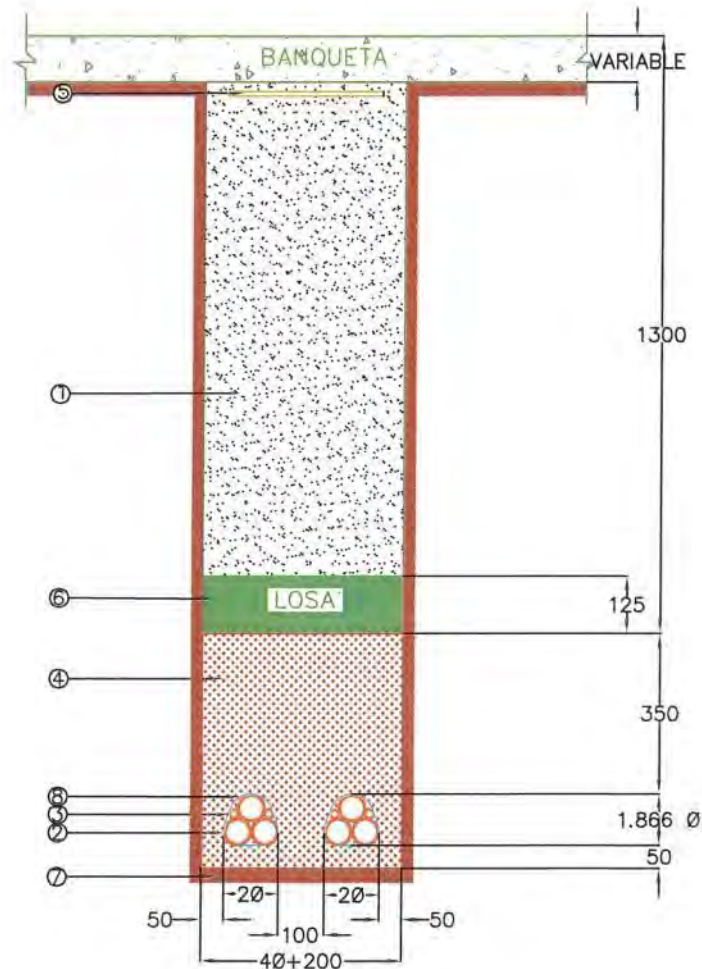


Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO LIBRE DE PIEDRAS (90 % MINIMO)
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 152.4 ó 203.2 mm DE Ø
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8 mm DE Ø PARA ALOJAR NEUTRO, FIBRA OPTICA U OTRO SERVICIO
- 4.- ARENA SILICA COMPACTADA AL 90 % PROCTOR o CONCRETO FLUIDO CON $F_c = 20$ a 50 Kg/cm^2
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 2 Ø DE ANCHO
- 6.- LOSA DE CONCRETO $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ CON MALLA 6-6/10-10
- 7.- PISO COMPACTADO (90 % MINIMO)
- 8.- FLEJE PARA SUJETAR BANCOS DE DUCTOS

TERRENO NORMAL BANCO DE DUCTOS DE PAD PARA ALTA TENSIÓN BAJO BANQUETA



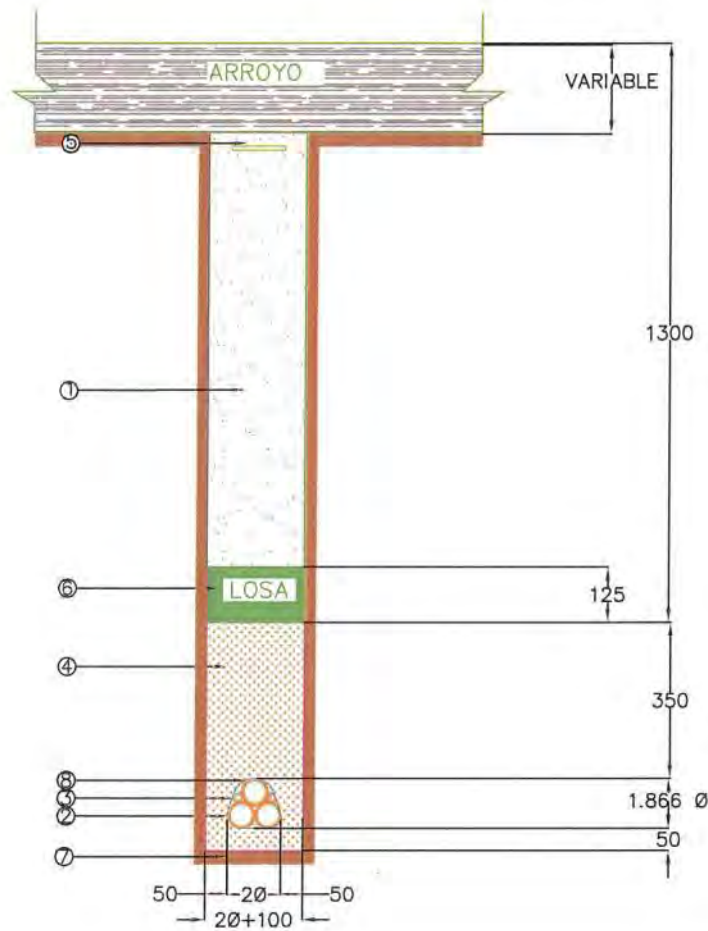
Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO LIBRE DE PIEDRAS (90 % MINIMO)
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 152.4 ó 203.2 mm DE Ø
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8 mm DE φ PARA ALOJAR NEUTRO, FIBRA ÓPTICA U OTRO SERVICIO
- 4.- ARENA SILICA COMPACTADA AL 90 % PROCTOR o CONCRETO FLUIDO CON $F_c = 20$ a 50 Kg/cm^2
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 2 Ø DE ANCHO
- 6.- LOSA DE CONCRETO $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ CON MALLA 6-6/10-10
- 7.- PISO COMPACTADO (90 % MINIMO)
- 8.- FLEJE PARA SUJETAR BANCOS DE DUCTOS

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TERRENO NORMAL BANCO DE DUCTOS DE PAD PARA ALTA TENSION BAJO ARROYO



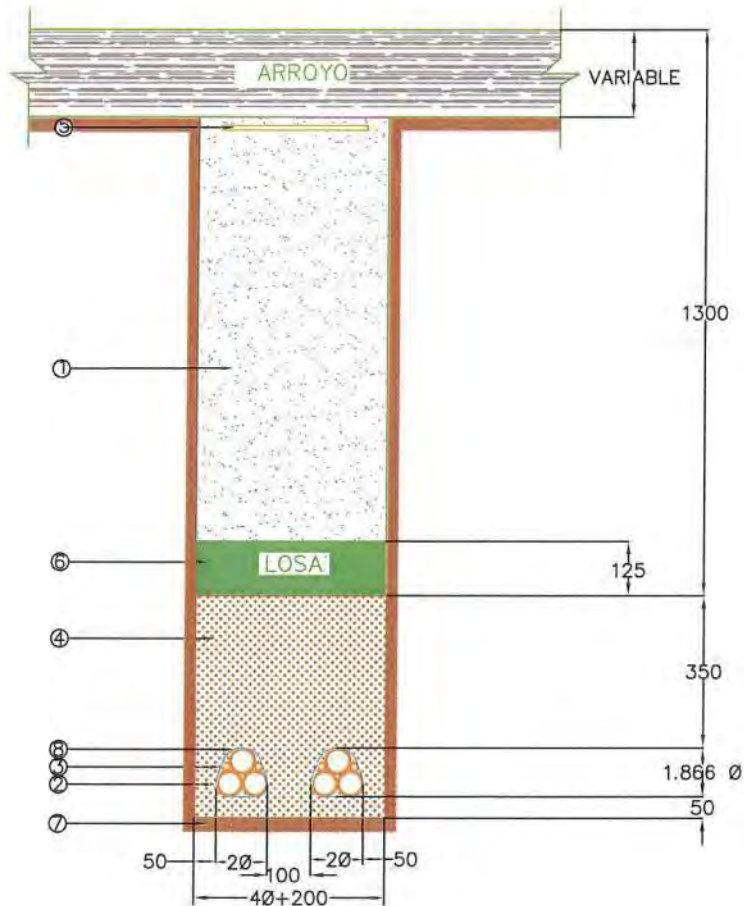
NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO LIBRE DE PIEDRAS (95 % MINIMO)
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 152.4 ó 203.2 mm DE Ø
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8 mm DE φ PARA ALOJAR NEUTRO, FIBRA OPTICA U OTRO SERVICIO
- 4.- ARENA SILICA COMPACTADA AL 90 % PROCTOR o CONCRETO FLUIDO CON $F_c = 20$ a 50 Kg/cm^2
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 2ϕ DE ANCHO
- 6.- LOSA DE CONCRETO $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ CON MALLA 6-6/10-10
- 7.- PISO COMPACTADO (90 % MINIMO)
- 8.- FLEJE PARA SUJETAR BANCOS DE DUCTOS

Acotaciones en mm

140228	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TERRENO NORMAL BANCO DE DUCTOS DE PAD PARA ALTA TENSION BAJO ARROYO



NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO LIBRE DE PIEDRAS (95 % MINIMO)
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 152.4 ó 203.2 mm DE Ø
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8 mm DE Ø PARA ALOJAR NEUTRO, FIBRA OPTICA U OTRO SERVICIO
- 4.- ARENA SILICA COMPACTADA AL 90 % PROCTOR o CONCRETO FLUIDO CON $F_c = 20$ a 50 Kg/cm^2
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 2 Ø DE ANCHO
- 6.- LOSA DE CONCRETO $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ CON MALLA 6-6/10-10
- 7.- PISO COMPACTADO (90 % MINIMO)
- 8.- FLEJE PARA SUJETAR BANCOS DE DUCTOS

Acotaciones en cm

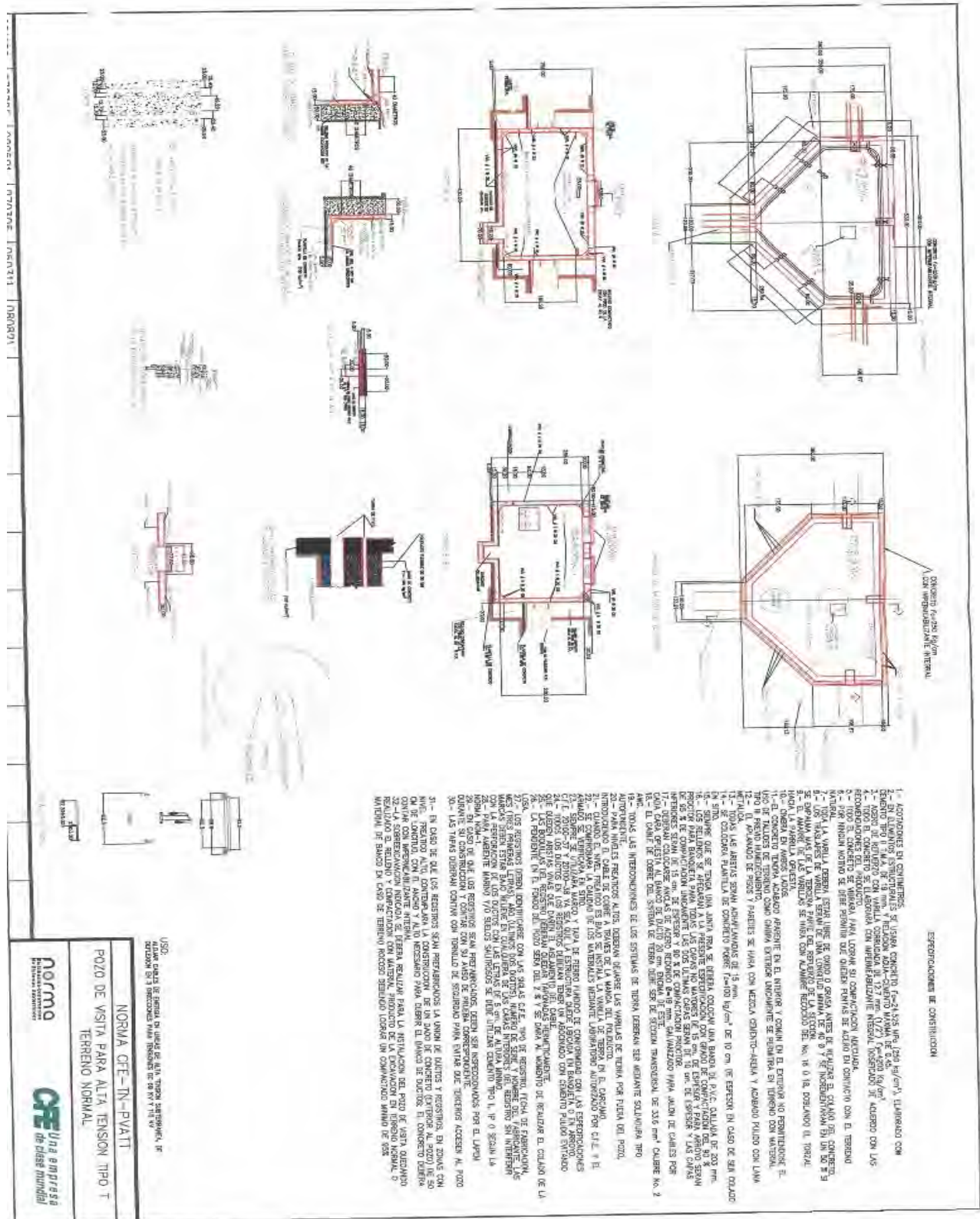
140228	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

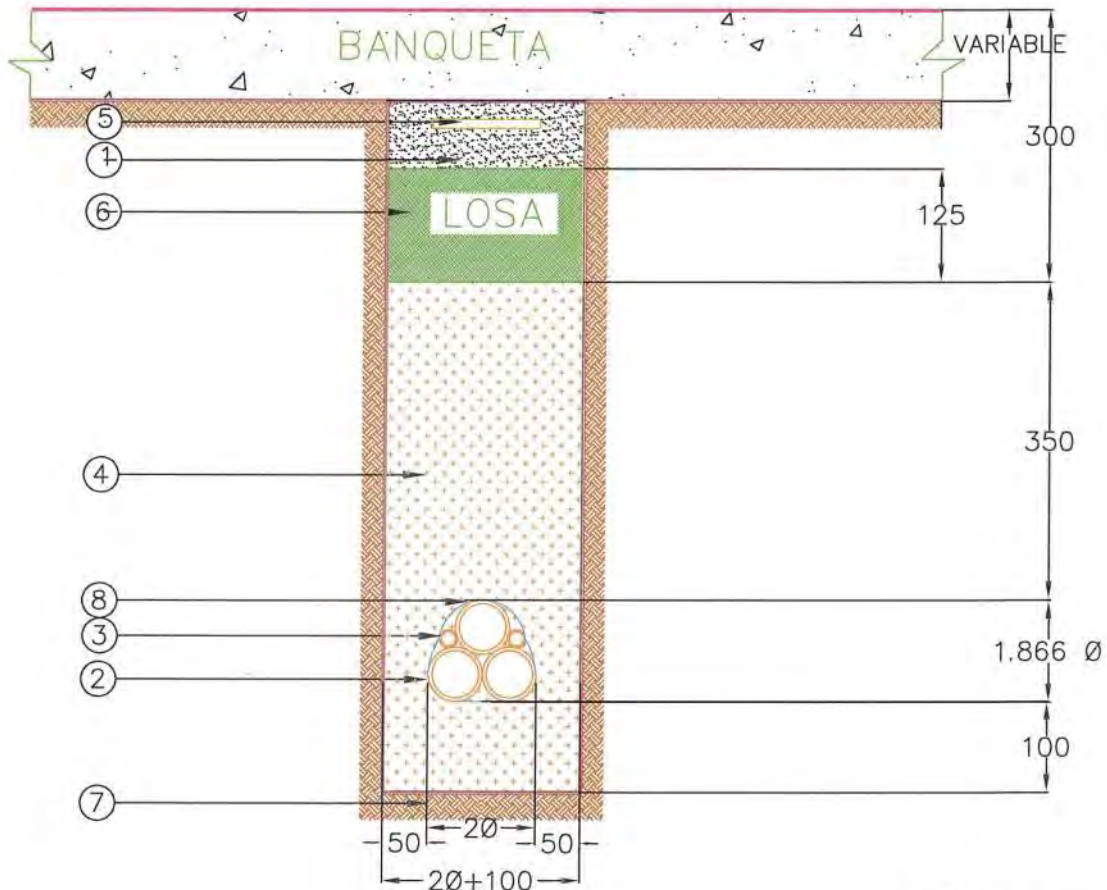
1.- A NOTACIONES EN CENTIMETROS.
 2.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 3.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 4.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 5.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 6.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 7.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 8.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 9.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 10.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 11.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 12.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 13.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 14.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 15.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 16.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 17.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 18.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 19.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 20.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 21.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 22.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 23.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 24.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 25.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 26.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 27.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 28.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 29.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 30.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 31.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 32.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 33.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 34.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 35.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 36.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 37.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 38.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 39.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 40.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 41.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 42.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 43.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 44.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 45.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 46.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 47.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 48.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 49.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 50.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 51.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 52.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 53.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 54.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 55.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 56.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 57.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 58.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 59.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 60.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 61.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 62.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 63.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 64.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 65.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 66.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 67.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 68.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 69.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 70.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 71.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 72.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 73.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 74.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 75.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 76.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 77.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 78.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 79.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 80.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 81.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 82.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 83.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 84.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 85.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 86.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 87.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 88.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 89.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 90.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 91.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 92.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 93.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 94.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 95.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 96.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 97.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 98.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 99.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.
 100.- EN ELIMINACIONES EN CENTIMETROS.

USO:
 APLICAR CABLES DE CABLES DE ALTA TENSION EN ZONAS DE BANDA
 PARA TERRENO NORMAL TIPO I.

norma
 CFE para el cable aluminio



TERRENO CON NIVEL FREÁTICO MUY ALTO O ROCOSO BANCO DE DUCTOS DE
PAD PARA ALTA TENSION BAJO BANQUETA



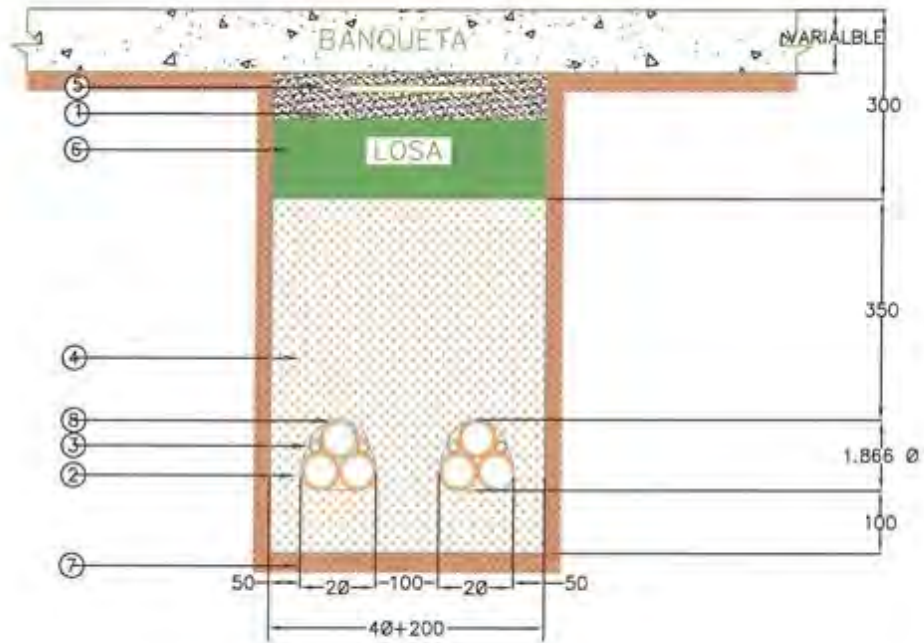
Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO LIBRE DE PIEDRAS (90 % MINIMO)
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 152.4 ó 203.2 mm DE Ø
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8 mm DE Ø PARA ALOJAR NEUTRO, FIBRA OPTICA U OTRO SERVICIO
- 4.- ARENA SILICA COMPACTADA AL 90 % PROCTOR o CONCRETO FLUIDO CON $F_c = 20$ a 50 Kg/cm^2
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 2 Ø DE ANCHO
- 6.- LOSA DE CONCRETO $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ CON MALLA 6-6/10-10
- 7.- PISO COMPACTADO (90 % MINIMO)
- 8.- FLEJE PARA SUJETAR BANCOS DE DUCTOS

140228	Rev									
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TERRENO CON NIVEL FREÁTICO MUY ALTO O ROCOSO BANCO DE DUCTOS DE PAD PARA ALTA TENSION BAJO BANQUETA

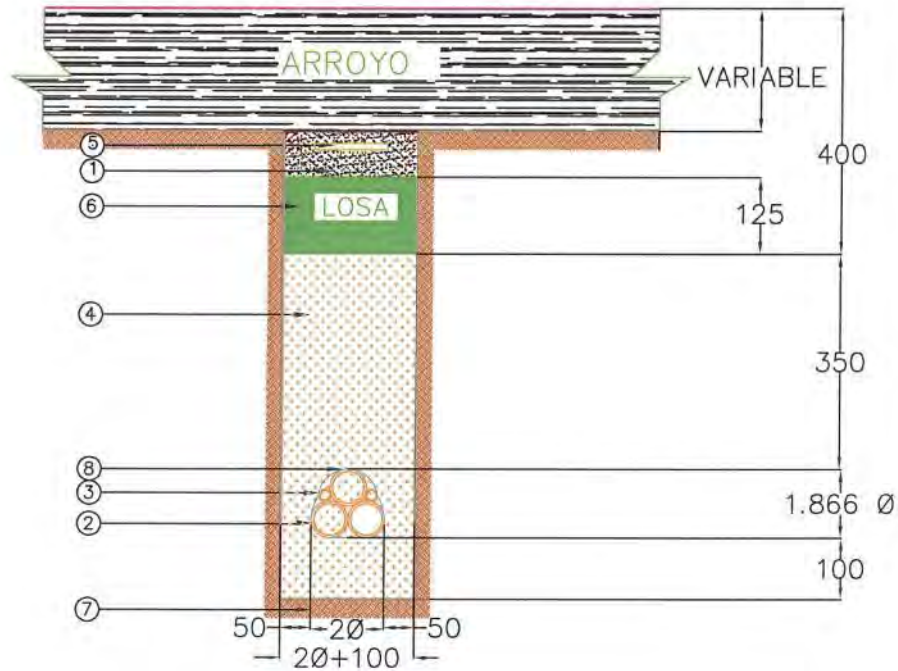


Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO LIBRE DE PIEDRAS (90 % MINIMO)
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 152.4 ó 203.2 mm DE Ø
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8 mm DE Ø PARA ALOJAR NEUTRO, FIBRA OPTICA U OTRO SERVICIO
- 4.- ARENA SILICA COMPACTADA AL 90 % PROCTOR o CONCRETO FLUIDO CON $F_c = 20$ a 50 Kg/cm^2
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 2 Ø DE ANCHO
- 6.- LOSA DE CONCRETO $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ CON MALLA 6-6/10-10
- 7.- PISO COMPACTADO (90 % MINIMO)
- 8.- FLEJE PARA SUJETAR BANCOS DE DUCTOS

TERRENO DON NIVEL FREÁTICO MUY ALTO O ROCOSO BANCO DE DUCTOS DE RAD.
PARA ALTA TENSION BAJO ARROYO

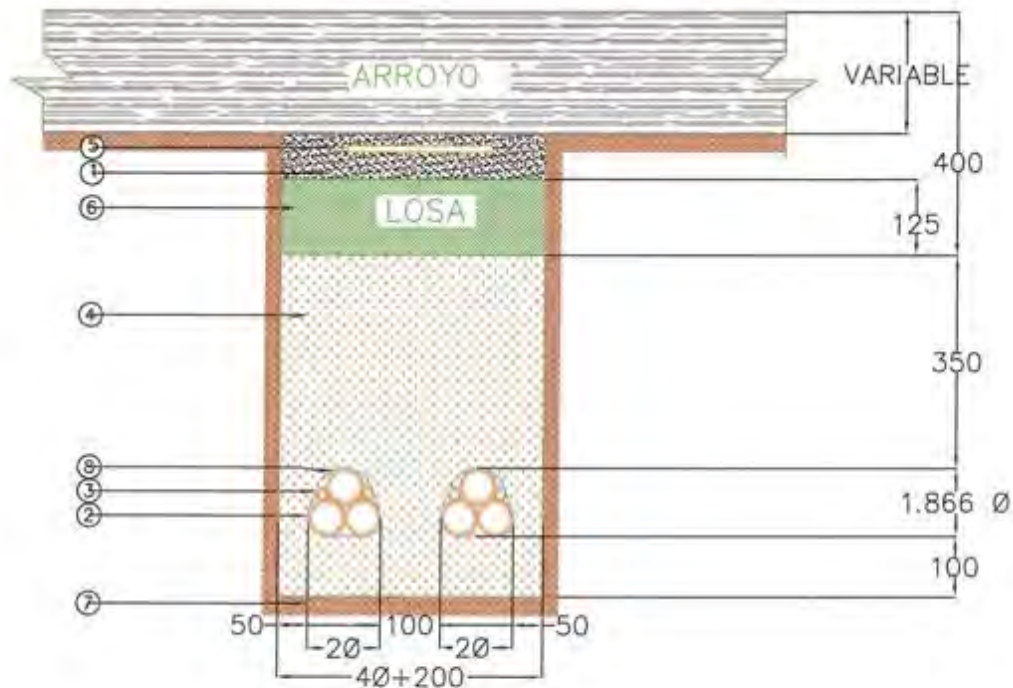


Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO LIBRE DE PIEDRAS (95 % MINIMO)
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 152.4 ó 203.2 mm DE Ø
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8 mm DE Ø PARA ALOJAR NEUTRO, FIBRA OPTICA U OTRO SERVICIO
- 4.- ARENA SILICA COMPACTADA AL 90 % PROCTOR ó CONCRETO FLUIDO CON $F_c = 20$ a 50 Kg/cm^2
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 2 Ø DE ANCHO
- 6.- LOSA DE CONCRETO $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ CON MALLA 6-6/10-10
- 7.- PISO COMPACTADO (90 % MINIMO)
- 8.- FLEJE PARA SUJETAR BANCOS DE DUCTOS

APROBADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Y RECURSOS NUCLEARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS



NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO LIBRE DE PIEDRAS (95 % MÍNIMO)
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 152.4 ó 203.2 mm DE ϕ
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8 mm DE ϕ PARA ALOJAR NEUTRO, FIBRA OPTICA U OTRO SERVICIO
- 4.- ARENA SILICA COMPACTADA AL 90 % PROCTOR o CONCRETO FLUIDO CON $f_c = 20$ a 50 Kg/cm^2
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 2 ϕ DE ANCHO
- 6.- LOSA DE CONCRETO $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ CON MALLA 6-6/10-10
- 7.- PISO COMPACTADO (90 % MÍNIMO)
- 8.- FLEJE PARA SUJETAR BANCOS DE DUCTOS

Acolaciones en cm

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

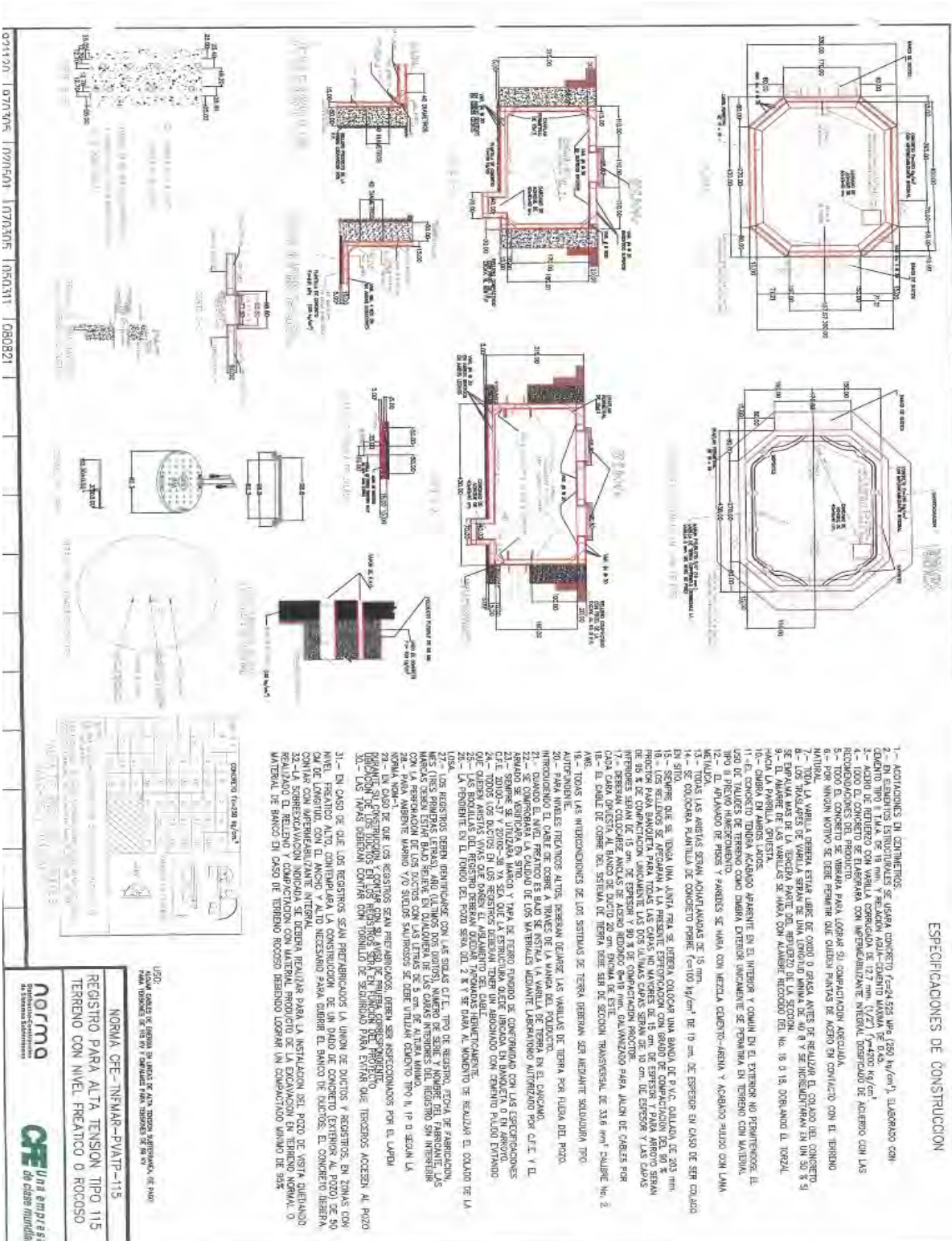
1.- APLICACIONES EN CENICIENTOS.
 2.- EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE USARA CONCRETO F'c=24 MPA (350 kg/cm²), ELABORADO CON CEMENTO POZO II TAMA DE 20 mm y RECAJON M'f=27 (F'c=4200 kg/cm²) y F'c=2700 kg/cm².
 4.- TODO EL CONCRETO SE ELABORARA CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DISPERSADO CON LAS RECOMENDACIONES DEL PRODUCTO.
 5.- TODO EL CONCRETO SE VIBRARA PARA LOGRAR SU COMPACTACION ADECUADA.
 6.- PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE AGRIETAS POR FRACTURAS DE AGUERO EN CONTACTO CON EL TERRENO MATERIAL MINIMO MOTIVO SE DEBE PERMITIR QUE EL AGUERO FORME DE ACERO EN CONTACTO CON EL TERRENO.
 7.- TODA LA VARILLA PERERA ESTARA LIBRE DE OXIDO O PASIVA ANTES DE REALIZAR EL COJUDO DEL CONCRETO.
 8.- LAS VARILLAS DE VARILLA ESTARAN DE UN TIPO MINIMO DE 40 8 Y SE REFORZARAN EN UN 50 % SE DEBERAN USAR LAS VARILLAS DE VARILLA CON ALAMBRE RECORRIDO DEL No. 16 O 18, DEBANDO EL TORSAL HACIA LA PARADA OPERATIVA.
 10.- CUBRIR EN AMBOS LADOS.
 11.- EL CONCRETO DEBERA ACABADO PAVIMENTE EN EL INTERIOR Y GRANA EN EL EXTERIOR NO PERMITIENDOSE EL TIPO III, APUNDO DE PISOS Y PAREDES SE HARA CON MEZCLA CEMENTO-ARENA Y ACABADO SUAVO CON LANA METALLICA.
 12.- LAS ABERTURAS SERAN ACABADAS CON F'c=100 kg/cm² DE 10 cm. DE ESPESOR EN CASO DE SER COJUDO EN SITIO.
 13.- SI COJODORA EN SITIO SE USARA F'c=100 kg/cm² DE 10 cm. DE ESPESOR EN CASO DE SER COJUDO EN SITIO.
 14.- SIEMPRE QUE SE TENGA UNA JUNTA FRIA SE VIBRARA COJODO UN BANDA DE PAV. CALADA DE 203 mm.
 15.- LOS REJANOS SE REFORZARAN CON VARILLAS DE ACERO EN CONTACTO CON EL TERRENO DE 30 % REFORZADO EN TODAS LAS CAPAS NO MAYORES DE 15 cm. DE ESPESOR Y PARA ABERTO SERAN DE 50 % DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm. DE ESPESOR Y LAS CAPAS INTERIORES SERAN DE 15 cm. DE ESPESOR Y 80 % DE COMPACTACION PROXIMA.
 17.- DEBERAN COLOCARSE ANCHO DE CINTRO MEDIANO UN FIBRO CALAMAZADO PARA ALON DE CABLES POR 10 CM. DE ESPESOR EN CASO DE SER COJODO EN SITIO.
 18.- EL CABLE DE COBRE DEL SISTEMA DE TIERRA DEBE SER DE SECCION TRANSVERSAL DE 316 mm² CALIBRE No. 2 AWG.
 19.- TODAS LAS ANTIREFLEXIONES DE LOS SISTEMAS DE TIERRA DEBERAN SER MEDIANTE SOLAMURA TIPO AUTOPUNENTE.
 20.- EN LOS CASOS DE TIERRAS SECAS DEBERAN USARSE LAS VARILLAS DE TIERRA POR FIBRA DEL POZO, ANTIREFLEXION EL CABLE DE COBRE A TRAVES DE LA MANICA DEL PRODUCTO.
 21.- CUANDO EL NIVEL FREATICO ES BAJO SE INSTALA LA VARILLA DE TIERRA EN EL CARCANO.
 22.- SE COMPROBARA LA CALIDAD DE LOS MATERIALES MEDIANTE LABORATORIO AUTORIZADO POZO DIEZ Y EL ACABADO SE UTILIZARA MARGO Y TAPA DE FIERRO FUNDIDO DE COMPACTADO CON LAS ESPECIFICACIONES C.F.E. 2010-17 Y 2010-39 VA SEA QUE LA ESTRUCTURA QUE OPERA EN BANCOS O EN PROFUNDO.
 24.- EN LOS CASOS DE TIERRAS SECAS DEBERAN USARSE LAS VARILLAS DE TIERRA EN EL CARCANO.
 25.- LAS BOLLAS DEL RESISTIVO DEBERAN CUBRIRSE MEDIANTE HERMETICIZANTE.
 26.- LA FIBRADA EN EL FONDO DEL POZO SERA DEL 2 % Y SE DARA EL MOMENTO DE REALIZAR EL COJUDO DE LA ZONA.
 27.- LOS REFORZOS SERAN IDENTIFICAR CON LAS SIGLAS C.F.E. TIPO DE REGISTRO, TEGIA DE FABRICACION, MES TRES PROMEDIO LETRAS, AÑO ULTIMOS DOS DIGITOS, NUMERO DE SERIE Y NOBRE DE FABRICANTE, LAS MARCAS DEBERAN ESTAR BASTO RESERVA EN COJODORA DE LAS CAPAS DE ALTA TENSION.
 28.- LAS BOLLAS DEL RESISTIVO DEBERAN CUBRIRSE MEDIANTE HERMETICIZANTE.
 29.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 30.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 31.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 32.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 33.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 34.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 35.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 36.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 37.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 38.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 39.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 40.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 41.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 42.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 43.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 44.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 45.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 46.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 47.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 48.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 49.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 50.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 51.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 52.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 53.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 54.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 55.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 56.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 57.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 58.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 59.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 60.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 61.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 62.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 63.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 64.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 65.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 66.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 67.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 68.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 69.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 70.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 71.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 72.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 73.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 74.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 75.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 76.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 77.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 78.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 79.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 80.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 81.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 82.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 83.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 84.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 85.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 86.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 87.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 88.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 89.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 90.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 91.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 92.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 93.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 94.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 95.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 96.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 97.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 98.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 99.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.
 100.- EN CASO DE QUE LOS REFORZOS SEAN REFORZADOS, DEBERAN SER ANTIREFLEXION POR EL LARGO.

USO:
 APLICACIONES EN CENICIENTOS EN CASO DE ALTA TENSION SUBTERRANEA DE 15KV
 PARA SISTEMAS DE TIERRA - 15KV

NORMA CFE-TINMAR-PVATE
 REGISTRO PARA ALTA TENSION TIPO E
 TERRENO CON NIVEL FREATICO O RICOSO

norma
 de alta tension
 CFE
 de alta tension

140228 Rev



ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

- 1.- APLICACIONES DE CONCRETOS.
- 2.- EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE USARA CONCRETO F-254 (254 kgf/cm²) ELABORADO CON CEMENTO TIPO III, EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 3.- EL CONCRETO DEBEN DE SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 4.- 1000 EL CONCRETO SE ELABORARA CON INCREMENTALIZANTE INTERIOR DISPONIBLE DE ADECUO CON LAS RECOMENDACIONES DEL PRODUCTO.
- 5.- TODO EL CONCRETO SE VERIFIQUE PARA USAR SI CORRESPONDIERE ASOCIADA.
- 6.- NUNCA SE DEBE PERMITIR QUE CUBIERA FINCA DE ACERO EN CONTACTO CON EL TERRENO NATURAL, NUNCA MONTO DE ODE PERMITIR QUE CUBIERA FINCA DE ACERO EN CONTACTO CON EL TERRENO NATURAL.
- 7.- TODA LA VARILLA DE VARILLA ESTAY LIBRE DE OXIDO O GRASA ANTES DE REALIZAR EL CASADO DEL CONCRETO.
- 8.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 9.- EL CASADO DE LAS VARILLAS SE HARÁ CON ALAMBRE RECORRIDO DEL No. 16 O 18, DORANDO EL TORZAL HACIA LA PARRILLA EXTERNA.
- 10.- CUBRIR EN AMBOS LADOS.
- 11.- EL CONCRETO DEBE SER ACABADO IMPRONTA EN EL INTERIOR Y CORRAL EN EL EXTERIOR NO PERMITIENDO EL TIPO II NICHO HUECO EN LOS LADOS.
- 12.- EL APALMADO DE PISOS Y PAREDES SE HARÁ CON MEZCLA CONCRETO-ARENA Y ACABADO SUAVIO CON LIMA MENUDA.
- 13.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBE SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 14.- SE USARÁ PARRILLA DE CONCRETO POREO F-1000 (kg/cm²) DE 10 cm DE ESPESOR EN CASO DE SER COJUDO EN SITIO.
- 15.- SE USARÁ UN TAPA PARA ELABORAR CON UNA MANO DE PUNO CALADA DE 203 mm (8") DE DIAMETRO PARA LAS CUBAS, NO MAYORES DE 15 cm DE ESPESOR Y PARA ABRETO SERAN DE 50 % DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm DE ESPESOR Y LAS CAPAS INTERIORES SERAN DE 15 cm DE ESPESOR Y 90 % DE COMPACTACION PROCTOR.
- 16.- SE USARÁ UN TAPA PARA ELABORAR CON UNA MANO DE PUNO CALADA DE 203 mm (8") DE DIAMETRO PARA LAS CUBAS, NO MAYORES DE 15 cm DE ESPESOR Y PARA ABRETO SERAN DE 50 % DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm DE ESPESOR Y LAS CAPAS INTERIORES SERAN DE 15 cm DE ESPESOR Y 90 % DE COMPACTACION PROCTOR.
- 17.- SE USARÁ UN TAPA PARA ELABORAR CON UNA MANO DE PUNO CALADA DE 203 mm (8") DE DIAMETRO PARA LAS CUBAS, NO MAYORES DE 15 cm DE ESPESOR Y PARA ABRETO SERAN DE 50 % DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm DE ESPESOR Y LAS CAPAS INTERIORES SERAN DE 15 cm DE ESPESOR Y 90 % DE COMPACTACION PROCTOR.
- 18.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 19.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 20.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 21.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 22.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 23.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 24.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 25.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 26.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 27.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 28.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 29.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 30.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 31.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 32.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 33.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 34.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 35.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 36.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 37.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 38.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 39.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 40.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 41.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 42.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 43.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 44.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 45.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 46.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 47.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 48.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 49.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 50.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 51.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 52.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 53.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 54.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 55.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 56.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 57.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 58.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 59.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 60.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 61.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 62.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 63.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 64.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 65.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 66.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 67.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 68.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 69.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 70.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 71.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 72.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 73.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 74.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 75.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 76.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 77.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 78.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 79.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 80.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 81.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 82.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 83.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 84.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 85.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 86.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 87.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 88.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 89.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 90.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 91.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 92.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 93.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 94.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 95.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 96.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 97.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 98.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 99.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)
- 100.- EL CASADO DE LAS VARILLAS DEBEN SER EN UN RANGO DE 12,7 mm (1/2") F-4200 (kg/cm²)

USO:
LICHA CALADA DE SERVIDOR Y UNICA DE ALTA MESA, SERVIDOR, DE PUNO
PARA TRABAJOS DE TIPO IV Y SERVIDOR PARA TRABAJOS DE TIPO IV

NORMA CFE-TNFMAR-EVATE-115

REGISTRO PARA ALTA TENSION TIPO 115
TERRENO CON NIVEL FREATICO O ROCOSO

Norma
de Construcción Subterránea

CFE
Una empresa
de Chile

7.1.1 Tapas

A) TAPA Y ARO 84 B DE HIERRO FUNDIDO PARA BANQUETA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa circular de fierro fundido de diámetro 823mm con acabado antiderrapante. Aro de fierro fundido de diámetro exterior de 915mm interior 835mm.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-Herrajes y Accesorios. CFE2DI00-04 Tapa y Aro 84B de Hierro Fundido para Banqueta.
USO Y APLICACIÓN	Acoplada al aro 84B cubre el acceso de los pozos de visita y registros de Media tensión ubicados en la banqueta.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

A) TAPA Y ARO 84 B DE HIERRO FUNDIDO PARA BANQUETA.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
A.1	176690	TAPA DE FIERRO FUNDIDO BANQUETA 84B	CFE-TA84BHFB
A.2	177808	ARO DE FIERRO FUNDIDO BANQUETA 84B	CFE-TA84BHFB
A.3		ARO Y TAPA CON BISAGRA	CFE-TA84BHFB

7.1.2 Tapas

B) TAPA Y MARCO 84 A DE HIERRO FUNDIDO PARA ARROYO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa circular de hierro fundido de diámetro 823mm con acabado antiderrapante. Con dos asas de hierro redondo con marco de hierro fundido de forma cuadrada de 988mm por lado y con diámetro interior de 835mm deberá de tener nervaduras para lograr resistencia mecánica al tráfico pesado.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-Herrajes y Accesorios, 2DI00-37 Tapa y Marco 84A de hierro fundido para arroyo.
USO Y APLICACIÓN	El marco se instala en los registros y pozos de visita para recibir la tapa de 84 a hierro fundido que se ubican en el arroyo con intenso tráfico.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

B) TAPA Y MARCO 84 A DE HIERRO FUNDIDO PARA ARROYO.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.1	138402	TAPA DE FIERRO FUNDIDO ARROYO 84A	CFE-TM84AHFA
B.2	177809	MARCO DE FIERRO FUNDIDO ARROYO 84A	CFE-TM84AHFA
B.3	653341	MARCO Y TAPA CON BISAGRA	CFE-TM84AHFA

7.1.3 Tapas

C) TAPA Y ARO 84 B DE MATERIAL POLIMÉRICO PARA BANQUETA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa circular de material polimérico de diámetro 823 mm con acabado antiderrapante. Aro del mismo material del diámetro exterior 915 mm e interior 835 mm.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023 Herrajes y Accesorios. CFE 2DI00-39 Tapa y Aro 84B de material polimérico para Banqueta.
USO Y APLICACIÓN	Acoplada al aro 84B cubre el acceso de los pozos de visita y registros ubicados en la banqueta. Se usa en casos de alto índice de vandalismo y en área de alta contaminación.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

C) TAPA Y ARO 84 B DE MATERIAL POLIMÉRICO PARA BANQUETA.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
C.1	269146	TAPA DE MATERIAL POLIMERICO BANQUETA 84B	CFE-TA84BMPB

7.1.4 Tapas

D) TAPA Y MARCO 84 A DE MATERIAL POLIMÉRICO PARA ARROYO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tapa circular de material polimérico de diámetro 823mm con acabado antiderrapante con dos asas de fiero redondo con marco de material polimérico de forma cuadrada de 899mm por lado y con diámetro interior de 835mm. Deberá tener nervaduras para lograr resistencia mecánica al tráfico pesado.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-Herrajes y Accesorios. CFE 2DI00-38 Tapa y Marco 84A de Material Polimérico para Arroyo.
USO Y APLICACIÓN	Acoplada al aro 84 A cubre el acceso de los pozos de visita y registros ubicados en la banqueta. Se usa en casos de alto índice de vandalismo y en área de alta contaminación.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

D) TAPA Y MARCO 84 A DE MATERIAL POLIMÉRICO PARA ARROYO.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
D.1	260433	TAPA DE MATERIAL POLIMERICO ARROYO 84A	CFE-TM84AMPA

E) REJILLA PROTECTORA PARA POZO DE VISITA DE ALTA TENSIÓN.

7.1.5 Consideraciones para la obra civil.

A) COLOCACIÓN DE COPLES Y CONFIGURACIÓN EN TRIÁNGULO EQUILÁTERO DE BANCO DE DUCTOS PAD.



B) PENDIENTES DE BANCOS DE DUCTOS.



C) CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA



7.2 Soportería**7.2.1 En pozos de visita**

A) CONJUNTO DE CORREDERA Y MÉNSULA DE FIERRO GALVANIZADO.

**CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES**

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Ménsula de fierro solera 9.5 x 38 mm acabado galvanizado. Fierro redondo de 9.5 x 127 mm doblado en frío con orillas redondeadas sin rebabas, galvanizado por inmersión caliente después de maquinado.
ESPECIFICACION	NRF-023 Herrajes y Accesorios.
USO Y APLICACION	Colocada en corredora de fierro galvanizado por medio de perno CS, soportan Ménsulas CS 37 para sostener cables BT y MT.
PRUEBAS	Mecánicas.

A) CONJUNTO DE CORREDERA Y MÉNSULA DE FIERRO GALVANIZADO.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	NORMA
A.1	10779	CORREDERA 600	CFE-CCMFG
A.2	68292	CORREDERA 1000	CFE-CCMFG
A.3		MÉNSULA CS 125	CFE-CCMFG
A.4	893	MÉNSULA CS 250	CFE-CCMFG
A.5	894	MÉNSULA CS 350	CFE-CCMFG
A.6	10778	PERNO CS	CFE-CCMFG

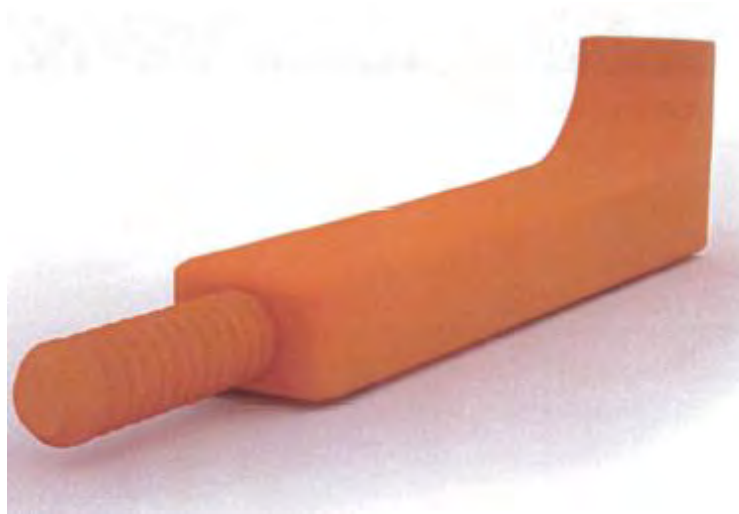
B) CONJUNTO DE CORREDERA Y MÉNSULA DE FIBRA DE VIDRIO.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL , FORMA Y ACABADO	Conjunto de soportería para cable de fibra de vidrio, formado por corredera y ménsula, con acabado liso y resistentes a la corrosión en zonas de alta contaminación.
ESPECIFICACION	NRF-023 Herrajes y Accesorios.
USO Y APLICACION	Conjunto de soporteía de fibra de vidrio para sostener cables de Media Tensión hasta 35 kV y 1500 kCM..
PRUEBAS	Mecánicas.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	NORMA
B.1	68935	CORREDERA DE FIBRA DE VIDRIO	CFE-CCMFV
B.2	68936	MENSULA DE FIBRA DE VIDRIO	CFE-CCMFV

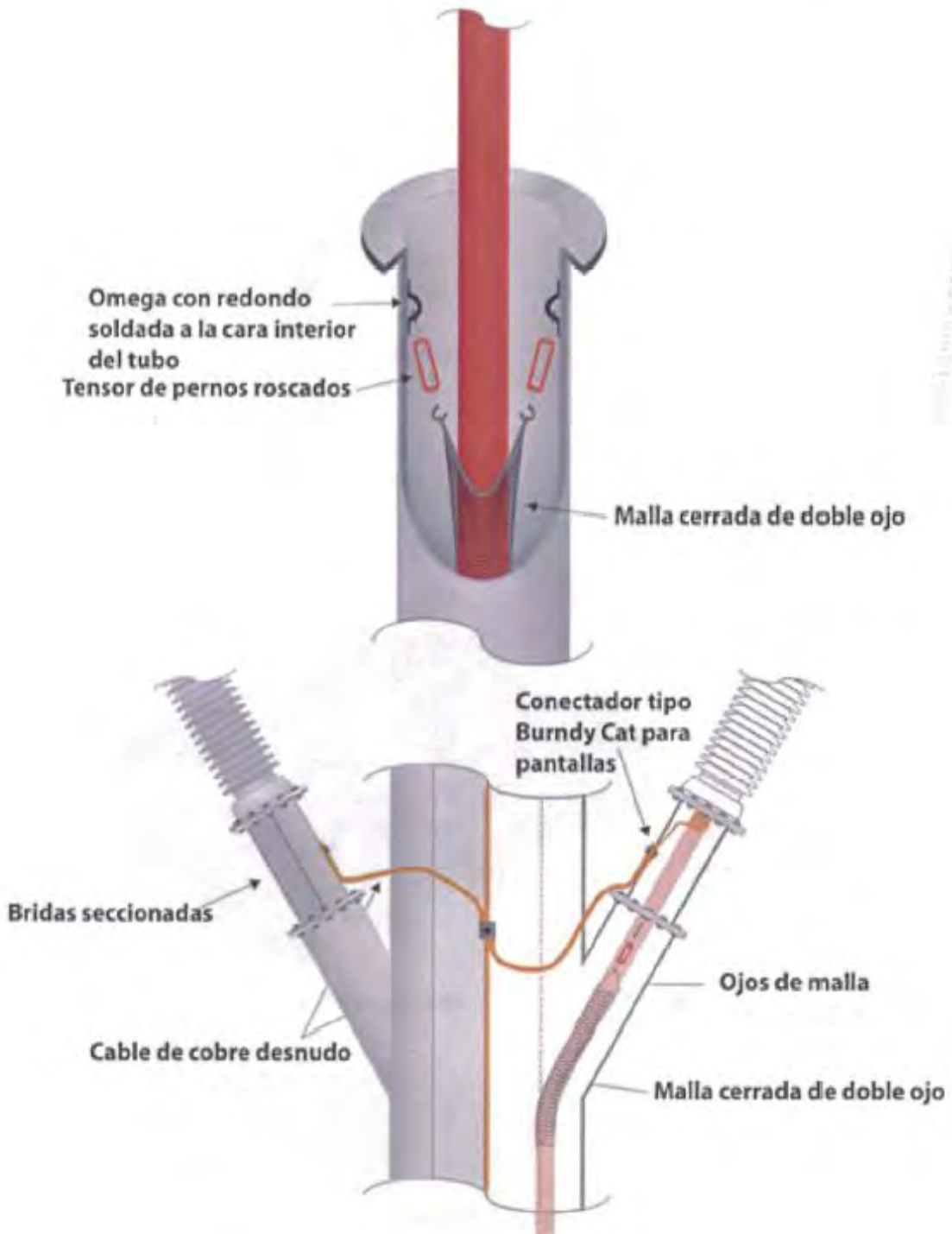
C) SOPORTE DE CABLES SUBTERRÁNEOS SCS.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Polipropileno de alta densidad
ESPECIFICACION	NRF-023
USO Y APLICACION	Empotrado el soporte en el concreto hidráulico, sostiene cables de media y baja tensión de redes subterráneas.
PRUEBAS	Mecánicas

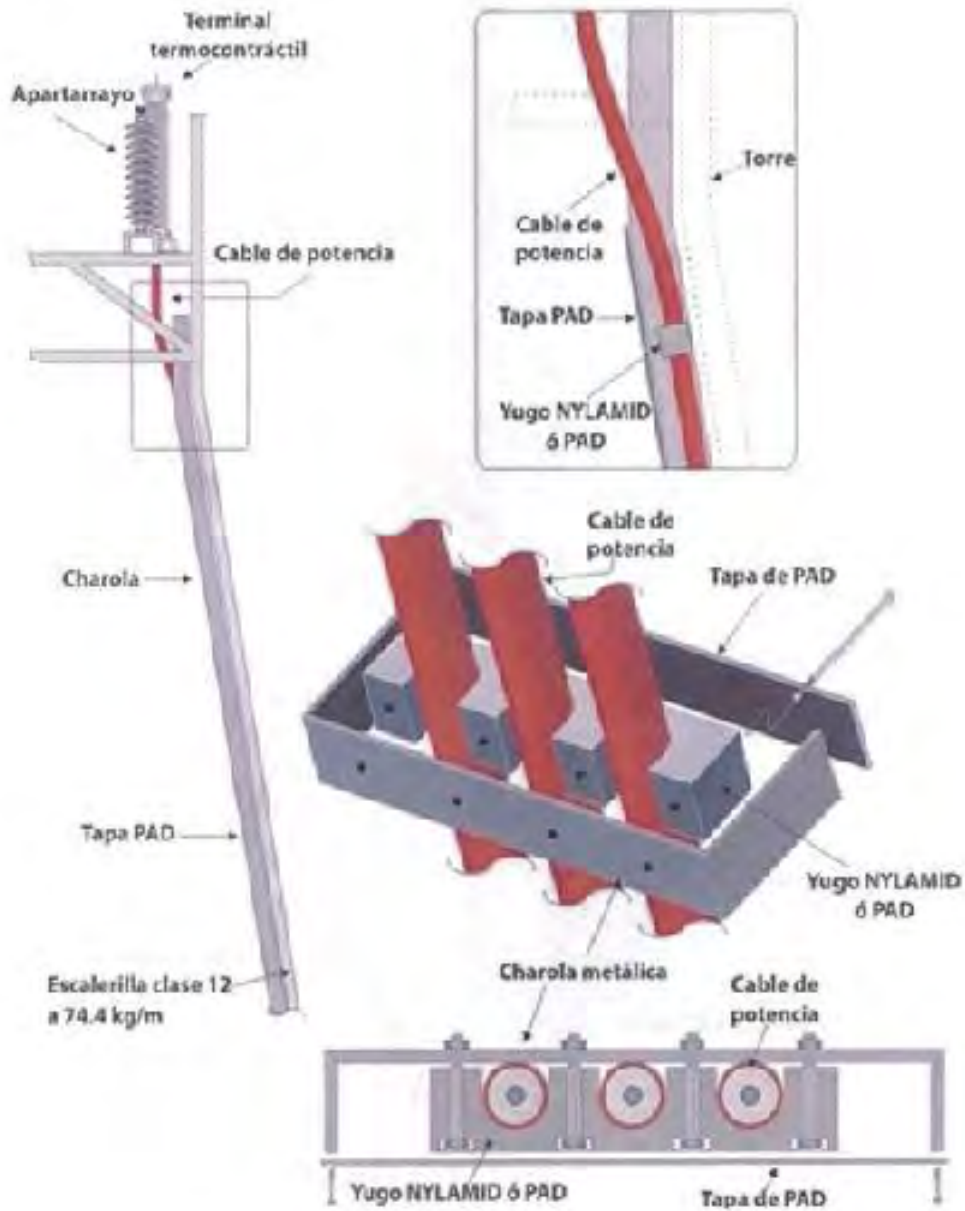
No.	Código MySAP	Descripción Corta	NORMA
C.1	68935	SOPORTE CS 14	CFE-SCS

7.2.2 En poste troncopiramidal



7.2.3 En estructuras y torres

DETALLES



7.3 Transiciones

7.3.1 En poste troncopiramidal

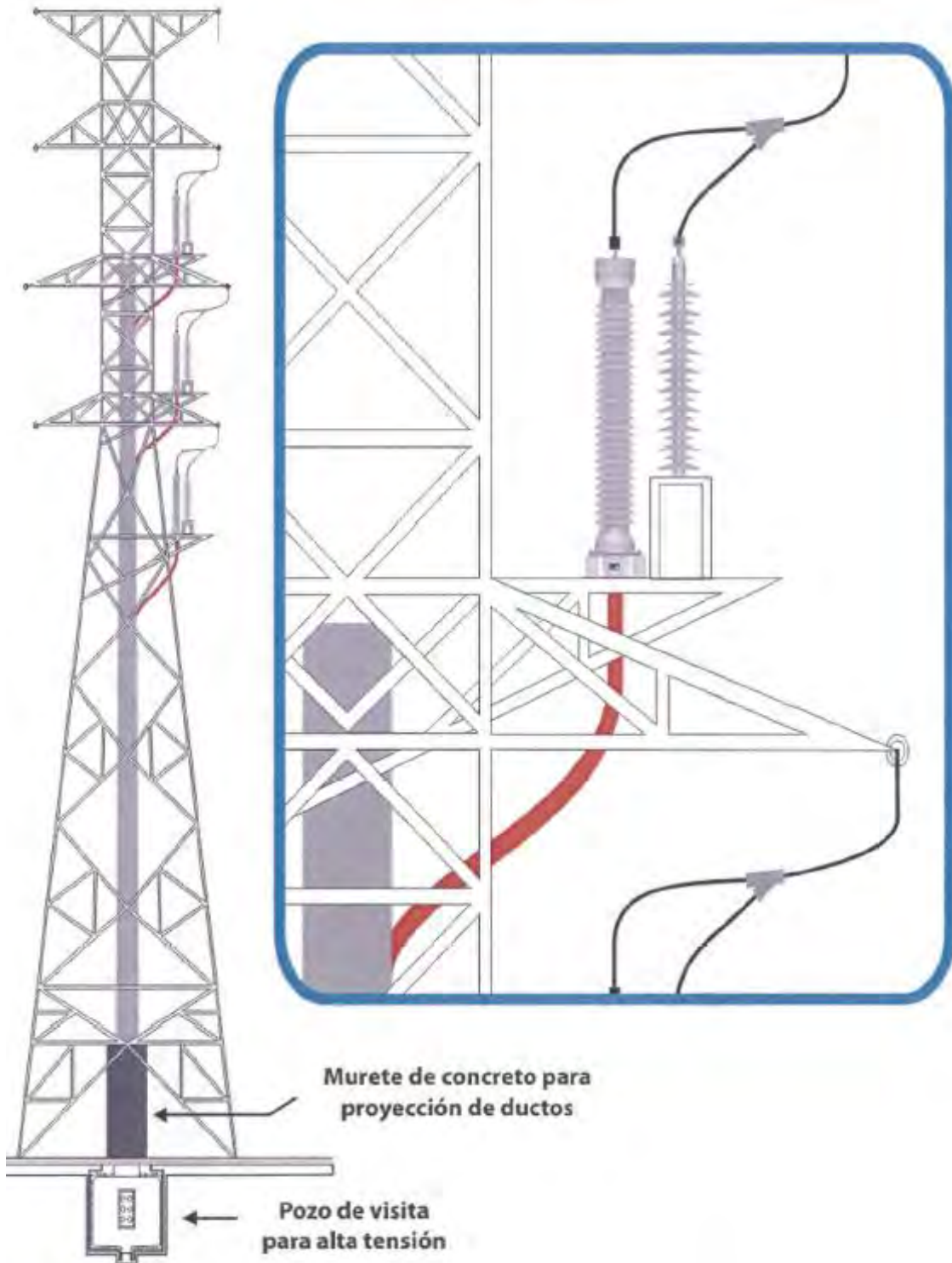
POSTE TRONCOPIRAMIDAL PARA
TRANSICIÓN DE UNA LINEA
SUBTERRÁNEA



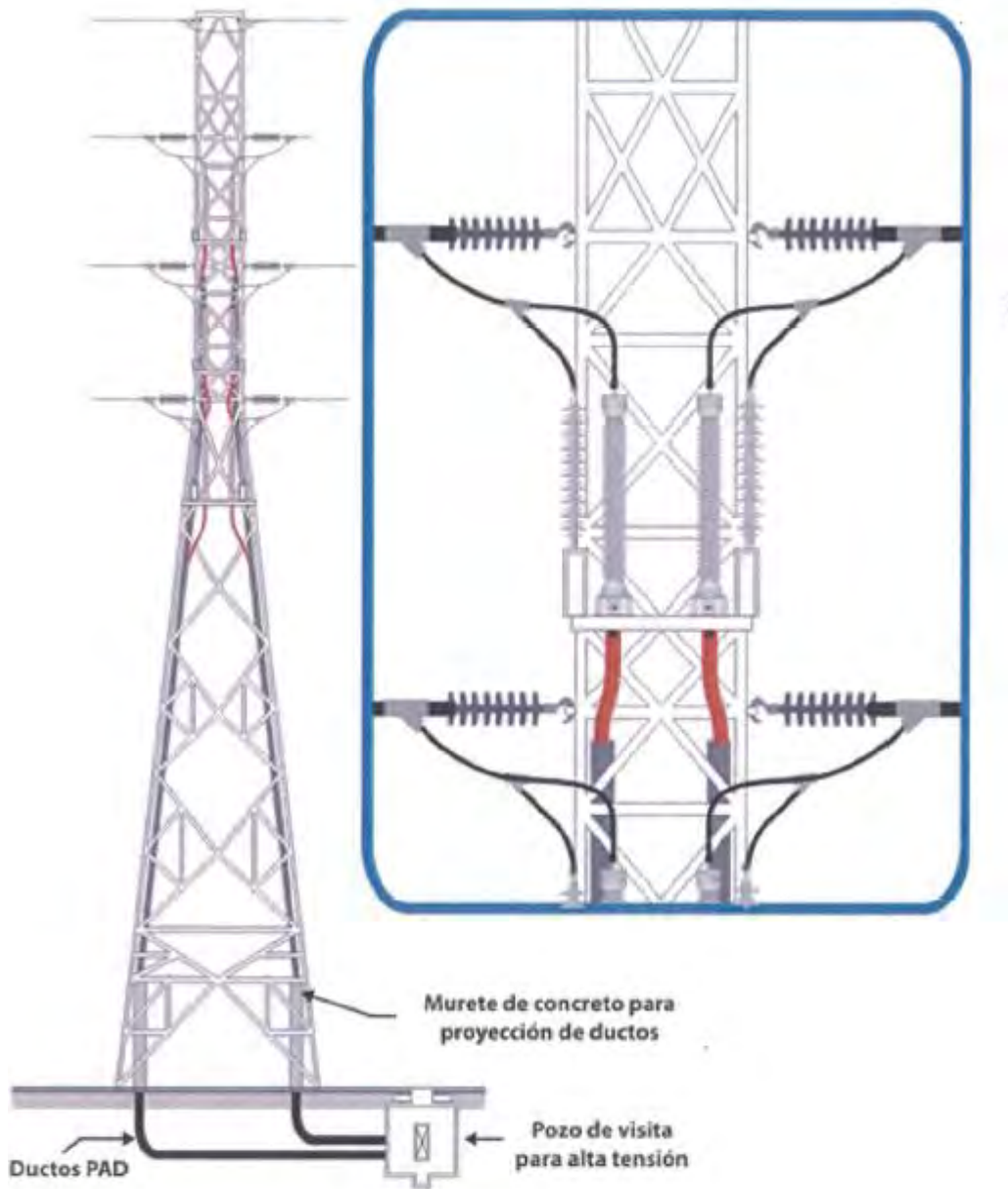
POSTE TRONCOPIRAMIDAL PARA
TRANSICIÓN DE DOS LINEAS
SUBTERRÁNEAS



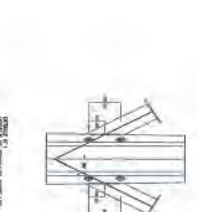
7.3.2 En torres




TRANSICIONES EN TORRES



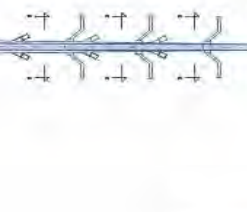
921120
9703005
0205001
0703005
050311
050521



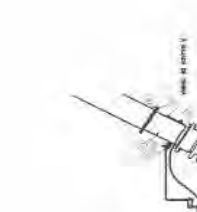
DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY




DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY



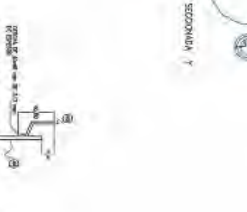
DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY



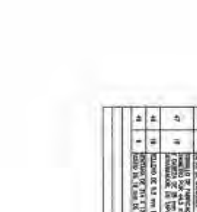
DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY




DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY




DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY




DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY




DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY




DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY



DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY

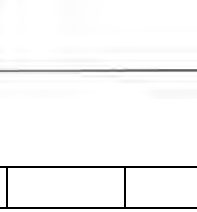


DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY

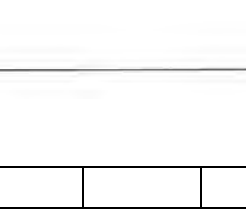


DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY

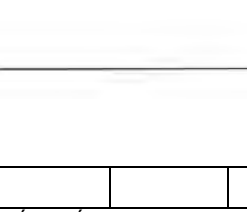
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 100 MM DE DIAMETRO	M	100	1.200	120.000
2	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 150 MM DE DIAMETRO	M	100	1.500	150.000
3	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 200 MM DE DIAMETRO	M	100	2.000	200.000
4	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 250 MM DE DIAMETRO	M	100	2.500	250.000
5	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 300 MM DE DIAMETRO	M	100	3.000	300.000
6	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 350 MM DE DIAMETRO	M	100	3.500	350.000
7	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 400 MM DE DIAMETRO	M	100	4.000	400.000
8	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 450 MM DE DIAMETRO	M	100	4.500	450.000
9	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 500 MM DE DIAMETRO	M	100	5.000	500.000
10	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 550 MM DE DIAMETRO	M	100	5.500	550.000
11	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 600 MM DE DIAMETRO	M	100	6.000	600.000
12	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 650 MM DE DIAMETRO	M	100	6.500	650.000
13	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 700 MM DE DIAMETRO	M	100	7.000	700.000
14	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 750 MM DE DIAMETRO	M	100	7.500	750.000
15	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 800 MM DE DIAMETRO	M	100	8.000	800.000
16	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 850 MM DE DIAMETRO	M	100	8.500	850.000
17	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 900 MM DE DIAMETRO	M	100	9.000	900.000
18	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 950 MM DE DIAMETRO	M	100	9.500	950.000
19	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1000 MM DE DIAMETRO	M	100	10.000	1.000.000
20	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1050 MM DE DIAMETRO	M	100	10.500	1.050.000
21	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1100 MM DE DIAMETRO	M	100	11.000	1.100.000
22	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1150 MM DE DIAMETRO	M	100	11.500	1.150.000
23	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1200 MM DE DIAMETRO	M	100	12.000	1.200.000
24	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1250 MM DE DIAMETRO	M	100	12.500	1.250.000
25	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1300 MM DE DIAMETRO	M	100	13.000	1.300.000
26	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1350 MM DE DIAMETRO	M	100	13.500	1.350.000
27	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1400 MM DE DIAMETRO	M	100	14.000	1.400.000
28	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1450 MM DE DIAMETRO	M	100	14.500	1.450.000
29	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1500 MM DE DIAMETRO	M	100	15.000	1.500.000
30	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1550 MM DE DIAMETRO	M	100	15.500	1.550.000
31	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1600 MM DE DIAMETRO	M	100	16.000	1.600.000
32	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1650 MM DE DIAMETRO	M	100	16.500	1.650.000
33	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1700 MM DE DIAMETRO	M	100	17.000	1.700.000
34	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1750 MM DE DIAMETRO	M	100	17.500	1.750.000
35	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1800 MM DE DIAMETRO	M	100	18.000	1.800.000
36	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1850 MM DE DIAMETRO	M	100	18.500	1.850.000
37	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1900 MM DE DIAMETRO	M	100	19.000	1.900.000
38	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 1950 MM DE DIAMETRO	M	100	19.500	1.950.000
39	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2000 MM DE DIAMETRO	M	100	20.000	2.000.000
40	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2050 MM DE DIAMETRO	M	100	20.500	2.050.000
41	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2100 MM DE DIAMETRO	M	100	21.000	2.100.000
42	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2150 MM DE DIAMETRO	M	100	21.500	2.150.000
43	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2200 MM DE DIAMETRO	M	100	22.000	2.200.000
44	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2250 MM DE DIAMETRO	M	100	22.500	2.250.000
45	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2300 MM DE DIAMETRO	M	100	23.000	2.300.000
46	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2350 MM DE DIAMETRO	M	100	23.500	2.350.000
47	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2400 MM DE DIAMETRO	M	100	24.000	2.400.000
48	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2450 MM DE DIAMETRO	M	100	24.500	2.450.000
49	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2500 MM DE DIAMETRO	M	100	25.000	2.500.000
50	TRAY DE ALUMINIO PARA CABLES DE 2550 MM DE DIAMETRO	M	100	25.500	2.550.000



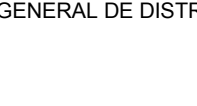
DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY



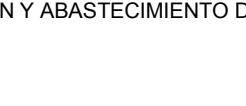
DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY



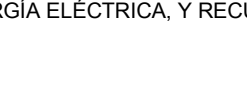
DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY



DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY



DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY



DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY

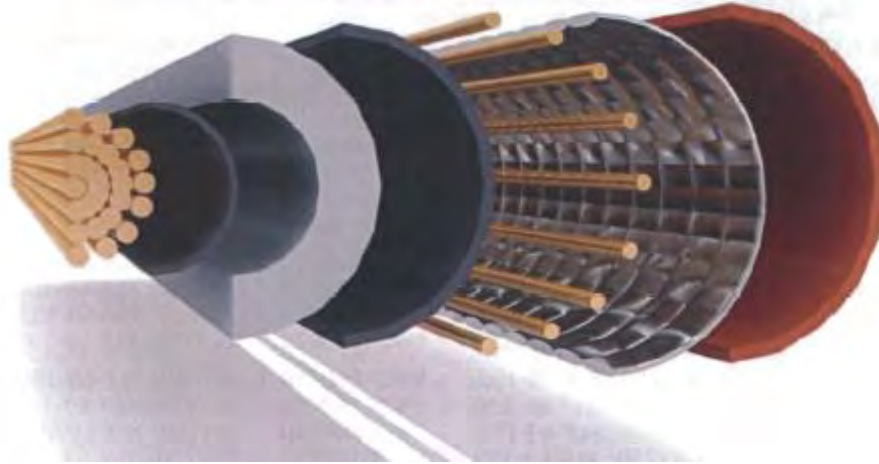
DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY

DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY

DETALLE DE UN CABLE EN UN TRAY
DETALLE DE UN TRAY EN UN TRAY

7.4 Cables

7.4.1 Cables de Potencia de 69 kV a 138 kV con Aislamiento XLP



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conductor de cobre o aluminio con aislamiento XLP o XLP-RA y cubierta de PVC de varios calibres y para voltaje de Alta Tensión. Según la tabla 1 anexa
ESPECIFICACION	E 0000 - 17 - cables de potencia de 69 a 138 kV con aislamiento de XLP
USO Y APLICACIÓN	Uso y aplicación conducir corriente de un punto a otro dentro de un circuito eléctrico en los sistemas de Distribución Subterránea
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

7.4.1 Cables de potencia de 69 kV a 138 kV con aislamiento XLP

Tensión nominal entre fases (kV)	Sección transversal del conductor mm ²	Descripción corta del cable			
		Sin barrera bloqueadora en la pantalla metálica	Clave	Con barrera bloqueadora en la pantalla metálica	Clave
69	253.4	Al (500) XLP-69-100 Cu (500) XLP-69-100 Al (500) XLP-69-133 Cu (500) XLP-69-133	EWCAR0B210 EWCC18B210 EWCAR0B220 EWCC18B220	Al (500) XLP-69-100-B Cu (500) XLP-69-100-B Al (500) XLP-69-133-B Cu (500) XLP-69-133-B	EWCAR0B21B EWCC18B21B EWCAR0B22B EWCC18B22B
	380	Al (750) XLP-69-100 Cu (750) XLP-69-100 Al (750) XLP-69-133 Cu (750) XLP-69-133	EWCAR0BE10 EWCC18BE10 EWCAR0BE20 EWCC18BE20	Al (750) XLP-69-100-B Cu (750) XLP-69-100-B Al (750) XLP-69-133-B Cu (750) XLP-69-133-B	EWCAR0BE1B EWCC18BE1B EWCAR0BE2B EWCC18BE2B
	256.7	Al (750) XLP-69-100 Cu (750) XLP-69-100 Al (750) XLP-69-133 Cu (750) XLP-69-133	EWCAR0BP10 EWCC18BP10 EWCAR0BP20 EWCC18BP20	Al (750) XLP-69-100-B Cu (750) XLP-69-100-B Al (750) XLP-69-133-B Cu (750) XLP-69-133-B	EWCAR0BP1B EWCC18BP1B EWCAR0BP2B EWCC18BP2B
	253.4	Al (1000) XLP-69-100 Cu (1000) XLP-69-100 Al (1000) XLP-69-133 Cu (1000) XLP-69-133	EWCAR0BX10 EWCC18BX10 EWCAR0BX20 EWCC18BX20	Al (1000) XLP-69-100-B Cu (1000) XLP-69-100-B Al (1000) XLP-69-133-B Cu (1000) XLP-69-133-B	EWCAR0BX1B EWCC18BX1B EWCAR0BX2B EWCC18BX2B
115	380	Al (750) XLP-115-100 Cu (750) XLP-115-100 Al (750) XLP-115-133 Cu (750) XLP-115-133	EWEAR0BE10 EWEC18BE10 EWEAR0BE20 EWEC18BE20	Al (750) XLP-115-100-B Cu (750) XLP-115-100-B Al (750) XLP-115-133-B Cu (750) XLP-115-133-B	EWEAR0BE1B EWEC18BE1B EWEAR0BE2B EWEC18BE2B
	506.7	Al (100) XLP-115-100 Cu (100) XLP-115-100 Al (100) XLP-115-133 Cu (100) XLP-115-133	EWEAR0BP10 EWEC18BP10 EWEAR0BP20 EWEC18BP20	Al (100) XLP-115-100-B Cu (100) XLP-115-100-B Al (100) XLP-115-133-B Cu (100) XLP-115-133-B	EWEAR0BP1B EWEC18BP1B EWEAR0BP2B EWEC18BP2B
	630	Al (1250) XLP-115-100 Cu (1250) XLP-115-100 Al (1250) XLP-115-133 Cu (1250) XLP-115-133	EWEAR0BX10 EWEC18BX10 EWEAR0BX20 EWEC18BX20	Al (1250) XLP-115-100-B Cu (1250) XLP-115-100-B Al (1250) XLP-115-133-B Cu (1250) XLP-115-133-B	EWEAR0BX1B EWEC18BX1B EWEAR0BX2B EWEC18BX2B
	800	Al (1600) XLP-115-100 Cu (1600) XLP-115-100 Al (1600) XLP-115-133 Cu (1600) XLP-115-133	EWEAR0CV10 EWEC18CV10 EWEAR0CV20 EWEC18CV20	Al (1600) XLP-115-100-B Cu (1600) XLP-115-100-B Al (1600) XLP-115-133-B Cu (1600) XLP-115-133-B	EWEAR0CV1B EWEC18CV1B EWEAR0CV2B EWEC18CV2B
	1,010	Al (2000) XLP-115-100 Cu (2000) XLP-115-100 Al (2000) XLP-115-133 Cu (2000) XLP-115-133	EWEAR0CV10 EWEC18CV10 EWEAR0CV20 EWEC18CV20	Al (2000) XLP-115-100-B Cu (2000) XLP-115-100-B Al (2000) XLP-115-133-B Cu (2000) XLP-115-133-B	EWEAR0CV1B EWEC18CV1B EWEAR0CV2B EWEC18CV2B

Tensión nominal entre fases (kV)	Sección transversal del conductor mm ²	Descripción corta del cable			
		Sin barrera bloqueadora en la pantalla metálica	Clave	Con barrera bloqueadora en la pantalla metálica	Clave
138	380	Al (750) XLP-115-100 Cu (750) XLP-115-100 Al (750) XLP-115-133 Cu (750) XLP-115-133	EFWAR0BE10 EWFC18BE10 EFWAR0BE20 EWFC18BE20	Al (750) XLP-115-100-B Cu (750) XLP-115-100-B Al (750) XLP-115-133-B Cu (750) XLP-115-133-B	EFWAR0BE1B EWFC18BE1B EFWAR0BE2B EWFC18BE2B
	506.7	Al (100) XLP-115-100 Cu (100) XLP-115-100 Al (100) XLP-115-133 Cu (100) XLP-115-133	EFWAR0BP10 EWFC18BP10 EFWAR0BP20 EWFC18BP20	Al (100) XLP-115-100-B Cu (100) XLP-115-100-B Al (100) XLP-115-133-B Cu (100) XLP-115-133-B	EFWAR0BP1B EWFC18BP1B EFWAR0BP2B EWFC18BP2B
	630	Al (1250) XLP-115-100 Cu (1250) XLP-115-100 Al (1250) XLP-115-133 Cu (1250) XLP-115-133	EFWAR0BX10 EWFC18BX10 EFWAR0BX20 EWFC18BX20	Al (1250) XLP-115-100-B Cu (1250) XLP-115-100-B Al (1250) XLP-115-133-B Cu (1250) XLP-115-133-B	EFWAR0BX1B EWFC18BX1B EFWAR0BX2B EWFC18BX2B
	800	Al (1600) XLP-115-100 Cu (1600) XLP-115-100 Al (1600) XLP-115-133 Cu (1600) XLP-115-133	EFWAR0CV10 EWFC18CV10 EFWAR0CV20 EWFC18CV20	Al (1600) XLP-115-100-B Cu (1600) XLP-115-100-B Al (1600) XLP-115-133-B Cu (1600) XLP-115-133-B	EFWAR0CV1B EWFC18CV1B EFWAR0CV2B EWFC18CV2B
	1,010	Al (2000) XLP-115-100 Cu (2000) XLP-115-100 Al (2000) XLP-115-133 Cu (2000) XLP-115-133	EFWAR0CV10 EWFC18CV10 EFWAR0CV20 EWFC18CV20	Al (2000) XLP-115-100-B Cu (2000) XLP-115-100-B Al (2000) XLP-115-133-B Cu (2000) XLP-115-133-B	EFWAR0CV1B EWFC18CV1B EFWAR0CV2B EWFC18CV2B

7.5 Terminales

7.5.1 Encapsuladas



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es un aislador de resina de epoxy ó un cono reductor de esfuerzos directamente en el GIS que separa el cable y el cuerpo de la Terminal permitiendo que esta trabaje inmersa en SF reduciendo la I nea de fuga, por lo tanto sus dimensiones son menores que otros tipos.
USO Y APLICACIÓN	Las terminales están diseñadas para confinar los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable de potencia por la interrupción o retiro de la pantalla semiconductora y así proporcionarle una distancia de fuga aislada adicional y de hermeticidad.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

7.5.1 Encapsuladas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Calibre "B" Kcm
A.1		TERMINAL PORCELANA 69-500-GIS	69	500
A.2		TERMINAL PORCELANA 69-750-GIS	69	750
A.3		TERMINAL PORCELANA 69-1000-GIS	69	1000
A.4		TERMINAL PORCELANA 69-1250-GIS	69	1250
A.5		TERMINAL PORCELANA 69-1600-GIS	69	1600
A.6		TERMINAL PORCELANA 115-750-GIS	115	750
A.7		TERMINAL PORCELANA 115-1000-GIS	115	1000
A.8		TERMINAL PORCELANA 115-1250-GIS	115	1250
A.9		TERMINAL PORCELANA 115-1600-GIS	115	1600
A.10		TERMINAL PORCELANA 115-2000-GIS	115	2000
A.11		TERMINAL PORCELANA 138-750-GIS	138	750
A.12		TERMINAL PORCELANA 138-1000-GIS	138	1000
A.13		TERMINAL PORCELANA 138-1250-GIS	138	1250
A.14		TERMINAL PORCELANA 138-1600-GIS	138	1600
A.15		TERMINAL PORCELANA 138-2000-GIS	138	2000

7.5.2 Tipo intemperie

A) PORCELANA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es un cuerpo de porcelana con un cono reductor de esfuerzos que se rellena con un liquido de una rigidez dieléctrica adecuada y que pueda trabajar a la temperatura existente. En la parte superior del Terminal debe dejarse un espacio como depósito de expansión para evitar aumento de presión en el interior.
USO Y APLICACIÓN	Las terminales están diseñadas para confinar los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable de potencia por la interrupción ó retiro de la pantalla semiconductora y así proporcionarle una distancia de fuga aislada adicional y de hermeticidad.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

A) PORCELANA.

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Calibre "B" kCM
A.1		TERMINAL PORCELANA 69-500-E	69	500
A.2		TERMINAL PORCELANA 69-750-E	69	750
A.3		TERMINAL PORCELANA 69-1000-E	69	1000
A.4		TERMINAL PORCELANA 69-1250-E	69	1250
A.5		TERMINAL PORCELANA 69-1600-E	69	1600
A.6		TERMINAL PORCELANA 69-2000-E	69	2000
A.7		TERMINAL PORCELANA 115-750-E	115	750
A.8		TERMINAL PORCELANA 115-1000-E	115	1000
A.9		TERMINAL PORCELANA 115-1250-E	115	1250
A.10		TERMINAL PORCELANA 115-1600-E	115	1600
A.11		TERMINAL PORCELANA 115-2000-E	115	2000
A.12		TERMINAL PORCELANA 138-750-E	138	750
A.13		TERMINAL PORCELANA 138-1000-E	138	1000
A.14		TERMINAL PORCELANA 138-1250-E	138	1250
A.15		TERMINAL PORCELANA 138-1600-E	138	1600
A.16		TERMINAL PORCELANA 138-2000-E	138	2000

B) TERMOCONTRÁCTIL



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Tubos termo contráctiles controladores de esfuerzos basados en materiales cerámicos de oxido de zinc incluidos en una matriz polimérica.
USO Y APLICACIÓN	Las terminales están diseñadas para confinar los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable de potencia por la interrupción ó retiro de la pantalla semiconductora y así proporcionarle una distancia de fuga aislada adicional y de hermeticidad.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

B) TERMOCONTRÁCTIL

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Calibre "B" kCM
B.1		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 69-500-E	69	500
B.2		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 69-750-E	69	750
B.3		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 69-1000-E	69	1000
B.4		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 69-1250-E	69	1250
B.5		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 69-1600-E	69	1600
B.6		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 69-2000-E	69	2000
B.7		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 115-750-E	115	750
B.8		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 115-1000-E	115	1000
B.9		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 115-1250-E	115	1250
B.10		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 115-1600-E	115	1600
B.11		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 115-2000-E	115	2000
B.12		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 138-750-E	138	750
B.13		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 138-1000-E	138	1000
B.14		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 138-1250-E	138	1250
B.15		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 138-1600-E	138	1600
B.16		TERMINAL TERMOCONTRACTIL 138-2000-E	138	2000

C) PREMOLDEADA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Se conforma de un cono reductor de esfuerzos dentro de un cuerpo de elastómero con una alta resistencia a la abrasión, especialmente adaptado para condiciones severas de servicio y a prueba de explosión.
USO Y APLICACIÓN	Las terminales están diseñadas para confinar los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable de potencia por la interrupción ó retiro de la pantalla semiconductora y así proporcionarle una distancia de fuga aislada adicional y de hermeticidad.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

C) PREMOLDEADA

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Calibre "B" kCM
C.1		TERMINAL PREMOLDEADA 69-500-E	69	500
C.2		TERMINAL PREMOLDEADA 69-750-E	69	750
C.3		TERMINAL PREMOLDEADA 69-1000-E	69	1000
C.4		TERMINAL PREMOLDEADA 69-1250-E	69	1250
C.5		TERMINAL PREMOLDEADA 69-1600-E	69	1600
C.6		TERMINAL PREMOLDEADA 69-2000-E	69	2000

7.6 Empalmes

7.6.1 Termocontráctil



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	En este tipo de empalme los elementos reconstitutivos de la pantalla semiconductora sobre el conductor, del aislamiento y de la pantalla semiconductora sobre aislamiento, se aplican mediante el proceso conocido como termocontracción.
USO Y APLICACIÓN	La conexión y la reconstrucción de todos los elementos que constituyen un cable de potencia aislado; protegidos mecánicamente dentro de una cubierta o carcasa.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

7.6.1 Termocontráctil

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Calibre "B" kCM
A.1		EMPALME TERMOCONTRACTIL 69 (500)	69	500
A.2		EMPALME TERMOCONTRACTIL 69 (750)	69	750
A.3		EMPALME TERMOCONTRACTIL 69 (1000)	69	1000
A.4		EMPALME TERMOCONTRACTIL 69 (1250)	69	1250
A.5		EMPALME TERMOCONTRACTIL 69 (1600)	69	1600
A.6		EMPALME TERMOCONTRACTIL 69 (2000)	69	2000

7.6.2 Premoldeado

A) CON PANTALLA INTERRUPTIDA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	El empalme premoldeado esta hecho de materiales aislantes y semiconductores a altas tensiones, la conexión de los conductores puede ser por compresión o soldable.
USO Y APLICACIÓN	Permite intercambiar las pantallas entre las fases, en los empalmes, de esta forma cada pantalla metálica es sometida a tres flujos magnéticos desfasados 120° uno del otro, por lo que las corrientes inducidas se reducen. Este método de conexión de pantallas se conoce como cross-bonding.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

A) CON PANTALLA INTERRUMPIDA

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Calibre "B" kCM
B.1		EMPALME PREMOLDEADO 69 (500) CPI	69	500
B.2		EMPALME PREMOLDEADO 69 (750) CPI	69	750
B.3		EMPALME PREMOLDEADO 69 (1000) CPI	69	1000
B.4		EMPALME PREMOLDEADO 69 (1250) CPI	69	1250
B.5		EMPALME PREMOLDEADO 69 (1600) CPI	69	1600
B.6		EMPALME PREMOLDEADO 69 (2000) CPI	69	2000
B.7		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (750) CPI	115/138	750
B.8		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (1000) CPI	115/138	1000
B.9		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (1250) CPI	115/138	1250
B.10		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (1600) CPI	115/138	1600
B.11		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (2000) CPI	115/138	2000

B) SIN PANTALLA INTERRUPTIDA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	El empalme premoldeado esta hecho de materiales aislantes y semiconductores a altas tensiones, la conexión de los conductores puede ser por compresión o soldable.
USO Y APLICACIÓN	La conexión y la reconstrucción de todos los elementos que constituyen un cable de potencia aislado; protegidos mecánicamente dentro de una cubierta o carcasa.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

B) SIN PANTALLA INTERRUMPIDA

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Calibre "B" kCM
B.1		EMPALME PREMOLDEADO 69 (500) SPI	69	500
B.2		EMPALME PREMOLDEADO 69 (750) SPI	69	750
B.3		EMPALME PREMOLDEADO 69 (1000) SPI	69	1000
B.4		EMPALME PREMOLDEADO 69 (1250) SPI	69	1250
B.5		EMPALME PREMOLDEADO 69 (1600) SPI	69	1600
B.6		EMPALME PREMOLDEADO 69 (2000) SPI	69	2000
B.7		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (750) SPI	115/138	750
B.8		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (1000) SPI	115/138	1000
B.9		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (1250) SPI	115/138	1250
B.10		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (1600) SPI	115/138	1600
B.11		EMPALME PREMOLDEADO 115/138 (2000) SPI	115/138	2000

7.6.3 Contráctil en frío

A) CON PANTALLA INTERRUMPIDA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	El empalme contráctil en frío esta hecho de materiales aislantes y semiconductores a altas tensiones, la conexión de los conductores puede ser por compresión o soldable.
USO Y APLICACIÓN	Permite intercambiar las pantallas entre las fases, en los empalmes, de esta forma cada pantalla metálica es sometida a tres flujos magnéticos desfasados 120° uno del otro, por lo que las corrientes inducidas se reducen. Este método de conexión de pantallas se conoce como cross-bonding
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

A) CON PANTALLA INTERRUMPIDA

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Calibre "B" kCM
B.1		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (500) CPI	69	500
B.2		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (750) CPI	69	750
B.3		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (1000) CPI	69	1000
B.4		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (1250) CPI	69	1250
B.5		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (1600) CPI	69	1600
B.6		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (2000) CPI	69	2000
B.7		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138 (750)CPI	115/138	750
B.8		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138(1000)CPI	115/138	1000
B.9		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138(1250)CPI	115/138	1250
B.10		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138(1600)CPI	115/138	1600
B.11		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138(2000)CPI	115/138	2000

B) SIN PANTALLA INTERRUMPIDA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	El empalme contráctil en frío esta hecho de materiales aislantes y semiconductores a altas tensiones, la conexión de los conductores puede ser por compresión o soldable.
USO Y APLICACIÓN	La conexión y la reconstrucción de todos los elementos que constituyen un cable de potencia aislado; protegidos mecánicamente dentro de una cubierta o carcasa.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

No.	Código MySAP	Descripción Corta	Tensión "A" kV	Calibre "B" kCM
B.1		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (500) SPI	69	500
B.2		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (750) SPI	69	750
B.3		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (1000) SPI	69	1000
B.4		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (1250) SPI	69	1250
B.5		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (1600) SPI	69	1600
B.6		EMPALME CONTRACTIL EN FRIO 69 (2000) SPI	69	2000
B.7		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138 (750)SPI	115/138	750
B.8		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138(1000)SPI	115/138	1000
B.9		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138(1250)SPI	115/138	1250
B.10		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138(1600)SPI	115/138	1600
B.11		EMPALME CONTRACTIL FRIO 115/138(2000)SPI	115/138	2000

7.7 Herramientas**7.7.1 Para cableado****A) CILINDRO VERIFICADOR DE DEFLEXIONES.****CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES**

MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es un cilindro hueco de acero, con un corte diagonal en un extremo para la entrada de material y cerrado en el otro extremo, además permite verificar las deflexiones en el ducto, antes de introducir el cable y así evitar que éstos se dañen.
USO Y APLICACIÓN	Sirve para la limpieza de los ductos, recoge el material que se encuentra dentro del ducto impidiendo de esta forma que el cable se atore y se dañe al momento del cableado.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar, proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas.

B) DESTORCEDOR.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es un dispositivo cilíndrico de acero para jalar cables dentro de ductos de 2", 2 ½", 3", 4", 5", 6" y 8"
USO Y APLICACIÓN	Sirven para evitar que el cable sufra torsión durante el tendido. Debe ir unido, por un lado al yugo de tracción y por otro al cable de acero del malacate.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo.
PRUEBAS	Mecánicas.

C) DEVANADOR.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	El devanador esta formado por un carrete colocado en una base desenrolladora. El devanador consta de 2 elevadores hidráulicos de tambor móviles, las dimensiones son de acuerdo al tipo de cable, longitud, diámetro y peso.
USO Y APLICACIÓN	El devanador esta formado por un carrete colocado en una base desenrolladora. El devanador consta de 2 elevadores hidráulicos de tambor móviles, las dimensiones son de acuerdo al tipo de cable, longitud, diámetro y peso.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

D) JALADOR DE CUÑA PARA CABLE.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Dispositivo para asegurar el cable con una cuña en uno de los extremos.
USO Y APLICACIÓN	Jalar cables de potencia y Baja Tensión en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

E) JALADOR DE TUBERIA PAD.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Es un dispositivo que se acopla al tubo y una vez asegurado, permite el jalado de la tubería cuando se utiliza el sistema de perforación horizontal direccional.
USO Y APLICACIÓN	Terminar cables de energía de Media Tensión en instalaciones exteriores.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

F) MANDRIL FLEXIBLE DE ACERO.



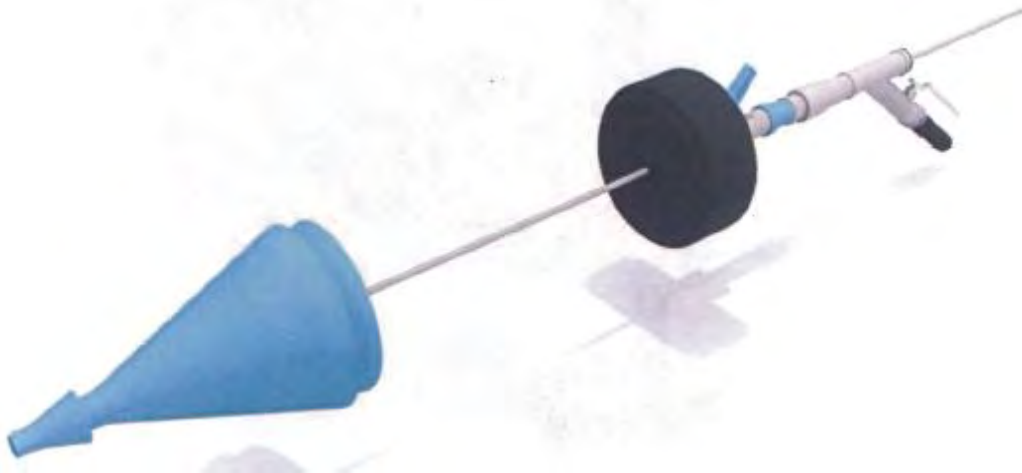
CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Son discos de acero de diámetros diferentes, unidos por un cable de acero con ojillos en ambos extremos.
USO Y APLICACIÓN	Para dar limpieza al interior de los ductos y evitar que los cables sufran daños mecánicos en el momento del Cableado.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas

G) RODILLOS Y POLEAS PARA CABLEADO



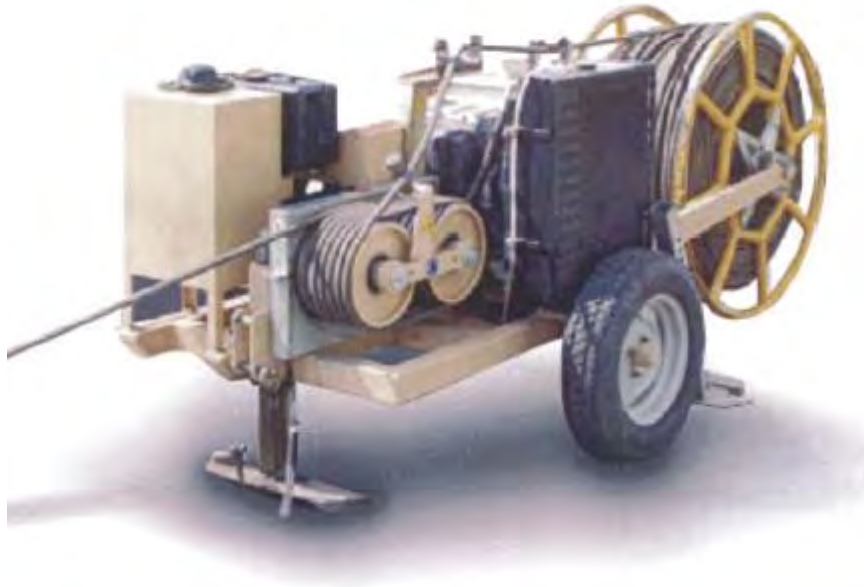
CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Poleas y rodillos para zonas curvadas, las poleas deben asegurarse con clavos para tierra, para lo cual cada polea tiene 4 perforaciones.
USO Y APLICACIÓN	Son usados para dar el radio de curvatura adecuado al cable en los cambios de dirección, para evitar que se dañe durante el jalado.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas

H) SOPLADOR PARA GUIAR



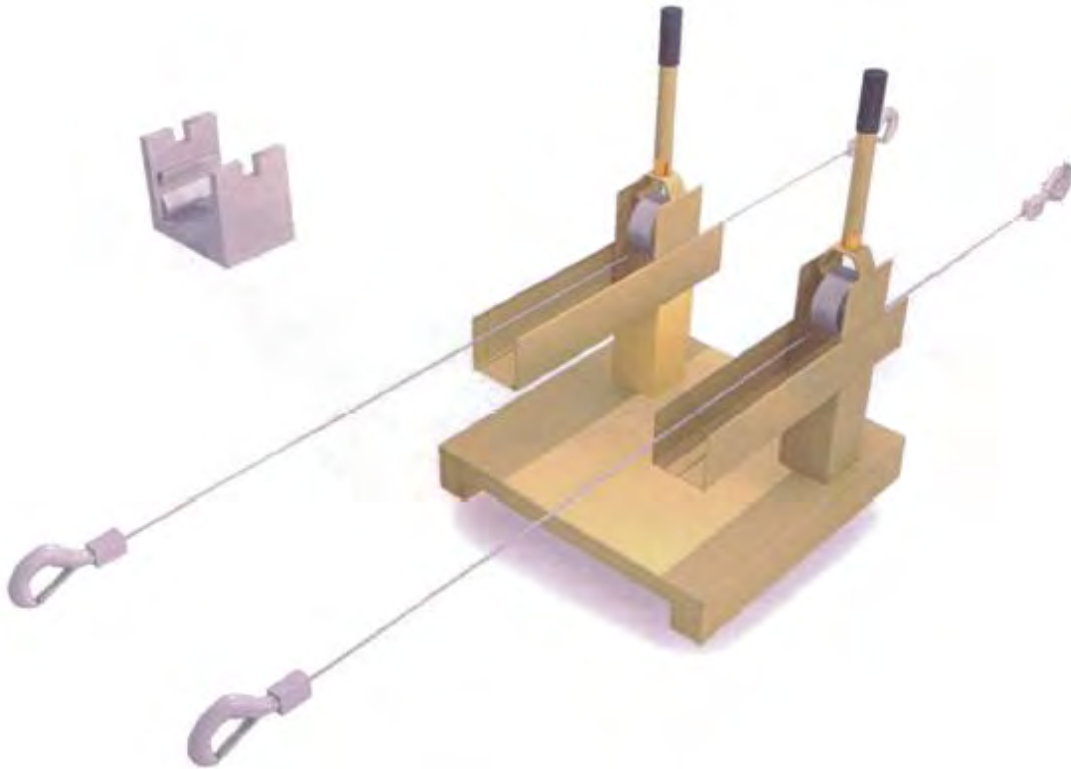
CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Sistema guiado de ductos, compuesto de un compresor y un mandril de plástico.
USO Y APLICACIÓN	Son usados para instalar guías en ductos utilizando un "mandril" guía.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas.

I) MALACATE.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Esta compuesto por un carrete y un motor de combustión interna ó eléctrico.
USO Y APLICACIÓN	Se usa para el jalado del cable..
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Eléctricas y mecánicas.

J) ACCESORIO PARA INSTALACIÓN EMPALMES.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Herramienta de montaje basado en un montacargas de cable de acero que permite el enfilado de los cuerpos que componen el empalme sobre el cable preparado.
USO Y APLICACIÓN	Se usa para el montaje de empalmes premoldeados.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

7.7.2 Para preparación de cable

A) HERRAMIENTA LIJADORA MECÁNICA



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Lijadora de banda de doble aislamiento, de velocidad variable. El tamaño de la lija es de 30mm x 533mm, velocidad de banda 200-1000 m/mim, potencia de entrada 500 W. Peso neto de 2.1kg y longitud total 380mm.
USO Y APLICACIÓN	Retira los residuos de la semiconductora y/o elimina las imperfecciones de los cortes sobre el aislamiento.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

B) HERRMIENTA MORDAZA PARA DESCHAQUETADORA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Compuesta de un tornillo, un resorte para y un bastidor rugoso de bronceen forma de mordaza para poder sujetar el conductor.
USO Y APLICACIÓN	Sujeta el cable para limitar el desplazamiento de la herramienta hasta el punto deseado en el momento del corte.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

C) HERRMIENTA PARA REMOVER CUBIERTA Y SEMICONDUCTORA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Cabezal de acero compuesto de navajas reemplazables para remover ó para afeitar la chaqueta y la semiconductora colocadas en el centro del dispositivo.
USO Y APLICACIÓN	Herramienta para la remoción de la chaqueta y semiconductora. Para cables de potencia de 45kv a 115kv y hasta 4" de diámetro exterior.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

D) HERRAMIENTA PARA FORMAR CHAFLANES.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL FORMA Y ACABADO	Maneral de acero con navajas ajustables, colocadas en un extremo interior.
USO Y APLICACIÓN	Cortador para terminado de Punta de Lápiz. Para cables de potencia de 69 kVa 238 kV.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

E) REMOVEDORA DE AISLAMIENTO XLP EN LOS EXTREMOS DEL CABLE DE POTENCIA.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Barra tope para pre-ajustar la longitud del aislamiento a remover y maneral removible que se acopla y facilita el trabajo de remoción del aislamiento
USO Y APLICACIÓN	Remueve aislamiento XLP en los extremos del cable de potencia. Remueve diámetros de 0.260" a 1.265"
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.