

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
--	--	--

SECCIÓN 2

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

Contenido

1. BANCO DE DUCTOS	8
1.1 Separadores de tubería:.....	8
1.2 Material de relleno de banco de ductos:	8
1.2.1 En Acera	8
1.2.2 En Calzada	9
1.3 Distancias de separación entre banco de ductos eléctricos y otros servicios:	9
1.4 Profundidad:.....	10
1.5 Ancho de la zanja:	10
1.6 Cintas de señalización:	10
1.7 Ductos:.....	11
1.7.2 Desventajas:.....	12
1.7.3 Tipo de ducto:	12
1.7.4 Características:.....	12
1.7.5 Configuración de ductos:	13
2. POZOS	14
2.1 Dimensiones:.....	15
2.2 Forma:	16
2.3 Consideraciones:	16
2.4 Tapas	17
2.4.1 Tapas de grafito esferoidal, hierro nodular o acero dúctil	17
2.4.1.1 Identificación:	18
2.4.2 Tapas de hormigón	18
2.4.2.1 Identificación:	19
2.4.2.2 Características de la placa:.....	19
2.5 Pisos de los pozos:.....	20
2.5.1 Piso con hormigón y drenaje	20
2.5.2 Piso sin hormigón y con material filtrante.....	20
2.5.3 Piso con hormigón y material filtrante	20
2.6 Soportes:	21
3. CÁMARAS ELÉCTRICAS	22
3.1 Objetivo:.....	22

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
--	---	--

3.2	Requerimientos básicos:	22
3.3	Normas y reglamentos:	22
3.4	Equipos y materiales:	23
3.5	Especificaciones técnicas generales para obras civiles de las cámaras eléctricas:	23
3.6	Dimensiones:	24
3.6.1	Parámetros y consideraciones para determinación de las dimensiones de las cámaras eléctricas:	24
3.7	Equipos a instalarse	25
3.7.1	Equipos de maniobra y protección:	25
3.7.2	Transformadores:	25
3.8	Acceso a las cámaras eléctricas:	25
3.8.1	Acceso del personal a las cámaras eléctricas:	25
3.8.1.1	Cámaras a Nivel:	25
3.8.1.2	Cámaras Subterráneas:	26
3.8.2	Acceso de los equipos a las cámaras eléctricas:	28
3.9	Especificaciones del hormigón de cámaras subterráneas a bajo nivel:	29
3.10	Canalización para cables dentro de las cámaras eléctricas:	30
3.10.1	Canales perimetrales y rejillas	30
3.10.2	Soportes o canaletas	31
3.11	Canalización para recolección de aceite del transformador	31
3.12	Impermeabilidad:	32
3.13	Diseño para el sistema de ventilación de las cámaras eléctricas:	33
3.13.1	Consideraciones:	33
3.13.2	Pozos de acceso y evacuación de aire:	33
3.13.3	Ductos de ingreso y evacuación de aire para ventilación:	34
3.13.4	Sistema mecánico de ventilación:	35
3.14	Ventanas de acceso y evacuación de aire dentro de la cámara:	35
3.15	Canales para ingreso y salida de cables:	36
3.16	Bases de hormigón para instalación de equipos:	37
3.17	Iluminación interior y tomacorriente:	39
3.18	Sistema de puesta a tierra:	39
4.	TRANSFORMADORES	42
4.1	Transformadores tipo sumergible:	42
4.1.1	Características Generales:	42

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

4.1.2 Elementos Generales:	42
4.1.3 Aplicaciones:	43
4.2 Transformadores tipo pedestal:.....	43
4.2.1 Características Generales:	43
4.2.2 Elementos Generales	43
4.2.3 Aplicación:.....	44
4.2.4 Instalación:	44
4.2.5 Distancias de seguridad:	46
4.3 Transformadores convencionales con frente muerto:	47
4.3.1 Características Generales:	47
4.3.2 Características constructivas:	47
4.3.3 Aplicaciones:	47
4.4 Transformadores tipo seco:	48
4.4.1 Características Generales:	48
4.4.2 Características Constructivas:	49
4.4.3 Aplicaciones:	49
4.4.4 Instalación:	50
5. EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN	51
5.1 Celdas de medio voltaje	51
5.1.1 Características Generales.....	51
5.1.2 Características constructivas	51
5.1.3 Aplicaciones	52
5.2 Interruptor de medio voltaje para redes subterráneas	52
5.2.1 Características Generales.....	52
5.2.2 Características Constructivas:	53
5.2.3 Aplicaciones	53
5.3 Conectores aislados separables.	54
5.3.1 Boquilla tipo pozo (Bushing Well):.....	55
5.3.2 Boquilla tipo inserto (Bushing insert)	55
5.3.2.1 Características:.....	55
5.3.3 Boquilla tipo inserto Doble (Feed Thru Insert)	56
5.3.3.1 Características:.....	56
5.3.3.2 Aplicaciones:	56

	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

5.3.4	Conector Tipo Codo (Elbow conector).....	57
5.3.4.1	Características Generales	57
5.3.4.2	Características constructivas:	57
5.3.4.3	Aplicaciones	58
5.3.5	Conector tipo T (Tee conector).....	58
5.3.5.1	Características generales:	58
5.3.5.2	Características constructivas:	59
5.3.5.3	Aplicaciones	59
5.3.6	Codo Portafusible (Fused Elbow).....	59
5.3.6.1	Características generales:	59
5.3.6.2	Características constructivas:	59
5.3.6.3	Aplicaciones	60
5.3.7	Barrajes para derivación en medio voltaje (Multi-way bushing junction)	61
5.3.7.1	Características Generales:	61
5.3.7.2	Características constructivas:	61
5.3.7.3	Aplicaciones	61
5.3.8	Descargador o Pararrayos tipo Codo (Elbow arrester).....	62
5.3.8.1	Características Generales:	62
5.3.8.2	Características Constructivas:.....	62
5.3.8.3	Aplicaciones	63
6.	ACCESORIOS	63
6.1	Terminales de Medio Voltaje.....	63
6.1.1	Características Generales.....	63
6.1.2	Características Constructivas:.....	63
6.1.3	Aplicaciones	64
6.2	Empalmes de Medio Voltaje.....	64
6.2.1	Características Generales.....	64
6.2.2	Características Constructivas	64
6.2.3	Aplicaciones	65
6.3	Empalmes de Bajo Voltaje	65
6.3.1	Características Generales.....	65
6.3.2	Características Constructivas	66
6.3.3	Aplicaciones	66

	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	-------------------------------------

6.4 Boquilla de parqueo aislado. (Insulated parking bushing)	67
6.4.1 Características Generales.....	67
6.4.2 Características Constructivas:.....	67
6.4.3 Aplicaciones	67
6.5 Tapón aislado (Insulated cap)	68
6.5.1 Características Generales.....	68
6.5.2 Características Constructivas:.....	68
6.5.3 Aplicaciones	68
7. CABLES	70
7.1 Cables para red de MV	70
7.1.1 Niveles de Aislamiento:	70
7.1.1.1 Nivel de 100%	70
7.1.1.2 Nivel de 133%	70
7.2 Cables para red de BV	71
7.1.2 Características principales:	71
8. TRANSICIÓN DE RED AÉREA - SUBTERRÁNEA	73
8.1 Transición subterránea de Medio Voltaje.	73
8.2 Transición subterránea de Bajo Voltaje.....	74
9. ACOMETIDAS DOMICILIARIAS	76

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

Capítulo 1

OBRA CIVIL

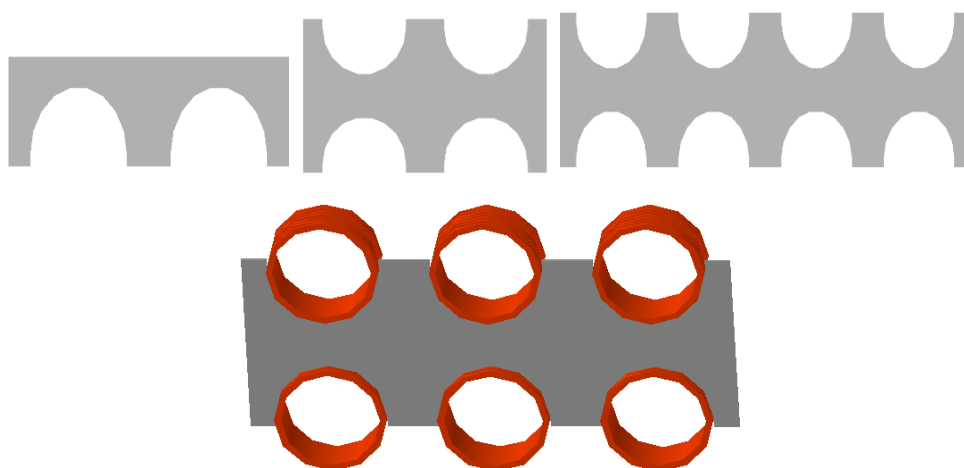
Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
--	--	--

1. BANCO DE DUCTOS

1.1 Separadores de tubería:

Para conservar una distancia uniforme entre ductos se deberán utilizar separadores según especificaciones indicadas en la sección 3, estos deberán ser de láminas de PVC. La separación mínima horizontal y vertical entre ductos de un mismo banco será de 5 cm, independiente del diámetro de tubería y del nivel de voltaje empleado.

La distancia longitudinal entre cada separador [estará en un rango](#) de 2.5 a 3 m



1.2 Material de relleno de banco de ductos:

1.2.1 En Acera

Cuando el banco de ductos esté instalado bajo las aceras el material de relleno será de arena y opcionalmente de hormigón. [Se puede realizar el mejoramiento de suelo para altos niveles freáticos.](#)

El fondo de la zanja tendrá un terminado uniforme sobre el cual se colocará una cama de arena [de 10 cm](#), consiguiendo un piso regular y uniforme, de tal manera que, al colocar la primera fila de los ductos, esta se apoye en toda su longitud.

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

Luego de colocar la primera fila de ductos se colocará el separador de tubería seguido de una capa de arena de 5 cm y así sucesivamente hasta completar el número de ductos requeridos. La última capa de arena será de 10 cm de altura sobre el último ducto.

Después de la capa de 10 cm sobre el ultimo ducto irá una capa de 20 cm de material de relleno (libre de piedra) compactado, la siguiente capa de 10 cm será compactada en forma mecánica, luego de esto se colocará una capa de 10 cm de subbase compactada Independiente del material de terminado de la acera si es adoquín u hormigón.

La distancia de las paredes de las zanjas hacia los ductos será de 10 cm.

1.2.2 En Calzada

Cuando el banco de ductos este instalado bajo las calzadas el material de relleno deberá ser de hasta 10 cm por encima del ducto superior. Sobre el banco de ductos se colocará material de relleno (libre de piedra) dos capas de 25 cm compactado en forma mecánica, luego de esto se colocará una capa de 10 cm de subbase compactada que depende del material de terminado de la calzada si es adoquín, hormigón o asfalto.

Dependiendo de las condiciones existentes (profundidad de la zanja, características del suelo, tránsito de la vía, entre otras), se implementará una capa de hormigón armado sobre la capa de arena con la resistencia adecuada para las condiciones dadas.

1.3 Distancias de separación entre banco de ductos eléctricos y otros servicios:

La separación horizontal mínima entre bancos de ductos eléctricos y otros servicios será de 25 cm, no se instalará ductos de otros servicios paralelamente por encima o

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

debajo de ductos eléctricos, en casos excepcionales la separación vertical será la misma indicada anteriormente.

1.4 Profundidad:

La siguiente tabla indica la profundidad mínima a la que deben instalarse los ductos o bancos de ductos. Esta profundidad debe considerarse con respecto a la parte superior de los ductos.

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos	0.4
En lugares transitados por vehículos	0.6

En los casos que no se puedan obtener estos valores de profundidad mínimas, se deberá colocar en todo el trayecto de la zanja, hormigón armado de resistencia mecánica tal que garantice la misma protección al banco de ductos que con las condiciones de profundidades mínimas establecidas en el cuadro anterior.

1.5 Ancho de la zanja:

El ancho de la zanja debe ser tal, que permita colocar la plantilla, hacer el acoplamiento sin dificultad y compactar el relleno. Viene dado por la fórmula:

$$Bd = N * D + (N-1)e + 2x$$

Donde:

- Bd:** Ancho de la zanja.
- N:** Número de tubos (vías) en sentido horizontal.
- D:** Diámetro exterior del tubo.
- e:** Espacio entre tubos (Mínimo 5 cm).
- x:** Distancia entre la tubería y la pared de la zanja. (Mínimo 10 cm)

1.6 Cintas de señalización:

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

Para indicar la existencia de ductos eléctricos se debe colocar una cinta o banda de PVC en toda la trayectoria del banco de ductos.

La cinta o banda se colocará a una profundidad de 20 cm medidos desde el nivel del piso terminado de la acera o calzada.

Cuando el ancho de la zanja es menor o igual a 0.5 m se colocará una cinta de señalización, si la zanja es mayor a 0.5 m se colocará dos cintas de señalización.



La cinta de señalización deberá contener la siguiente información:

- Señal de advertencia de peligro de riesgo eléctrico. (ISO 3864)
- Leyenda de advertencia de la presencia de cables eléctricos.
- Logotipo de la empresa distribuidora.

1.7 Ductos:

Los cables están protegidos mediante tuberías que deben ser de PVC o HDPE (Polietileno de alta densidad)

1.7.1 Ventajas:

- Relativamente fácil el remplazo de cables y el cambio de calibre.
- Mecánica y ambientalmente superior que el de enterrado directo.
- Suministra protección al cable contra excavaciones posteriores.

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
Revisión: 02		

- Previsión para el incremento de la demanda futura.
- Alta confiabilidad.

1.7.2 Desventajas:

- Mayor costo inicial
- Menor capacidad de corriente
- No puede ser empalmado, secciones enteras deben ser remplazadas.

1.7.3 Tipo de ducto:

Según la Norma NTE INEN 2227 y NTE INEN 1869 deberán instalarse tubo PVC de pared estructurada e interior lisa tipo B para red de MV y BV (diámetro de 110 y 160 mm) o tubo corrugado de polietileno de alta densidad para red de MV y BV (diámetro de 110 mm) y tubo PVC del tipo pesado para alumbrado público, para acometidas domiciliarias y de alumbrado público se podrá emplear tubos de PVC tipo pesado (diámetro 50 mm) o manguera de polietileno para cableado eléctrico de 1 3/4" a 2" y 64 psi.

1.7.4 Características:

Los ductos utilizados y los de reserva deben taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, roedores, agua, etc.

Los accesorios como pegamento, anillos de goma y tapones tienen que ser diseñados para uso con la tubería arriba especificada.

El color del ducto para instalaciones eléctricas subterráneas será de color naranja.

La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder 40% de la sección transversal interior de la canalización. NEC 354-5.

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

Ductos y tubería metálica a emplear en las canalizaciones y transiciones

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	(Voltaje) (kV)	Diámetro del ducto (mm) para 1 conductor y neutro	Diámetro del ducto (mm) para 3 conductores y neutro	Transición Ducto (mm)
1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250, 300, 350, 500	35	110	160	160
2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0	15-25	110	110	110
250, 300, 350, 500	15-25	110	160	160
4, 2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0	0.6	.	110	110
6, 4, 2, 1/0	0.6 (Alumbrado Público y acometidas)		50	50

1.7.5 Configuración de ductos:

La configuración de los ductos dentro de una misma zanja estará dada en base al número de filas por número de columnas:

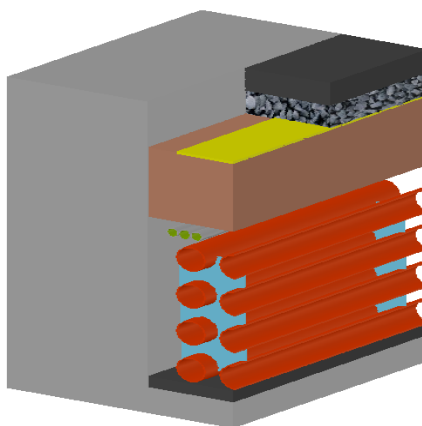
Se pueden utilizar las siguientes configuraciones de ductos, donde el primer dígito indica el número de filas y el segundo dígito indica el número de columnas.

Fila x Columna	Fila x Columna	Fila x Columna
1x2	1x3	1x4
2x2	2x3	2x4
3x2	3x3	3x4
4x2	4x3	

En caso de requerir otra configuración para los bancos de ductos, se deberá mantener los lineamientos definidos en el párrafo anterior.

Nota: Para los sistemas de comunicación de equipos eléctricos, se podrá colocar en toda canalización un triducto de polietileno de pared exterior lisa e interior con estrías longitudinales, de 40 mm de diámetro.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--



2. POZOS

Se utilizarán pozos cuando existan cambios de dirección, transición aérea a subterránea, así como a lo largo de los tramos rectos de la ruta del circuito. La distancia entre pozos dependerá del diseño, esta distancia estará entre 30 y 60 metros.

Los pozos deben mantener un espacio de trabajo limpio (cables y accesorios sujetos a la pared), suficiente para desempeñar las labores de mantenimiento.

Los pozos serán contruidos con paredes de hormigón simple de 210 Kg/cm² (en acera) y armado 210 o 240 Kg/cm² (en calzada). El espesor de la pared será como mínimo de 10 cm.

Las paredes interiores de los pozos contruidos podrán ser enlucidas con mortero 1:3.

Las tapas de los pozos podrán ser de:

- Acero dúctil o grafito esferoidal: Clase C400 (para calzada) y Clase B250 (para acera).
- Hormigón armado: Tendrá un marco y brocal metálico. El espesor de la losa de la tapa será de 70 mm (solamente para cajas de alumbrado público).

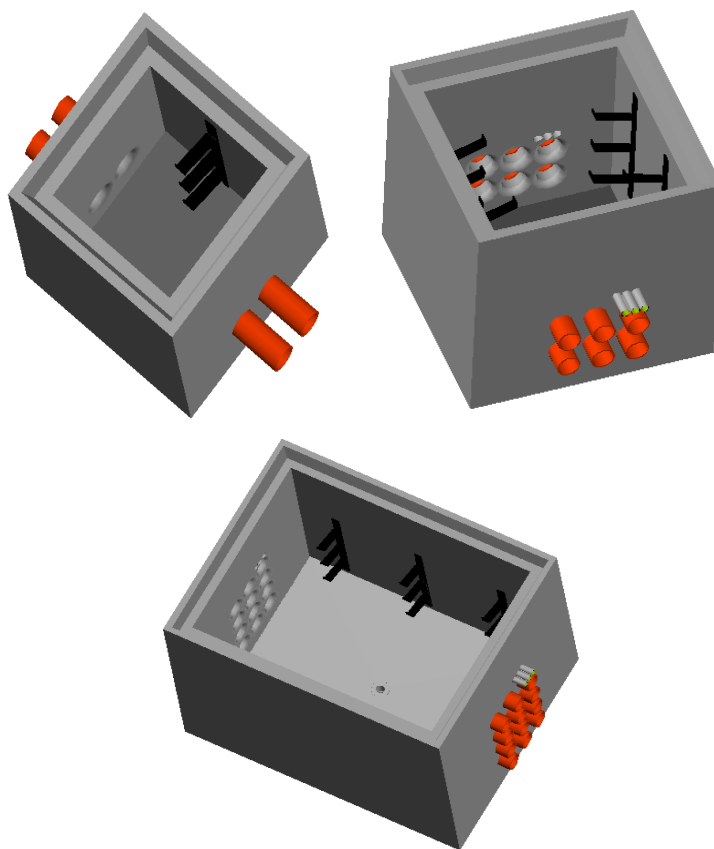
Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

2.1 Dimensiones:

- Dependiendo del tipo, los pozos se construirán según las dimensiones interiores establecidas en esta homologación.

TIPOS	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Aplicación
Tipo A0	0.40	0.40	0.40	AP
Tipo A	0.60	0.60	0.75	AP-ACOMETIDA
Tipo B	0.90	0.90	0.90	MV –BV-AP
Tipo C	1.20	1.20	1.20	MV –BV-AP
Tipo D	1.60	1.20	1.50	MV –BV-AP
Tipo E	2.50	2.00	2.00	MV –BV-AP
• Las profundidades indicadas en la tabla son mínimas y podrá aumentar dependiendo de cantidad de ductos a instalarse. • Los pozos tipo C serán utilizados para derivaciones en bajo voltaje • En el pozo tipo E se podrán colocar módulos premoldeados para derivación y seccionamiento. • Se podrá implementar pozos con dimensiones variables dependiendo de las condiciones constructivas, previa aprobación de la ED.				

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
--	--	--



2.2 Forma:

Los pozos se construirán de forma cuadrada o rectangular según el ángulo que forme el banco de ductos.

2.3 Consideraciones:

En las calles y veredas en donde se construyen los pozos y ductos, generalmente existen instalaciones de agua potable, alcantarillado, teléfonos, energía eléctrica, etc., por lo cual, durante el diseño y la construcción se deberá consultar y coordinar con las entidades responsables de estos servicios para contar con los planos e información correspondientes de las instalaciones existentes.

La distancia entre la parte inferior de los ductos más profundos y la base del pozo debe ser mínimo de 10 cm. El banco de ductos debe estar centrado con respecto a las paredes laterales del pozo.

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

El banco de ductos no podrá rebasar el nivel de pared terminada del pozo, quedaran a 5 cm antes de salir a la superficie interior del pozo para dar una curvatura con radio de 3 cm (chaflán) para que ingresen los cables al ducto sin daño a la chaqueta.

2.4 Tapas

2.4.1 Tapas de grafito esferoidal, hierro nodular o acero dúctil

El uso de las tapas de grafito esferoidal deberá cumplir lo indicado en la siguiente tabla:

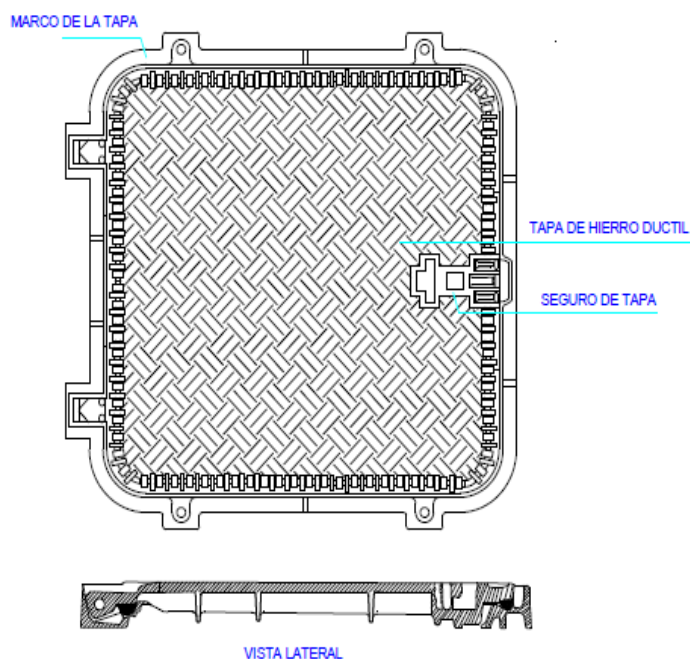
GRUPO	CARGA DE ENSAYO (kN)	USO
A	125	ZONAS PEATONALES
B	250	ACERAS
C	400	CALZADAS

Referencia Norma NTE INEN 2 496:2009

Estas tapas dispondrán de un seguro de cierre de $\frac{1}{4}$ de vuelta con su llave respectiva.

Las tapas en fundición dúctil, están soportadas en un marco de hierro nodular, que provee el soporte y bisagras para las tapas. El diseño de la tapa provee un soporte antideslizante para los vehículos y peatones.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--



2.4.1.1 Identificación:

La identificación de las tapas de los pozos deberá incluir lo indicado en la Norma NTE INEN 2 496:2009, punto 10 Rotulado, y de acuerdo al inciso e) Marcas adicionales relacionadas con la aplicación o del propietario se deberá incluir la siguiente información en letra técnica de ancho 4 cm. y altura 7 cm:

- Siglas de la empresa distribuidora.
- Nivel de voltaje MV y/ó BV
- Año de fabricación
- Numeración de la tapa

2.4.2 Tapas de hormigón

Las tapas de hormigón tendrán un marco y brocal metálico construido de pletina de acero de espesor de 4 mm y 50 mm de base por 75 mm de alto con una abertura de 110 grados tanto para el brocal como para el marco de la tapa, estas se utilizarán únicamente para cajas de alumbrado público.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

2.4.2.1 Identificación:

La identificación de las tapas de los pozos deberá incluir una placa con los siguientes datos:

- Siglas de la empresa distribuidora.
- Nivel de voltaje MV ó BV
- Año de fabricación
- Numeración de la tapa

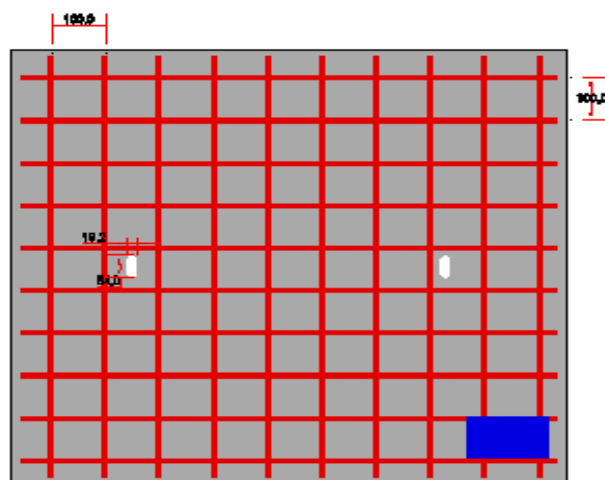
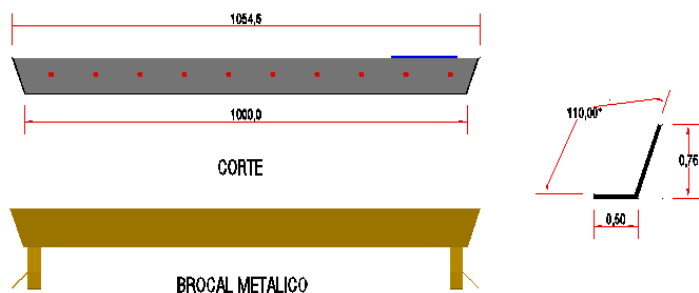
2.4.2.2 Características de la placa:

Largo: 15 cm

Ancho: 10

Espesor: 0.5 cm

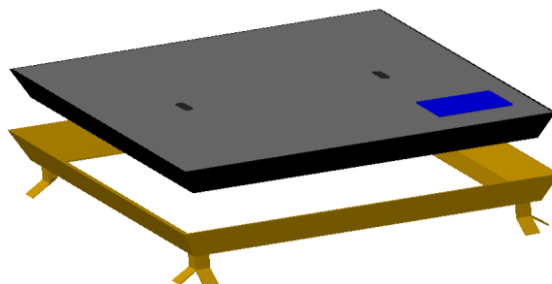
Letra: Técnica



Tapa de pozo tipo "A y A0"

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

El marco y brocal deberá tener un recubrimiento de pintura anticorrosiva, mínimo de dos capas. Con el fin de que el brocal se empotre correctamente este dispondrá de anclajes que irán embebidos al contorno del pozo.



2.5 Pisos de los pozos:

Dependiendo del nivel freático de la zona donde se esté construyendo el sistema subterráneo, el piso de los pozos podrá ser:

2.5.1 Piso con hormigón y drenaje

El piso de los pozos se fundirá completamente con una capa de hormigón de 10 cm mínimo y se ubicará un drenaje, el cual es opcional a juicio de la empresa, dependiendo del nivel freático de la zona donde se esté instalando el sistema subterráneo. Este drenaje constará de un sifón el cual estará conectado al sistema de alcantarillado **pluvial** mediante una tubería de PVC de 50 mm de diámetro mínimo. En la losa de piso se dará la inclinación del 1,5 % hacia el drenaje.

2.5.2 Piso sin hormigón y con material filtrante

El piso del pozo estará constituido por una capa de material filtrante de 10 cm mínimo (grava) que ocupará toda su área.

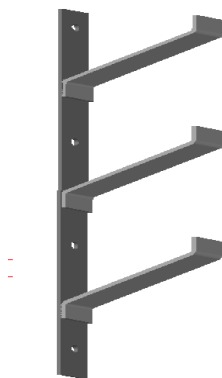
2.5.3 Piso con hormigón y material filtrante

El piso de los pozos estará constituido por una loseta de hormigón de 10 cm mínimo con una inclinación del 1,5 % para evacuar el agua hacia una franja sin fundir rellena de material filtrante (grava), esta cubrirá al menos el 10 % del área total del piso del pozo.

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

2.6 Soportes:

- Los cables dentro de los pozos deben quedar fácilmente accesibles y soportados de forma que no sufran daño debido a su propia masa, curvaturas o movimientos durante su operación, para ello los pozos dispondrán de soportes de acero galvanizado o fibra de vidrio para sujetar y ordenar los conductores que se encuentren dentro de este.
- Los soportes de los cables deben estar diseñados para resistir la masa de los propios cables y de cargas dinámicas; mantenerlos separados en claros específicos y ser adecuados al medio ambiente.
- Los cables deben quedar soportados cuando menos 10 cm arriba del piso para estar adecuadamente protegidos.
- La ubicación de los soportes debe permitir el movimiento del cable sin que exista concentración de esfuerzos destructivos.



 Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Gobierno del Encuentro  Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

3. CÁMARAS ELÉCTRICAS

3.1 Objetivo:

Los proyectos de diseño y construcción de cámaras eléctricas para el empleo de las empresas distribuidoras, se regirán por las características técnicas que deben satisfacer los parámetros eléctricos requeridos, los materiales de construcción, iluminación interior, ventilación, drenaje, y demás detalles constructivos según su aplicación.

3.2 Requerimientos básicos:

Las especificaciones de cámaras, deben contemplar entre otros aspectos, la estética, seguridad, operatividad y la necesidad eléctrica.

En general, una vez terminada la construcción de las cámaras, se deberán comprobar que las obras civiles cumplan con el objetivo de alojar técnicamente los equipos eléctricos de acuerdo a las normas especificadas.

Todos los aspectos técnicos de construcción y diseño estarán [contenidos en planos y documentos del proyecto](#).

3.3 Normas y reglamentos:

El diseño y la construcción de la obra civil se ejecutarán de acuerdo con la última versión vigente de las siguientes normas:

- NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción
- ASTM Organismo internacional de Normalización de EEUU.
- AAHSTO Sistema de clasificación de suelos.
- MTOP Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Las normas y reglamentos de la obra eléctrica son los siguientes:

- IEC Comisión Electrotécnica Internacional.
- ISO Organización Internacional de Normalización.

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

- CPE INEN 19 Código Eléctrico Nacional.
- NOM 001 SEDE 2012 Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas
- ASTM Organismo internacional de Normalización de EEUU.
- ICEA Asociación de Ingenieros de Cables.
- NEMA Asociación de Fabricantes Eléctricos.
- NTE – IET Norma Tecnológica de Edificación.
- IEEE NESC Institute of Electrical and Electronics Engineers

3.4 Equipos y materiales:

Los equipos, materiales y demás componentes a utilizar en las obras, deberán ser nuevos y de primera calidad, tendrán que cumplir las especificaciones técnicas descritas en la sección 3, disponer de los certificados de conformidad emitidos por Organismos de Certificación Acreditados [los mismos que deben ser avalados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana SAE.](#)

3.5 Especificaciones técnicas generales para obras civiles de las cámaras eléctricas:

- La cámara estará diseñada para uso exclusivo de energía eléctrica.
- Será construida previa verificación de las especificaciones técnicas de los equipos a instalar.
- Se construirá en el sitio más idóneo desde el punto de vista eléctrico y considerando las estructuras existentes en el lugar, ejecutando las obras civiles para la cimentación, instalaciones eléctricas, seguridad y el equipamiento completo indicado en estas especificaciones.
- Las cámaras cumplirán las especificaciones que se detallan más adelante, debiéndose entender éstas como características mínimas, pudiendo la empresa distribuidora sugerir especificaciones similares o que superen las mismas de acuerdo a su necesidad.
- La cámara será resistente a esfuerzos externos, a cualquier medio ambiente, al fuego, ventilada adecuadamente, con acabados adecuados.

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

- Se dispondrá de un acceso libre desde la vía pública para el personal de la empresa distribuidora.

3.6 Dimensiones:

Las dimensiones interiores de las cámaras dependerán directamente de la potencia, número de transformadores y de las medidas de los equipos a instalarse, pudiendo variar sus medidas en función de las distancias mínimas de seguridad para evitar accidentes de las personas que trabajen dentro de ésta.

3.6.1 Parámetros y consideraciones para determinación de las dimensiones de las cámaras eléctricas:

- Las dimensiones interiores mínimas de las cámaras de las empresas distribuidoras y particulares con celdas o interruptores de M.V y tablero de distribución de BV para potencias de 200 hasta 800 kVA, se dan en el cuadro siguiente, en función del número de equipos y del voltaje nominal que alimenta a la cámara.

Numero de equipos	Voltaje nominal de la línea de distribución en Medio Voltaje	Dimensiones mínimas libres (cm)		
		Ancho	Largo	Altura
1	< 24 kV	220	300	250
2	< 24 kV	250	500	250

Las dimensiones interiores mínimas de las cámaras eléctricas con un transformador menor a 200 kVA están dadas en función de la medida de los equipos y de las distancias de seguridad. En este tipo de cámaras estarán instaladas exclusivamente el transformador de distribución y su respectivo seccionamiento o protección con barrajes desconectables, mínimo 3 circuitos de MV.

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

3.7 Equipos a instalarse

Los equipos que se instalen dentro de pozos y cámaras subterráneas deben ser del tipo sumergible. (NOM 001 Artículo 923-7b3).

Las cámaras eléctricas de distribución pueden ser subterránea o a nivel. Las mismas pueden estar conformadas por equipos de maniobra, protección y transformación.

3.7.1 Equipos de maniobra y protección:

En cámaras subterráneas deberán utilizarse equipos de seccionamiento y protección tipo sumergible como: módulos premoldeados (conectores tipo codo, tipo “T” o codo portafusible), barrajes desconectables e interruptores de MV aislados.

En cámaras a nivel deberán utilizarse equipos de seccionamiento y protección como: celdas de MV, módulos premoldeados (conectores tipo codo, tipo “T” o codo portafusible), barrajes desconectables, interruptores de MV aislados y tableros de distribución de BV.

3.7.2 Transformadores:

En Cámaras Subterráneas deberá utilizarse transformadores tipo sumergible.

En Cámaras a nivel deberá utilizarse transformadores convencionales con frente muerto.

En cámaras a nivel construidas en pisos superiores al primero y en lugares de alto riesgo de incendio que imposibilitan el uso de transformadores refrigerados en aceite deberá utilizarse transformadores tipo seco.

En lugares a la intemperie deberá utilizarse transformadores tipo pedestal instalado sobre una base de hormigón.

3.8 Acceso a las cámaras eléctricas:

3.8.1 Acceso del personal a las cámaras eléctricas:

3.8.1.1 Cámaras a Nivel:

	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

Las cámaras a nivel tendrán una puerta de acceso que abrirá hacia el exterior, de 2.30 m de altura y 1.4 m de ancho, como mínimo.

Las puertas deberán ser metálicas con una cerradura que impida el ingreso a personal no autorizado.

Para ayudar a la ventilación de la cámara eléctrica, la puerta de acceso deberá tener rendijas para el ingreso o salida de aire en la parte superior e inferior de la misma.

Las puertas de la cámara se construirán en lámina metálica de espesor 1.5 mm y con una resistencia al fuego mínimo de 3 horas. (Norma NOM 001 450.43).

En todos los casos el espacio de trabajo será adecuado para permitir la apertura de las puertas en un ángulo de 90 grados por lo menos.

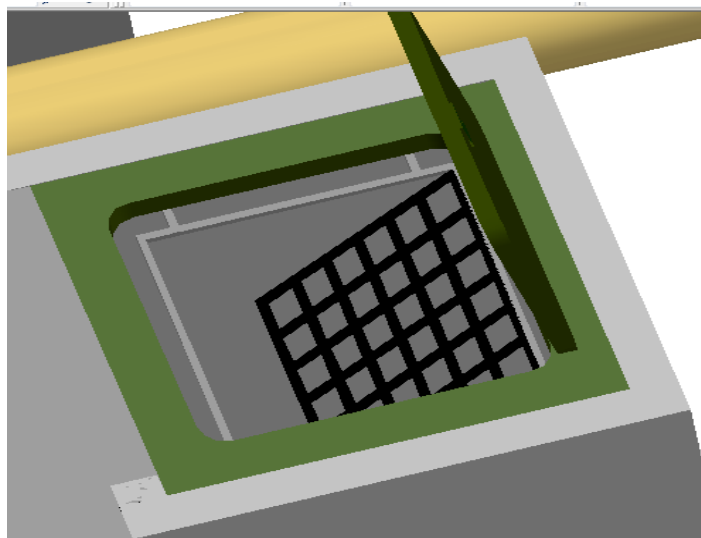
En el diseño de los accesos a la cámara se tendrá en cuenta las dimensiones del mayor de los equipos a albergar, de tal forma que no presenten dificultades en la entrada y salida de los mismos.

3.8.1.2 Cámaras Subterráneas:

En la losa superior de las cámaras se dejará boquetes de 70x70 cm para el ingreso de personal de mantenimiento, en los cuales se colocarán tapas de fundición de acero dúctil o grafito esferoidal, que deberán cumplir con las especificaciones técnicas indicadas en este documento.

Debajo de esta tapa se podrá instalar una rejilla como seguridad extra para evitar el ingreso de personal no autorizado con su respectivo dispositivo de seguridad. Esta será de hierro. (Ver especificaciones y dibujo).

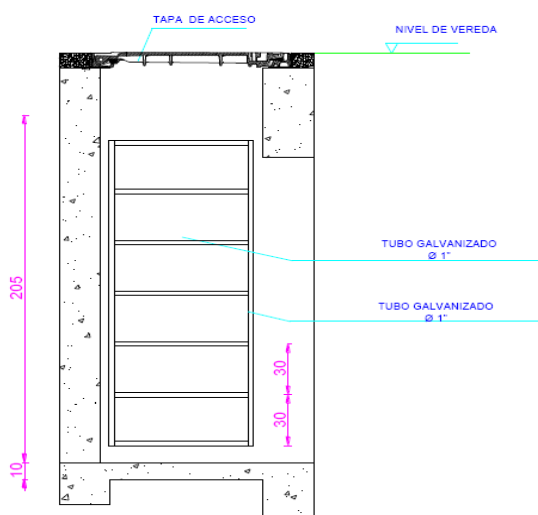
Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--



El ingreso y salida del personal a las cámaras eléctricas [se realizará utilizando una escalera](#), esta podrá ser fija o móvil. En ambos casos las [escaleras deberán cumplir especificaciones técnicas de seguridad mecánica.](#)

Para el caso de utilizar una escalera fija, se podrá instalar una de tipo telescópica vertical construida de hierro galvanizado, la escalera será de tubo galvanizado de 25,4 mm de diámetro, con peldaños dispuestos cada 30 cm soldadas a un marco del mismo tubo y asegurada a la pared del ducto de acceso.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--



El acceso a las cámaras podrá estar ubicado dentro o fuera del área de la cámara.

3.8.2 Acceso de los equipos a las cámaras eléctricas:

El ingreso de los equipos a la cámara eléctrica subterránea podrá **ser construido de acuerdo a:**

- Losas de hormigón móviles.
- Tapas de acceso metálicas de dimensiones apropiadas para el ingreso de los equipos que servirá también para el acceso del personal.

Las losas de hormigón móviles deberán situarse preferentemente sobre el área de instalación del transformador para facilitar la entrada de este equipo.

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

En forma equidistante en cada losa se dejará 4 orificios de una pulgada de diámetro debidamente sellados los cuales servirán para introducir un sistema que permita el izado de las mismas en caso de reposición de equipos.

Tendrá un refuerzo de perfil metálico de acero galvanizado alrededor de ésta. Será construido con hormigón armado $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ con doble refuerzo al igual que la losa fija.

Las dimensiones mínimas de las losas de las tapas serán de 0.70m de ancho por 2.30m de largo.

3.9 Especificaciones del hormigón de cámaras subterráneas a bajo nivel:

Las resistencias mínimas del hormigón armado serán las siguientes:

- 240 kg/cm^2 para lo que corresponde a losas tanto móviles y fijas para soportar el paso vehicular.
- 210 kg/cm^2 para todas las paredes y pisos.

Tipo de Estructura	Tipo de Concreto	Resistencia mínima $f'c$
Piso	Hormigón armado	210 kg/cm^2
Paredes	Hormigón armado	210 kg/cm^2
Losa Superior Fija	Hormigón armado	240 kg/cm^2
Losa Superior Móvil	Hormigón armado	240 kg/cm^2

Estos valores de resistencia del hormigón armado se determinaron que son idóneos y aptos para resistir esfuerzos de hasta 25000 kg de peso sin sufrir ninguna alteración o daño de sus características mecánicas.

Las paredes y el techo de las cámaras deben construirse de materiales que tengan la resistencia estructural con un acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ adecuada a las condiciones que puedan presentarse y una resistencia mínima al fuego de tres horas.

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

Los pisos de las cámaras en contacto con la tierra deben ser de hormigón armado de un espesor mínimo de 15 cm y cuando la cámara se construya sobre un espacio libre o arriba de otros pisos, el piso debe tener la adecuada resistencia estructural para la carga soportada y una resistencia mínima al fuego de tres horas. Para los propósitos de esta Sección no se permiten construcciones atornilladas ni con paredes de paneles.

3.10 Canalización para cables dentro de las cámaras eléctricas

Las cámaras deben contener canales perimetrales y rejillas, a nivel del piso y/o soportes o canaletas sobre el piso adosadas a las paredes.

3.10.1 Canales perimetrales y rejillas

Las dimensiones de los canales aproximadamente serán de 0,4m a 0,5m de ancho y 0,6m de profundidad, dentro de las cuales alojarán a los conductores de bajo y medio voltaje, los cuales se podrán instalar sobre bandejas portacables o directamente en la superficie del canal.

Los canales tendrán una ligera inclinación hacia un pozo recolector ante posibles filtraciones de agua al interior de la cámara. Desde este pozo se colocará un drenaje conectado al colector público si es posible, caso contrario, mediante un sistema de evacuación de agua conformado por una bomba eléctrica automática, que es la encargada de expulsar el agua al colector público o a la vereda a través de un ducto de 2 pulgadas de diámetro como mínimo.

En caso de no poder instalar este sistema se dejará sin fundir la base del pozo recolector de líquidos y se colocará grava en contacto con el suelo.

Para el caso de utilización de bandejas portacables se podrá instalar en la parte inferior de los canales una rejilla metálica elaborada con varilla lisa de 10 mm de diámetro y separadas cada 50 mm entre sí, unidas mediante dos perfiles de

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

hierro ángulo, que servirá para el alojamiento de los conductores de MV a una altura de 100 mm de la base del canal sobre un brocal de hierro. Otra rejilla de similares características se podrá instalar a una altura de 250 mm de esta última que servirá para el alojamiento de los conductores de BV.

Para cubrir el canal en la parte superior de este se colocará una rejilla metálica elaborada con pletina de 5 mm de espesor y separadas cada 50 mm entre sí, unidas mediante dos perfiles de hierro ángulo la cual estará asentada sobre un brocal de hierro.

Las rejillas deberán ser pintadas con pintura anticorrosiva y deberán ser removibles.

3.10.2 Soportes o canaletas

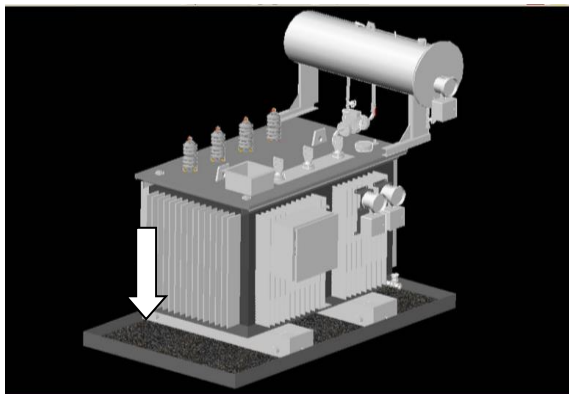
Los cables al interior de las cámaras pueden ser adosados a las paredes mediante los soportes determinados en el numeral 2.6 y/o canaletas según Norma NTE INEN 2486.

3.11 Canalización para recolección de aceite del transformador

Con la finalidad de evitar problemas ante un eventual derrame del aceite mineral del transformador se deberá construir alrededor del perímetro del mismo una zanja de hormigón de 25 cm de ancho x 40 cm de profundidad la misma que contendrá una bandeja apaga fuegos de acero galvanizada perforada ubicada a 10 cm de la parte superior de la zanja y cubierta con grava.

Estas dimensiones son mínimas y podrán variar de acuerdo a la potencia del transformador y al volumen de aceite del mismo. La zanja tendrá la capacidad de albergar en su interior el 100% del aceite del transformador.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--



En el caso de que el transformador contenga aceite vegetal y se encuentre instalado en cámaras subterráneas bajo el nivel del suelo, no será necesario la construcción de la zanja colectora de aceite.

3.12 Impermeabilidad:

- Los elementos estructurales que conforman las cámaras serán resistentes principalmente al agua y a la humedad. Los acabados de las paredes serán enlucidos y se podrá utilizar pintura blanca para interiores resistente a la humedad, para evitar mantenimientos a corto plazo.
- Las juntas que se forman al unir las losas de cubierta deberán ser tratadas con un aditivo que cumpla con características de elasticidad y gran adherencia, o algún sellante para juntas para prevenir filtraciones de agua.
- La impermeabilización de las paredes, muros y losas de las cámaras podrá realizarse por los siguientes métodos:
 - ✓ **Impermeabilización Rígida.** - en este tipo de impermeabilizaciones se utiliza cemento más aditivo.
 - ✓ **Impermeabilización Flexible.** - en este grupo se utilizan aditivos acrílicos, elastoméricos, láminas de PVC, asfálticos.

Para una mayor impermeabilidad se debe realizar una buena compactación (vibrado del hormigón) y se debe utilizar aditivos durante la preparación del hormigón y

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

morteros para prevenir y solucionar problemas de humedad en la construcción, estos ayudaran a que el hormigón sea lo suficientemente impermeable y resistente a la compresión.

3.13 Diseño para el sistema de ventilación de las cámaras eléctricas:

3.13.1 Consideraciones:

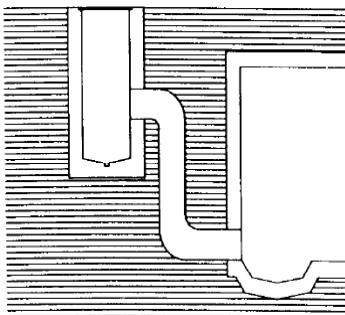
- La temperatura al interior de las cámaras eléctricas deberá ser como máximo 15°C sobre la temperatura ambiente promedio exterior.
- La ventilación debe ser adecuada para disipar la temperatura producida por las pérdidas a plena carga del transformador, sin que se produzca un aumento de temperatura que exceda la nominal del transformador, según la Norma NEC artículo 450.9.
- En las cámaras eléctricas en las cuales la ventilación natural no sea suficiente para mantener una temperatura de acuerdo al primer punto es necesario que se disponga de una ventilación forzada, la cual se podría componer de:
 - ✓ Pozos de acceso y evacuación de aire
 - ✓ Ductos de acceso y evacuación de aire
 - ✓ Sistema mecánico de ventilación
 - ✓ Ventanas de acceso y evacuación de aire dentro de la cámara eléctrica.

3.13.2 Pozos de acceso y evacuación de aire:

- Para el sistema de ventilación de las cámaras eléctricas subterráneas se deberán construir dos pozos para el ingreso y salida de aire, los cuales se ubicarán en la parte contigua de las paredes exteriores de la cámara.
- Los pozos de entrada y salida podrán tener las siguientes dimensiones mínimas interiores: 60 cm largo por 60 cm ancho y 70 cm de profundidad. (Norma IET)

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
--	---	--

- Los pozos de ventilación deben tener una rejilla horizontal de grafito esferoidal a nivel de piso y en el interior del pozo una rejilla vertical a la entrada y salida del ducto.



- En la base de los pozos se colocará replantillo de piedra con recubrimiento de hormigón simple, y una tubería de 4" que estará conectada al sistema de drenaje público.

3.13.3 Ductos de ingreso y evacuación de aire para ventilación:

Opción A

- En las cámaras eléctricas se debe disponer de una entrada de aire fresco exterior por medio de un ducto circular conectado desde el pozo de acceso que llegara a la pared adyacente donde se ubica el transformador, para mantener la temperatura de la cámara en los niveles establecidos.
- El área mínima del ducto debe ser 1250 cm² (ducto de 40cm de diámetro).
- El ducto para la salida de aire caliente se colocará en la parte superior de la pared contraria al ducto de ingreso y llegará hasta el pozo de evacuación.
- El material del ducto deberá ser de PVC corrugado.

Opción B

- En cámaras con equipos sumergibles se deberá instalar por lo menos, 2 ventanas de ventilación ubicadas en la parte superior de las cámaras, con

	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

una superficie adecuada de tal manera que: permita el fácil ingreso y evacuación del aire, no siendo necesario disponer de un sistema mecánico de ventilación forzada.

3.13.4 Sistema mecánico de ventilación:

- Será necesario disponer de una ventilación forzada mediante un ventilador de inyección de aire a temperatura ambiente del exterior de la cámara y un ventilador de extracción del aire caliente producido en el interior de la misma.
- Se dispondrá de un sistema de control automático para la operación de los ventiladores.
- Los cálculos para el dimensionamiento y tipo de los ventiladores se los realizarán mediante un estudio específico.

3.14 Ventanas de acceso y evacuación de aire dentro de la cámara:

Para el dimensionamiento utilizamos el método que se basa en la disipación de la potencia del transformador. Las áreas de abertura para la ventilación denominadas S y S' pueden ser calculadas utilizando las siguientes fórmulas:

$$S = \frac{1.8 * 10^{-4} P}{\sqrt{H}}$$

$$S' = 1.10 * S$$

Donde:

S = Entrada de aire. Parte inferior [m²]

S' = Salida de aire. Parte superior. [m²]

P = Potencia total disipada. (Pérdidas totales del transformador) [W]

H = Altura medida entre los puntos medidos de cada abertura [m]

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

- La entrada de aire deberá situarse a una altura mínima de 0,30 m sobre el piso de la cámara.
- La distancia vertical entre los puntos medios de cada ventana será de 1,30 m.
- Las ventanas de entrada y salida de aire estarán ubicadas en paredes opuestas.
- Como medio de protección las ventanas deberán tener rejillas o mallas que impedirán el paso de animales y objetos.
- Las pérdidas totales de los transformadores están indicadas en las normas INEN 2114 y 2115.

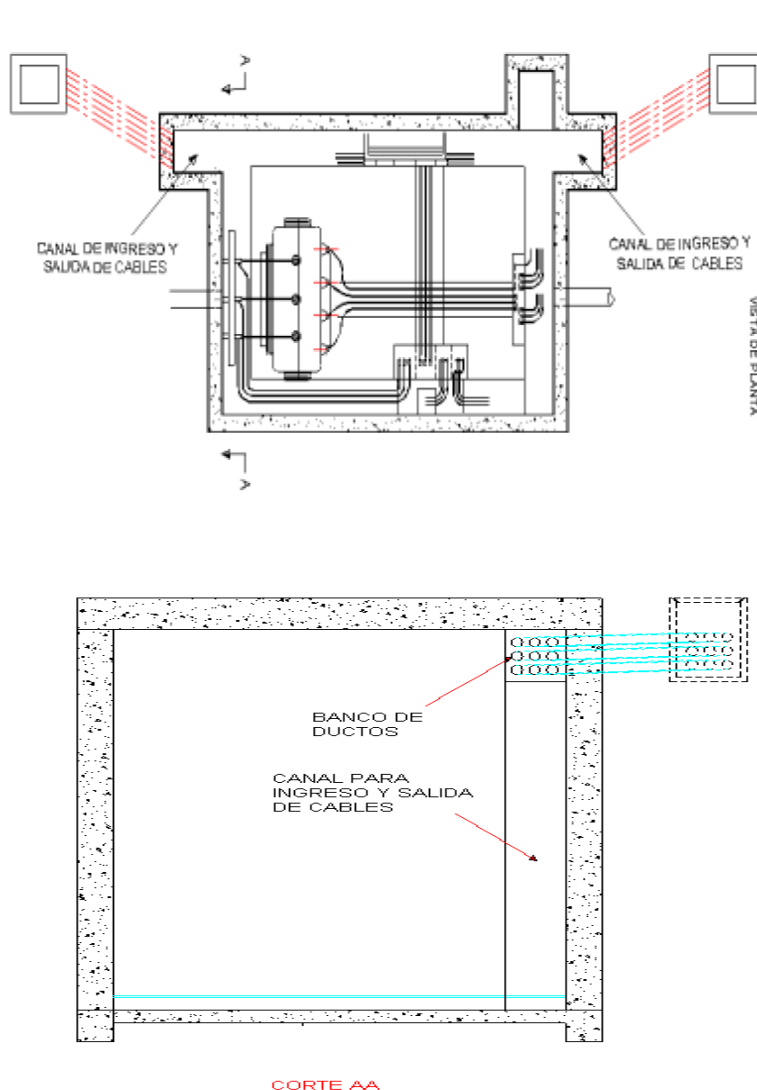
3.15 Canales para ingreso y salida de cables.

El ingreso y salida de los cables de medio y bajo voltaje a la cámara eléctrica subterránea será a través de bancos de ductos. La ubicación específica, dimensiones y número de ductos pueden variar en función del número de alimentadores instalados o proyectados.

En las esquinas de las cámaras se podrá construir canales para el ingreso y salida de los conductores con las medidas 60cm x 60cm x la altura de la cámara.

NOTA: Las dimensiones de los canales son independientes de las dimensiones de las cámaras definidas anteriormente.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--



3.16 Bases de hormigón para instalación de equipos

Todo equipo tipo pedestal deberá contar con una base de hormigón armado, con una resistencia mínima de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuyas dimensiones dependerán del equipo a instalar. La altura de la base sobre el nivel de piso terminado, no debe ser menor a 10 cm.

Además, se podrá instalar una barrera de protección mecánica alrededor del equipo la cual puede estar constituida de bolardos metálicos amortiguados de acero de 8 pulgadas de diámetro mínimo con una altura mínima sobre el nivel

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

del piso de 50 cm y enterrado 20 cm con sistema de cimentación. Estos bolardos deben ir pintados con franjas amarillas y negras.

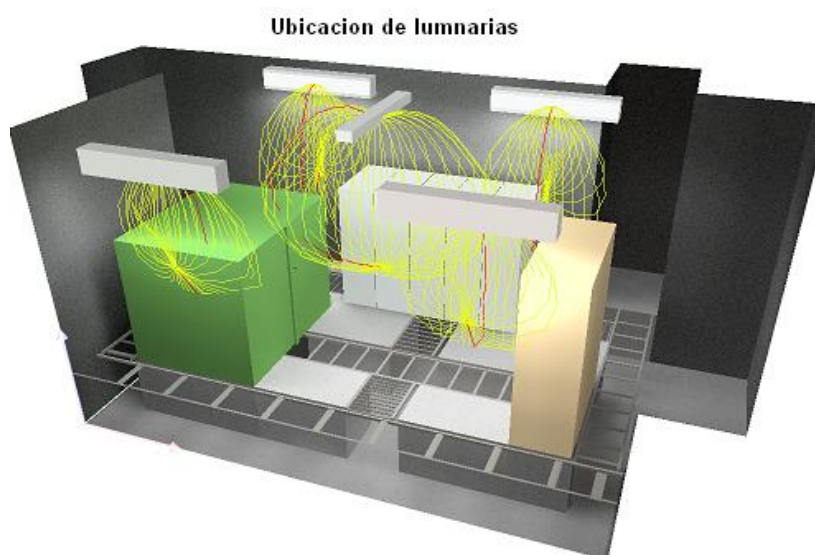
Donde se instale un equipo tipo pedestal (transformador, interruptor, gabinete de derivación de MV, etc.), se deberá construir una trinchera cubierta inaccesible a personal no autorizado, de medidas tales que permita dejar reserva de los cables, operar y manipularlos, colocar barrajes de puesta a tierra y cualquier otro elemento.



Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

3.17 Iluminación interior y tomacorriente:

- La cámara eléctrica dispondrá de un circuito de fuerza con tomacorrientes de 220V. 20 A. y 110V. 20 A.
- Se debe disponer de un punto de luz de emergencia de carácter autónomo de una hora de duración como mínimo que señalizara los accesos al centro de transformación.
- Las instalaciones eléctricas de la cámara deberán colocarse en tubería metálica EMT o rígida, empotradas o sobrepuestas en las paredes y losas fijadas.



3.18 Sistema de puesta a tierra:

Las partes metálicas de la cámara eléctrica que no transporten corriente se conectarán a tierra en las condiciones y en la forma prevista en la sección 250 de la norma [CPE INEN 19:2001](#).

La malla de puesta a tierra se debe construir antes de fundir el piso destinado a la cámara. Esta será construida con cable desnudo de cobre suave #2/0 AWG. Se deberán utilizar soldadura exotérmica o conectores tipo "C." A la malla de tierra se deberán instalar varillas de acero recubierta de cobre de alta camada, longitud mínima 1,80 m

 Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Gobierno del Encuentro  Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

por 5/8” de diámetro. El número de varillas dependerá de la resistividad del terreno y de la resistencia de la malla a tierra. La resistencia de la malla de puesta a tierra medida de la cámara debe ser menor o igual a 10 ohmios (según norma RETIE).

En el punto de conexión del conductor de puesta a tierra a la malla se deben dejar cajas de inspección o pozos de inspección de libre acceso, donde se pueda medir, revisar y mantener la resistencia de la malla. Esta caja o pozo de inspección será un cuadrado o un círculo de mínimo 30 cm de lado o 30 cm de diámetro, esto se construirá donde el nivel freático lo permita.

Si la cámara está construida sobre un piso alto, debe existir una malla o anillo perimetral que garantice una superficie equipotencial, instalando las varillas fuera del local, en un sitio donde se garantice una buena puesta a tierra, conectando la malla y las varillas mediante conductor de puesta a tierra a través de ducto independiente.

Los elementos que se deben conectar a tierra en una cámara son los siguientes:

- La pantalla metálica de los cables de MV.
- Los herrajes de soporte de los cables.
- La carcasa metálica de las celdas e interruptores de MV.
- El tanque y neutro del transformador.
- La carcasa metálica de los tableros de BV.
- Equipos de medición.
- Puertas metálicas
- Ventanas metálicas
- Rejillas
- Escaleras

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

Capítulo 2

EQUIPOS Y ACCESORIOS

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

4. TRANSFORMADORES

4.1 Transformadores tipo sumergible:

4.1.1 Características Generales:

Los transformadores sumergibles deberán ser utilizados en cámaras subterráneas, las cuales están sujetas a inundaciones. Este equipo está diseñado para que opere ocasionalmente sumergido en agua, bajo condiciones predeterminadas de presión y tiempo. Todas las partes vivas del transformador, tales como: fusibles, instrumentos y boquillas son montadas en la tapa superior del mismo. Únicamente la válvula de drenaje y muestreo se localizan en las paredes laterales del transformador.

4.1.2 Elementos Generales:

- Con o sin interruptor termomagnético
- Serán del tipo radial o tipo malla
- Accesorios tipo frente muerto y aislados
- Tanque de acero inoxidable
- Totalmente sellado.
- Cambiador de derivaciones de operación exterior con manivela de material inoxidable
- Boquillas de MV tipo pozo
- Boquillas de BV tipo espiga
- Tapón combinado para drenaje
- Empaques de material elastomérico y compatibilidad con liquido aislante.
- Soporte para boquilla estacionaria
- Seccionador en MV de 2 o 4 posiciones sumergido en aceite
- Fusibles de protección en MV tipo bay-o-net y limitador de corriente
- Soportes para izado del transformador
- Placa de características técnicas y señalética normalizada

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
--	--	--



4.1.3 Aplicaciones:

Para uso específico en cámaras subterráneas.

4.2 Transformadores tipo pedestal:

4.2.1 Características Generales:

Los transformadores tipo pedestal monofásicos y trifásicos se fabrican especialmente para aquellos sitios donde la distribución de MV sea es subterránea tales como: urbanizaciones, parques, aéreas verdes, plazas, etc. y estarán ubicados a la intemperie o subsuelos que no sean susceptibles a inundaciones.

4.2.2 Elementos Generales

- Serán del tipo radial o tipo malla.
- Los bushings de MV serán de tipo elastoméricos y frente muerto.
- La estructura de los tanques deberá ser construidos con láminas de acero al carbón.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

- La protección de MV del transformador pedestal consiste en un fusible de expulsión tipo bay-o-net en serie con el fusible limitador de corriente. La protección en BV consiste en un interruptor automático.
- El fusible limitador de corriente es un fusible de respaldo que solo actúa en caso de fallas internas del transformador. Las fallas externas de BV deben ser despejadas por el interruptor automático de bajo voltaje y como respaldo el fusible tipo bayoneta.
- Para proteger el transformador contra sobre voltajes por maniobra se podrá exigir de acuerdo con la ubicación, la instalación de pararrayos tipo codo.



4.2.3 Aplicación:

Es apto para las aplicaciones que requieran una unidad de transformación compacta y autoprotegida, que armonice con el medio ambiente, sin necesidad de construir una cámara, constituyendo una alternativa de menor costo.

4.2.4 Instalación:

- La instalación del transformador debe realizarse en un sitio de fácil acceso, con capacidad de izar y transportar el transformador.

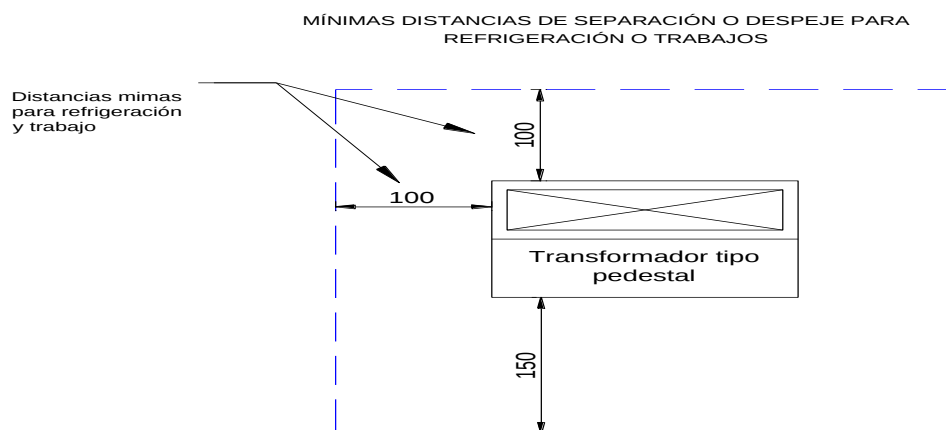
Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

- Debe ser instalado sobre una base de hormigón, los cables de alimentación entrarán por la parte inferior.
- El transformador pedestal podrá ser alimentado desde un dispositivo de seccionamiento y/o protección.
- El transformador debe quedar instalado en un lugar con área libre suficiente que permita la apertura de las puertas del gabinete del transformador monofásico o trifásico, las cuales deben alcanzar un ángulo mayor de 135°.
- El transformador no se podrá instalar en lugares obligados de tránsito de las personas o en rutas peatonales obligadas. En caso de que el transformador quede cercano a zonas de tráfico vehicular se deben instalar barreras de protección que eviten, en caso de accidente, un daño al transformador.
- La instalación del transformador debe garantizar distancias mínimas a edificaciones, muros, vías y árboles.
- En caso de instalarse cerca de muros, estos deben ser resistentes al fuego.
- Las dimensiones del pedestal estarán de acuerdo con la capacidad del transformador y es un dato que debe ser suministrado por el fabricante del transformador.
- La base de concreto sobre la que se anclará el transformador estará colocada sobre una capa de suelo compactado y rodeada de una capa de grava para contener el 100% del aceite del transformador para un eventual derrame. Las dimensiones de la franja de grava son 25 cm de ancho y 40 cm de profundidad. En caso de que el aceite del transformador sea vegetal, no se requerirá foso ni dique con grava para contener el aceite.
- El transformador tipo pedestal se anclará sólidamente a la base o pedestal de concreto a través de los pernos instalados para tal fin. Los dispositivos de anclaje deben ser accesibles solamente desde el interior de los compartimentos.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

- Del borne neutro del transformador se conectará un conductor, del mismo calibre del conductor de neutro, hacia la malla de puesta a tierra. El tanque del transformador se conectará también a la malla de puesta a tierra. A esta tierra se deben conectar sólidamente todas las partes metálicas que no transporten corriente y estén descubiertas.
- El número de varillas para la puesta a tierra dependerá de la resistividad del terreno y de la resistencia de la malla a tierra. El tipo de configuración de la malla de tierra será definido por el área, la resistividad del terreno y el valor de resistencia mínimo a cumplir **será no mayor a 25 ohmios, según sección 250-84 de la norma CPE INEN 19:2001.**
- Las conexiones de puesta a tierra se harán con soldadura exotérmica o con los conectores apropiados para este tipo de conexiones.
- Los lugares donde quedará instalado el transformador tipo pedestal, deben tener una placa en la entrada con el aviso que contenga el símbolo de “Peligro Alto Voltaje” y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.

4.2.5 Distancias de seguridad:



Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

4.3 Transformadores convencionales con frente muerto:

4.3.1 Características Generales:

Este equipo se caracteriza por no disponer de elementos expuestos en MV que puedan significar riesgos de contacto accidental. Sus especificaciones serán similares a los transformadores convencionales a excepción de la conexión exterior de MV el cual se efectuará por medio de conectores elastoméricos.



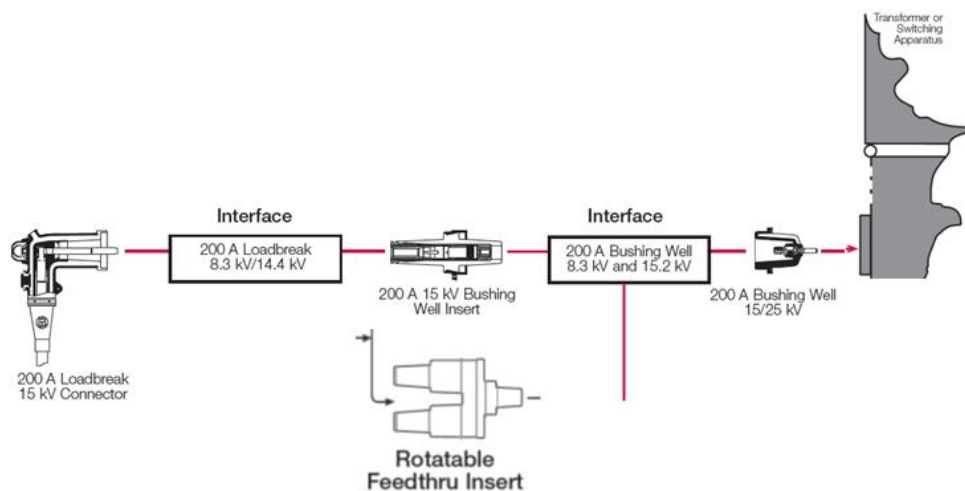
4.3.2 Características constructivas:

- Los bushings de medio voltaje serán de tipo elastoméricos y frente muerto.
- Tanque construido con láminas de acero al carbono.
- Refrigeración natural en aceite.

4.3.3 Aplicaciones:

Para uso específico en cámaras a nivel, ubicados en el primer piso alto, planta baja o subsuelos no inundables (estacionamientos, parqueaderos, etc.)

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02



4.4 Transformadores tipo seco:

4.4.1 Características Generales:

Estos transformadores no contaminan el ambiente ya que su refrigeración es por aire y no requiere servicios complicados y periódicos para asegurar su correcto funcionamiento, son libres de mantenimiento.

Los transformadores tipo seco deben instalarse dentro un gabinete de tal forma que se impida la entrada de objetos extraños.

La carcasa del transformador tipo seco también debe evitar la entrada de pequeños animales y objetos extraños, cuando se instalen encima de canales o cuando el paso de los cables se haga a través de las paredes de la carcasa. En las perforaciones para la entrada y salida de los cables, se utilizarán medios adecuados o tapas removibles en baquelita de acuerdo con los diámetros de los conductores.

	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

De acuerdo con las Normas NEMA y ANSI no se permite el ingreso de varillas o cuerpos mayores de ½” de diámetro, a través de las ventanas de ventilación, por lo que deben tener grado de protección IP20.

No es conveniente instalar transformadores secos tipo H en áreas contaminadas con polvo, excesiva humedad y químicos, que se depositen sobre los aislamientos y que puedan ocasionar falla del transformador, en tales casos se deben utilizar transformadores con bobinas encapsuladas en resina clase F.

Antes de entrar en servicio o después de permanecer desenergizado durante algún tiempo, el transformador seco, debe someterse a proceso de secado y limpieza por acumulación de polvo en las bobinas y aisladores.

4.4.2 Características Constructivas:

- La refrigeración se logra por circulación natural del aire o ventilación forzada.
- El bobinado para este tipo de transformadores se lo realiza con materiales de clase térmica H, de bajas pérdidas en el núcleo y mínimo nivel de ruido.
- Se recomienda la entrada de los cables de medio voltaje en forma lateral y la salida de los cables de bajo voltaje por la parte inferior.
- En la ventilación se debe considerar el ingreso de aire limpio y seco, libre de vapores químicos, polvos y humos, por lo que se deben utilizar filtros para zonas contaminadas.
- En presencia del fuego poseen baja inflamabilidad y carecen de gases tóxicos.

4.4.3 Aplicaciones:

Se utilizan en interior para distribución de energía eléctrica en medio voltaje, en lugares donde los requerimientos de seguridad en caso de incendio

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

imposibilitan la utilización de transformadores refrigerados en aceite. Son de aplicación en grandes edificios, hospitales, industrias, minería, centros comerciales y toda actividad que requiera la utilización intensiva de energía eléctrica.

4.4.4 Instalación:

Los transformadores secos se deben separar por lo menos de 30 cm de las paredes u otros obstáculos para permitir la circulación de aire alrededor y a través del equipo.

Cuando los transformadores secos se instalan en pisos altos de edificios, se debe tener en cuenta las condiciones para su ingreso y retiro considerando el peso que soportan los ascensores o la instalación de anclajes para izar el equipo.



Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

5. EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

5.1 Celdas de medio voltaje

5.1.1 Características Generales

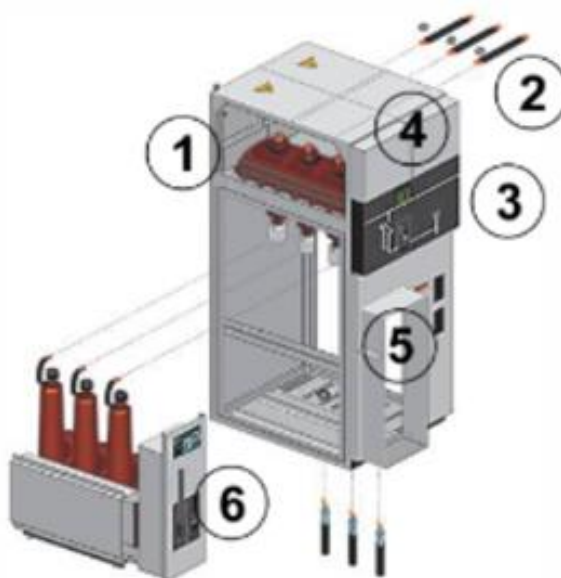
Las celdas de medio voltaje deben ser diseñadas y probadas para aplicaciones en cámaras no inundables, empleando como medio de aislamiento el gas hexafluoruro de azufre (SF₆), aire o aislamiento en estado sólido y como sistema de extinción SF₆ o vacío, cumpliendo con las reglamentaciones y normas.

Las celdas son exclusivamente diseñadas para la conexión, desconexión y la distribución de la energía eléctrica en corrientes de hasta 630 A. y en voltajes hasta 38 kV, 60 Hz.

Las celdas de medio voltaje deberán ser diseñadas para uso en redes subterráneas en servicio interior.

Las celdas de medio voltaje no deberán ser ubicadas en cámaras subterráneas, para este caso deberá instalarse equipos de tipo sumergible según norma [NOM 001 Artículo 923-7b3](#).

5.1.2 Características constructivas



	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

Las celdas de medio voltaje deberán estar constituidas como mínimo por las siguientes partes:

- 1) Seccionador aislado en SF₆, aire o estado sólido.
- 2) Barras aisladas de cobre.
- 3) Mecanismo de operación, debe incluir accesorios para operación manual.
- 4) Gabinete de bajo voltaje.
- 5) Conexión de cables y accesorios de medio voltaje, frente muerto, norma ANSI/IEEE Std 386-2016 o IEC:60137/CENELEC: EN 50180, para interfaces de 600A.
- 6) Elemento de protección en medio voltaje (fusible o interruptor SF₆ o vacío)

5.1.3 Aplicaciones

Las celdas de medio voltaje están diseñadas para las siguientes aplicaciones:

- Maniobras de conexión y desconexión en redes de distribución con carga en medio voltaje.
- Maniobra de transferencia de carga en redes de distribución.
- Interrupción automática de corrientes de falla en medio voltaje.
- Maniobras de conexión y desconexión de transformadores de distribución.

5.2 Interruptor de medio voltaje para redes subterráneas

5.2.1 Características Generales

- Posee seccionadores interruptores de apertura con carga e interruptores de falla con sistema de extinción al vacío.
- El interruptor estará compuesto por un tanque de acero inoxidable soldado con aislamiento en SF₆, y se conectará mediante elementos fabricados según norma ANSI - IEEE 386. También podrá ser construido con un aislamiento en estado sólido, protegido contra el medio ambiente por una carcasa de acero inoxidable.

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

- El interruptor estará disponible desde 2 vías hasta 6 vías, en estos se alojarán terminales de barra, seccionadores y/o interruptores de fallas.
- Los terminales estarán equipados con boquillas tipo pozo con capacidad de 200 A o boquillas tipo perno de 600 A, según norma IEEE 386.
- El interruptor para redes subterráneas tiene certificación de resistencia a los arcos eléctricos según la norma IEC 298.

5.2.2 Características Constructivas:

- Los seccionadores interruptores apertura con carga e interruptores de falla deberán tener tres posiciones (cierre, apertura y tierra), se operarán de forma manual y remota.
- Deberán proporcionar seccionamiento monopolar o tripolar con carga.
- Indicación visual de apertura por falla
- La maniobra de operación manual deberá realizarse mediante palanca de acero.
- Interruptor estilo sumergible. - Carcasa o tanque de acero inoxidable y cableado sumergible.
- Interruptor estilo bóveda húmeda. - Carcasa o tanque de acero inoxidable, podrá ser montado en el piso o sobre la pared de una cámara, e incluye cableado y componentes eléctricos sumergibles.
- Interruptor estilo pedestal. - Gabinete metálico y carcasa o tanque de acero inoxidable.

5.2.3 Aplicaciones

Los interruptores para redes subterráneas proporcionan seccionamiento de carga e interrupción de fallas monopolar y tripolar en lugares a la intemperie, en cámaras a nivel de piso y cámaras subterráneas.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--



5.3 Conectores aislados separables.

Estos elementos deberán cumplir las condiciones establecidas en la norma ANSI/IEEE 386 -2016

Los conectores deben ser adecuados para su uso en las siguientes condiciones de servicio:

- a) En el aire, incluida la exposición a la luz solar directa
- b) Directamente enterrado
- c) Sumergido intermitente o continuamente en agua a una profundidad que no exceda los 1,8 m
- d) Temperaturas ambientales dentro del rango de 40 °C a +65 °C (los conectores de apertura con carga se pueden cerrar y separar dentro del rango de 20 °C a +65 °C)
- e) Altitudes que no excedan los 1800 m sobre el nivel del mar (aplicable solo a conectores de apertura con carga)
- f) Tensiones alternas con una frecuencia de 60 Hz nominal
- g) Los conectores de apertura con carga están diseñados, probados y clasificados para su uso en sistemas estrella conectados a tierra. Para aplicaciones en sistemas estrella o delta sin conexión a tierra, se recomienda el siguiente producto de clase de voltaje más alto.

No se recomiendan para aplicaciones de apertura con carga en sistemas sin conexión a tierra de 35 kV. Por ejemplo:

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

Los sistemas sin conexión a tierra de 5 kV utilizan productos de clase de 15 kV, los sistemas sin conexión a tierra de 15 kV utilizan productos de clase de 25 kV y los sistemas sin conexión a tierra de 25/28 kV utilizan productos de clase de 35 kV.

5.3.1 Boquilla tipo pozo (**Bushing Well**):

Este tipo de elemento tiene la función de servir de enlace entre el bobinado primario del transformador o el terminal del equipo en el que se encuentre instalado (interruptor, celdas o barrajes desconectables) y la boquilla tipo inserto.



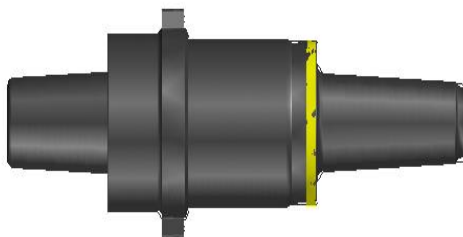
5.3.2 Boquilla tipo inserto (**Bushing insert**)

Sirve para operación con carga y cumple con la especificación [ANSI/IEEE Std 386-2016](#) correspondiente a la compatibilidad de la interface para el acoplamiento de las boquillas tipo pozo y conectores tipo codo.

5.3.2.1 Características:

- Operación con carga.
- Dispositivo para apriete al torque para su instalación
- Conexión de cable a tierra

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

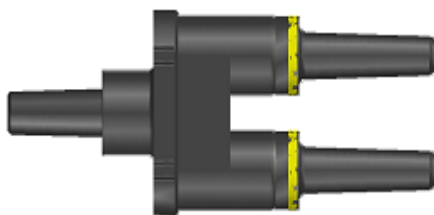


5.3.3 Boquilla tipo inserto Doble (Feed Thru Insert)

Se utiliza para convertir los transformadores radiales en anillo o añadir un descargador o pararrayos tipo codo y cumple con la especificación ANSI correspondiente a la compatibilidad de la interface para el acoplamiento de las boquillas tipo pozo y conectores tipo codo.

5.3.3.1 Características:

- Operación con carga.
- Conexión de cable a tierra



5.3.3.2 Aplicaciones:

- Para instalar pararrayo tipo codo en transformadores.
- Para derivación desde un transformador a otro (convertir un transformador radial en malla).

	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

5.3.4 Conector Tipo Codo ([Elbow conector](#))

5.3.4.1 Características Generales

Estos elementos se utilizan para realizar la integración del cable al sistema de conectores aislados separables, de esta forma hacen posible la interconexión de los cables al equipo (transformador, interruptor, celdas y barras de derivación).

La norma [ANSI/IEEE Std 386-2016](#) da los parámetros para el uso de estos dispositivos.

Estos [accesorios](#) brindan la configuración de frente muerto que elimina las partes vivas y por lo tanto evita el riesgo de contacto accidental. Además, deben estar en la capacidad de brindar protección en casos de una inundación de las cámaras donde se ubiquen, estos deben ser completamente sumergibles.

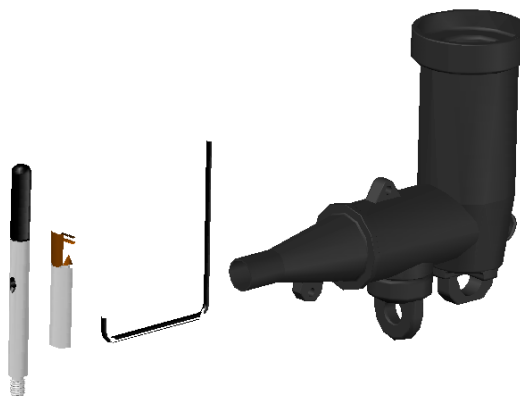
5.3.4.2 Características constructivas:

- Operación con carga hasta 200 A
- Disposición para operación con pértiga.
- Posibilidad de conexión a tierra.
- Conectores moldeados con un material aislante EPDM de alta calidad tratado con peróxido.
- Dispone de un conector de cobre, un electrodo de cobre estañado para operación con carga con una punta de arqueo y un anillo de operación de acero inoxidable.
- Estos conectores aislados tipo codo deberán cumplir estrictamente con los estándares [ANSI/IEEE Std 386-2016](#).

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
--	--	--

5.3.4.3 Aplicaciones

Especificados para transformadores de uso en redes subterráneas, interruptores, celdas, barras desconectables y otras aplicaciones. Los codos de conexión poseen un sistema de elementos intercambiables con los cuales se pueden hacer conexiones y desconexiones en el sistema de manera muy rápida y sencilla.



5.3.5 Conector tipo T (Tee conector)

5.3.5.1 Características generales:

Es un conector separable con configuración en T apantallado cuyo cuerpo principal es un premoldeado de fabricación por inyección.

Debido a su diseño, no se recomienda su uso en sistemas donde se requieren frecuentes operaciones de conexión y desconexión.

Los conectores poseen completo blindaje, frente muerto y son completamente sumergibles.

Su parte posterior puede quedar aislada o dispuesta para que en ella pueda ser insertado un nuevo conector separable.

Los codos tipo “T” están disponibles en capacidad de 600A.

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
--	--	--

5.3.5.2 Características constructivas:

- Operación sin carga.
- Estos conectores deberán ser moldeados empleando un material aislante EPDM de alta calidad tratado con peróxido.
- Estos conectores aislados tipo “T” deberán cumplir estrictamente con los estándares ANSI/IEEE Std 386-2016.

5.3.5.3 Aplicaciones

- Especificados para salidas y/ó derivaciones de circuitos en medio voltaje.
- Con posibilidad de acoplamiento de conectores separables.



5.3.6 Codo Portafusible (Fused Elbow)

5.3.6.1 Características generales:

Los codos portafusible se utilizan para operación con carga, combinan una terminación conectable totalmente sellada con la protección de un fusible limitador de corriente.

5.3.6.2 Características constructivas:

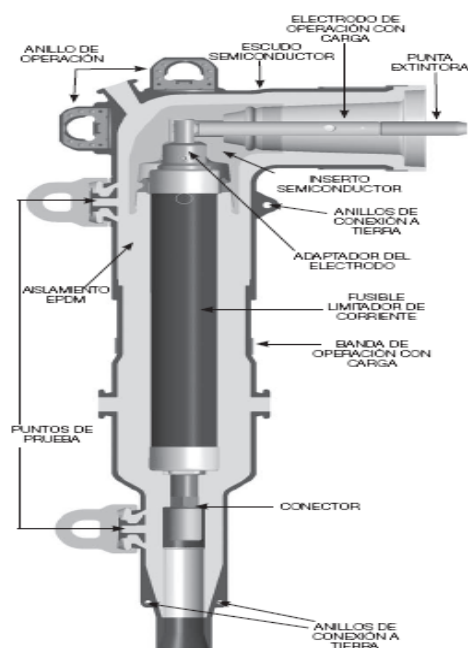
- Operación con carga
- Los codos portafusible están disponibles en capacidades hasta 200 A.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

- Estos conectores deberán tener un cuerpo moldeado empleando un material aislante EPDM de alta calidad tratado con peróxido.
- Cumplen con los estándares [ANSI/IEEE Std 386-2016](#).
- Sus especificaciones eléctricas y mecánicas serán diseñadas para que sus componentes puedan ser completamente intercambiables.
- Los fusibles tendrán un rango de 6 hasta 65 A.
- Cuerpo separable que facilita el cambio de fusible.
- Sumergible, frente muerto y resistente a la corrosión.

5.3.6.3 Aplicaciones

El codo portafusible de operación con carga proporciona medios convenientes, para adicionar la protección de los fusibles a los sistemas de distribución subterránea, y conectar cables subterráneos a transformadores, gabinetes de seccionamiento y barrajes desconectables equipados con boquillas para operación con carga de 200 A, clase de 15 y 25 kV.



Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

5.3.7 Barrajes para derivación en medio voltaje (Multi-way bushing junction)

5.3.7.1 Características Generales:

Son elementos diseñados para hacer derivaciones en medio voltaje en redes subterráneas.

5.3.7.2 Características constructivas:

- Capacidad de 200 A para apertura con carga y 600 A para apertura sin carga
- De 2, 3, 4, 5 y 6 vías.
- Base de cobre de alta pureza que une las vías.
- Las vías y el cuerpo del barraje está recubierto con caucho EPDM.
- El soporte de montaje es de acero inoxidable el cual puede ser girado sobre su eje para permitir su operación de diferentes ángulos.
- Punto de conexión en el soporte para puesta a tierra
- Se requiere una barra por fase.
- Se debe colocar tapones aislados en las vías no utilizadas.
- Debe contar con los soportes para colocar las boquillas de parqueo.

5.3.7.3 Aplicaciones

Usados en cámaras eléctricas o pozos de derivación de redes subterráneas donde se requiere establecer derivaciones, facilitando el mantenimiento y cambio de elementos en los circuitos.

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
--	--	--



5.3.8 Descargador o Pararrayos tipo Codo (**Elbow arrester**)

5.3.8.1 Características Generales:

Son diseñados para protección contra sobrevoltaje de los equipos y cables.

5.3.8.2 Características Constructivas:

- Cumplen con el estándar [ANSI/IEEE Std 386-2016 en lo referente a la interface.](#)
- [Cumplen con el estándar IEEE C62.11- 2020 “Metal Oxide Surge Arrester for AC Power Circuits”](#)
- Amplia protección contra sobrevoltaje
- El cuerpo debe ser moldeado con caucho EPDM.
- Punto de conexión en el soporte para puesta a tierra
- Deben ser completamente sellados y totalmente sumergibles para utilizarse en las diferentes aplicaciones.
- [Diseñado para clase 15 y 25 kV.](#)
- Diseñados para boquillas y codos de operación con carga de 200 A.
- Conexión y desconexión en presencia de voltaje.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

5.3.8.3 Aplicaciones

Utilizados para protección de sobrevoltaje en redes subterráneas.



6. ACCESORIOS

6.1 Terminales de Medio Voltaje

6.1.1 Características Generales

Los cables aislados para medio voltaje son contruidos de tal forma que el esfuerzo eléctrico dentro del aislamiento sea distribuido uniformemente. Cuando el cable es cortado, los esfuerzos eléctricos son deformados de tal manera que las porciones de aislamiento están sobre esforzadas. Estos puntos se convertían en puntos de falla de aislamiento, para prevenir estas fallas es necesario instalar puntas terminales en los puntos donde el cable debe ser cortado, para conectarlos a los equipos y líneas aéreas.

6.1.2 Características Constructivas:

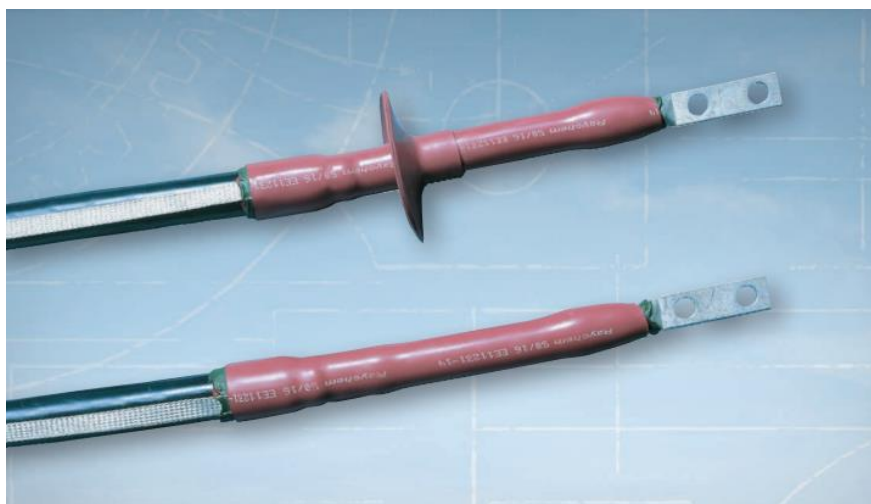
- Cumplen con el estándar [IEEE Std 48-2020](#).
- Proveer una conexión de transmisión de corriente

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

- Proveer protección contra la humedad
- Proporcionar alivio al esfuerzo de voltaje
- Material elastomérico premoldeado de alta protección UV para terminales exteriores y contraíble en frío

6.1.3 Aplicaciones

- Para transición de red aérea - subterránea
- Para conexión en medio voltaje de transformadores tipo seco
- Para uso interior o exterior.



6.2 Empalmes de Medio Voltaje

6.2.1 Características Generales

Son utilizados para unir los finales de conductores aislados de medio voltaje, reconstruyendo las porciones de capas de aislamiento de cable que fueron removidas y proporcionar protección contra la humedad sobre el área empalmada.

6.2.2 Características Constructivas

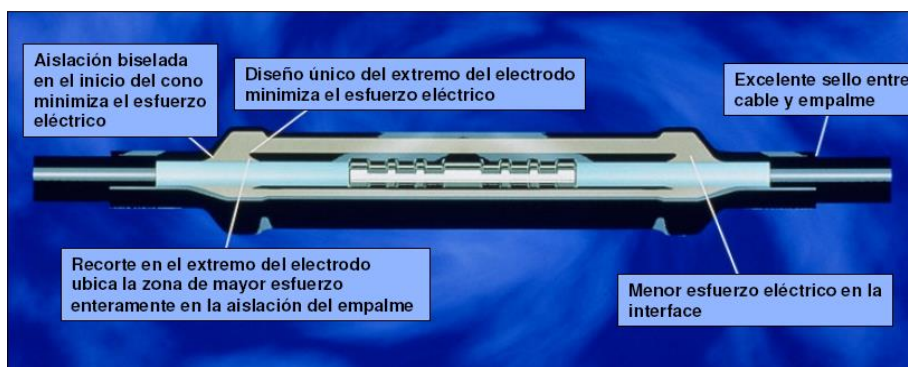
- Proveer protección contra la humedad.
- Deben cumplir la norma [IEEE Std 404-2012](#).

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

- Tipo de empalme contraíble en frío y premoldeado.
- Construido en caucho EPDM curado con peróxido (premoldeado).
- Construido en caucho de silicona de alta calidad (contraíble en frío).
- No requiere de herramientas especiales para su instalación.
- Los empalmes tendrán una cubierta capaz de mantener la superficie exterior del empalme a potencial cero.
- Los empalmes deberán ser aptos para las siguientes condiciones de servicio: al aire, enterrados, sumergidos continuamente o durante periodos en agua a una profundidad que no exceda los 7 m y temperatura ambiente de -30 a 50 grados centígrados.
- La capacidad de corriente del empalme deberá ser mayor que la capacidad de corriente del cable donde se usará este.

6.2.3 Aplicaciones

- Para lograr una longitud más larga del cable de medio voltaje.
- Para reparar el cable cuando este tenga falla.



6.3 Empalmes de Bajo Voltaje

6.3.1 Características Generales

Son utilizados para unir los finales de conductores aislados de bajo voltaje y proporcionar protección contra la humedad sobre el área empalmada.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

6.3.2 Características Constructivas

- Diseñados para ser usados en sitios expuestos a la intemperie, directamente enterrados o sumergidos.
- Cumple con la norma de sello ante exposición al agua [ANSI C119.1-2016](#)
- Existen diferentes tipos de empalmes como: auto contraíbles en frio, resina y gel.

6.3.3 Aplicaciones

- Para lograr una longitud más larga del cable de bajo voltaje.
- Para reparar el cable cuando este tenga falla
- Para conexión de acometidas domiciliaras.
- Para derivación de la red de bajo voltaje.



Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

6.4 Boquilla de parqueo aislado. (Insulated parking bushing)

6.4.1 Características Generales

Este dispositivo es instalado en el soporte de parqueo ubicado en el barraje de derivación, en el transformador pedestal y en el transformador sumergible, para colocar en este elemento los codos que hayan sido desconectados. De esta manera, el cable puede permanecer energizado en un sitio seguro y firme.

6.4.2 Características Constructivas:

- Cumplen con el estándar ANSI/IEEE Std 386-2016.
- Posee un conector de cable a tierra.
- Posee un perno de ojo de acero inoxidable con una base de latón.
- Estos bushing deberán ser moldeados empleando un material aislante EPDM de alta calidad tratado con peróxido.
- Sus especificaciones eléctricas y mecánicas serán diseñadas para que sus componentes puedan ser completamente intercambiables.

6.4.3 Aplicaciones

Se usa como elemento de soporte temporal o permanente, permitiendo realizar mantenimiento de una red o de un transformador colocando al codo conector en un sitio seguro.



Nota: En caso que se requiera aterrizar un cable desenergizado en lugar de usar el bushing aislado se utilizará el bushing de aterrizamiento.

Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

6.5 Tapón aislado (Insulated cap)

6.5.1 Características Generales

Son elementos protectores de las boquillas que no están en uso.

6.5.2 Características Constructivas:

- Cumplen con los estándares [ANSI/IEEE Std 386-2016](#).
- Posee cable a tierra.
- Estos bushing deberán ser moldeados empleando un material aislante EPDM de alta calidad tratado con peróxido.
- Sus especificaciones eléctricas y mecánicas serán diseñadas para que sus componentes puedan ser completamente intercambiables.
- [Para proteger y aislar boquillas energizadas no utilizadas de 200 y 600A.](#)

6.5.3 Aplicaciones

Se usa como elemento de aislamiento y protección contra el ingreso de humedad a la boquilla.



Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

Capítulo 3

CABLES

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

7. CABLES

7.1 Cables para red de MV

En el sistema de distribución subterráneo para medio voltaje, se utilizarán cables monopolares con conductor de cobre o aluminio aislados (100% y 133% de nivel de aislamiento) con polietileno reticulado termoestable (XLPE) o polietileno reticulado retardante a la arborescencia (TR XLPE) para voltajes de 15 kV, 25 kV y 35 kV.

7.1.1 Niveles de Aislamiento:

7.1.1.1 Nivel de 100%

Los cables de esta categoría deben utilizarse en sistemas con neutro conectado sólidamente a tierra y provistos con dispositivos de protección tales que las fallas a tierra se eliminen tan pronto como sea posible, pero en cualquier caso antes de 1 min. También pueden utilizarse en otros sistemas para los cuales sean aceptables, siempre y cuando se cumpla con los requisitos del párrafo anterior.

Características principales:

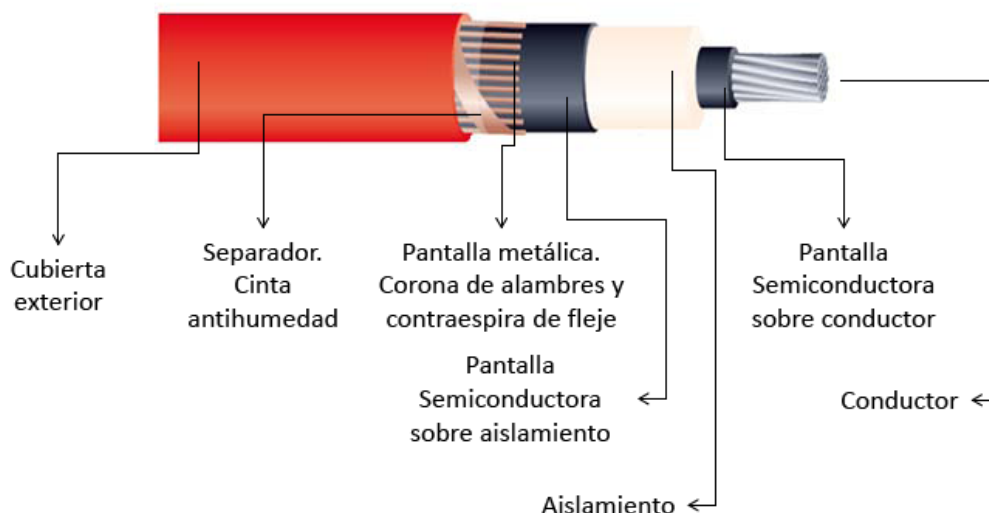
Conductor	Cobre suave o aluminio AA 1350 o AA 8000
Forma del Conductor	Cableado concéntrico
Tipo de Aislamiento	Polietileno Reticulado XLPE ó TR XLPE
Pantalla sobre el aislamiento	Semiconductor de polietileno reticulado removible ó de alta adherencia
Tipo de pantalla electrostática	Cinta metálica o alambre de cobre
Chaqueta	Material termoplástico PVC (Color rojo)

7.1.1.2 Nivel de 133%

Los cables de esta categoría corresponden a los anteriormente designados para sistemas con neutro aislado. Estos cables pueden ser utilizados en los casos en que no puedan cumplirse los requisitos de eliminación de falla de la categoría I (100 % nivel de aislamiento), pero en los que exista una seguridad

razonable de que la sección que presenta la falla se desenergiza en un tiempo no mayor que una hora.

Además, se pueden usar cuando es deseable un aislamiento adicional superior a la categoría del nivel del 100%.



7.2 Cables para red de BV

Para red secundaria subterránea se utilizan cables con conductor de cobre o aluminio, aislamiento de 2.000 V con polietileno (PE) y chaqueta de policloruro de vinilo (PVC) resistente a la humedad.

7.1.2 Características principales:

Conductor	Cobre suave o aluminio AA 8000
Tipo de Aislamiento	Polietileno (PE)
Chaqueta	Policloruro de vinilo (PVC) (color negro para fases y verde para neutro)
Tipo	TTU



Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

Capítulo 4

TRANSICIÓN DE RED AÉREA - SUBTERRÁNEA

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

8. TRANSICIÓN DE RED AÉREA - SUBTERRÁNEA

La transición de una línea aérea a subterránea o de subterránea a aérea se realizará en un poste de altura mínima de 12 m para medio voltaje y 10 m para bajo voltaje, los cables utilizados en ella se alojarán en tubería rígida de acero galvanizado o EMT.

En toda transición se instalará puntas terminales de uso exterior para los extremos de los cables monopares de medio voltaje, debidamente instalados con todos los elementos recomendados. Las puntas terminales serán seleccionadas adecuadamente para el voltaje y el calibre del cable.

8.1 Transición subterránea de Medio Voltaje.

La transición subterránea de medio voltaje que se deriven de redes aéreas incluirá:

- Estructura con dos crucetas para instalación de seccionadores tipo abierto y pararrayos.
- Estructura con una cruceta para sujeción de los cables de MV.
- Kit para sujeción de los cables.
- Cable de cobre desnudo, cableado suave #2 AWG 7 hilos, para puesta a tierra.
- Pararrayos. El conductor de puesta a tierra de los pararrayos se alojará dentro del poste.
- Seccionadores unipolar tipo abierto.
- Punta terminal tipo exterior, seleccionada según el voltaje de la red y el calibre del cable monopolar de medio voltaje.
- Conector de cobre y/o aluminio, tipo espiga u ojo, seleccionado según el material y calibre del conductor monopolar de medio voltaje.
- Codo metálico reversible o tapón de salida múltiple, para sellar la tubería en su punto superior, seleccionada según el número y diámetro de los conductores de la transición.
- Tubería rígida de acero galvanizado o EMT con un diámetro mínimo de 4", asegurada al poste con cinta metálica y hebillas de acero inoxidable. La tubería deberá ser aterrizada con un conector de aterrizamiento tubo-cable.

Ministerio de Energía y Minas  República del Ecuador  Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	---	--

- Codo metálico rígido, **PVC o EMT** con curva amplia de 90°, de igual diámetro que la bajante, para unir al pozo que se instala al pie del poste. El codo no debe ser cortado y no sobrepasará la pared terminada del pozo. Se colocará una tuerca corona en el ingreso del codo metálico al pozo para la protección contra fricción del cable. La distancia de la parte superior del pozo al codo será mínima 30 cm.
- La puesta a tierra estará conformada por una varilla de acero recubierta de cobre de 1,80 m por 15.87 mm (5/8”) de diámetro. La conexión se realizará mediante suelda exotérmica **o conector tipo C**.

8.2 Transición subterránea de Bajo Voltaje.

La transición subterránea de bajo voltaje que se deriven de redes aéreas incluirá:

- Cable de cobre desnudo, cableado suave #2 AWG 7 hilos, para puesta a tierra.
- Codo metálico reversible o tapón de salida múltiple, para sellar la tubería en su punto superior, seleccionada según el número y diámetro de los conductores de la transición.
- Tubería rígida de acero galvanizado **o EMT** con un diámetro mínimo de 2”, asegurada al poste con cinta metálica y hebillas, de acero inoxidable. La tubería deberá ser aterrizada con un conector de aterrizamiento tubo-cable.
- Codo metálico rígido, **PVC o EMT** con curva amplia de 90°, de igual diámetro que la bajante, para unir al pozo que se instala al pie del poste. El codo no debe ser cortado y no sobrepasará la pared terminada del pozo. Se colocará una tuerca corona en el ingreso del codo metálico al pozo para la protección contra fricción del cable. La distancia de la parte superior del pozo al codo será mínima 30 cm.
- La puesta a tierra estará conformada por una varilla de acero recubierta de cobre de 1,80 m por 15.87 mm (5/8”) de diámetro. La conexión se realizará mediante suelda exotérmica **o conector tipo C**.

Ministerio de Energía y Minas 	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022
		Revisión: 02

Capítulo 5

ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

 Ministerio de Energía y Minas República del Ecuador Gobierno del Encuentro Juntos lo logramos	SECCIÓN 2: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.	Fecha: 31- 12- 2022 Revisión: 02
---	--	--

9. ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

Las acometidas domiciliarias saldrán del pozo más cercano a la vivienda por donde este atravesando la red de BV. Se utilizará cable tipo TTU de cobre o aluminio de calibre mínimo #6 AWG para las fases y el neutro, el mismo que llegará al medidor que estará ubicado en la fachada del inmueble.

Para la protección de los cables se podrán utilizar los siguientes elementos con diámetro mínimo de 1 1/2”:

- Tubería PVC
- Tubo rígido de acero metálico.
- Tubería (manguera) de polietileno de alta densidad flexible.

En los casos en donde no se pueda empotrar la tubería en la fachada de la vivienda, se colocará tubería rígida EMT desde el pozo de revisión ubicado al pie de dicha fachada.

Cuando desde un pozo salgan más de una acometida domiciliaria, se instalará un barraje aislado de BV el cual se alimentará desde la red principal y de este se derivarán las mismas.

Para la derivación desde el cable principal de BV hacia la barra aislada o al medidor (en caso de una acometida) se utilizarán empalmes de resina o gel con sus respectivos conectores de compresión de cobre o aluminio.