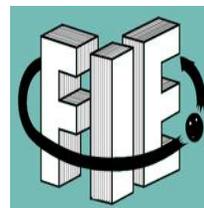




**UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

---

Reporte de Experiencia Laboral

**CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS**

Que presenta:

**Javier Guadalupe Martínez Espinosa**

Para obtener el Título de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Asesor:

INGENIERO ELECTRICISTA

**Ignacio Franco Torres**

Morelia, Michoacán

ENERO 2023



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme una familia tan unida y que siempre me apoyo en todo momento, por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante a pesar de las carencias a lo largo de mi carrera, por el aprendizaje adquirido y las vivencias para poder culminar este proyecto.

A mis padres VALENTÍN Y MA. EUGENIA estoy profundamente agradecido por ser unos padres de buen corazón, por todos los esfuerzos que tuvieron que pasar para que concluyera con mis metas.

Agradezco a la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por los conocimientos transmitidos, a mis profesores, al Ing. Ignacio Franco Torres, por su apoyo, amabilidad, sus consejos, por su disposición para poder concluir este proyecto.

A mi novia Lorena por su apoyo, por su comprensión y siempre darme ánimos de seguir adelante.

A mis Hermanos JOSÉ, JUAN y DULCE; por el apoyo ante cada situación y sé que siempre estarán presentes para cualquier problema que se me presente.



## **DEDICATORIA**

Con cariño y mi amor a todas las personas que estuvieron involucradas para que pudiera seguir adelante, que me motivan a salir adelante y vencer mis obstáculos día a día, les agradezco profundamente.

Papá y Mamá

A la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de San Nicolás de Hidalgo, a mis profesores que compartieron su conocimiento con sus clases y consejos para ser una persona de bien, por concientizarme y formarme para la vida laboral para salir lo mejor preparado ante los retos que se presenten.

A mi novia Lorena por ser tan buena persona, por siempre motivarme a salir adelante ante cualquier problema que se me presente.

Quiero agradecerles a mis hermanos por el apoyo brindado y confianza por creer en mi para poder resolver situaciones a lo largo de este proceso, muchas gracias.



## ÍNDICE

Agradecimientos .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Índice .....	iv
Resumen.....	vii
Palabras Clave.....	vii
Abstract.....	viii
Keywords .....	viii
Lista de Figuras .....	ix
Lista de Tablas .....	xiii
Glosario de Términos.....	xiv
Capítulo 1.- Introducción.....	1
1.1.- Formación Académica .....	1
1.2.- Experiencia Laboral.....	1
1.3.- Conocimientos Adquiridos .....	2
Capítulo 2.- Generalidades de una Red Eléctrica Subterránea de Media Tensión.....	4
2.1.- Como Se Integra Una Red Eléctrica Subterránea De Media Tensión .....	4
2.2.- Sistemas Aplicables En Instalaciones Eléctricas Subterráneas De Media Tensión.....	4
2.2.1.- Configuración De La Red De Distribución.....	4
2.2.1.1.- Configuración Radial .....	6
2.2.1.2.- Configuración En Anillo.....	6
Capítulo 3.- Construcción de Obra Civil Subterránea de Media Tensión.....	9
3.1.- Presentación.....	9
3.1.1.- Introducción .....	9
3.2.- Aplicaciones De Obra Civil Subterránea .....	9
3.3.- Tipos de Terrenos .....	10
3.3.1.- Consideraciones Generales .....	10
3.4.- Trabajos Preliminares.....	11
3.4.1.- Visita De Obra .....	11



3.4.2.- Trazo.....	11
3.4.3.- Corte.....	12
3.4.4.- Demoliciones.....	13
3.5.-Banco De Ductos De Media Tensión.....	14
3.5.1.- ¿Qué Es El Banco de Ductos?.....	14
3.5.2.- Tipos de Banco de Ductos.....	14
3.5.3.- Excavación de Banco de Ductos.....	31
3.5.4.- Cama De Arena Para Recibir Ductos.....	32
3.5.5.- Instalación De Ductería.....	33
3.5.6.- Relleno Y Compactación.....	35
3.5.7. Reposición De Concreto y/o Asfalto.....	36
3.6.-Registros Y Pozos De Visita.....	38
3.6.1.- Generalidades.....	38
3.6.2.- Tipos De Registros Y Pozos.....	39
3.6.2.1.- Registros Tipo rmt3 Y rmt4 Prefabricados.....	39
3.6.2.2.- Pozos De Visita.....	43
3.7.-Tapas De Registros y/o Pozos.....	46
3.8.-Abocinado De Ductos.....	48
Capítulo 4.- Construcción de Obra Eléctrica Subterránea de Media Tensión.....	49
4.1.- Presentación.....	49
4.1.1.- Introducción.....	49
4.2.- Instalación de Cables En Media Tensión.....	49
4.2.1.- Inspección Previa A Instalación.....	49
4.2.2.- Carga y Descarga.....	50
4.2.3.- Tendido De Conductor De Media Tensión.....	51
4.2.4.- Instalación De Malla Trenzada (Caletín) Con Destorcedor.....	52
4.2.5.- Instalación De Poleas De Entrada Y Salida De Conductor.....	53
4.2.6.- Radios De Comunicación.....	55
4.2.7.- Malacate.....	55
4.2.8.- Instalación De Conductor.....	58



4.2.9.- Instalación de Hilo Neutro .....	60
4.3.- Instalación De Herrajes Y Sistema de Tierra.....	61
4.3.1.- Instalación De Correderas .....	61
4.3.2.- Instalación De Ménsulas .....	62
4.3.3.- Instalación De Aisladores de Neopreno .....	62
4.3.4.- Instalación De Electrodo De Tierra.....	63
4.4.- Instalación De Accesorios De Media Tensión .....	64
4.4.1.- Elaboración de Empalmes .....	64
4.4.2.- Elaboración De Conectador Tipo Codo 200 AMP.....	66
4.4.3.- Elaboración De Conectador Tipo Codo Con Porta Fusible 200 AMP. ....	68
4.4.4.- Elaboración De Conectador Tipo Codo De 600 AMP. (Cuerpo en T).....	69
4.4.5.- Instalación De Apartarrayo Tipo Codo.....	70
4.4.6.- instalación de boquilla tipo inserto .....	71
4.4.7.- Instalación De Conectador Tipo Múltiple De Media Tensión de “N” Vías .....	72
4.4.8.- Instalación De Tapón Aislado.....	73
4.4.9.- Instalación De Boquilla Estacionaria.....	74
4.5.- Nomenclatura E Identificación .....	75
4.5.1.- Colocación De Placas De Identificación.....	75
4.5.2.- rotulado de registros de media y baja tensión .....	76
Capítulo 5.- Conclusiones y Recomendaciones .....	77
5.1.- Conclusiones.....	77
5.2.- Recomendaciones .....	77
Bibliografía.....	79



## **RESUMEN**

En este reporte de experiencia profesional se describe en forma general el proceso de la construcción de una línea de distribución subterránea tanto en obra civil como eléctrica.

Esta descripción se basa en mi experiencia laboral que he obtenido en la empresa Constructora de Obras y Proyectos Eléctricos de Michoacán S.A. de C.V. desde el 28 abril del 2016 a la fecha.

## **PALABRAS CLAVE**

Banco de ductos, media tensión, Tensión, Accesorios, Herrajes.



## **ABSTRACT**

This professional experience report describes in a general way the construction process of an underground distribution line in both civil and electrical works.

This description is based on my work experience that I have obtained in the company Constructora de Obras y Proyectos Eléctricos de Michoacán S.A. de C.V. since April 28, 2016 to date.

## **KEYWORDS**

Bank of ducts, medium voltage, strain, Accessories, Fittings.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.- Alta, media y baja tensión. Tomado de <a href="https://shorturl.at/hDKZ7">https://shorturl.at/hDKZ7</a> .....	5
Figura 2.2.- Configuración radial. Tomado de: <a href="http://shorturl.at/boDKN">http://shorturl.at/boDKN</a> .....	6
Figura 2.3.- 1 Fuente de Alimentación (Configuración Anillo). Tomado de: <a href="https://shorturl.at/ltuL7">https://shorturl.at/ltuL7</a> .....	7
Figura 2.4.- 2 Fuentes de Alimentación (Configuración Anillo). Tomado de <a href="https://shorturl.at/suwIY">https://shorturl.at/suwIY</a> .....	7
Figura 2.5.- 3 Fuentes de Alimentación (Configuración Anillo). Tomado de: <a href="https://cofemersimir.gob.mx/expediente/2752/mir/7590/anexo/274722">https://cofemersimir.gob.mx/expediente/2752/mir/7590/anexo/274722</a> .....	8
Figura 2.6.- 2 Fuentes de Alimentación Preferente y emergente Tomado de <a href="https://cofemersimir.gob.mx/expediente/2752/mir/7590/anexo/274722">https://cofemersimir.gob.mx/expediente/2752/mir/7590/anexo/274722</a> .....	8
Figura 3.1.- Cortadora de pavimento. Tomado de: <a href="https://shorturl.at/hotP9">https://shorturl.at/hotP9</a> .....	12
Figura 3.2.- Demolición con martillo hidráulico, Tomado de: <a href="https://shorturl.at/qsDN5">https://shorturl.at/qsDN5</a> .....	13
Figura 3.3.- Banco de ductos P1B, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011 .....	15
Figura 3.4.- Banco de ductos P1A, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011 .....	16
Figura 3.5.- Banco de ductos P2B, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011 .....	17
Figura 3.6.- Banco de ductos P2A, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011 .....	18
Figura 3.7.- Banco de ductos P3B.....	19
Figura 3.8.- Banco de ductos P3A. Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011 .....	20
Figura 3.9.- Banco de ductos P4B. Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011. ....	21
Figura 3.10.- Banco de ductos P4A, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011.....	22
Figura 3.11.- Banco de ductos P6B, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011.....	23
Figura 3.12.- Banco de ductos P6A Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011.....	24
Figura 3.13.- Banco de ductos P9B, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011.....	25
Figura 3.14.- Banco de ductos P9A, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011.....	26
Figura 3.15.- Banco de ductos P12B, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011 .....	27
Figura 3.16.- Banco de ductos P12A, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011 .....	28
Figura 3.17.- Ejemplo calculo ancho de zanja, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011.....	29
Figura 3.18.- Ejemplo calculo profundidad de zanja Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011 ..	30



Figura 3.19.- Excavación de zanja, Tomado de <a href="https://instalacioneselectricasresidenciales.blogspot.com/2013/03/2-configuraciones-de-las-redes.html">https://instalacioneselectricasresidenciales.blogspot.com/2013/03/2-configuraciones-de-las-redes.html</a> .....	31
Figura 3.20.- Compactación de fondo de zanja con bailarina, Tomado de <a href="https://es.123rf.com/photo_41554515_trabajador-con-pis%C3%B3n-zanja-compactar-la-ropa-de-cama-de-arena-se-extendi%C3%B3-a-lo-largo-del-fondo-de-la.html">https://es.123rf.com/photo_41554515_trabajador-con-pis%C3%B3n-zanja-compactar-la-ropa-de-cama-de-arena-se-extendi%C3%B3-a-lo-largo-del-fondo-de-la.html</a> .....	32
Figura 3.21.- Zanja preparada para recibir ductos.....	33
Figura 3.22.- Instalación de ductería corrugada.....	34
Figura 3.23.- Instalación de ductería.....	34
Figura 3.24.- Compactación de zanja e instalación de cinta.....	35
Figura 3.25.- Reposición de Concreto.....	36
Figura 3.26.- Reposición de Asfalto.....	37
Figura 3.27.- Placa de Señalización C.F.E.....	38
Figura 3.28.- Registro tipo R3, Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011.....	40
Figura 3.29.- Registro tipo R4 Tapa redonda, Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011.....	40
Figura 3.30.- Registro tipo R4 Tapa cuadrada, Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011.....	41
Figura 3.31.- Ejemplo real registro tipo 3 (Banqueta), Tomado de <a href="http://multicreto.com.mx/portfolio-item/rmtb3/">http://multicreto.com.mx/portfolio-item/rmtb3/</a> .....	41
Figura 3.32.- Ejemplo real registro tipo 4 (Banqueta). Tomado de <a href="http://multicreto.com.mx/portfolio-item/rmtb4/">http://multicreto.com.mx/portfolio-item/rmtb4/</a> .....	42
Figura 3.33.- Instalación de registro de media tensión.....	42
Figura 3.34.- Pozo de Visita Tipo P. Tomado de <a href="https://bunk.mx/electrico/pozos-visita-media-tension/cfe-pvmtbp/">https://bunk.mx/electrico/pozos-visita-media-tension/cfe-pvmtbp/</a> .....	43
Figura 3.35.- Pozo de Visita Tipo X con tapa redonda y tapa cuadrada. Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011.....	44
Figura 3.36.- Pozo de Visita Tipo X con base seccionador (c). Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011.....	44
Figura 3.37.- Pozo de Visita Tipo T. Tomado de <a href="https://bunk.mx/electrico/pozos-visita-media-tension/cfe-pvmtbt/">https://bunk.mx/electrico/pozos-visita-media-tension/cfe-pvmtbt/</a> .....	45
Figura 3.38.- Pozo de Visita Tipo L. Tomado de <a href="http://www.melqro.com/assets/catalogo-productos-2015-prottegido.pdf">http://www.melqro.com/assets/catalogo-productos-2015-prottegido.pdf</a> .....	45
Figura 3.39.- Pozo de Visita con ancla. Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011.....	46



Figura 3.40.- Tapa de Fierro Fundido 84B (Izquierda) y Tapa Polimérica 84B (Derecha). Tomado de <a href="http://www.naresagdl.com/naresa/metalicos/Marco-tapa-84-A-(F-84A-255).html">http://www.naresagdl.com/naresa/metalicos/Marco-tapa-84-A-(F-84A-255).html</a> y <a href="http://www.naresagdl.com/naresa/concreto/tapa%20y%20aro%2084-B.html">http://www.naresagdl.com/naresa/concreto/tapa%20y%20aro%2084-B.html</a> .....	47
Figura 3.41.- Tapa Fo.Fo. Cuadrada. Tomado de <a href="https://bunk.mx/electrico/tapas-electricidad/tc-pol/">https://bunk.mx/electrico/tapas-electricidad/tc-pol/</a> .....	47
Figura 3.42.- Abocinado de ductos, Tomado de Experiencia Profesional.....	48
Figura 4.1.- Placa de información de carrete .....	50
Figura 4.2.- Manejo correcto descarga de carretes.....	50
Figura 4.3.- Ejemplo carrete con duela.....	51
Figura 4.4.- Colocación de carrete, Tomado de <a href="https://www.voltimum.es/articulos-tecnicos/recomendaciones-tendido-cables">https://www.voltimum.es/articulos-tecnicos/recomendaciones-tendido-cables</a> .....	52
Figura 4.5.- Colocación de calcetín .....	53
Figura 4.6.- Colocación de poleas en aro de registro .....	53
Figura 4.8.- Colocación de polea con deflexión .....	54
Figura 4.9.- Colocación de poleas tipo banco .....	55
Figura 4.10.- Malacate en Máquina .....	56
Figura 4.12.- Instalación de cable en ductería.....	58
Figura 4.13.- Aplicación de gel lubricante .....	58
Figura 4.14.- Aplicación de gel lubricante en registros .....	59
Figura 4.15.- Salida del conductor en último registro .....	59
Figura 4.16.- Cable en registro (De paso) .....	60
Figura 4.17.- Instalación de hilo neutro .....	61
Figura 4.18.- Tipos de correderas.....	61
Figura 4.19.-Medidas de Ménsulas .....	62
Figura 4.20.- Acomodo y fijación de cable sobre aislador de neopreno. ....	63
Figura 4.21.- Conexión soldable y varilla de tierra.....	63
Figura 4.22.- Kit de empalme 25 kv, Tomado de <a href="https://www.3m.com.mx/3M/es_MX/p/d/b5005113028/">https://www.3m.com.mx/3M/es_MX/p/d/b5005113028/</a> .....	64
Figura 4.23.- Elaboración de empalme .....	65
Figura 4.25.- Elaboración y terminado de codo.....	67



Figura 4.26.- Elaboración y terminado de codo porta fusible.....	68
Figura 4.27.- Preparación Cable para recibir Cuerpo en T.....	69
Figura 4.28.- Elaboración y terminado de Cuerpo en T.....	70
Figura 4.29.- Instalación Codo Apartarrayos.....	71
Figura 4.30.- Ejemplo boquilla tipo inserto, Tomado de <a href="http://reelec.com.mx/producto/boquillas-tipo-inserto/">http://reelec.com.mx/producto/boquillas-tipo-inserto/</a> .....	71
Figura 4.31.- Instalación boquilla tipo inserto.....	72
Figura 4.32.- Derivador J3 Y Derivador J4, Tomado de.....	72
Figura 4.33.- Instalación real Derivador en Bóveda.....	73
Figura 4.35.- Tapón Aislado OCC 25 KV Instalado.....	74
Figura 4.36.- Instalación de boquilla estacionaria.....	74
Figura 4.38.- Placa trovicel Fase A, B y C, Tomado de <a href="http://electroconstructoraenaltaybajatenision.mex.tl/photo_im000067-jpg.html">http://electroconstructoraenaltaybajatenision.mex.tl/photo_im000067-jpg.html</a> .....	75
Figura 4.39.- Ejemplo Rótulos en Registro y Pozo.....	76



## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1.- Tensiones Eléctricas.....	5
Tabla 2. - Tipos de terrenos.....	10
Tabla 3.- Esfuerzo Máximo Permisible .....	57
Tabla 4.- Áreas de la sección transversal del cable de energía XLP.....	57



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

Cimentación	Conjunto de elementos estructurales con la misión de transmitir cargas al suelo
Media Tensión	Instalación eléctrica con tensión nominal de entre 1 y 36KV
Fuente de Alimentación	Dispositivo que se encarga de transformar la corriente alterna de la línea eléctrica en corriente continua o directa
Norma	Principio que se impone o se adopta para dirigir una acción o el correcto desarrollo de una actividad
Circuitos	Conjunto de elementos eléctricos conectados entre si que permiten generar, transportar y utilizar la energía eléctrica con la finalidad de transformarla en otro tipo de energía
PAD	Polietileno de Alta Densidad
PADC	Polietileno de Alta Densidad Corrugado
Conglomerado	Material constituido por fragmentos de una o varias sustancias prensadas y endurecidas con un aglutinante
Izaje	Levantar o mover objetos con ayuda de dispositivos de una forma segura, controlada y bien calculada
Concreto Polimérico	Consta de agregados minerales y un polímero que normalmente es una resina termoestable
Tendido	Extender de forma horizontal el cable
Carrete	Cilindro de madera, metal, plástico, etc., generalmente taladrado por el eje, con rebordes en sus bases que sirve para devanar y mantener enrollados en él
Polea	Sistema de maquina simple que funciona por tracción.
Conductor Neutro	Material que ofrece poca resistencia al movimiento de la carga eléctrica. Permite a la corriente regresar y sirve como conductor de retorno de la corriente que circula por los circuitos
Coca	Deformación en un cable eléctrico como consecuencia de la torsión a la que está sometido
Electrodo	Varilla metálica especialmente preparada para servir como material de aporte en los procesos de soldadura
Empalme	Unión de dos o más cables de una instalación eléctrica



# CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN

## 1.1.- FORMACIÓN ACADÉMICA

PRIMARIA	MELCHOR OCAMPO MORELIA MICHOACÁN
SECUNDARIA	DR. ALFONSO GARCÍA ROBLES MORELIA MICHOACÁN
PREPARATORIA	CONALEP II MORELIA MICHOACÁN
LICENCIATURA	UMSNH INGENIERÍA ELÉCTRICA

## 1.2.- EXPERIENCIA LABORAL

### CONSTRUCTORA DE OBRAS Y PROYECTOS ELÉCTRICOS DE MICHOACÁN S.A. DE C.V.

- Mejora de obra electromecánica de la Red Subterránea Cumbres de Santa Fe, perteneciente a la Zona de Distribución Lomas de la División Valle de México Sur Colaboración: Residente de Obra.
- Construcción de línea subterránea de 115 kv para servicio a Benteler 1C-0+800 km-1000 AWG-AL-XLP en nivel de tensión de 115 kv, en el Estado de Puebla Sub área de Transmisión y Transformación Camargo.
- Conversión De Aéreo A Subterráneo Polígono Sayulita, Mpio. De Bahía De Banderas, Nayarit.
- Construcción de obra civil y electromecánica Hospital Ángeles de Puebla para línea de 13.2 y 34.5 kv.
- Construcción de 0.800 km de obra electromecánica subterránea, en calle Cumulo de Virgo y Calle Acuario, en el ámbito de la zona de distribución Puebla Poniente, en los Estados de Puebla y Tlaxcala.
- Construcción de salidas subterráneas y reconfiguración de circuitos de la S.E. Aeropuerto en el ámbito de la Zona de Distribución Pachuca, en el Estado de Hidalgo.
- Construcción de salidas subterráneas y reconfiguración de circuitos de la S.E. Universidades en el ámbito de la Zona de Distribución Pachuca, en el Estado de Hidalgo.
- Conversión de la red de distribución de energía eléctrica de aérea a subterránea del pueblo mágico de Real del Monte, en el ámbito de la Zona de Distribución Pachuca, Estado de Hidalgo.
- Conversión de red de distribución de energía eléctrica de aérea a subterránea en el centro histórico de Zempoala, en el ámbito de la Zona de Distribución Pachuca, Estado de Hidalgo.
- Conversión aéreo-subterránea en media y baja tensión Fraccionamiento Residencial Valle Real, en el Municipio de Zapopan, Jalisco.



- Conversión de instalación en media y baja tensión en Av. López Mateos y Periférico Sur en el Municipio de Zapopan, Jalisco.
- Modernización con Medición AMI Estrategia “C” con Gabinete para Display en Zona de Distribución Tenango de la División Valle De México Sur.
- Regularización de Servicios Instalando Gabinetes con Medidores Adosados a la Pared en Col. Tepepan, Alcaldía Tlalpan, Ciudad de México de la División Valle De México Sur.

### **Funciones del puesto**

Coordinación de personal con ayuda del sobrestante civil y/o electromecánico, supervisión y construcciones bajo la normativa de CFE, solicitud de materiales para realización del proyecto en tiempo, programación de actividades semanales, mensuales y/o como se requiera, reporte de actividades diarias, solicitud de gastos, entrega de nómina, resolución de problemas en obra, entrega de información para estimaciones, conocer alcances del proyecto y trato con el cliente directo.

### **1.3.- CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS**

- Implementación de normas de CFE en la construcción de proyectos
- Técnicas de supervisión de obra
- Programación de trabajos de obra
- Solicitud de materiales
- Conocimiento de materiales
- Coordinación con personal de obra
- Interpretación de planos
- Manejo de conflictos
- Trabajar bajo presión.
- Iniciativa
- Disponibilidad en horarios mixtos.
- Solución de problemáticas sociales.
- Toma de decisiones.
- Supervisión de pruebas eléctricas a conductores
- Supervisión de pruebas a equipos eléctricos
- Supervisión de la elaboración de accesorios para equipos eléctricos
- Supervisión de pruebas de tierra
- Supervisión de instalación de herrajes subterráneos
- Conciliación de materiales.
- Conciliación de trabajos ejecutados en obra
- Elaboración de reportes de obra
- Elaboración de concentrados finales de obra



Facultad de Ingeniería Eléctrica

- Elaboración de inventarios de materiales
- Captura de puntos GPS para elaboración de planos
- Captura de evidencia fotográfica de trabajos ejecutados
- Entrega de información al área de estimaciones para su elaboración
- Coordinación con personal de CFE para ejecución de maniobras
- Interpretación de programas de obra de CFE
- Cuantificaciones de materiales
- Seguimiento con cobros de trabajos ejecutados
- Supervisión de puesta en servicio de redes eléctricas
- Supervisión de puesta en servicio de equipos eléctricos.



## **CAPÍTULO 2.- GENERALIDADES DE UNA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**

### **2.1.- COMO SE INTEGRA UNA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**

La Norma Oficial Mexicana (NOM) define una línea subterránea como aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación colocados bajo el nivel del suelo, ya se directamente enterrados, en ductos o banco de ductos. [1]

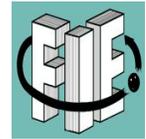
Una línea subterránea se integra de lo siguiente:

- I. Obra civil: Combinación de ducto, banco de ductos, registros, pozos, bóvedas y cimentación de subestaciones.
- II. Equipo Subterráneo, diseñado y construido para quedar instalado dentro de pozos o bóvedas y capaz de soportar las condiciones de operación.
- III. Equipo sumergible, el que por sus características puede estar inmerso en cualquier tipo de agua en forma intermitente.
- IV. Equipo tipo pedestal, el cual está instalado sobre el nivel del terreno, en una base con cimentación adecuada.
- V. Terminal de cable, que distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

### **2.2.- SISTEMAS APLICABLES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN**

#### **2.2.1.- CONFIGURACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

Las redes de distribución subterráneas tienen diversas características como son: el tipo de carga, el nivel de tensión en el sistema primario (como se muestra en la figura 2.1), en el secundario, la topología de la red primaria, la red secundaria y los equipos para su operación. Las características anteriores constituyen los elementos más comunes para el diseño de los sistemas de distribución subterráneos.



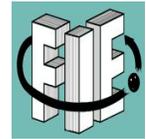
Actualmente los sistemas que operan en una red subterránea son de dos tipos: las configuraciones radiales y en anillos, este tipo de arreglos se diseñan para operar con tensiones de 34.5 Kv, 23 Kv y 13.8 Kv indicadas en la tabla 2, siendo estas las más comunes y normalizadas según lo estipulado en la norma NMX-J-098-ANCE-1999. [2]

**Tabla 1.- Tensiones Eléctricas**

Clasificación	Tensión eléctrica nominal [V]			Tensión eléctrica de servicio [V]		Tensión eléctrica nominal de utilización [V]
	1 fase 3 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	Máximo	Mínimo	
Baja tensión	120/240	-----	-----	126/252	108/216	115/230
	----	----	220Y/127	231/133.3	198/114.3	208Y/120
	----	----	480Y/277	504/291	432/249.4	460Y/265
	----	480	-----	504	432	460
Media tensión		2 400	-----	2 520	2 160	2 300
		4 160	-----	4 368	3 744	4 000
		-----	-----	7 245	6 210	6 600
		13 800	-----	14 490	12 420	13 100
		-----	13 800Y/7 970	14 490/8 366	12 420/7 171	
		23 000	-----	24 150	20 700	
		-----	23 000Y/13 280	24 150/13 943	20 700/11 951	
		34 500	-----	36 225	31 050	
Alta tensión		-----	34 500Y/19 920	36 225/20 915	31 050/17 927	
		69 000		72 450	62 100	
		85 000		89 250	76 500	
		115 000		120 750	103 500	
		138 000		144 900	124 200	
		161 000		169 050	144 900	
Extra alta tensión		230 000		241 500	207 000	
		40 000		420 000	360 000	



Figura 2.1.- Alta, media y baja tensión. Tomado de <https://shorturl.at/hDKZ7>



### 2.2.1.1.- CONFIGURACIÓN RADIAL

Es aquella que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga como se indica en la figura 2.2, la principal ventaja es que son más simples y económicos. Su desventaja radica generalmente en que deja a un número de usuarios sin servicio hasta que el problema se resuelva al no tener una alimentación de emergencia como lo tiene la configuración anillo; actualmente los sistemas de configuración radial casi ya no se usan debido a su inestabilidad y poca garantía de continuidad en el suministro. [2]

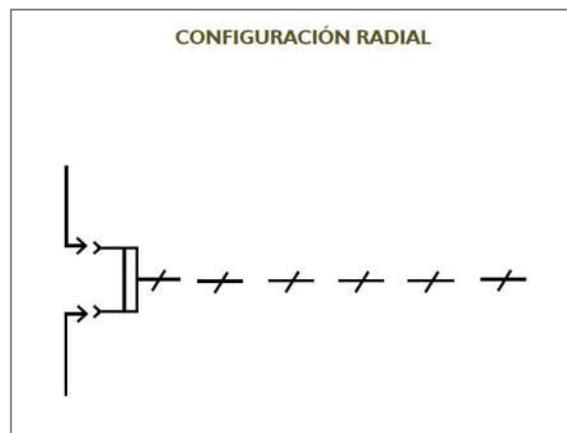


Figura 2.2.- Configuración radial. Tomado de: <http://shorturl.at/boDKN>

### 2.2.1.2.- CONFIGURACIÓN EN ANILLO

La configuración en anillo tiene más de una trayectoria entre la fuente o fuentes y la carga para proporcionar el suministro de energía eléctrica. Este tipo de arreglo está diseñado para proporcionar un servicio confiable a las áreas con alta densidad de carga, tales como: el centro de una ciudad, áreas comerciales, centros comerciales, etc. [2]

La configuración anillo es el más costoso debido a que requiere más equipo, pero cualquier punto sobre la línea tiene servicio desde dos direcciones, si alguna queda fuera de servicio el cliente puede seguir suministrado por medio de otra línea. Existen diferentes configuraciones en los arreglos tipo anillo, las cuales son las siguientes:

- I. Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación. Cuenta con una sola fuente de alimentación, opera de forma radial con un punto de enlace normalmente abierto en el centro de carga, como se muestra en la Figura 2.3. [2]

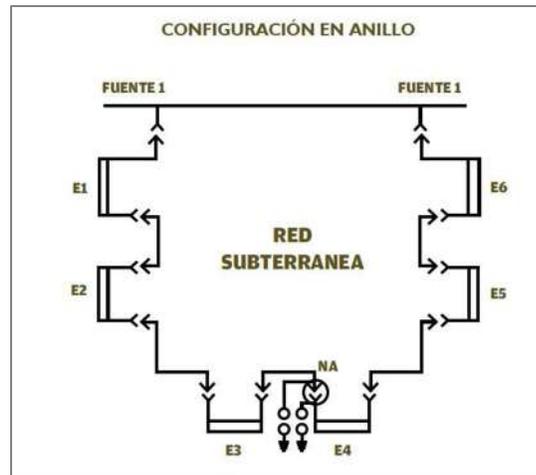
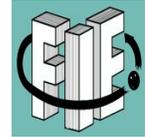


Figura 2.3.- 1 Fuente de Alimentación (Configuración Anillo). Tomado de: <https://shorturl.at/ltuL7>

- II. Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación. Cuenta con dos fuentes de alimentación, opera de forma radial con punto de enlace normalmente abierto en el centro de carga, como se muestra en la Figura 2.4. [2]

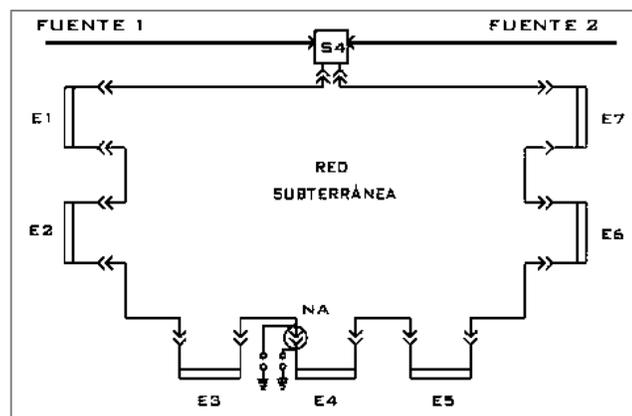
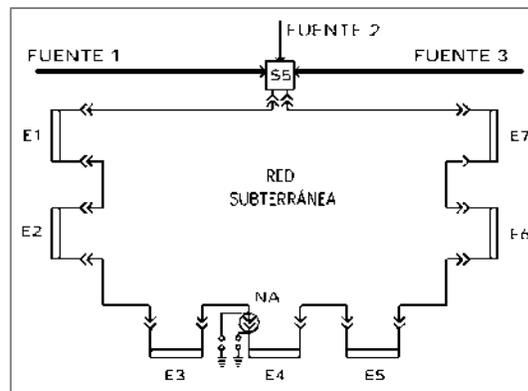
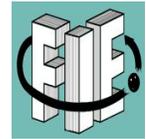


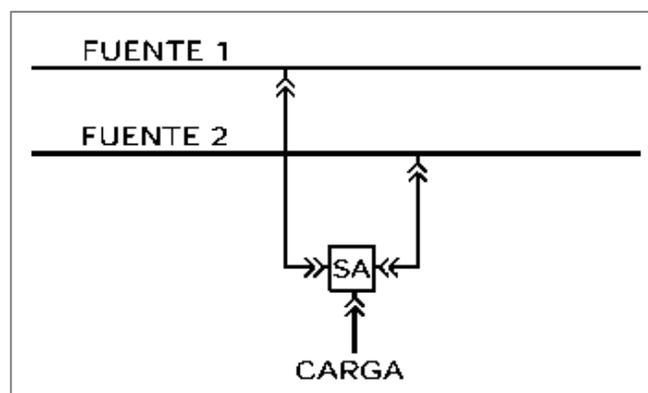
Figura 2.4.- 2 Fuentes de Alimentación (Configuración Anillo). Tomado de <https://shorturl.at/suw1Y>

- III. Configuración en anillo operación radial con tres fuentes de alimentación. Como dice su nombre cuenta con tres fuentes de alimentación, esta ópera de forma radial con punto de enlace normalmente abierto en el centro de carga, como se muestra en la Figura 2.5. [2]

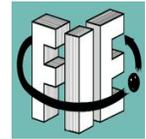


**Figura 2.5.- 3 Fuentes de Alimentación (Configuración Anillo).** Tomado de: <https://cofemersimir.gob.mx/expediente/2752/mir/7590/anexo/274722>

- IV. Sistema de Alimentación selectiva. Sistema en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación que sigue la misma trayectoria, una de las cuales considera como preferente y la otra como emergente y que utiliza un seccionador con transferencia automática; como se muestra en la Figura 2.6. [2]



**Figura 2.6.- 2 Fuentes de Alimentación Preferente y emergente** Tomado de <https://cofemersimir.gob.mx/expediente/2752/mir/7590/anexo/274722>



## **CAPÍTULO 3.- CONSTRUCCIÓN DE OBRA CIVIL SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**

### **3.1.- PRESENTACIÓN**

El presente documento tiene como finalidad explicar y detallar el proceso de la ejecución y materiales que forman parte de la obra civil eléctrica subterránea en media tensión, desde el inicio hasta su término; ya que en la actualidad la obra eléctrica subterránea ha tomado gran partido para el suministro de la energía.

#### **3.1.1.- INTRODUCCIÓN**

La red eléctrica ha crecido y cambiado inmensamente desde sus orígenes a principios de la década de 1880, cuando los sistemas de energía eran pequeños y localizados. La red eléctrica es un sistema dinámico, el cual ha cambiado y evolucionado rápidamente durante el siglo pasado para adaptarse a las nuevas tecnologías, a los aumentos en la demanda de electricidad y a la creciente necesidad de fuentes de electricidad confiables y diversas. [3]

Es por ello que debido a la creciente demanda como se mencionó anteriormente, la Comisión Federal de Electricidad realiza la contratación de empresas particulares para la realización de obra eléctrica subterránea, esto trae consigo muchos beneficios, como seguridad en caso de un fenómeno meteorológico como podría ser un huracán o terremoto, evitar contaminación por sus aislantes además de la contaminación visual.

### **3.2.- APLICACIONES DE OBRA CIVIL SUBTERRÁNEA**

En México, debido al incremento de la construcción de redes subterráneas de distribución en los últimos años se debe principalmente a las necesidades por la densidad de carga, flexibilidad, confiabilidad, estética, así como al desarrollo de nuevas tecnologías, materiales y equipo; es por ello que de acuerdo a la Norma de la CFE, los lugares donde se puede aplicar la obra civil subterránea de media tensión son los siguientes, aclarando que no es limitativo y se puede realizar en otras zonas, aunque no estén incluidas en la lista. [1]

- A. Desarrollos residenciales de nivel alto, medio, interés social, vivienda económica y poblaciones rurales rehabilitadas.
- B. Electrificación rural y vivienda popular.
- C. Electrificación rural y vivienda popular.
- 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.

### 3.3.- TIPOS DE TERRENOS

Los tipos de terrenos en los que se puede construir la obra civil, son los que se muestran en la tabla 3, así como las consideraciones que se deben tener para su construcción, esto de acuerdo a la Norma de CFE.

Tabla 2. - Tipos de terrenos

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 $\frac{3}{4}$ " 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.

#### 3.3.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Las consideraciones generales, están dispuestas por la Norma de CFE que se tienen que llevar a cabo y cumplir al realizar la obra civil subterránea; las cuales son:



- I. Los circuitos deben seguir una trayectoria que vaya a lo largo de las aceras, camellones, periferia de zonas verdes y andadores.
- II. 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.
- III. Los registros no deben localizarse en banquetas angostas, en carriles de estacionamiento, cocheras y frente a puertas o salidas de peatones.
- IV. 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.
- V. 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.
- VI. 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]

### **3.4.- TRABAJOS PRELIMINARES**

Es un conjunto de actividades que se ejecutan antes del inicio de la construcción para establecer, delimitar y proteger la obra misma, así como facilitar y permitir el inicio de los trabajos.

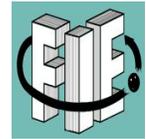
#### **3.4.1.- VISITA DE OBRA**

Al inicio de obra, antes de cualquier trabajo primeramente se realiza una visita a la nueva construcción, esto para previamente tener una idea de los trabajos que se realizaran, conocer al personal de CFE que estará a cargo de la supervisión en conjunto con el Contratista. En este se realiza un recorrido en toda la trayectoria de la obra, se realizan citas con las dependencias involucradas ya sea de agua potable, de fibra óptica y/o gas. [4]

#### **3.4.2.- TRAZO**

El trazo se realiza en la trayectoria que indique el plano de construcción, donde se indica la canalización donde se realizara la obra subterránea, así como registros y/o pozos de visita, bases de transformadores, etc.

Este trazo va desde el punto de inicio hasta el término, tomando medidas de acuerdo a plano e ir indicando con cal donde se realizará la zanja e igualmente donde quedaran los registros y/o pozos instalados. Es necesario localizar en este trazo, que otros servicios van a interferir para que al momento de iniciar no causemos daños, esto es posible si en esta trayectoria localizamos registros que nos permitan identificar los servicios; si nos percatamos de que no hay existencia de algún indicio de esto, será necesario realizar al menos un sondeo en cada tramo de la



trayectoria así como en donde se instalaran los registros y/o pozos de visita; este proceso nos permitirá planear el nuevo trazo si es necesario. [4]

Cabe mencionar que el trazo se marca del ancho de la zanja que se va a realizar, indicado con dos líneas paralelas.

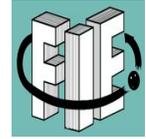
### 3.4.3.- CORTE

Es el trabajo se realiza sobre la trayectoria indicada donde se localizará la zanja del banco de ductos, este corte es realizado con máquina de disco en pavimentos, losas y/o banquetas como la que se muestra en la Figura 3.1.

Este trabajo se realiza ya sea en pavimentos de concreto y/o asfalto, este corte es para evitar que al romper el pavimento dañemos la estructura de a un lado y al momento de volver a reparar el elemento viejo con el nuevo se note menos. Se debe saber que para realizar este trabajo el personal que lo realiza debe estar previamente capacitado y saber cómo funciona, y que procedimiento seguir; ya que es necesario ir mojando el pavimento en donde se realizara el corte para que sea más sencillo y el disco pueda entrar a una profundidad entre 5 y 10 cm.



Figura 3.1.- Cortadora de pavimento. Tomado de: <https://shorturl.at/hotP9>



### 3.4.4.- DEMOLICIONES

Esta actividad consta de realizar el rompimiento del pavimento y/o asfalto que se encuentre en la trayectoria donde se realizara el banco de ductos y los registros y/o pozos, ya sea sobre arroyo, banqueta o ambas.

Dentro de las demoliciones que se realizan se distinguen los siguientes casos:

- I. Demolición de pavimentos de concreto que pueden estar entre 10 a 20, incluso hasta 30 cm de espesor; por lo cual tenemos que considerar que este depende de los espesores ya mencionados pueda demolerse manualmente ya sea con marro, cincel, cuñas y al espesor de mayor dimensión es necesario maquinaria como rompedor o incluso retroexcavadora con martillo como se ilustra en la Figura 3.2.
- II. Retiro de empedrado normal o ahogado en concreto, este se retira mediante el uso de pico, marro, cincel, cuñas y/o maquinaria; esta “demolición” no tiene una profundidad específica ya que es un empedrado.
- III. Demolición de banqueta, al igual que las anteriores se puede realizar con ayuda del pico, marro, cincel, cuñas y/o maquinaria, esta demolición se realiza en un espesor máximo de 10 cm.



Figura 3.2.- Demolición con martillo hidráulico, Tomado de: <https://shorturl.at/qsDN5>



## 3.5.-BANCO DE DUCTOS DE MEDIA TENSIÓN

### 3.5.1.- ¿QUÉ ES EL BANCO DE DUCTOS?

Entendamos el banco de ductos como el conjunto de elementos que sirven para canalizar los cables de energía para alta, media y baja tensión en una red eléctrica. Los materiales que se utilizan en la construcción de banco de ductos son tuberías de alta densidad liso (PAD) y corrugado (PADC) y que deben cumplir con las especificaciones de CFE.

### 3.5.2.- TIPOS DE BANCO DE DUCTOS

Primeramente, debemos entender la simbología que se nos indica en los planos, esto nos dice que tipo de banco de ductos se va a instalar en la trayectoria ya que puede haber diversos tipos.

Ejemplo de Nomenclatura:

**(P9B PAD).**

**9:** Numero de ductos que se instalaran ya sean lisos o corrugados.

**B:** Indica si el banco de ductos estará instalado en Banqueta o en caso que tuviera una A seria en Arroyo.

**PAD:** Indica el tipo de ducto a instalar, para este caso sería liso; si tuviera la nomenclatura PADC sería corrugado.

Referente a los ductos se deben utilizar ductos de polietileno de alta densidad (Lisos o Corrugados), deben ir suministrados los PADC con campana integrada o con cople debiendo garantizar una unión hermética conforme a la Norma de CFE.

De acuerdo al número de circuitos que se van a instalar, así como si es sobre arroyo y/o banquetta, se encuentran diferentes tipos de banco de ductos a construir, estos se deben colocar directamente enterrados dejando las separaciones y profundidades indicadas, como se muestra a continuación:

1. Figura 3.3.- Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P1B).

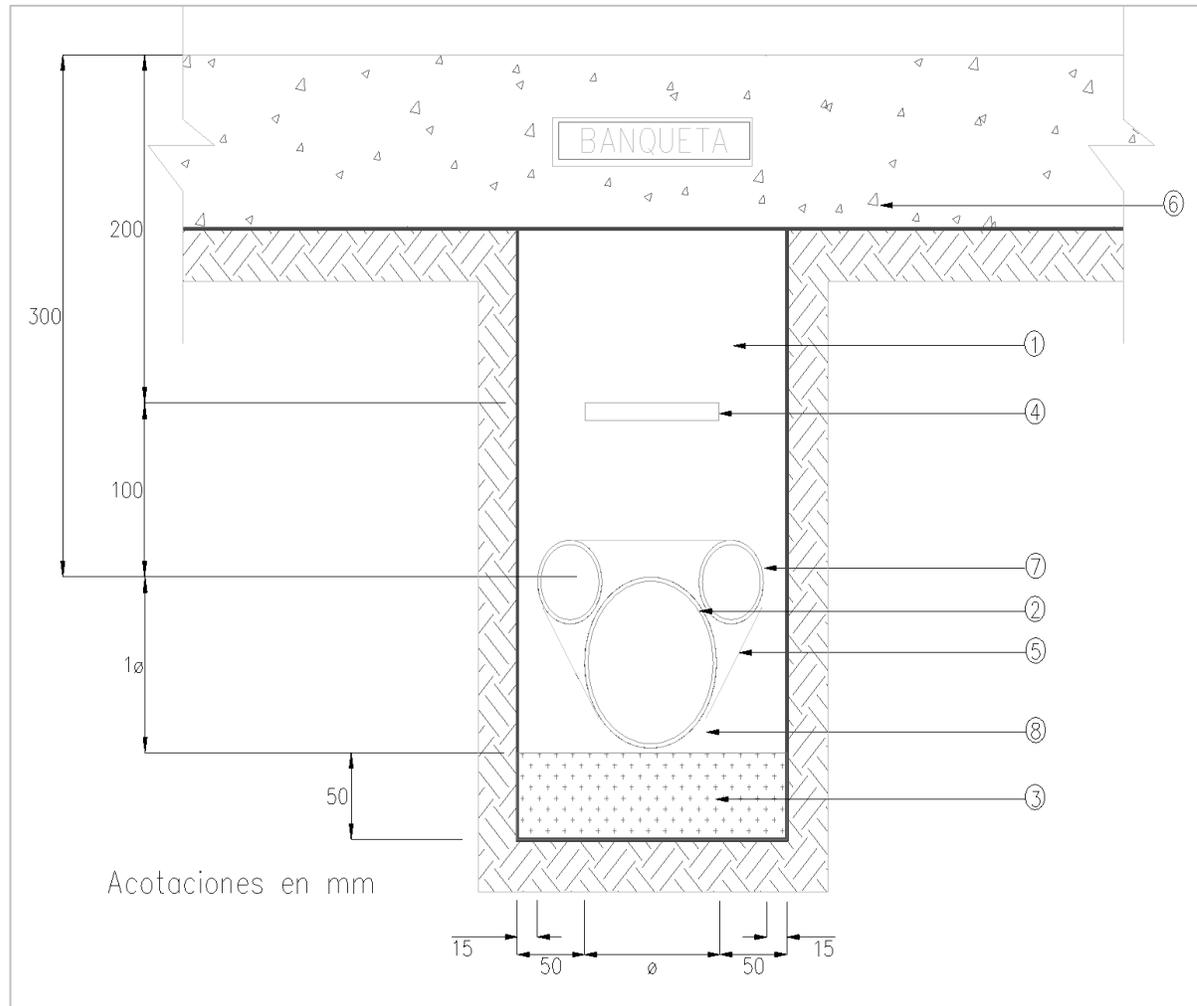
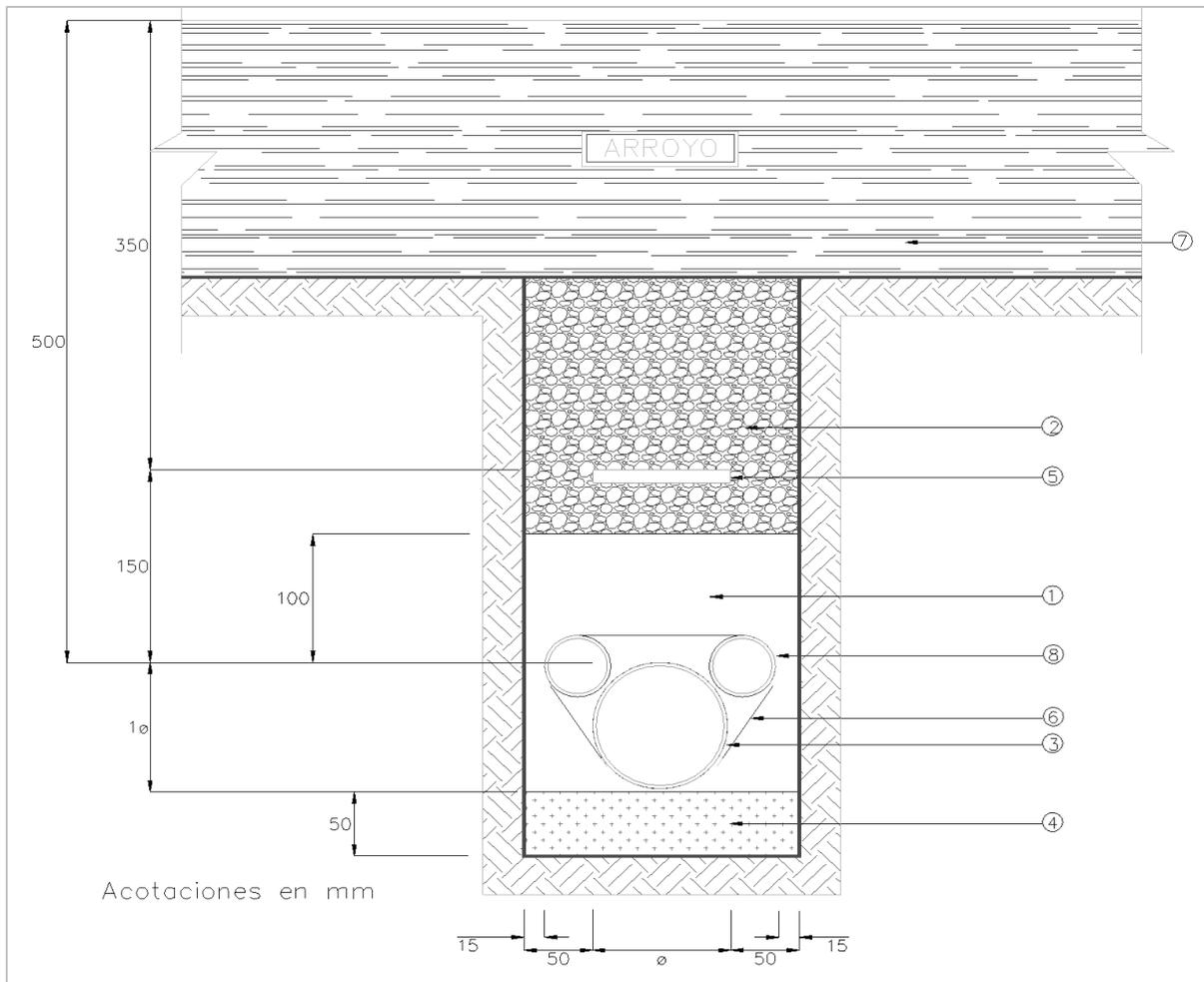


Figura 3.3.- Banco de ductos P1B, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011

Notas:

1. Relleno material compactado (90% proctor)
2. Ducto de polietileno de alta densidad 50.8, 76 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleo mayor a  $\frac{3}{4}$ "
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 3m del banco de ductos
6. Restituir el piso existente dejándolo igual al encontrado in sitio
7. Posición del ducto de polietileno de alta densidad 38.1 o 50.8 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.

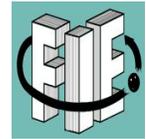
2. Figura 3.4. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P1A).



**Figura 3.4.- Banco de ductos P1A, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011**

**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 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleo mayor a  $\frac{3}{4}$ "
5. Cinta señalizadora de advertencia 300 mm con la leyenda "NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSION"
6. Fleje plástico con hebilla metálica colocado a cada 3m del banco de ductos
7. Restituir el piso existente dejándolo igual al encontrado in sitio
8. Posición del ducto de polietileno de alta densidad 38.1 o 50.8 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.



3. Figura 3.5. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P2B)

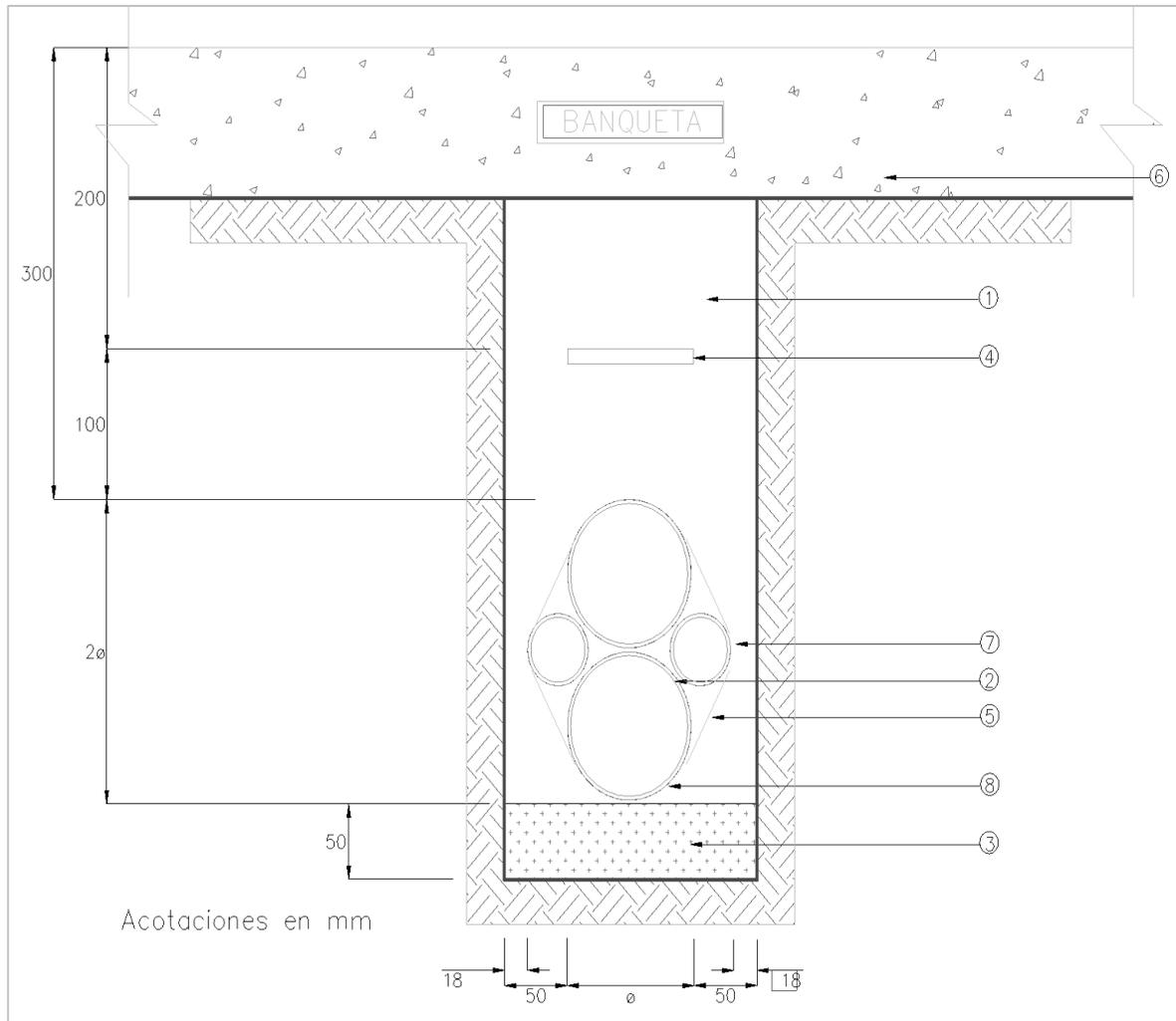


Figura 3.5.- Banco de ductos P2B, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011

Notas:

1. Relleno material compactado (90% proctor)
2. Ducto de polietileno de alta densidad 50.8, 76 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleo mayor a  $\frac{3}{4}$ "
4. Cinta señalizadora de advertencia 300 mm con la leyenda "NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSIÓN"
5. Fleje plástico con hebilla metálica colocado a cada 3m 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 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.
8. En caso de que el banco de ductos se combine media y baja tensión, la media tensión se ubicara en los niveles inferiores del banco de ductos.

4. Figura 3.6. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P2A)

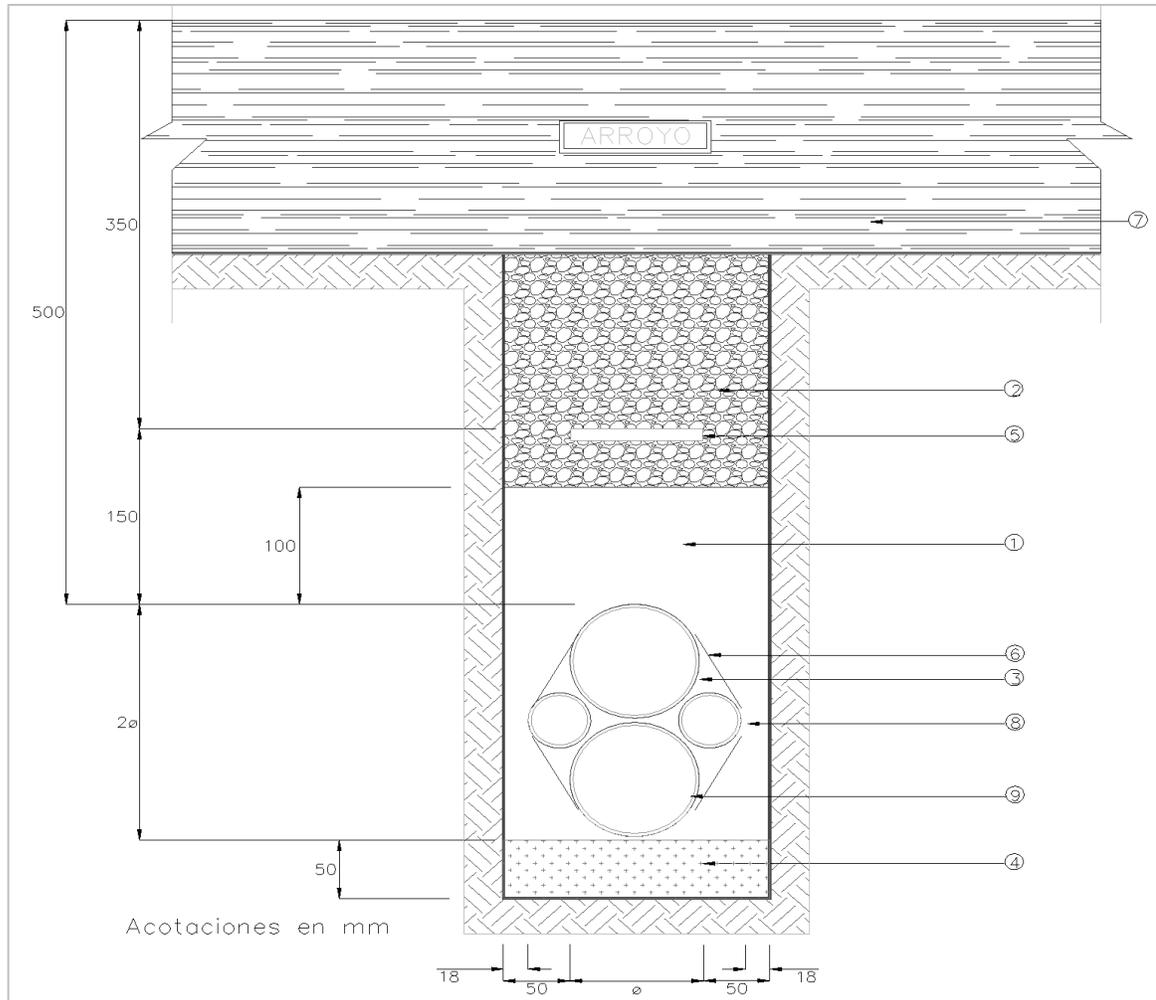
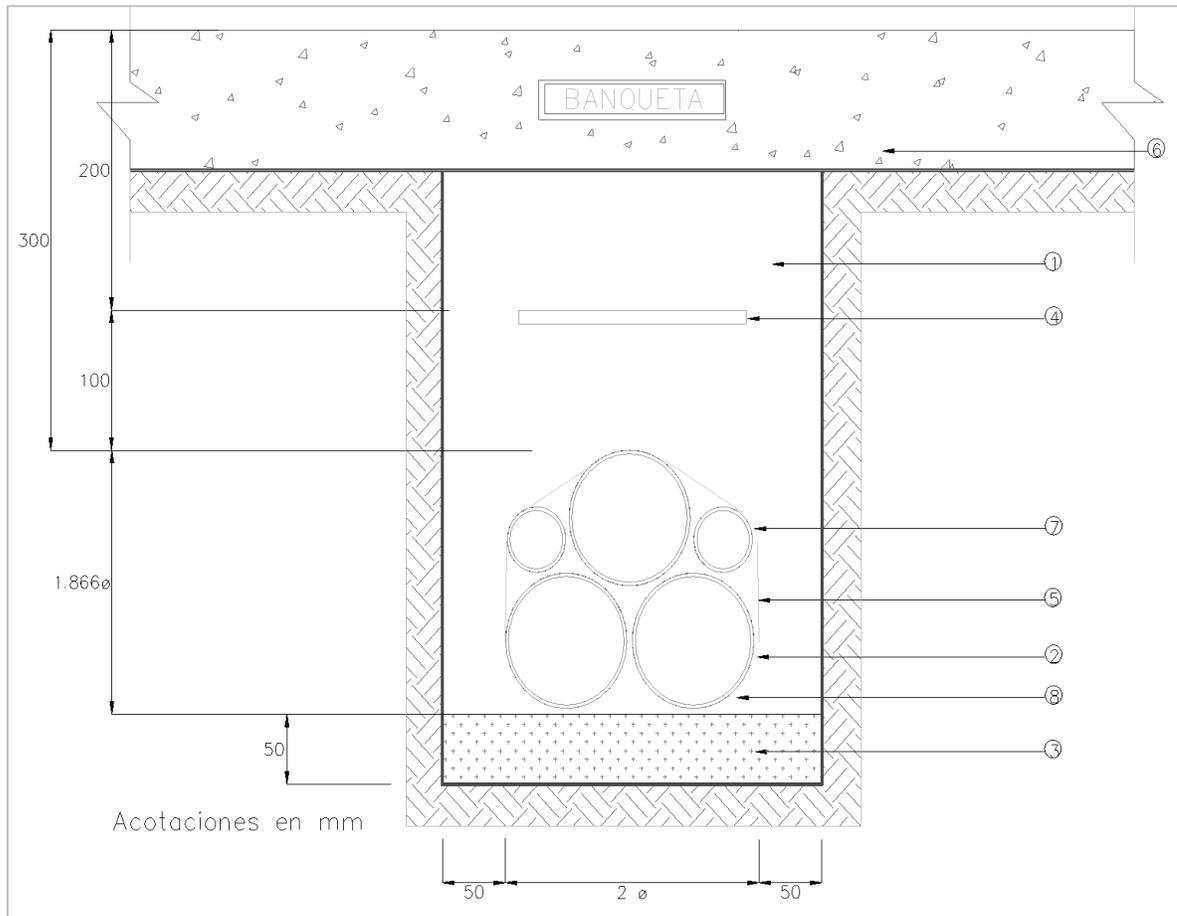


Figura 3.6.- Banco de ductos P2A, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011

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 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleo mayor a ¾"
5. Cinta señalizadora de advertencia 300 mm con la leyenda "NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSION"
6. Fleje plástico con hebilla metálica colocado a cada 3m 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 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.
9. En caso de que el banco de ductos se combine media y baja tensión, la media tensión se ubicara en los niveles inferiores del banco de ductos.

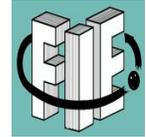
5. Figura 3.7. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P3B).



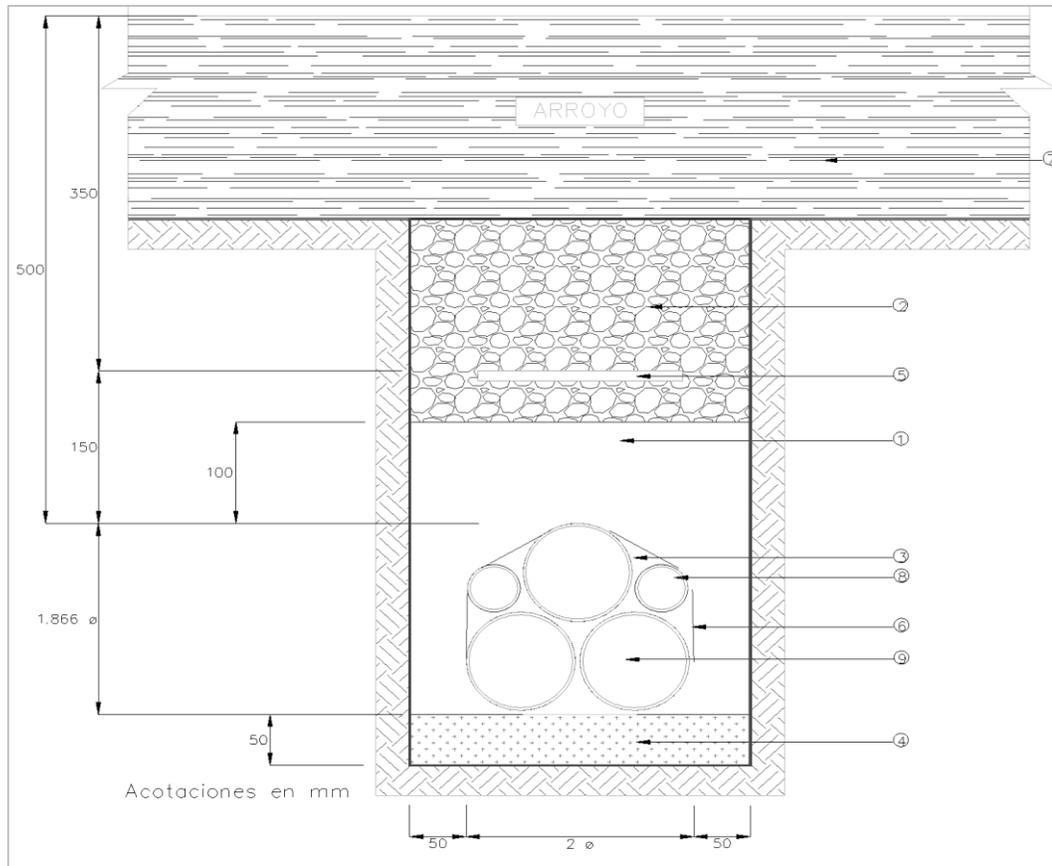
**Figura 3.7.- Banco de ductos P3B**  
Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011

**Notas:**

1. Relleno material compactado (90% proctor)
2. Ducto de polietileno de alta densidad 50.8, 76 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleo mayor a  $\frac{3}{4}$ "
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 3m del banco de ductos
6. Restituir el piso existente dejándolo igual al encontrado in sitio
7. Posición del ducto de polietileno de alta densidad 38.1 o 50.8 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.
8. En caso de que el banco de ductos se combine media y baja tensión, la media tensión se ubicara en los niveles inferiores del banco de ductos.



6. Figura 3.8. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P3A).

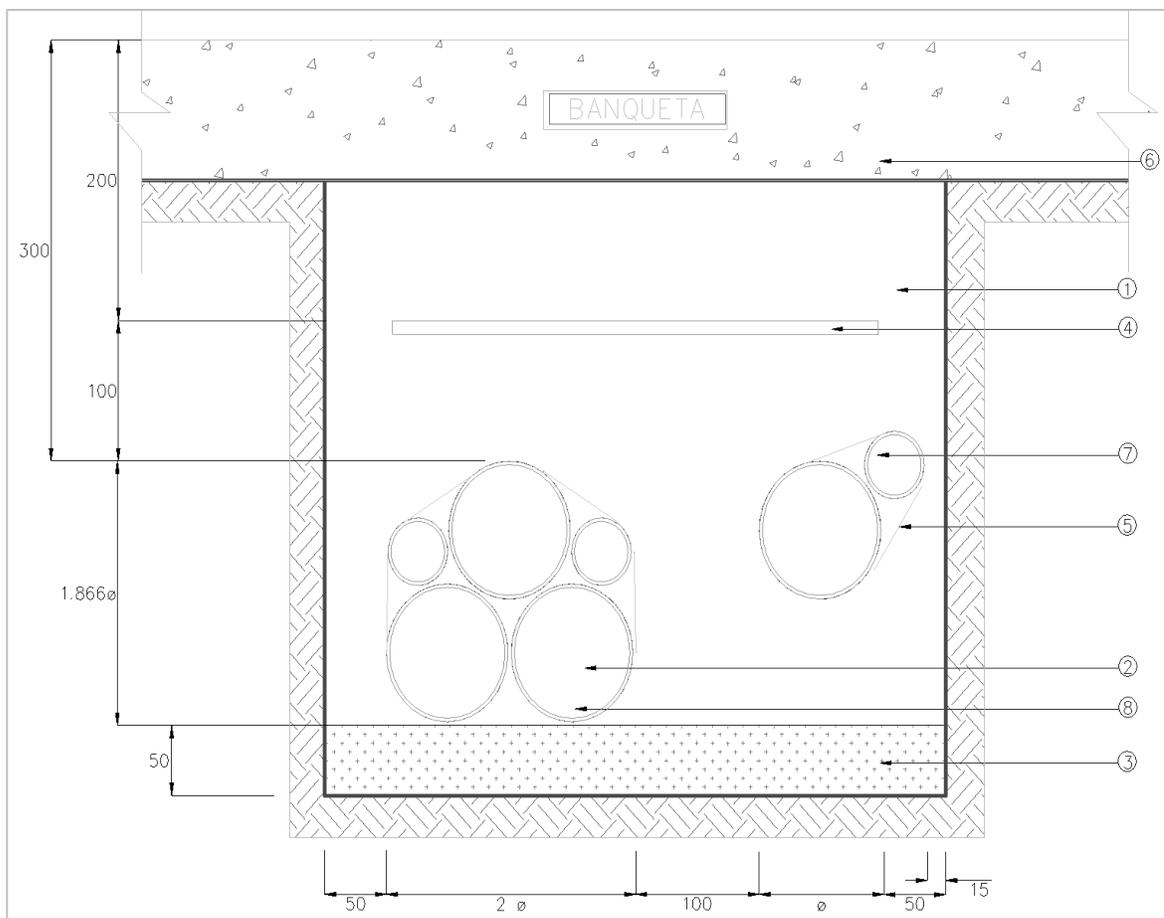


**Figura 3.8.- Banco de ductos P3A. Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011**

**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 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleo mayor a  $\frac{3}{4}$ "
5. Cinta señalizadora de advertencia 300 mm con la leyenda "NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSION"
6. Fleje plástico con hebilla metálica colocado a cada 3m 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 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.
9. En caso de que el banco de ductos se combine media y baja tensión, la media tensión se ubicara en los niveles inferiores del banco de ductos.

7. Figura 3.9. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P4B).



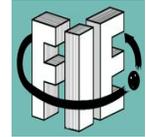
**Figura 3.9.- Banco de ductos P4B. Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011.**

**Notas:**

1. Relleno material compactado (90% proctor)
2. Ducto de polietileno de alta densidad 50.8, 76 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleo mayor a  $\frac{3}{4}$ "
4. Cinta señalizadora de advertencia 300 mm con la leyenda "NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSIÓN"
5. Fleje plástico con hebilla metálica colocado a cada 3m del banco de ductos
6. Restituir el piso existente dejándolo igual al encontrado in sitio
7. Posición del ducto de polietileno de alta densidad 38.1 o 50.8 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.
8. En caso de que el banco de ductos se combine media y baja tensión, la media tensión se ubicara en los niveles inferiores del banco de ductos.







10. Figura 3.12. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P6A).

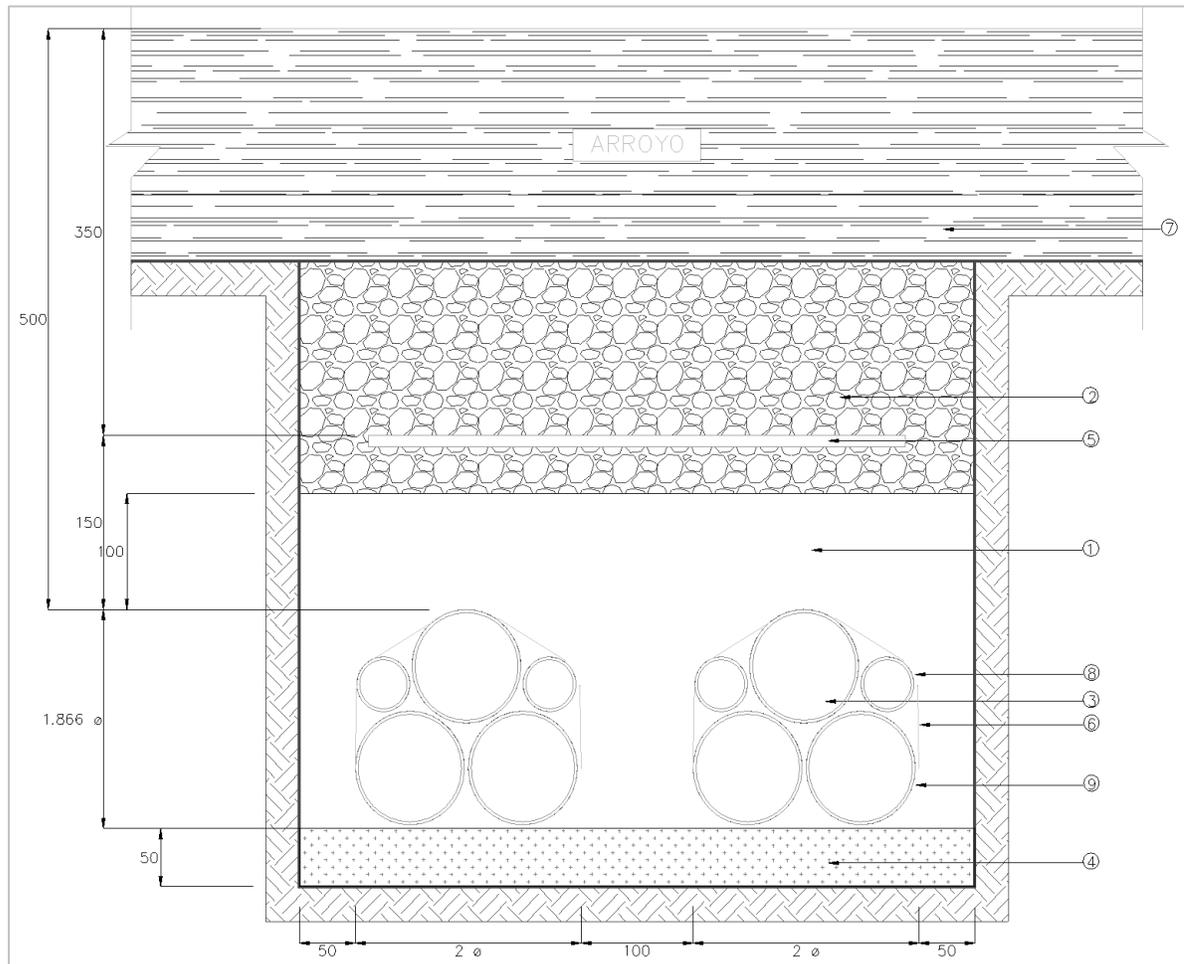
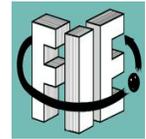


Figura 3.12.- Banco de ductos P6A Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011

**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 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleo mayor a  $\frac{3}{4}$ "
5. Cinta señalizadora de advertencia 300 mm con la leyenda "NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSION"
6. Fleje plástico con hebilla metálica colocado a cada 3m del banco de ductos
7. Restituir el piso existente dejándolo igual al encontrado in sitio
8. Posición del ducto de polietileno de alta densidad 38.1 o 50.8 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.
9. En caso de que el banco de ductos se combine media y baja tensión, la media tensión se ubicara en los niveles inferiores del banco de ductos.



12. Figura 3.13. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P9B).

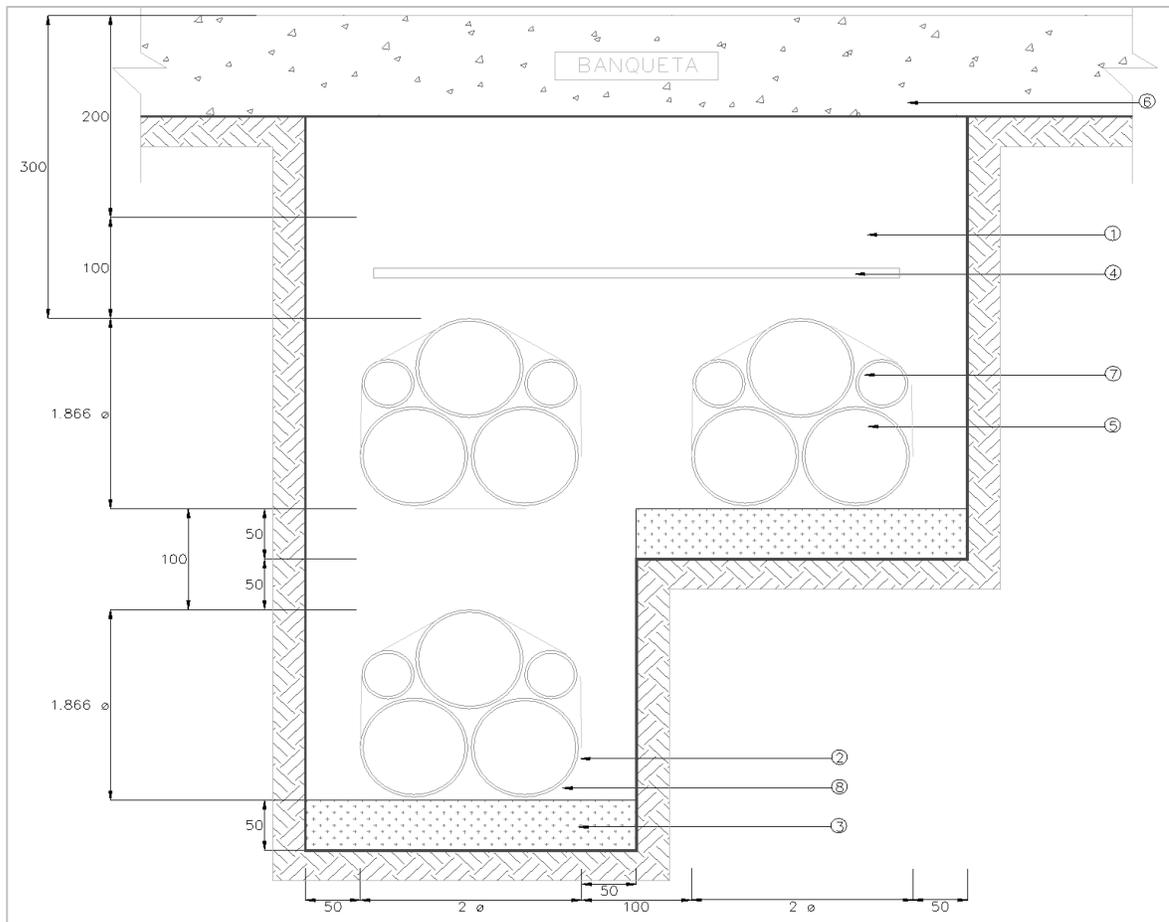
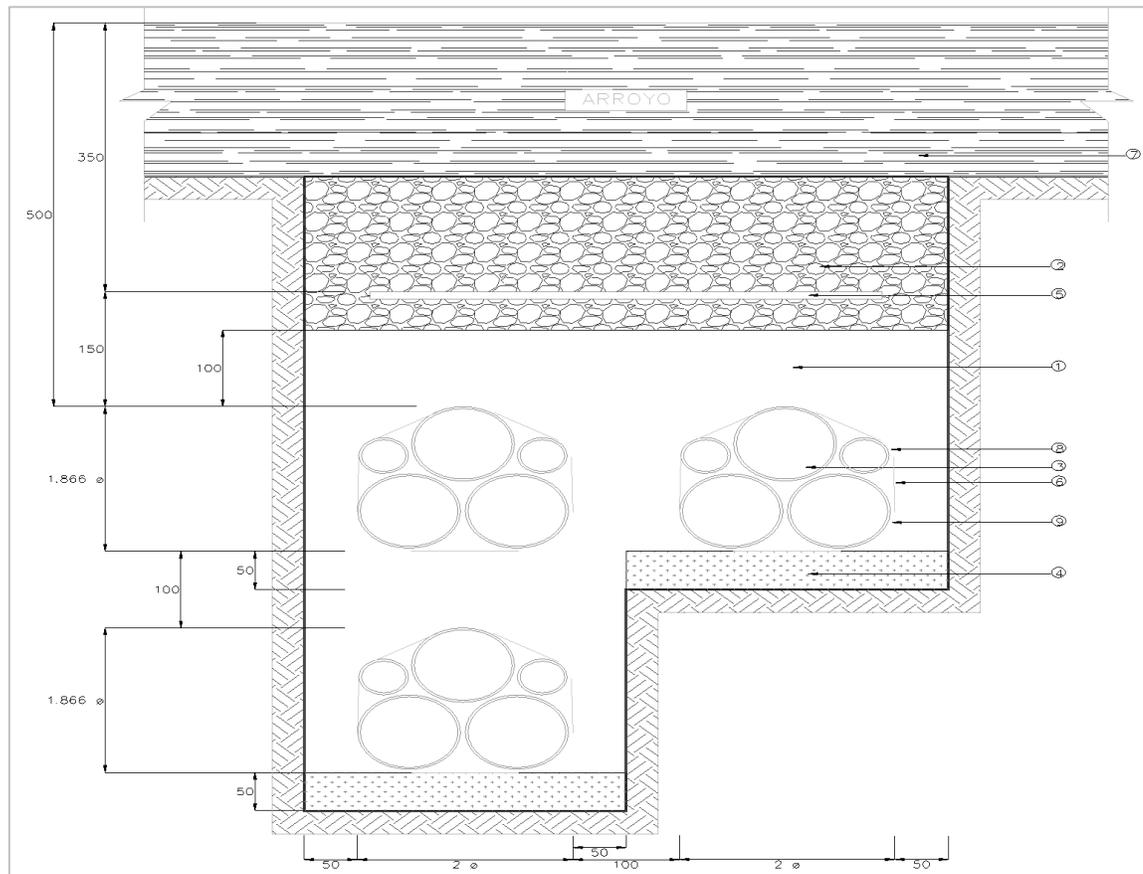


Figura 3.13.- Banco de ductos P9B, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011

Notas:

1. Relleno material compactado (90% mínimo proctor)
2. Ducto de polietileno de alta densidad 50.8, 76 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleto mayor a  $\frac{3}{4}$ "
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 3m del banco de ductos
6. Restituir el piso existente dejándolo igual al encontrado in sitio
7. Posición del ducto de polietileno de alta densidad 38.1 o 50.8 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.
8. En caso de que el banco de ductos se combine media y baja tensión, la media tensión se ubicara en los niveles inferiores del banco de ductos
9. 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 continúe con la excavación del circuito tres ubicado en el nivel inferior

13. Figura 3.14. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P9A).

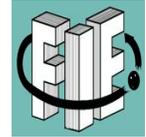


**Figura 3.14.- Banco de ductos P9A, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011**

**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 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleto mayor a  $\frac{3}{4}$ "
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 3m 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 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.
9. En caso de que el banco de ductos se combine media y baja tensión, la media tensión se ubicara en los niveles inferiores del banco de ductos.
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 continúe con la excavación del circuito tres ubicado en el nivel inferior





15. Figura 3.16. Banco de ductos de PAD o PADC para media tensión bajo banqueta (P12A).

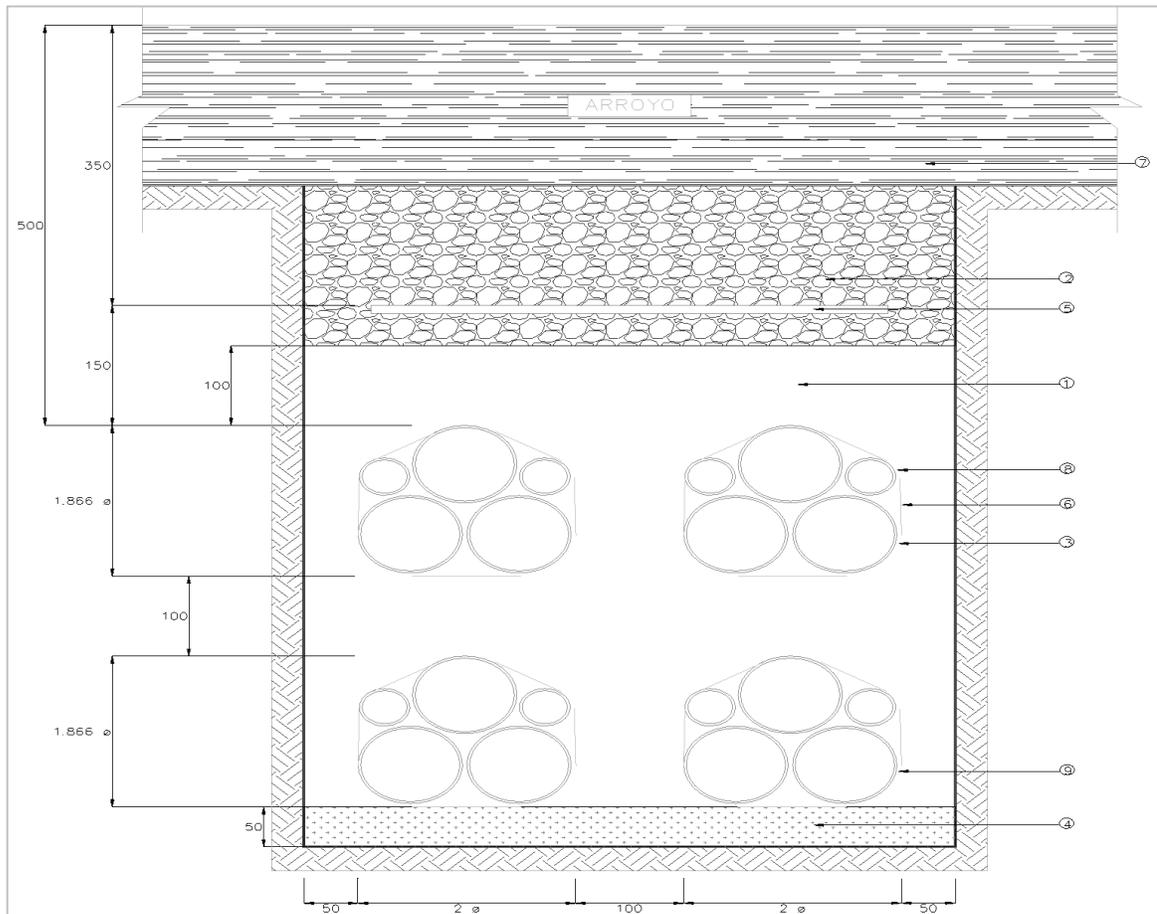
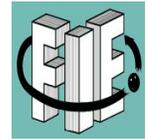


Figura 3.16.- Banco de ductos P12A, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011

**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 o 101 mm de diámetro de color rojo o 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 compactará utilizando una capa de tierra o arena de 5cm para uniformizar el fondo y que no contenga boleto mayor a  $\frac{3}{4}$ "
5. Cinta señalizadora de advertencia 300 mm con la leyenda "NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSION"
6. Fleje plástico con hebilla metálica colocado a cada 3m del banco de ductos
7. Restituir el piso existente dejándolo igual al encontrado in sitio
8. Posición del ducto de polietileno de alta densidad 38.1 o 50.8 de diámetro de color rojo o anaranjado, para instalaciones de comunicaciones, en caso de existir acuerdo para su utilización.
9. En caso de que el banco de ductos se combine media y baja tensión, la media tensión se ubicara en los niveles inferiores del banco de ductos.



De acuerdo a los anteriores tipos de banco de ductos, es como sabemos que dimensiones deben tener en cuanto a ancho y profundidad; así que cuando se realice trazo, corte, demoliciones, excavaciones, instalación de ductos, rellenos y reposiciones es tomando en cuenta lo anterior que está estipulado por la norma de CFE.

A continuación, en la Figura 3.17; se realizará un ejemplo de cómo se calculan estos anchos y profundidades en arroyo:

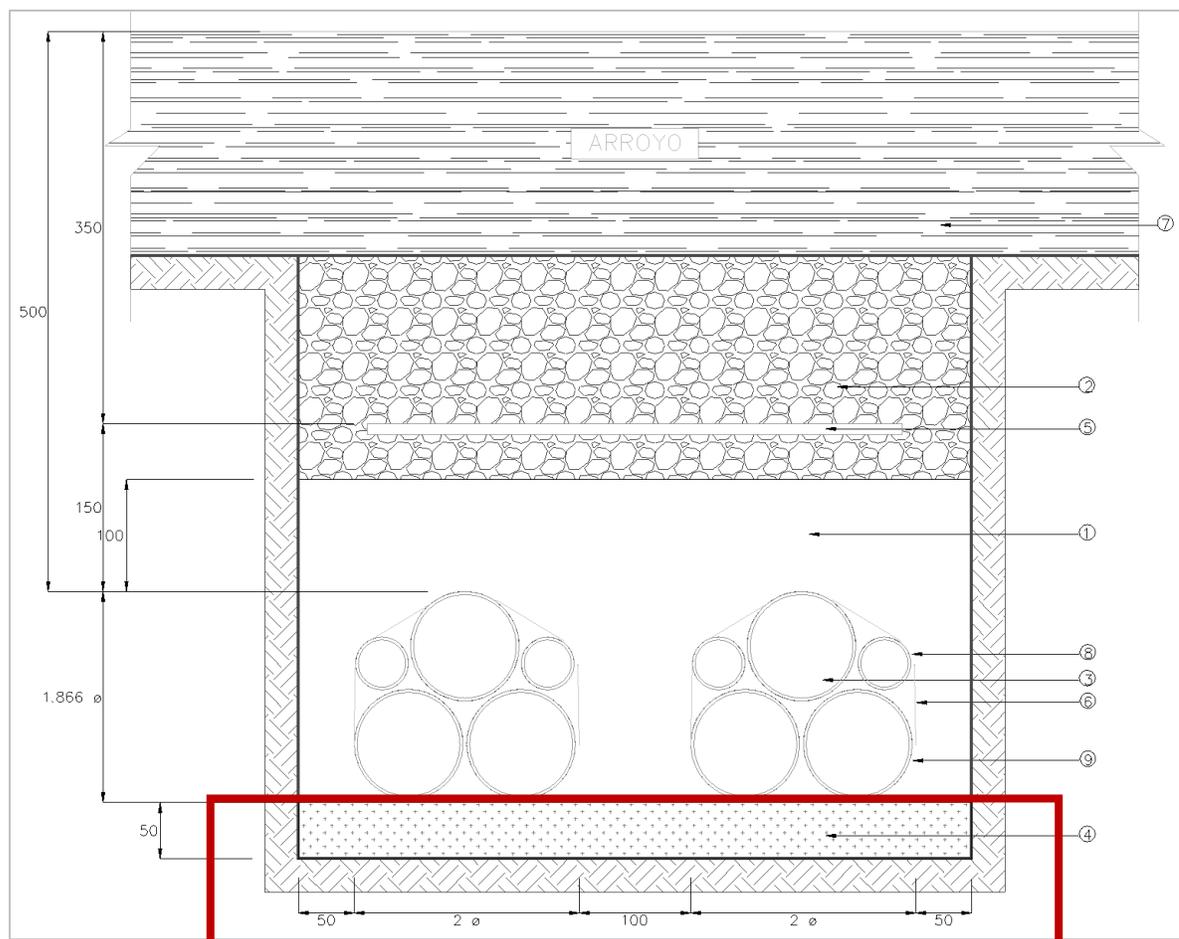
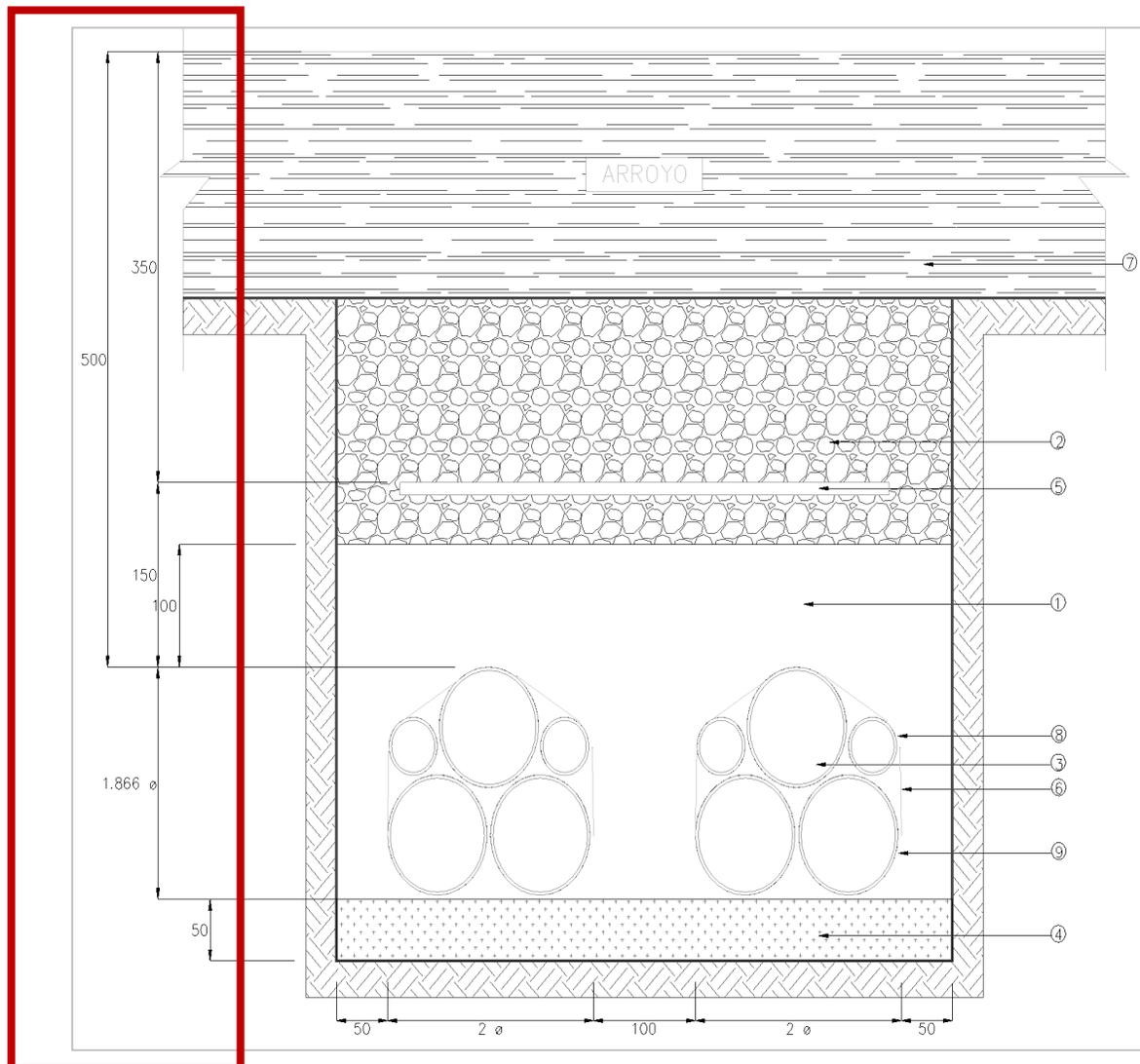


Figura 3.17.- Ejemplo calculo ancho de zanja, Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011

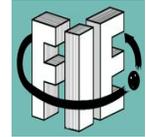
**Ancho:** La Norma nos indica que en ambos extremos dejaremos primero 50 mm = 5 cm, enseguida se dejara dos veces el diámetro del ducto a instalar ya sea si es de 2", 3" o 4"; en este caso dejaremos un ducto de 3" para el ejemplo =  $2 \times 3" = 2 \times 7.62\text{cm} = 15.24\text{ cm}$  esto igual en ambos extremos y en la parte media se estarán dejando libres 100 mm = 10 cm. Por lo tanto, sumando nuestros resultados nos daría el total de:  $5\text{cm} + 15.24\text{cm} + 10\text{ cm} + 15.24\text{cm} + 5\text{ cm} = \mathbf{50.48\text{cm}}$ . Como sabemos en obra no se pueden poner realmente las décimas por lo cual se redondea ya sea a los 50 o 51 cm., con lo que estaríamos cumpliendo la Norma.



**Figura 3.18.- Ejemplo calculo profundidad de zanja Tomado de Planos Normas C.F.E. 2011**

Como ejemplo de la Figura 3.18 se realizará el ejemplo del cálculo de la profundidad, iniciando de abajo hacia arriba:

1. 50 mm = 5 cm Capa de arena
2. Enseguida se calcula multiplicando el factor 1.866 x el diámetro del ducto a instalar 2", 3" o 4", por lo tanto, seria: =  $1.866 \times 3" = 1.866 \times 7.62\text{cm} = 14.21 \text{ cm}$
3. Después de esta capa donde se instala el ducto, debemos tener de profundidad 500 mm = 50 cm contando ya lo que es el arroyo (Pavimento)
4. En total tendríamos de profundidad =  $5\text{cm} + 14.21\text{cm} + 50\text{cm} = 69.21\text{cm} = \mathbf{70\text{cm}}$



### 3.5.3.- EXCAVACIÓN DE BANCO DE DUCTOS

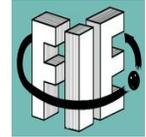
Entonces de acuerdo a lo anterior, indicado en la Norma de CFE; es como se debe supervisar en obra que se esté cumpliendo con los anchos y profundidades de los diversos bancos de ductos que sea indicado en el plano que se nos proporciona, una vez que se tiene identificado se procede a realizar la excavación correspondiente en donde dejaremos instalados los ductos.

De acuerdo a los tipos de suelo, la excavación se puede realizar manualmente o con maquinaria, y tomar algunas consideraciones para que evitemos algún derrumbe o hundimientos:

1. Suelo tipo A. (Blando y Normal). Que son todos aquellos suelos agrícolas, arcillas blandas, tepetate, arenas y gravas poco cementadas; este tipo de material podemos realizar su excavación manualmente o con equipos.
2. Suelo tipo B. Son aquellos que contienen materiales como rocas muy alteradas, piedras sueltas aisladas, conglomerados poco cementados, areniscas blancas, tierras arcillosas endurecidas. En este tipo de suelo podemos realizar excavaciones a mano y con equipo.
3. Material tipo C. (Duro o rocoso). Como su nombre lo indica es todo terreno donde se encuentre material con dureza y textura que solo puede ser excavado con maquinaria; dentro de este tipo podemos mencionar al basalto, granito, andesita, riolita.



Figura 3.19.- Excavación de zanja, Tomado de <https://instalacioneselctricasresidenciales.blogspot.com/2013/03/2-configuraciones-de-las-redes.html>



Durante este proceso, mayormente y por facilidad requerimos de la máquina retroexcavadora la cual nos permite el ahorro del tiempo al realizar este trabajo como se muestra en la Figura 3.19, la maquina se posiciona en la trayectoria y va realizando la excavación en el área previamente que se trazó esta actividad debe igualmente ejecutarse con cuidado si ya durante el trazo se localizaron igualmente otros ductos de servicios existentes para evitar daños a terceros; el material producto de la excavación se ira dejando a un costado de la zanja dejando un tramo libre entre zanja y producto. [4]

Una vez realizada la excavación, el personal indicado realiza el afine de los taludes y la compactación del fondo esto como se mencionó anteriormente para evitar derrumbes y así dejar el área libre sin boleos ilustrado en la Figura 3.20, para la colocación de la cama de arena y el tendido del ducto. Para este trabajo el personal se ayuda con una maquina compactadora o incluso puede hacerse a mano con pisones.



**Figura 3.20.- Compactación de fondo de zanja con bailarina,** Tomado de [https://es.123rf.com/photo\\_41554515\\_trabajador-con-pis%C3%B3n-zanja-compactar-la-ropa-de-cama-de-arena-se-extendi%C3%B3-a-lo-largo-del-fondo-de-la.html](https://es.123rf.com/photo_41554515_trabajador-con-pis%C3%B3n-zanja-compactar-la-ropa-de-cama-de-arena-se-extendi%C3%B3-a-lo-largo-del-fondo-de-la.html)

### **3.5.4.- CAMA DE ARENA PARA RECIBIR DUCTOS**

La cama de arena se coloca en cuanto el fondo de la excavación este compactado como se indicó anteriormente, esta cama de arena será para todos los tipos de banco de ductos y tendrá un espesor de 5 cm., con esto tendremos una superficie uniforme y limpia y así evitar la contaminación de los ductos por otros materiales, como se ilustra en la Figura 3.21.



El material que se emplea para esta cama de arena debe ser de un banco de material autorizado por la CFE, debe ser libre de arcillas expansivas y piedras. En algunas ocasiones puede emplearse el material producto de excavación si este cumple con lo anterior mencionado.

La cama de arena se va colocando con ayuda si es posible con la retroexcavadora, la cual va esparciendo el material sobre la zanja y el personal con ayuda de palas van acomodando la arena en todo el trayecto.

La zanja debe quedar compactada y libre de cualquier tipo de materia ajena. Tal como se muestra en las imágenes. [4]



**Figura 3.21.- Zanja preparada para recibir ductos**

### **3.5.5.- INSTALACIÓN DE DUCTERÍA**

Una vez que tenemos realizada la zanja con la capa de arena, se procede a realizar la instalación de ductería como vimos anteriormente depende del banco de ductos que nos sea señalado en el plano de construcción; ya sea P6A, P2A, P9A, etc.; por ejemplo, en la Figura 3.22 de lado izquierdo se muestra un banco de ductos de 6 vías y de lado derecho de 3 vías. En algunas ocasiones el ducto para los servicios puede ser de otro color como se muestra en la figura 3.23 de lado izquierdo.

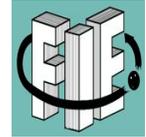
El ducto para su instalación se mueve del lugar de almacenamiento en los rollos como es entregado por el proveedor como se puede ver en la Figura 3.23 de lado derecho, este lo movemos en grúa; se procede a su descarga y a extenderlo a un costado de la zanja. En esa área se van realizando los amarres de los ductos que tendremos, este se realiza de 3 ductos y se van flejando en forma de trébol cada 3 metros como se mostró en el Subcapítulo 3.5.2.; una vez teniendo nuestros ductos armados se van instalando sobre la capa de arena colocada.



**Figura 3.22.- Instalación de ductería corrugada**



**Figura 3.23.- Instalación de ductería**



Nota: Cuando el ducto es liso, este viene en un solo rollo y solo se tiene que cortar a la medida que queremos instalar; en caso de que sea ducto corrugado este viene por tramos de 6m y trae consigo una campana la cual se usa de cople ya que si tenemos una medida de 50 m se tiene que ir acoplando para tener la distancia necesaria.

### 3.5.6.- RELLENO Y COMPACTACIÓN

De acuerdo al tipo de banco de ductos como se mostró anteriormente, realizamos el relleno del banco de ductos; este se realiza en capas no mayores de 15 cm cada una dándole al material la humedad necesaria para alcanzar la compactación que se requiere, esto conforme a la Norma de CFE.

El material que utilizaremos para este relleno en capas medias podemos utilizar producto de la excavación y al final antes de llegar al área donde estaremos reponiendo, se suele usar tepetate o base esto para que el concreto y/o asfalto tengo mayor durabilidad.

El material que se lleva a obra, debe ser de un banco de material el cual trasladamos por medio de volteo y es esparcido con ayuda de la retroexcavadora; el personal ira compactando dentro de la zanja y tomando medida del espesor que se está instalando para cumplir con la norma y no olvidar que la cinta de señalización en color amarillo con la leyenda “NO EXCAVAR” debe instalarse por encima de los ductos a 100 mm o penúltima capa de relleno como se muestra en la Figura 3.24.



Figura 3.24.- Compactación de zanja e instalación de cinta



Una vez realizado el relleno de la zanja hasta donde se indica, debe procederse a limpiar el área y retirar el escombros o material que haya quedado por la obra.

Nota: El personal de CFE que se encarga de la supervisión de la obra por parte del cliente, tiene la autorización de solicitar pruebas de compactación para verificar que estemos cumpliendo con el grado que se solicita, estas pruebas las realizamos mediante un laboratorio autorizado el cual realiza las pruebas necesarias a cada 50 m, los resultados arrojaran la compactación y si no estamos cumpliendo con ello, se tiene que proceder a dar más compactación y en dado caso de que el material ya esté muy sobre compactado se tiene que realizar el cambio por uno nuevo.

### 3.5.7. REPOSICIÓN DE CONCRETO Y/O ASFALTO

Después del relleno de la zanja y de haber realizado las pruebas correspondientes para comprobar su grado de compactación y haber instalado el material requerido, tenemos que realizar la reposición de la zanja, este debe ser repuesto igual al que estaba existente puede ser concreto y/o asfalto, y en algunos casos especiales si la calle o banqueta tuvo algún material diferente debe ser igual el que se colocara, puede ser que haya existido adoquín, piso cerámico, loseta, etc. [4]

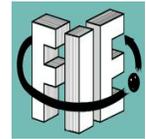
Debemos realizar el pedido del material a instalar, calculando los m<sup>3</sup> para así poder solicitar lo necesario y no tener desperdicios, un ejemplo si tuviéramos que utilizar el concreto calcularíamos lo siguiente:

M<sup>3</sup> Concreto: 250 ml x 0.50 cm x 0.10 cm = 12.5m<sup>3</sup>

Cada olla de concreto es de 7m<sup>3</sup>, por lo tanto, estaríamos solicitando una olla de 7m y otra olla de 5.5m<sup>3</sup>



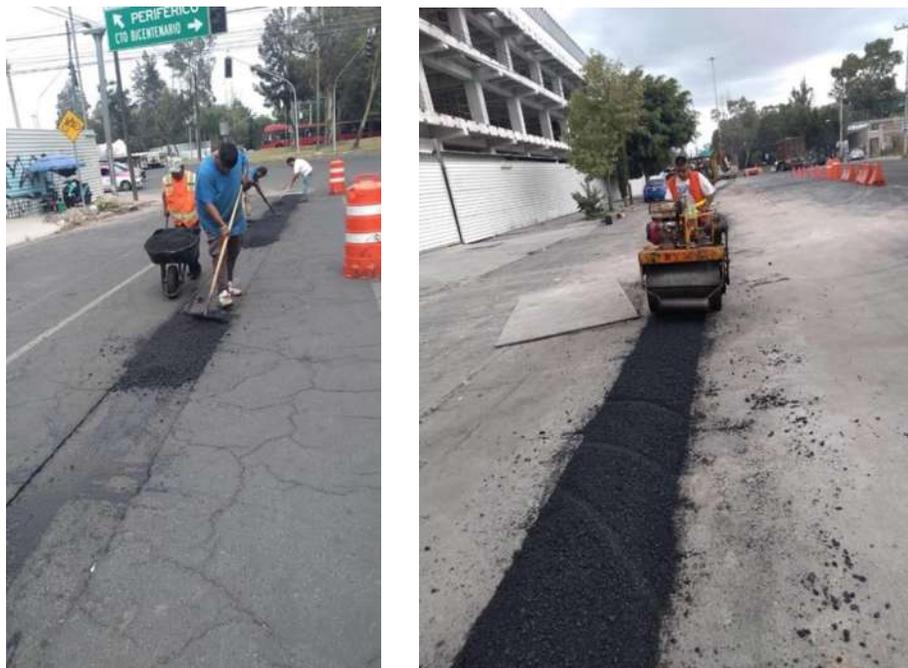
Figura 3.25.- Reposición de Concreto



Es recomendable realizar la reposición lo más temprano que se pueda, en algunos casos si la vía es muy transitada se tiene que realizar durante la jornada nocturna. El personal se prepara para la reposición, unos encargados del acarreo con ayuda de carretillas o botes, otros trabajadores, otros más trabajando en el vaciado y unos más dando el terminado final como se muestra en la Figura 3.25. También mencionar que cuando llega la olla se debe hacer una prueba de revenimiento del concreto para checar que esta cumpla con lo solicitado, así como pruebas de resistencia.

En la trayectoria de la zanja, se debe colocar a la hora de la reposición con unos botones metálicos con las siglas de C.F.E. como los de la Figura 3.27 esto para que se sepa que ahí existen instalaciones eléctricas, estos se colocan cada 5 metros en toda la zanja

Nota: en caso de realizarse reposición con asfalto, generalmente se contrata al personal que se encarga de realizar todos los trabajos necesarios desde abrir caja mostrado en la Figura 3.26 (es decir remover el relleno que se tenga a tope dejando libre los 10 cm o el espesor requerido, para ahí colocar el asfalto), de igual forma deben instalarse los botones con las siglas de C.F.E.



**Figura 3.26.- Reposición de Asfalto**



Figura 3.27.- Placa de Señalización C.F.E.

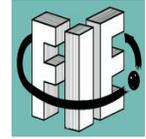
## 3.6.-REGISTROS Y POZOS DE VISITA

### 3.6.1.- GENERALIDADES

Son elementos de concreto, material polimérico, fibra de vidrio, que generalmente se construyen y/o instalan prefabricados en las redes de canalizaciones y que tienen por objeto la unión de líneas eléctricas en los cambios de dirección y de nivel, así como la inspección, limpieza y mantenimiento de las mismas líneas.

Los registros se instalarán en donde lo indique el plano de la obra, al igual que el banco de ductos, se tienen que realizar los mismos pasos como son; trazo, corte, demolición, rellenos, reposición; mencionaremos solo algunos de los aspectos que cambian en este caso.

1. Trazo: Se marca el contorno del pozo y/o registro en la trayectoria, en donde se ubique el trazo se debe realizar un sondeo para verificar que en donde se va a instalar no haya instalaciones existentes que nos impidan colocarlo ahí y además dañemos las instalaciones. En caso de que existan instalaciones, debe tratarse con el cliente para que este nos indique hacia donde reubicarlo; estos pueden quedar ubicados en arroyo, banqueta, o ambas. El trazo se realiza del pozo y/o registro, debe ser con un sobre ancho de 20 cm., esto para que sea más fácilmente su instalación.



2. Corte: Se realizará al igual que el banco de ductos, tomando de referencia donde se delimito el trazo y a una profundidad de 5 a 10 cm., para que al momento de demoler no dañemos la otra placa de concreto o asfalto. Se realiza mismo procedimiento.
3. Demolición: Se realizó mismo procedimiento que en banco de ductos.
4. Excavación: Se realiza mismo procedimiento que en banco de ductos. (Respetando profundidad de acuerdo al pozo y/o registro)
5. Relleno: Todo pozo y/o registro debe ir sobre una cama de grava-arena de 10 cm de espesor y agregado máximo de  $\frac{3}{4}$ " compactada manualmente o mecánicamente, se tiene que realizar la prueba de compactación correspondiente en cada uno, este debe quedar nivelado de acuerdo al nivel de piso terminado. También se hace relleno del contorno que se sobre excavo, ya sea con el mismo producto de la excavación o dependiendo del terreno con tepetate o base.
6. Reposición: En estos nada más se hace la reposición en el contorno del pozo y/o registro, en donde se dejaron los 10 cm de sobre ancho, se hace de la misma forma que el banco de ductos.
7. Instalación. Los pozos y/o registros son transportados e instalados con ayuda de una grúa hiab, las cuales deben checar que soporten el peso de estos, y el brazo de la grúa alcance los metros requeridos para el izaje y montaje, hay que recordar que con ayuda del personal se ira guiando al operador para su instalación además de acordonar el área para evitar cualquier incidente. [4]

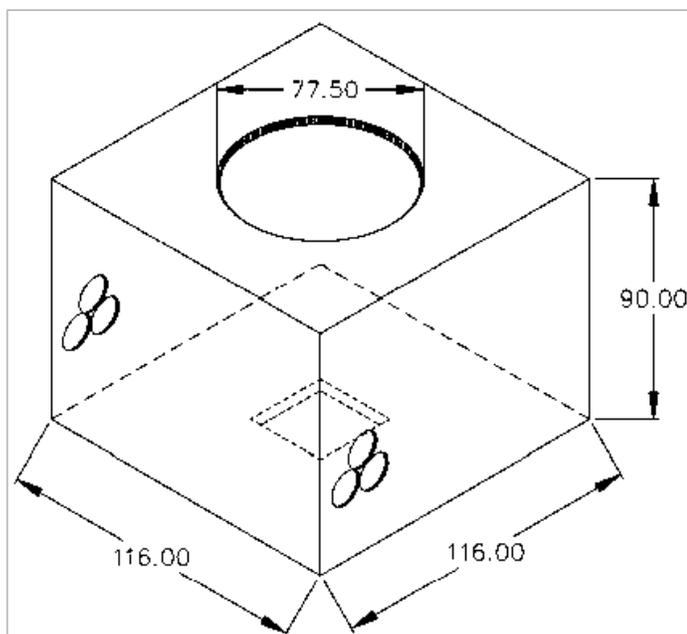
### **3.6.2.- TIPOS DE REGISTROS Y POZOS**

Existen varios tipos de registros y pozos, los cuales tienen diferente función para la línea subterránea; a continuación, se indican los tipos y sus características:

#### **3.6.2.1.- REGISTROS TIPO RMT3 Y RMT4 PREFABRICADOS**

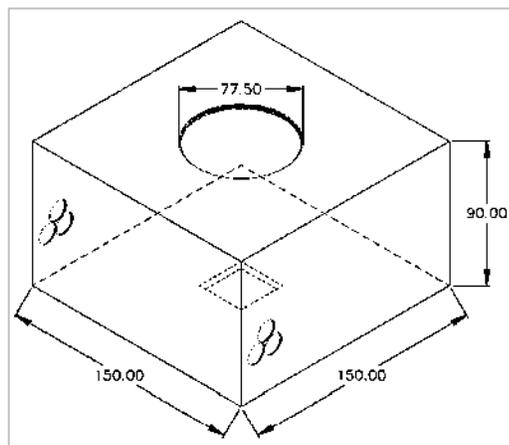
Estos registros los usamos cuando existen conversiones de redes aéreas a subterráneas, como uso de registro de paso para no exceder las tensiones máximas de jalado del cable. Este tipo de registro tiene permitido como máximo recibir hasta 3 ductos para sistemas de 600 A solo como de paso y hasta 6 ductos para sistemas en 200 A.

El registro tipo 3 ya sea en banqueta o arroyo como el de la Figura 3.28, se usa para hacer cambios de trayectoria, registros de transiciones aéreo-subterráneas etc., este tipo de registro no puede recibir circuitos en 600 A debido a sus dimensiones; este registro solo tiene tapa redonda ya sea polimérica o de fierro fundido.



**Figura 3.28.- Registro tipo R3, Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011**

El registro tipo 4 lo utilizamos para hacer cambios de trayectoria, registro de transiciones aéreo-subterráneas, etc., este tipo puede recibir circuitos en 600 A; en este caso puede haber de tapa redonda Figura 3.29 y 3.31 (polimérica o de fierro fundido) y los hay de tapa cuadrada Figura 3.30 y 3.32, en estos últimos se pueden colocar equipos o accesorios como derivadores en 600 A y 200 A. La instalación de dicho registro se hace con ayuda de grúa hiab debido a su peso como se muestra en la Figura 3.33



**Figura 3.29.- Registro tipo R4 Tapa redonda, Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011**

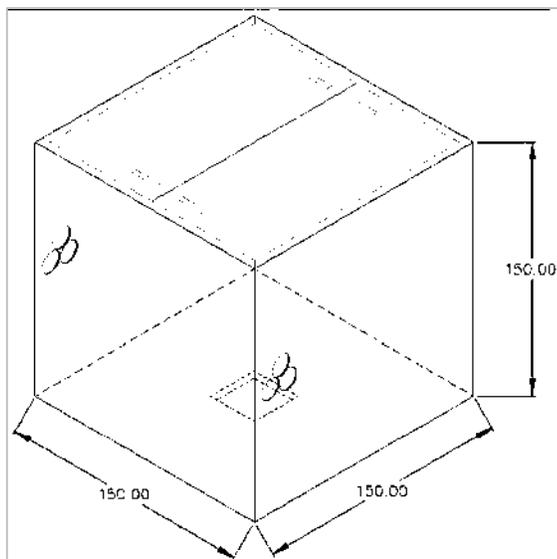


Figura 3.30.- Registro tipo R4 Tapa cuadrada, Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011



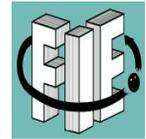
Figura 3.31.- Ejemplo real registro tipo 3 (Banqueta), Tomado de <http://multicreto.com.mx/portfolio-item/rmtb3/>



Figura 3.32.- Ejemplo real registro tipo 4 (Banqueta). Tomado de <http://multicreto.com.mx/portfolio-item/rmtb4/>



Figura 3.33.- Instalación de registro de media tensión



### 3.6.2.2.- POZOS DE VISITA

Los pozos de visita los utilizamos en avenidas o calles sumamente transitadas, en estos se pueden instalar hasta 12 ductos para sistemas en 600 A, además de concentrar hasta 12 ductos para sistemas en 200 A. De estos pozos existen varios tipos según se requiera ya sea para dar curvas, o depende de la forma en que llegan los ductos, así como la cantidad de conductores (cables).

Los diferentes tipos de visita son los siguientes:

1. Figura 3.34 Pozo tipo P. Nomenclatura ya sea para arroyo o banqueta es PVMTAP o PVMTBP; este es utilizado como pozo de paso, es decir que ahí no existirán accesorios de media tensión, y solamente pasaran los circuitos que ya sea puede alojar circuitos en 600 A o de 200 A. En estos solamente se estarán dejando las cocas (vuelta del cable en el contorno interno del pozo) acomodadas para continuar su ruta.

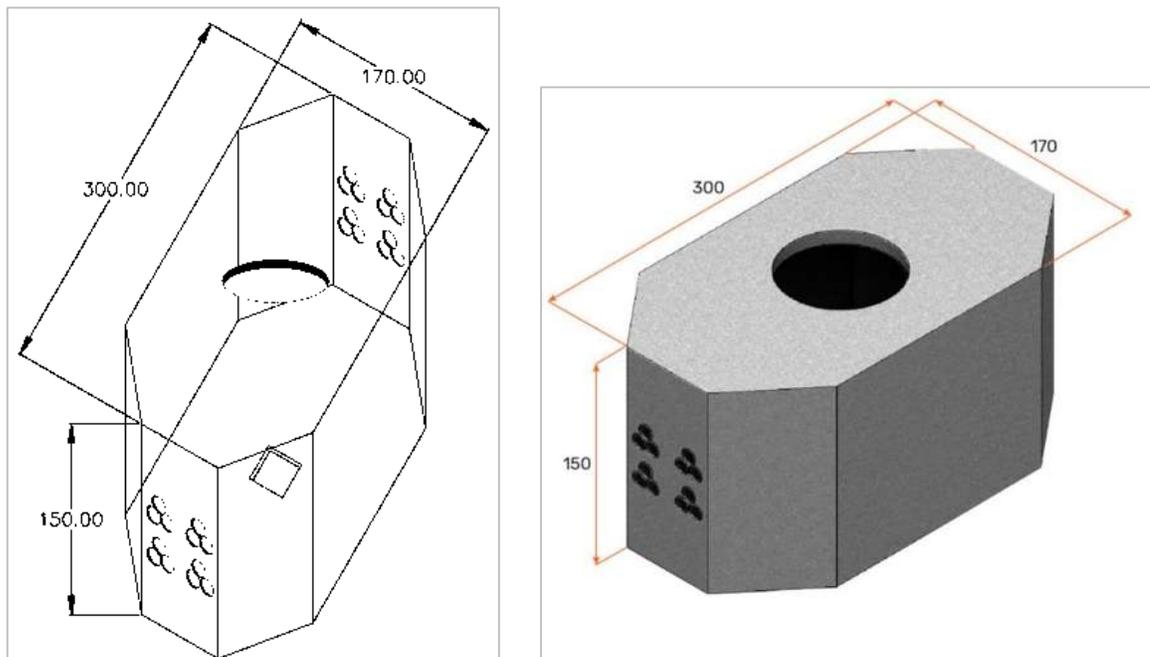
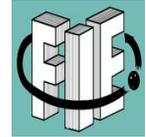


Figura 3.34.- Pozo de Visita Tipo P. Tomado de <https://bunk.mx/electrico/pozos-visita-media-tension/cfe-pvmtbp/>

2. Pozo tipo X. Nomenclatura ya sea para arroyo o banqueta es PVMTAX o PVMTBX. Dentro de este tipo de pozo, tenemos 4 diferentes funciones para lo cual es utilizado:
  - a) Al igual que el pozo tipo P se puede utilizar como de paso, pero agregando que con este se pueden realizar cambios de trayectoria con tapa redonda como en la Figura 3.35 lado izquierdo.  
Con tapa cuadrada, que se usa cuando vamos alojar derivadores, mostrado en Figura 3.35 lado derecho.



b) Y con base, que es donde podemos instalar un seccionador tipo pedestal mostrado en Figura 3.36.

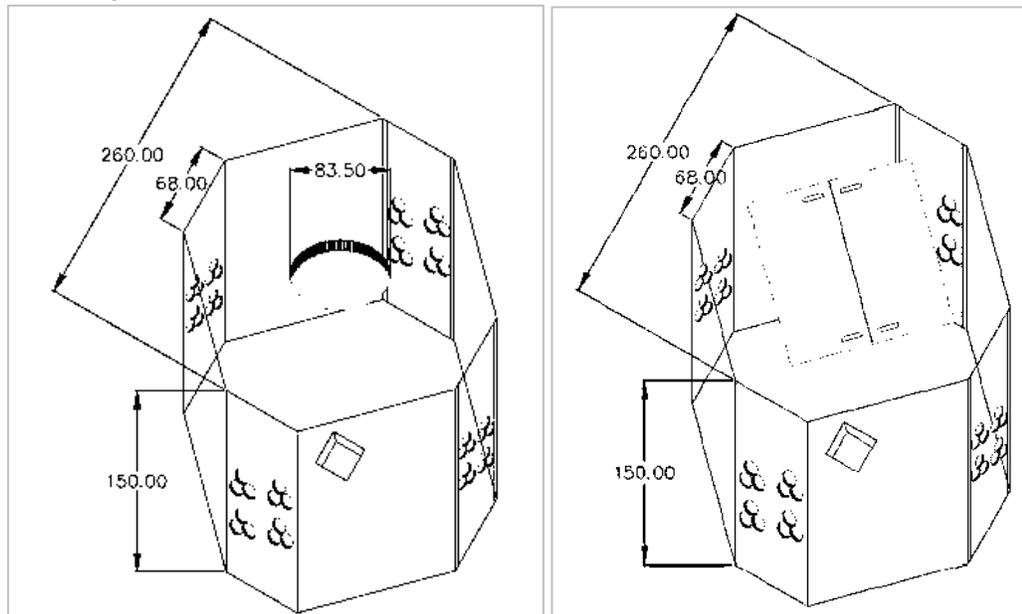


Figura 3.35.- Pozo de Visita Tipo X con tapa redonda y tapa cuadrada. Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011

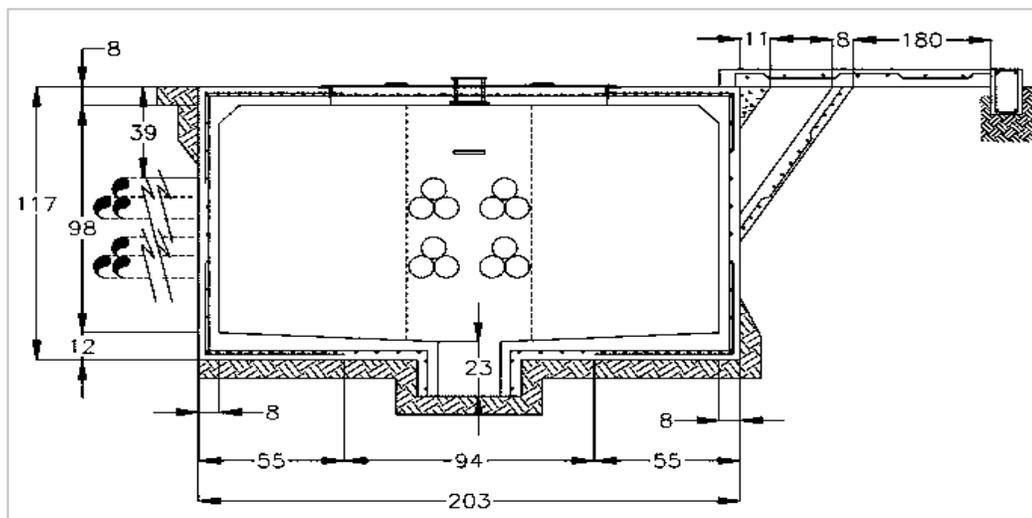
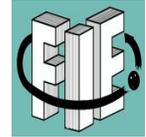


Figura 3.36.- Pozo de Visita Tipo X con base seccionador (c). Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011



3. Figura 3.37. Pozo tipo T. Nomenclatura ya sea para arroyo o banqueta es PVMTAT o PVMTBT. Este se utiliza como pozo de paso o para hacer cambio de trayectoria. También aloja ductos para 600 y 200 A.

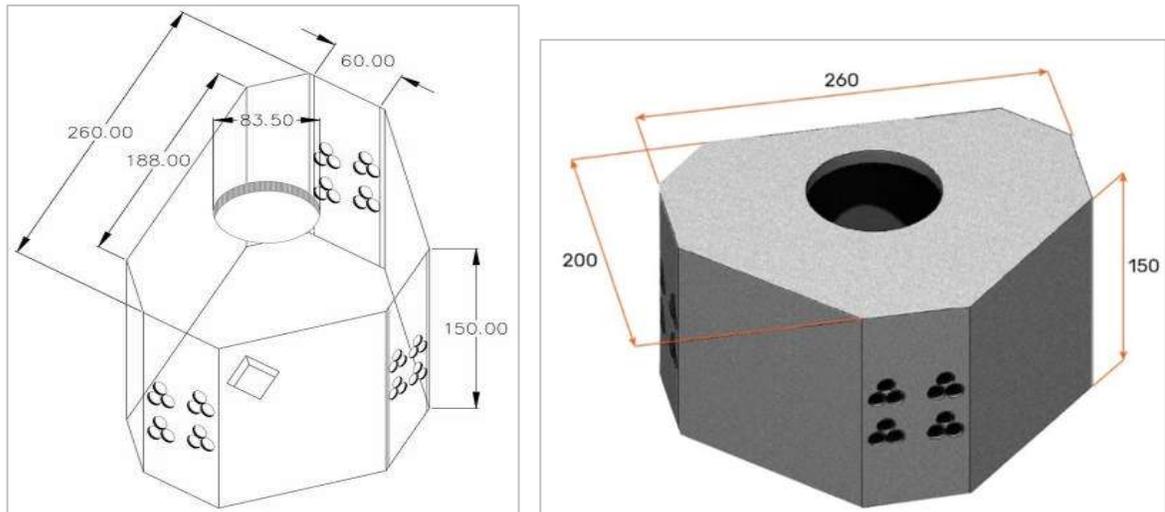


Figura 3.37.- Pozo de Visita Tipo T. Tomado de <https://bunk.mx/electrico/ pozos-visita-media-tension/cfe-pvmtbt/>

4. Figura 3.38. Pozo de visita tipo L. Nomenclatura ya sea para arroyo o banqueta es PVMTAL o PVMTBL. Este se utiliza como pozo de paso o para hacer cambio de trayectoria. También aloja ductos para 600 y 200 A.

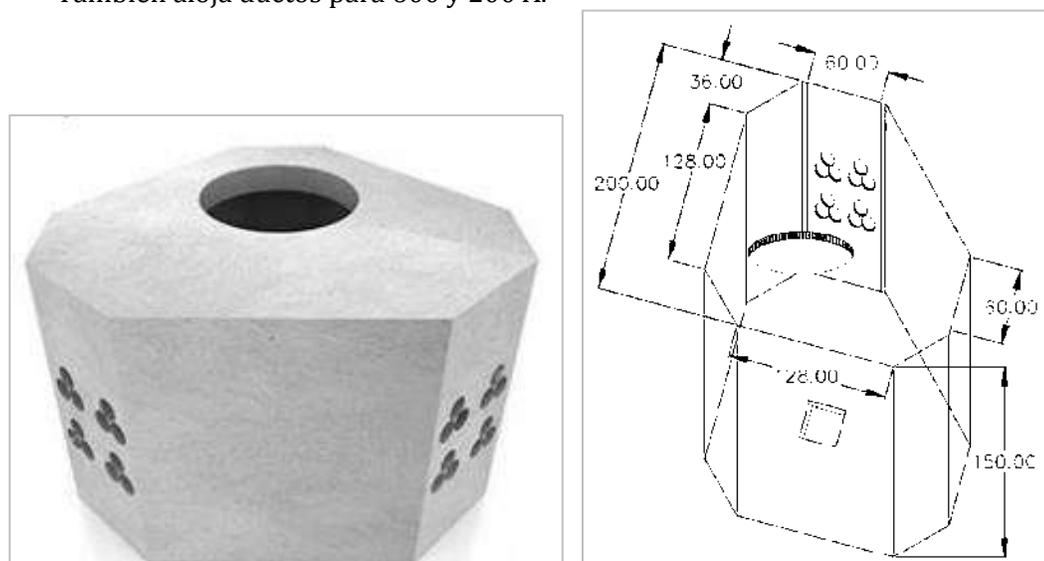


Figura 3.38.- Pozo de Visita Tipo L. Tomado de <http://www.melqro.com/assets/catalogo-productos-2015-protegido.pdf>



Notas Generales:

- En el caso tanto de registros como pozos, existen aquellos que cuentan con anclas como se muestra en la Figura 3.39, esto sirve para los terrenos que tienen un nivel freático alto.
- Para ambos casos, generalmente se usan aquellos que son de la Norma 2008 de CFE, en esta se indica que los registros son de 90cm de profundo y los pozos de 1.5m.
- En ocasiones se instalan aquellos que son de norma 2005, registros con profundidad de 1.5m y los pozos de 2.5m, estos serán utilizados solo si el cliente lo solicita.

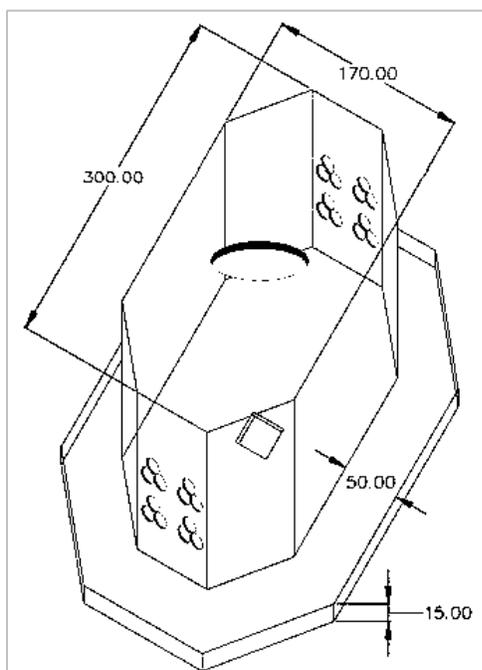


Figura 3.39.- Pozo de Visita con ancla. Tomado de Planos Norma C.F.E. 2011

### 3.7.-TAPAS DE REGISTROS Y/O POZOS

Los registros y/o pozos, pueden tener tapas redondas (84A o 84B) como en la Figura 3.40 y tapas cuadradas como la Figura 3.41, de material ya sea polimérico o de fierro fundido; el material que se utilizara depende si quedaran instalados sobre banqueta o arroyo, ya que en arroyo comúnmente son utilizadas las de fierro fundido debido al tránsito vehicular.

Al momento nosotros de solicitar los pozos y/o registros, es necesario saber si el terreno nos da la oportunidad de pedirlos con la tapa ya colada, ya que se realizaría la excavación de la profundidad exacta para que ya quede nivelado de acuerdo a piso. En caso de que el terreno no nos permita su instalación directa, deben solicitarse con la tapa no colada y esta se realizara en campo, por lo tanto, la excavación de la profundidad deberá dejarse más holgada considerando el espesor del aro de la tapa que es de 10cm, esto para poder realizar el armado de la tapa. La



resistencia del concreto con la que se colara la tapa de igual forma depende donde está ubicada si en banqueta o arroyo, cabe mencionar que, aunque el piso terminado sea de asfalto, debe colarse con concreto y en este caso pintarse de color negro para que quede al mismo color del asfalto.



Figura 3.40.- Tapa de Fierro Fundido 84B (Izquierda) y Tapa Polimérica 84B (Derecha). Tomado de [http://www.naresagdl.com/naresa/metalicos/Marco-tapa-84-A-\(F-84A-255\).html](http://www.naresagdl.com/naresa/metalicos/Marco-tapa-84-A-(F-84A-255).html) y <http://www.naresagdl.com/naresa/concreto/tapa%20y%20aro%2084-B.html>

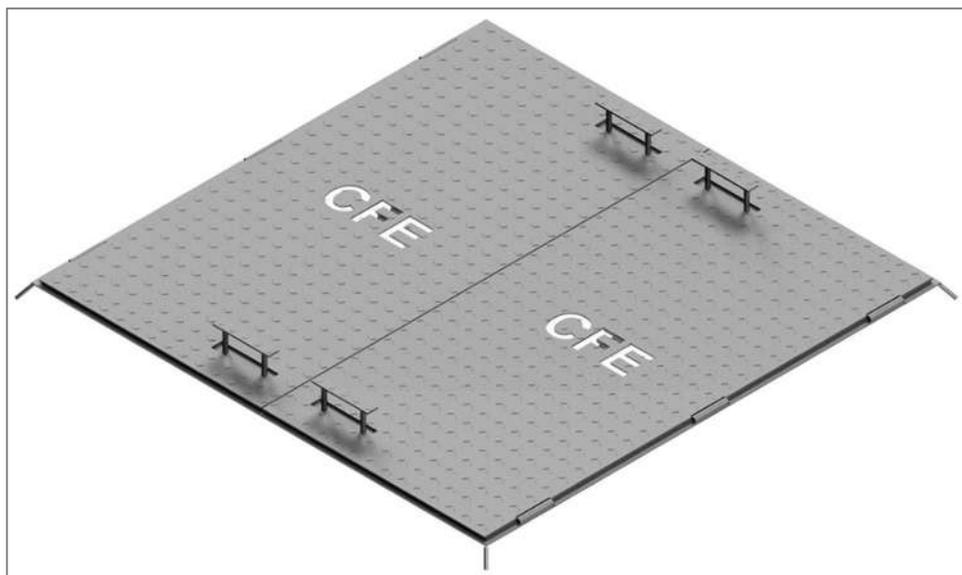


Figura 3.41.- Tapa Fo.Fo. Cuadrada. Tomado de <https://bunk.mx/electrico/tapas-electricidad/tc-pol/>



### 3.8.-ABOCINADO DE DUCTOS

El abocinado se refiere a realizar el resane de la llegada de los ductos a la cara del registro y/o pozo, antes de instalar el pozo en las caras donde van a llegar los ductos generalmente se truenan en la parte media, esto para que se puedan acomodar los ductos perfectamente y verifiquemos que estos no queden torcidos y nos impida lleguen los cables.

Por lo tanto, al realizar la llegada de los ductos, acomodamos estos con apoyo de tabiques; estos tabiques suelen romperse en pedazos para ponerlos de apoyo en los ductos e ir así rellenando los espacios vacíos, se realiza la mezcla necesaria para repellar los ductos y aplanar.

Una vez que este resanado los ductos y sus contornos, estos deben dejarse perfectamente redondeados, no ovalados, achatados, etc.; porque esto impedirá el paso del cable perfectamente como se muestra en la Figura 3.42, además deben estar completamente lisos sin imperfecciones, una vez secos deben lijarse para evitar que exista alguna que pueda dañar el cable al momento de que se esté jalando el cable.



Figura 3.42.- Abocinado de ductos, Tomado de Experiencia Profesional



## **CAPÍTULO 4.- CONSTRUCCIÓN DE OBRA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**

### **4.1.- PRESENTACIÓN**

La finalidad del objetivo es que el personal comprenda el procedimiento de la instalación de conductores de media tensión, la instalación de cada accesorio en media tensión bajo las normas implementadas por CFE, la instalación de equipos eléctricos, la aplicación de pruebas finales a los conductores y a los equipos eléctricos para su puesta en servicio, esto con fines de los mantenimientos correctivos de líneas dañadas o equipos en mal estado así como la ampliación de infraestructura por la alta demanda del suministro de energía eléctrica.

#### **4.1.1.- INTRODUCCIÓN**

Las líneas de distribución son requeridas para la ampliación de infraestructura o para mantenimientos de las líneas de media tensión, son construidas principalmente por modernizaciones de proyectos existentes o por la construcción de proyectos nuevos.

Para la construcción de redes eléctricas en media tensión se evalúan las necesidades y se realiza la proyección de lo solicitado, una vez se tenga aprobado el proyecto se construye bajo las normas de distribución construcción de sistemas subterráneos las cuales se tiene un reglamento a nivel nacional para garantizar la calidad y la simplificación de construcciones de líneas y redes subterráneas mediante criterios económicos, tomando un enfoque amigable con el medio ambiente.

### **4.2.- INSTALACIÓN DE CABLES EN MEDIA TENSIÓN**

#### **4.2.1.- INSPECCIÓN PREVIA A INSTALACIÓN**

La inspección consiste en realizar una revisión visual del conductor una vez que sea entregado por el fabricante en sitio, se analiza que no se tenga algún tipo de daño exterior, aunque en ocasiones por ser de longitudes grandes solo se puede analizar el embobinado exterior, se revisa en la placa de información como la de la Figura 4.1; la longitud, el voltaje, el calibre y el aislamiento del conductor para confirmar que lo entregado corresponda a lo solicitado al fabricante.



Figura 4.1.- Placa de información de carrete

#### 4.2.2.- CARGA Y DESCARGA

Para la descarga y carga de los carretes una vez que se tienen en obra se dejan en el almacén para posteriormente ir trasladando de uno en uno de acuerdo a las necesidades de la obra, se recomienda realizar las maniobras correctas para evitar daños al conductor, colocando una barra sólida y sujetando con una eslinga en los bordes del tubo para cargar y descargar y evitar daños en el conductor se colocan los estabilizadores de la grúa para evitar volcaduras como se muestra en la figura 4.2, de esta manera se garantiza la integridad física de los carretes.



Figura 4.2.- Manejo correcto descarga de carretes



### **Medidas de seguridad**

Una vez que se inicien con las maniobras de carga y descarga de los carretes se tiene que delimitar el área con cinta de señalización y conos, se colocan taquetes de caucho en las llantas para evitar deslizamientos de la grúa, una vez que se procede a manipular los carretes está estrictamente prohibido caminando bajo la carga.

### **4.2.3.- TENDIDO DE CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN**

Para iniciar con el tendido de conductor se carga el carrete a instala verificando la distancia que tiene el carrete y el calibre una vez que se tiene identificado se procede a cargar y asegurar la carga para evitar que al momento de trasladarse se pueda voltear, una vez que se tiene asegurada la carga se procede a trasladarse al lugar de la instalación.



**Figura 4.3.- Ejemplo carrete con duela**

Los carretes cuentan con duelas de protección como se muestra en la figura 4.3., una vez que se llegue al lugar de instalación se procederán a retirar con cuidado ya que estas duelas están sujetadas con clavos y pueden dañar el conductor.

Una vez que llega el carrete al sitio de instalación se revisa el área donde se va a colocar el carrete para tener el suficiente espacio para poderlo manipular y que de esa manera pueda entrar al registro sin forzar el Angulo de curvatura del conductor, posterior a tener ubicado el área se procede a colocar el porta carrete para que pueda descansar el carrete y pueda girar sin dificultades, cabe mencionar que el carrete tiene que estar alineado a la entrada del registro como se ilustra en la Figura 4.4.

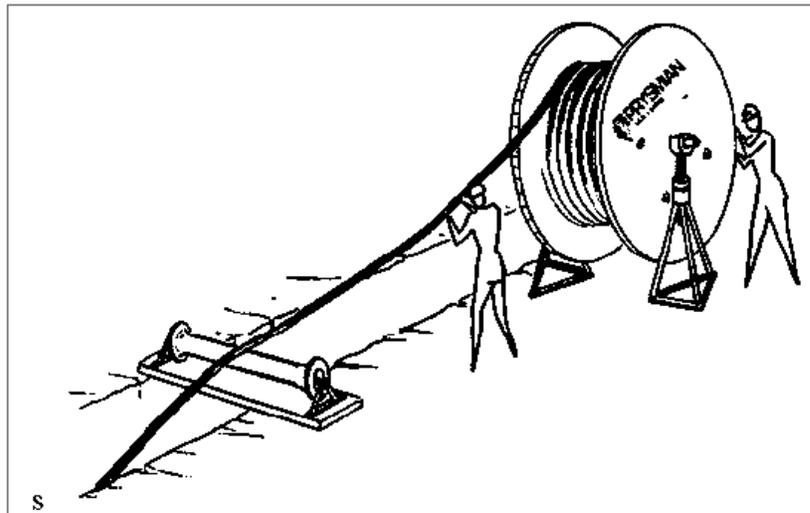


Figura 4.4.- Colocación de carrete, Tomado de <https://www.voltimum.es/articulos-tecnicos/recomendaciones-tendido-cables>

En la figura anterior se muestra el eje que le permitirá el giro libre al carrete para desenrollar el cable que será instalado, para la instalación de los carretes se verifica el peso para que la base que soportar el peso soporte la carga y que se mantenga estable durante el giro de la instalación y que tenga la altura suficiente para que el giro del carrete quede libre. [5]

### Medidas de Seguridad

Para las maniobras de colocación de carrete es importante contar con equipo de seguridad como lo es casco, botas de casquillo, guantes, lentes, ya que debido a que el carrete empieza a girar, en los bordes de la madera quedan astillas que se pueden enterrar fácilmente en las manos, así como tener aplastamiento en los pies o en las manos si no se tiene el equipo de seguridad adecuado.

### 4.2.4.- INSTALACIÓN DE MALLA TRENZADA (CALCETÍN) CON DESTORCEDOR

Consiste en la colocación de un accesorio en la punta del cable llamado calcetín, el cual permite que cuando se esté jalando el conductor tenga el suficiente agarre para la fuerza ejercida al momento de estarlo instalando, se asegura colocando alambre recocado a lo largo del calcetín como se muestra en la figura 4.5.

Para la colocación del destorcedor este se coloca en la punta del anillo del calcetín la principal función de este dispositivo es para evitar que la guía con la que se está jalando se tuerza y así e permita girar libremente.



Figura 4.5.- Colocación de calcetín

#### 4.2.5.- INSTALACIÓN DE POLEAS DE ENTRADA Y SALIDA DE CONDUCTOR

Las poleas que se colocan para la instalación del conductor son ruedas que giran alrededor de un eje, se coloca un dispositivo de 4 poleas en el aro de la tapa del registro en donde va a entrar el conductor, adicional a la colocación de las poleas se coloca un tramo de ducto para evitar daños con los bordes del registro de la parte inferior de la tapa, se asegura el ducto con lazo para evitar desplazamiento como se ve en la figura 4.6.



Figura 4.6.- Colocación de poleas en aro de registro



Es necesario instalar poleas en la salida y entrada de los ductos que se encuentran en los registros para evitar daño en el conductor, estas poleas llevan un cañón largo como las de la Figura 4.7 con su respectiva polea esta se introduce adentro del ducto para los casos donde la trayectoria es lineal, para los casos donde la trayectoria tiene deflexión se agrega otra polea como en la Figura 4.8 que se sujeta a un ancla para que cuando se esté jalando el conductor se reduzca considerablemente el esfuerzo.



**Figura 4.7.- Colocación de poleas cañón largo**



**Figura 4.8.- Colocación de polea con deflexión**



Para la salida del conductor en el último tramo se coloca otro tipo de polea, esta consta de dos poleas en tipo banco se descansa en la salida del aro de la tapa y se coloca un tramo de ducto para mayor protección en la salida del conductor para evitar daños con las paredes filosas del gollete del registro como se ilustra en la Figura 4.9.



**Figura 4.9.- Colocación de poleas tipo banco**

#### **4.2.6.- RADIOS DE COMUNICACIÓN**

La comunicación en campo cuando se esté instalando el conductor es muy importante ya que las distancias entre registros es muy larga, para ello es necesario contar con radios de comunicación para estar dando indicaciones precisas de la instalación del conductor o para la atención de algún imprevisto o detalle que se necesario, se recomienda tener un colaborador en cada registro con su radio, en la maquina devanadora para que este colaborador este informando de la tensión ejercida y no sobrepasar la tensión, en el carrete del conductor otro colaborador para ir dando indicaciones del comportamiento del des embobinado del mismo.

#### **4.2.7.- MALACATE**

Para realizar el jalado del conductor a través de la trayectoria se recomienda realizarse a través del malacate como el de la Figura 4.10, el cual es de los más eficientes para realizar esta actividad, ya que con ello se puede controlar la fuerza con la que se está jalando el conductor, mediante el dinamómetro de la Figura 4.11 que se encuentra en la máquina, se va revisando la fuerza ejercida de jalado, este dispositivo cuenta con un panel de control donde los tambores son los que ejercen la fuerza mediante un conjunto de engranes controlado por el panel, se puede ejercer más fuerza o inclusive llegar a cero la fuerza ejercida en caso de que se requiera.

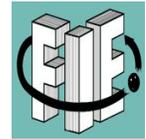


**Figura 4.10.- Malacate en Máquina**



**Figura 4.11.- Dinamómetro, Tomado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/659/A8.pdf?seq>**

Para el jalado del conductor se realiza el cálculo correspondiente, esto dependerá del calibre del conductor y del material que este fabricado, en base a esto se tendrá un límite de fuerza ejercida para no dañar el cable y tensionarlo de más de acuerdo a la Tabla 4 y 5.



Para el cálculo de la fuerza a ejercer con el malacate a los diferentes calibres se tiene la siguiente formula:

$$Tm = N \times A \times T$$

Donde

**Tm** = Tensión máxima permisible en kg

**N** = número de conductores

**A** = área de la sección transversal de cada conductor en  $mm^2$

**T** = esfuerzo máximo permisible  $\frac{Kg}{mm^2}$  según el material y construcción del conductor

**Tabla 3.- Esfuerzo Máximo Permisible**

Conductor * Metal y Tipo	Esfuerzo máximo "T" (kgf/mm2)
<b>Cobre</b>	9.8
<b>Aluminio</b>	
<b>Sólido (de 1/2 duro a temple duro)</b>	5.6
<b>Cableado (3/4 duro a temple duro)</b>	7.0

**Tabla 4.- Áreas de la sección transversal del cable de energía XLP**

Área mm2	Calibre AWG/kcmil	Diámetro 5 [kV]	exterior (mm)			
			15 [kV]	25[kV]	35[kV]	
8.37	8	14.9	.....	.....	.....	
13.30	6	16.3	.....	.....	.....	
21.15	4	17.4	.....	.....	.....	
33.62	2	18.8	24.3	.....	.....	
53.48	1/2	20.5	26.0	30.3	35.2	
67.4	2/0	21.5	27.2	31.3	36.2	
85.01	3/0	23.8	28.2	33.0	37.4	
107.20	4/0	25.1	29.5	34.3	38.7	
127.20	250	26.5	30.9	35.7	40.1	
177.30	350	29.0	33.9	38.2	42.6	
253.4	500	32.0	36.9	41.2	47.6	
304.0	600	34.7	39.1	44.9	49.8	
380.0	750	37.2	41.6	47.9	52.3	

Haciendo el ejercicio para un conductor XLP cal 500 en aluminio tenemos una tensión máxima de 1773.8 kg como máximo que el conductor podrá soportar sin sufrir algún daño interno o externo.

#### 4.2.8.- INSTALACIÓN DE CONDUCTOR

Se introduce la guía del malacate por toda la trayectoria del ducto por donde se va a instalar el conductor, ya que se tenga considerados los puntos anteriormente mencionados, se deja a un colaborador en cada uno de los registros de la trayectoria con su radio de comunicación para estar informando de cualquier situación al operador del malacate como en la Figura 4.12.



**Figura 4.12.- Instalación de cable en ductería**

Una vez que la punta del malacate este en el registro donde se encuentra el carrete del conductor se sujeta con un grillete al caletín, se asegura adecuadamente el caletín al conductor y se procede a la aplicación de gel lubricante al conductor como se muestra en la figura 4.13.



**Figura 4.13.- Aplicación de gel lubricante**



Ya que se aplica en la punta del cable el gel lubricante se le comunica al operador del malacate que inicie con el tensionado, aplicando inicialmente poca fuerza para ir determinando si el comportamiento del conductor es adecuado si el conductor no avanza se le comunica al operador del malacate que aplique un poco más de fuerza, no excediendo la fuerza permitida para ese conductor; ya que empieza a avanzar se va colocando gel lubricante en el conductor en cada registro de la trayectoria como se muestra en la figura 4.14.



**Figura 4.14.- Aplicación de gel lubricante en registros**

Cuando el conductor salga en el último registro de la trayectoria, se procede con la liberación del malacate, liberando la fuerza ejercida a cero, una vez que se verifique esto se comunica vía radio que el conductor ha salido en el último registros y se procede con la liberación del grillete y retirando el caletín, para que el conductor quede totalmente suelto véase la figura 4.15., en caso de que el conductor no tenga tapones en las puntas se colocara manga termo contráctil para evitar que se le meta agua y nos pueda generar un problema a futuro.



**Figura 4.15.- Salida del conductor en último registro**

Dependiendo del número de circuitos en la trayectoria se realizará el mismo procedimiento de acuerdo a los puntos antes mencionados para la instalación de más conductores, en base a la norma establece dejar cocas en los registros donde se colocarán accesorios y en los demás registros se dejará el cable de paso, véase Figura 4.16.



**Figura 4.16.- Cable en registro (De paso) y Cable en registro (Coca)**

#### **4.2.9.- INSTALACIÓN DE HILO NEUTRO**

Para la instalación del hilo neutro es de la siguiente manera, se coloca el neutro en conjunto con una de las fases del conductor y se va jalando por la trayectoria del banco de ductos con el malacate hasta llegar al punto de conexión como se muestra en la figura 4.17, otra manera de instalarlo es colocarlo por un ducto de servicio del banco de ductos, finalmente en algunas ocasiones se recomienda instalarlo cuando se está construyendo el banco de ductos para que el hilo neutro quede enterrado y así evitar vandalismo.

Es importante mencionar que es necesario revisar tanto el catálogo de conceptos como las especificaciones de la obra, ya que en ocasiones se indica que el hilo neutro debe ir enterrado en la zanja puesto que, si es cobre evitar así el robo de este, si no se cumple y se instala dentro de la ductería y este es robado la empresa se encarga de la reposición sin pago adicional.



Figura 4.17.- Instalación de hilo neutro

## 4.3.- INSTALACIÓN DE HERRAJES Y SISTEMA DE TIERRA

### 4.3.1.- INSTALACIÓN DE CORREDERAS

La instalación del herraje en general en los registros es importante para que el cable descansa en la soportería y no quede tocando el suelo ya sea por tema de que los roedores lo puedan dañar o por el tema de que el conductor quede forzado con mucha curva tocando el suelo.

Primeramente, se colocan las correderas pueden variar en su medida existen de 60 cm y de 1 metro, las primeras se colocan en los registros tipo 3 y tipo 4, para las correderas de 1 metro se colocan en los pozos tipo X, tipo L, tipo P, bóvedas, tipo T, estas se instalación mediante 2 taquetes expansivos. Cabe mencionar que de acuerdo al lugar donde serán instaladas pueden ser de fibra de vidrio, ejemplo de ambos tipos de correderas mostrados en la Figura 4.18.

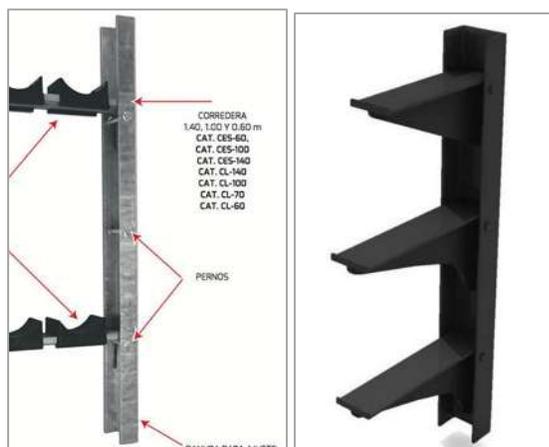
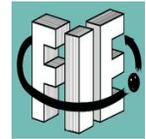


Figura 4.18.- Tipos de correderas y Corredera Fibra de vidrio. Tomado de <https://www.dirind.com/pro/soporteria-cables-subterranos.html>



### 4.3.2.- INSTALACIÓN DE MÉNSULAS

Una vez que se colocan las correderas se instalan las ménsulas en conjunto con los pernos dependiendo del nivel del cable se colocan las ménsulas. En las ménsulas también podemos encontrar variación de medida de 25 y 35 cm, esto dependerá del número de circuitos a instalar si se requiere que sea más larga, así como también de material de fibra de vidrio, en lugares de alta salinidad, como se ve en la Figura 4.19.



Figura 4.19.-Medidas de Ménsulas e Instalación Lado Izquierdo. Tomado de <https://www.dirind.com/pro/soporteria-cables-subterranos.html>

### 4.3.3.- INSTALACIÓN DE AISLADORES DE NEOPRENO

Finalmente se colocan los aisladores de neopreno los cuales soportaran el conductor para que no sufra daño, se sujeta el conductor con la ménsula y aisladores de neopreno mediante cinchos de plástico, se colocan dos cinchos por aislador de neopreno en forma de cruz como se muestra en la figura 4.20.



Figura 4.20.- Acomodo y fijación de cable sobre aislador de neopreno.

#### 4.3.4.- INSTALACIÓN DE ELECTRODO DE TIERRA

Los electrodos de tierra se colocan en los cárcamos de cada uno de los registros y en los equipos eléctricos, se entierran con la herramienta adecuada para no doblarlos, se debe de dejar al menos 20 cm del nivel de la loza para que pueda colocarse el molde, los electrodos vienen con una medida de 5/8 diámetro por 3 metros de largo, se realiza una conexión soldable entre el electrodo y el hilo neutro, este proceso se realiza mediante un molde de grafito colocando soldadura auto fundente en el contenedor, una vez que se tenga la preparación del hilo neutro con el electrodo se enciende con un chispero el polvo de ignición, se deja enfriar y se retira el molde de grafito con un cepillo de cerdas metálicas se le da una cepillada a la conexión para retirar residuos véase la figura 4.21.



Figura 4.21.- Conexión soldable y varilla de tierra



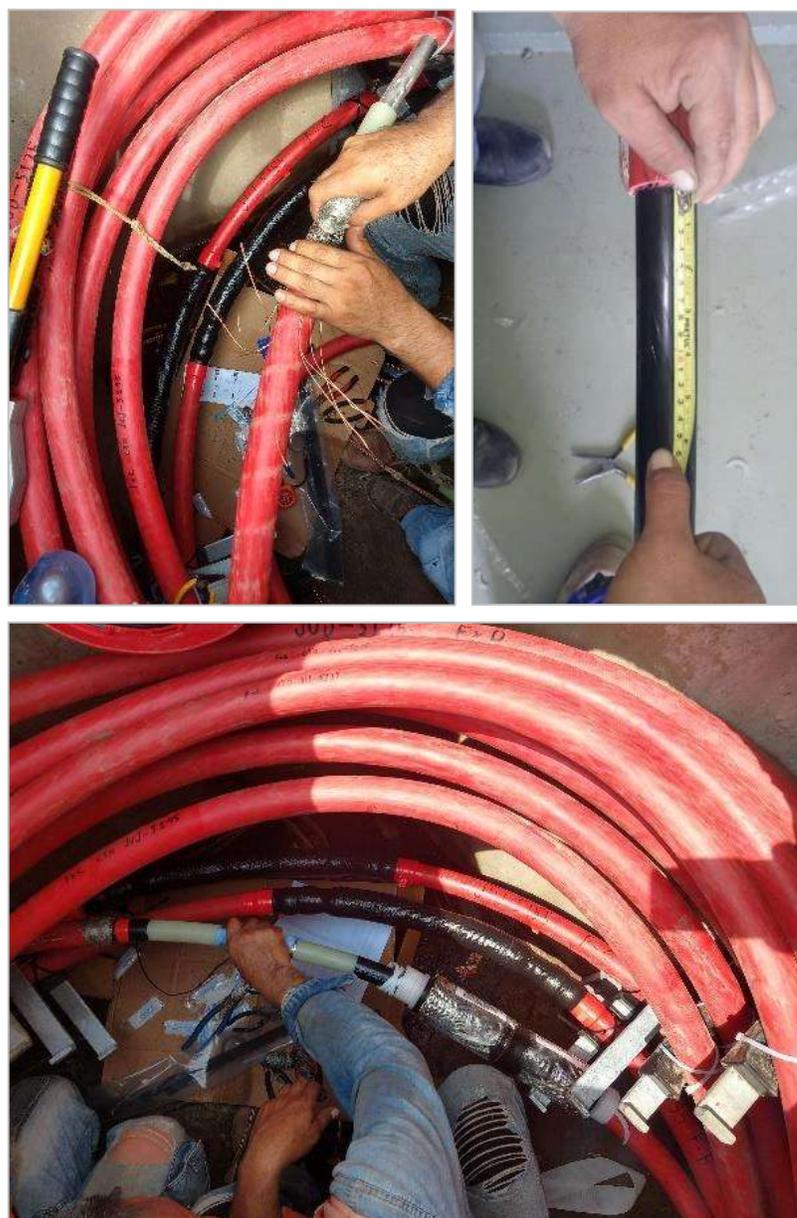
## 4.4.- INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE MEDIA TENSIÓN

### 4.4.1.- ELABORACIÓN DE EMPALMES

Para la elaboración de los empalmes en media tensión primeramente se identifica que sean la misma fase se marcan con cinta de aislar de color para tenerla bien identificada, posteriormente se revisa que el empalme corresponda a la tensión del conductor para poder adquirir el kit requerido como el ejemplo que se muestra en la Figura 4.22, se revisa que el diámetro de los dos conductores a empalmar correspondan al calibre del empalme, una vez que se tengan revisados estos puntos se procede a realizar los cortes en la cubiertas del conductor, las medidas de los cortes en la cubierta y en la semiconductora se realizaran de acuerdo a las medidas especificadas en la hoja del fabricante del empalme, para manipular el conductor y las diferentes capas del conductor se necesita hacer con la mayor limpieza posible para no contaminar el accesorio y el conductor, se coloca el conector cilíndrico para unir los dos conductores, después se coloca cinta vulcanizarle en el conector cilíndrico para protección, ya que se tenga realizado estos pasos se procede a colocar la cubierta la cual cuenta con una malla que tiene la función de unir ambas mayas de los conductores empalmados, finalmente se estira el aislamiento para cubrir por completo los conductores y evitar que a futuro le entre humedad y pueda generar una falla, este proceso puede ilustrarse como en la Figura 4.23.



Figura 4.22.- Kit de empalme 25 kv, Tomado de [https://www.3m.com.mx/3M/es\\_MX/p/d/b5005113028/](https://www.3m.com.mx/3M/es_MX/p/d/b5005113028/)



**Figura 4.23.- Elaboración de empalme**



#### 4.4.2.- ELABORACIÓN DE CONECTADOR TIPO CODO 200 AMP.

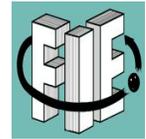
La elaboración del conector tipo codo de 200 amp, se realiza en la conexión de los transformadores sumergible o tipo pedestal, también se colocan en derivadores inclusive en seccionadores, este accesorio se instala principalmente en sistemas de 200 amp y para su elaboración es de la siguiente manera se realiza una limpieza en la punta del conductor para no contaminar las capas del conductor y el accesorio, se realizan los cortes necesarios de acuerdo a las medidas que vienen en el manual del fabricante, se coloca el adaptador de tierra el cual tiene la función de aterrizar a tierra y aislar la malla que tiene el conductor, después se coloca la zapata ponchable en el conductor, y finalmente se pone el capuchón hasta donde tope con el adaptador de tierra, se coloca el inserto con ayuda del maneral véase figura 4.24, previamente se calibra el maneral para no exceder el torque y finalmente queda terminado el codo de 200 amp como se muestra en la figura 4.25. La puesta a tierra de los accesorios, así como la del adaptador de tierra se realizará con cable THW contando con la longitud necesaria para poder manipular el codo al momento de desconectarlo y conectarlo, el cable THW deberá de estar en forma de espiral, la conexión de las tierras será por medio de terminal tipo zapata a la barra de cobre del equipo, una vez que se termina la instalación del codo se deberá de conectar a un equipo a una boquilla estacionaria que asegure la hermeticidad.



Figura 4.24.- Maneral, Tomado de <https://www.elgrantlapalero.com/maneral-en-t-para-machuelos-con-zanco-de-1-2-261506-obi.html>



**Figura 4.25.- Elaboración y terminado de codo**

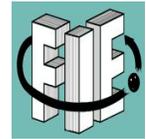


### **4.4.3.- ELABORACIÓN DE CONECTADOR TIPO CODO CON PORTA FUSIBLE 200 AMP.**

La elaboración del conectador tipo codo con porta fusible de 200 amp, se realiza principalmente en las acometidas en media tensión para protección de los equipos ya que cuenta con un fusible que al momento de que ocurra alguna falla este se activa, este accesorio se instala principalmente en sistemas de 200 amp y para su elaboración es de la siguiente manera se realiza una limpieza en la punta del conductor para no contaminar las capas del conductor y el accesorio, se realizan los cortes necesarios de acuerdo a las medidas que vienen en el manual del fabricante, se coloca el adaptador de tierra el cual tiene la función de aterrizar a tierra y aislar la malla que tiene el conductor, después se coloca la zapata ponchable en el conductor, se coloca la primera parte del capuchón con el fusible y finalmente se pone el capuchón superior hasta donde tope con la parte inferior, se coloca el inserto con ayuda del maneral, previamente se calibra el maneral para no exceder el torque y finalmente queda terminado el codo porta fusible de 200 amp como se muestra en la figura 4.26. La puesta a tierra de los accesorios, así como la del adaptador de tierra se realizará con cable THW contando con la longitud necesaria para poder manipular el codo al momento de desconectarlo y conectarlo, el cable THW deberá de estar en forma de espiral, la conexión de las tierras será por medio de terminal tipo zapata a la barra de cobre del equipo, una vez que se termina la instalación del codo porta fusible se deberá de conectar a un equipo, derivador o a una boquilla estacionaria que asegure la hermeticidad.



**Figura 4.26.- Elaboración y terminado de codo porta fusible**



#### **4.4.4.- ELABORACIÓN DE CONECTADOR TIPO CODO DE 600 AMP. (CUERPO EN T)**

Para la elaboración del cuerpo en T principalmente se realiza en sistemas de 600 amp, se instalan en líneas troncales, en alimentadores, en seccionadores, para su elaboración es de la siguiente manera se realiza una limpieza en la punta del conductor para no contaminar las capas del conductor y el accesorio como se muestra en la Figura 4.27, se realizan los cortes necesarios de acuerdo a las medidas que vienen en el manual del fabricante, se coloca el adaptador de tierra el cual tiene la función de aterrizar a tierra y aislar la malla que tiene el conductor, se coloca el adaptador de cable ,después se coloca la zapata ponchable en el conductor, y finalmente se pone el capuchón hasta donde tope con el adaptador de tierra, para conectarlo al inserto se coloca un perno con cuerda que viene en el kit de accesorios se introduce el cuerpo en T hasta que el perno quede adentro de la zapata finalmente para sujetarlo se coloca el tapón vip, se va ajustar el tapón vip con un torquímetro para que no quede tan apretado. La puesta a tierra de los accesorios, así como la del adaptador de tierra se realizará con cable THW contando con la longitud necesaria para poder manipular el cuerpo en T al momento de desconectarlo y conectarlo, el cable THW deberá de estar en forma de espiral, la conexión de las tierras será por medio de terminal tipo zapata a la barra de cobre del equipo, una vez que se termina la instalación del cuerpo en T se deberá de conectar a un equipo a una boquilla estacionaria que asegure la hermeticidad, en la imagen 4.28 se muestra un Cuerpo en T terminado.



**Figura 4.27.- Preparación Cable para recibir Cuerpo en T**



**Figura 4.28.- Elaboración y terminado de Cuerpo en T**

#### **4.4.5.- INSTALACIÓN DE APARTARRAYO TIPO CODO**

El apartarrayo tipo codo se utiliza para la protección de sobre corrientes en las líneas de media tensión este se coloca en los remates de las líneas donde se tiene un sistema radial, comúnmente se utilizan en derivadores o en transformadores, para su instalación se realiza conectando el cable de tierra a la barra de cobre de las tierras aterrizadas, se coloca un poco de lubricante en el cono y se conecta el codo tipo apartarrayos al inserto, la conexión se realiza mediante una pértiga tipo escopeta véase figura 4.29.



Figura 4.29.- Instalación Codo Apartarrayos

#### 4.4.6.- INSTALACIÓN DE BOQUILLA TIPO INSERTO

Para la instalación de la boquilla tipo inserto como la de la Figura 4.30, se retira el cubre polvo principalmente se instala en los transformadores, en los derivadores y en seccionadores, se coloca lubricante en el área del inserto, se inserta en el equipo donde se va a instalar y se empieza a girar en el sentido de las manecillas del reloj hasta que quede sellado, la puesta a tierra se realizará con cable THW contando con la longitud necesaria a la barra de cobre, el cable THW deberá de estar en forma de espiral, la conexión de las tierras será por medio de terminal tipo zapata a la barra de cobre del equipo, una vez que se termina la instalación de la boquilla tipo inserto se deberá de colocar un accesorio para que quede herméticamente sellado como se ve en la Figura 4.31.



Figura 4.30.- Ejemplo boquilla tipo inserto, Tomado de <http://reelec.com.mx/producto/boquillas-tipo-inserto/>



Figura 4.31.- Instalación boquilla tipo inserto

#### 4.4.7.- INSTALACIÓN DE CONECTADOR TIPO MÚLTIPLE DE MEDIA TENSIÓN DE “N” VÍAS

Los conectadores múltiples se pueden encontrar de varias vías dependiendo de las necesidades de la obra estos un ejemplo pueden ser de 3 o 4 vías (J3 – J4) como los mostrados en la Figura 4.32 y se usan para las derivaciones en media tensión para su instalación se determina primeramente la posición en las paredes para el momento de operar los accesorios que irán instalados en los derivadores, una vez que se ubica en que pared se instalaran se nivela a cierta altura y se fijan con taquete expansivo, para cada derivador se tiene que colocar una barra de cobre para el sistema de tierras y se colocara debajo de cada derivador, la barra se fija con aislador tipo manzana y con taquete expansivo, un ejemplo podemos verlo en la Figura 4.33



Figura 4.32.- Derivador J3 Y Derivador J4, Tomado de <https://tienda.alianzaelectrica.com/products/caja-derivadora-3-vias-occ-15kv-200a-elastimold> y <https://tienda.alianzaelectrica.com/products/caja-derivadora-4-vias-occ-15kv-200a-elastimold>



Figura 4.33.- Instalación real Derivador en Bóveda

#### 4.4.8.- INSTALACIÓN DE TAPÓN AISLADO

El tapón aislado se instala principalmente en las boquillas tipo inserto que están sin utilizar esto con la finalidad de que quede protegido y sellado herméticamente las conexiones, para su instalación se realiza una limpieza del inserto y de la boquilla después se coloca lubricante para que sea más fácil al momento de instalarlo, se acopla el tapón a la boquilla ejerciendo presión, la puesta a tierra se realizará con el cable estañado que incluye el tapón aislado se conecta a la barra de cobre con una zapata, se muestra un ejemplo en la Figura 4.34 y ya instalado en la Figura 4.35.



Figura 4.34.- Tapón Aislado, Tomado de <https://tienda.alianzaelectrica.com/products/tapon-aislado-occ-15kv-200a-chardon>



**Figura 4.35.- Tapón Aislado OCC 25 KV Instalado**

#### **4.4.9.- INSTALACIÓN DE BOQUILLA ESTACIONARIA**

La boquilla estacionaria se instala principalmente en derivadores, en transformadores y seccionadores, su función es la de descansar una terminal para realizar alguna maniobra en derivadores, transformadores o seccionadores, para cuando se tenga una falla o se tenga que cerrar un anillo véase la figura 4.36.



**Figura 4.36.- Instalación de boquilla estacionaria**



## 4.5.- NOMENCLATURA E IDENTIFICACIÓN

### 4.5.1.- COLOCACIÓN DE PLACAS DE IDENTIFICACIÓN

Consiste en identificar los conductores en media y baja tensión, los equipos, seccionadores, esto se utiliza para tener identificado con claridad cada instalación para cuando ocurra una falla o se tenga que realizar alguna maniobra se pueda asegurar la línea a trabajar o equipo, para su elaboración se realiza en base a la nomenclatura otorgada por personal de C.F.E. o conforme al diagrama unifilar ejemplo mostrado en la Figura 4.37, para la instalación en el conductor se sujeta con cinchos plásticos y van de la siguiente manera la fase A será fondo color rojo letras blancas, la fase B fondo amarillo con letras negras y para la fase C fondo azul con letras blancas, el material con el que se recomienda fabricarlos es en trovicel como las ilustradas en la Figura 4.38 en ocasiones estas placas pueden ser de aluminio con letras a golpe.



Figura 4.37.- Ejemplo nomenclatura en placa, Tomado de <https://www.ocompra.com/mexico/item/marbetes-y-placas-de-identificacion-para-cfe-594531990/>



Figura 4.38.- Placa trovicel Fase A, B y C, Tomado de [http://electroconstructoraenaltaybajatenension.mex.tl/photo\\_im000067-jpg.html](http://electroconstructoraenaltaybajatenension.mex.tl/photo_im000067-jpg.html)

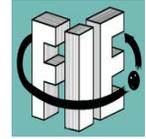


#### 4.5.2.- ROTULADO DE REGISTROS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

Consiste en identificar los registros de media tensión de manera clara y sencilla de acuerdo a la nomenclatura acordada con personal de C.F.E. o en su defecto en base al plano de construcción, esto con el fin de poder identificar a futuro la ubicación de cada registro plasmado en el plano y sea más práctico en caso de que ocurra una falla o algún mantenimiento, para la rotulación se debe de colocar pintura de color amarillo de fondo de 12 cm x 8 cm y para las letras serán de color negro de 10 cm x 6 cm x 1.3 cm, como se muestra en la figura 4.39.



Figura 4.39.- Ejemplo Rótulos en Registro y Pozo



## **CAPÍTULO 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1.- CONCLUSIONES**

Lo que puedo concluir en base a mi experiencia propia es que toda obra se tiene que construir principalmente con un plano previamente autorizado y la construcción de dichos proyectos, principalmente en obras subterráneas se trabaja bajo la normativa de CFE, siempre para cualquier cambio de trayectoria o cambio de algún material se tiene que consultar y acordar con personal de CFE y se tiene que dejar asentado bajo una bitácora electrónica esto con el fin de evitar desacuerdos a futuro al momento de entregar la obra, aunque muchas veces las normas son muy generales y en varias ocasiones CFE nos solicita reforzar normas esto derivado a las condiciones ambientales que se encuentran en cada estado.

Así mismo CFE nos exige que todo material suministrado por la contratista sea de calidad y que este avalado por LAPEM el cual es un laboratorio que se encarga de realizarle pruebas y aprobar los materiales utilizados en líneas de distribución y transmisión.

Por otro lado, también es importante mencionar el tema de la seguridad ya que CFE es muy estricto al momento de realizar trabajos, para evitar accidentes de nuestro personal y de daños a terceros, nos pide contar con equipo de protección personal completo y tener bien delimitada las áreas de trabajo, todos los días se realiza el llenado de formatos de reunión de inicio de jornada y el de reunión de inicio de maniobras, para tener un respaldo de que se les dio la plática adecuada al personal de las actividades que se van a realizar en ese día.

### **5.2.- RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar una planeación adecuada antes de mover todo los equipos y personal a obra ya que muchas ocasiones los trabajos son foráneos, para el tema de los materiales también se verifican las fechas de entrega ya que en muchas ocasiones no están de entrega inmediata y eso nos puede atrasar en avances.

Contamos con un tiempo límite para ejecutar los trabajos, en caso de que no se cumpla con el plazo estamos sujetos a ser penalizados y en el peor de los casos que nos rescindan el contrato, por lo que es importante contar con la fuerza de trabajo necesaria y la maquinaria para avanzar lo más rápido posible.

Otra recomendación es estar trabajando muy de cerca con las dependencias aledañas a las instalaciones eléctricas, como lo son las fibras ópticas, el agua potable, drenaje, gas, etc. Ya que en muchas ocasiones nos encontramos con sus servicios y para evitar daños a sus instalaciones



Facultad de Ingeniería Eléctrica

se les pide un diagrama de sus profundidades para evaluar si pasamos por debajo de sus instalaciones o por encima.

Para el tema ambiental es importante solicitar los permisos pertinentes con el ayuntamiento o alcaldías para la poda de árboles ya que en algunos estados es muy estricto el reglamento al querer hacer una poda sin permiso.

También es importante tener una copia de los permisos en obra, porque es muy posible que se acerque las dependencias de vialidad o del municipio a revisar qué tipo de trabajos se están realizando.

Se recomienda revisar los vehículos mecánicamente periódicamente para evitar fallos en obra, así como la documentación necesaria para evitar algún tipo de infracción o en su defecto el corralón.



## BIBLIOGRAFÍA

[ C.F.E., «lapem.cfe.gob.mx,» Enero 2015. [En línea]. Available:  
1 <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCSSUBT.pdf>. [Último acceso:  
] 30 Noviembre 2022].

[ C.F.E., «COFERMERSIMIR,» [En línea]. Available:  
2 <https://cofemersimir.gob.mx/expediente/2752/mir/7590/anexo/274722>. [Último  
] acceso: NOVIEMBRE 2022].

[ A. tecnología, «Asesores en alta tecnología,» 24 Septiembre 2018. [En línea]. Available:  
3 [https://altatecnologia.com.mx/la-evolucion-de-la-red-electrica-y-su-importancia-  
\] actual/#:~:text=La%20red%20el%C3%A9ctrica%20ha%20crecido,energ%C3%ADa%20eran%20peque%C3%B1os%20y%20localizados](https://altatecnologia.com.mx/la-evolucion-de-la-red-electrica-y-su-importancia-actual/#:~:text=La%20red%20el%C3%A9ctrica%20ha%20crecido,energ%C3%ADa%20eran%20peque%C3%B1os%20y%20localizados).

[ J. G. M. Espinosa, *Experiencia Profesional*, Morelia, Michoacán, 2016-2022.  
4  
]

[ UNAM, «UNAM.MX,» [En línea]. Available:  
5 [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/659/A8.  
\] pdf?seq](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/659/A8.pdf?seq). [Último acceso: Noviembre 2022].

[ C.F.E., «Normas C.F.E.,» Enero 2015. [En línea]. Available:  
6 [file:///E:/Normas%20CFE%20Enero%202011/Normas%20Subterr%C3%A1neas/02%2  
\] 0Dis%C3%B1oyproyectodemediatension.pdf](file:///E:/Normas%20CFE%20Enero%202011/Normas%20Subterr%C3%A1neas/02%20Dis%C3%B1oyproyectodemediatension.pdf). [Último acceso: 30 Noviembre 2022].