

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**“Estándar para la construcción de líneas
subterráneas de distribución de energía eléctrica”**

PRESENTADO POR:

**WILLY ALEXANDER BARAHONA ABARCA
JOEL JOSÉ RIVERA CAMPOS**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DEL 2009

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL :

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DIRECTOR :

ING. JOSÉ WILBER CALDERÓN URRUTIA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

**“Estándar para la construcción de líneas
subterráneas de distribución de energía eléctrica”**

Presentado por :

**WILLY ALEXANDER BARAHONA ABARCA
JOEL JOSÉ RIVERA CAMPOS**

Trabajo de Graduación aprobado por :

Docentes Directores :

**ING. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS
ING. CARLOS AUGUSTO LINQUI MARTÍNEZ**

San Salvador, Abril del 2009

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

ING. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

ING. CARLOS AUGUSTO LINQUI MARTÍNEZ

WILLY ALEXANDER BARAHONA ABARCA

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por siempre brindarme la luz y sabiduría, y no dejarme solo en ninguno en los momentos que más los necesitamos durante las diferentes etapas de toda mi carrera Universitaria.

A MI PADRES: a mi madre Ruth Abarca por todo su apoyo durante mis años en la Universidad, así como por todos los consejos y ánimos que me brindo, ya que sus palabras y consejos me sirvieron como guía para lograr mis objetivos; a mi Padre David Barahona por estar siempre incondicionalmente a mi lado, preocupándose por mí, y por apoyarme en todo mis decisiones, estando al pendiente de mi y velando por mi bienestar, Muchas Gracias padres.

A MIS HERMANOS: David y Beddy Barahona, por ayudarme y escuchar muchas veces mis problemas.

A MI ABUELA: Adela Abarca por atenderme en mis años de universidad y estar pendiente de mi en todo momento

A MI NOVIA: Marcella Álvarez por comprenderme y estar siempre a mi lado incondicionalmente en las buenas y en las malas, siempre demostrarme su apoyo y comprensión y amor.

A MIS ASESORES: Ing. Jorge Zetino, Ing. Carlos Linqui por tratar siempre de mostrar su apoyo y comprensión, y por estar siempre presente cuando lo necesitamos como un amigo incondicional, tratándonos de mostrar lo que un Ingeniero representa profesionalmente.

JOEL JOSE RIVERA CAMPOS.

AGRADECIMIENTOS

EN PRIMER LUGAR A DIOS TODO PODEROSO POR HABERME ILUMINADO DURANTE TODO EL DESARROLLO DE MI CARRERA Y HABERME DADO TODA LA FUERZA PARA SEGUIR ADELANTE.

A MIS QUERIDOS PADRES JOSE MARIA RIVERA Y SILVIA ESTELA CAMPOS POR SER LOS PILARES DE MI VIDA Y POR HABERME INCULCADO TODOS LOS VALORES Y ORIENTADO PARA ALCANZAR ESTE LOGRO Y POR ESFORZARCE POR QUE NUNCA ME FALTARA NADA.

A MIS DIEZ HERMANOS POR EL APOYO QUE ME BRINDARON A LO LARGO DE MI CARRERA.

A MI ESPOSA LIDIA VAQUEZ DE RIVERA, POR TODO EL APOYO, AMOR Y COMPRESION QUE ME HA DADO A LO LARGO DE MI CARRERA. Y QUE FUE, ES Y SERA LA QUE ME ACOMPAÑARA EN TODOS LOS LOGROS VENIDERS.

A LA FAMILIA VASQUEZ AREVALO POR TODOS LOS MOMENTO DE ALIENTO Y DE APOYO CUANDO ERAN NECESARIOS,

A MIS ASESORES POR ORIENTARNOS Y APOYARNOS PARA SEGUIR ADELANTE, EL ING. JORGE ZETINO E ING. CARLOS LONQUI.

GRACIAS A TODOS

Introducción

Con el desarrollo creciente de proyectos urbanísticos, comerciales e industriales en nuestro país, se ha incrementado el uso de la tecnología de la distribución eléctrica subterránea como resultado de las ventajas que presenta este esquema de distribución con respecto de otros. Así mismo, la distribución subterránea viene a ser una solución para satisfacer, de una manera adecuada, las necesidades cada vez mayores, de los clientes de las empresas de distribución, para obtener un servicio de energía eléctrica de mayor calidad y con mayores índices de continuidad.

Esta situación se ve mezclada con la falta de un estándar para regir los lineamientos necesarios a tomar en cuenta a la hora de llevar a cabo una obra de distribución eléctrica subterránea; es por ello, que la Universidad de El Salvador (UES) en conjunto con la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) decidieron llevar a cabo el proyecto de creación de un estándar para la construcción de líneas de distribución eléctrica subterránea.

El esfuerzo emitido por la Universidad de El Salvador, la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones anudado al emitido por un grupo de ingenieros con experiencia de campo en proyectos de diseño y construcción de sistemas de energía eléctrica (incluyendo entre estas sistemas de distribución subterráneo), ha sido integrado en este documento y como producto de ello nace el presente estándar para líneas de distribución subterránea a nivel de media tensión.

En el presente documento se pretende cubrir aspectos constructivos, haciendo énfasis en protecciones eléctricas, criterios de diseño, distancias de seguridad y maniobra para los equipos a ser instalados así como también los accesorios a ser utilizados; valores de tablas y gráficos han sido sacados de estándares internacionales como documentos IEEE, NEC y otras relacionadas con el tema.

INDICE

Definiciones	1
Aspectos generales	2
Requisitos generales de Diseño y construcción	4
Protección del cable	5
Pararrayos	5
Red de tierra	6
Red de tierra del pararrayo	7
Cortacircuitos	7
Tuberías	8
Conductores	10
Transformadores	17
Pozos de registro	20
Normas de referencia	23
Apendice	24
Diagramas de referencia	32

DEFINICIONES

ACOMETIDA SUBTERRÁNEA. Conjunto de conductores subterráneos instalados entre la línea de la calle, incluyendo cualquier tubería vertical en un poste u otra estructura o entre los transformadores y el primer punto de conexión a los conductores de la entrada de acometida en una caja, medidor u otra caja de capacidad adecuada, ubicada dentro o fuera del inmueble.

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS. Los requerimientos de distancias, dimensiones y aspectos técnicos mínimos establecen principios básicos que varían en magnitud dependiendo del nivel de voltaje, considerando: dureza mecánica de la tubería, las condiciones de instalación del cable y el objeto para el cual se está considerando los aspectos aquí descritos.

CONEXIÓN. Enlace que permite a un usuario final recibir energía eléctrica de una red de distribución.

DEMANDA. Valor de la potencia requerida por una instalación eléctrica, elemento de red o dispositivo eléctrico en un instante dado.

DISTRIBUIDOR. Entidad poseedora y operadora de instalaciones cuya finalidad es la entrega de energía eléctrica en redes de baja y media tensión a usuarios finales u otros operadores.

EFEECTO CORONA. Fenómeno eléctrico causado por la ionización del aire circundante al conductor debido a los altos niveles de tensión de la línea; se manifiesta en forma de aro luminoso alrededor del cable y un sonido acústico.

EMPALME: Es el conjunto de elementos que permiten reconstruir las características de las distintas cubiertas protectoras del cable y del conductor.

MEDIA TENSIÓN. Nivel de tensión superior a seis cientos (600) voltios y menor que ciento quince (115) kilovoltios.

PUESTA A TIERRA. Conexión conductora intencional o accidental entre un circuito o equipo eléctrico y la tierra, o algún conductor utilizado para tal efecto.

RANGO DE VOLTAJE. El máximo rango de voltaje de los dispositivos de protección debe exceder o ser igual al máximo voltaje del circuito; entendiéndose por voltaje del circuito el voltaje rms más grande existente entre dos (2) conductores.

Para propósitos de determinar el cálculo de las protecciones deberá usarse el mayor voltaje posible en el punto de instalación.

TERMINALES. Es el conjunto de elementos que cierran el extremo de un cable, provisto de los aditamentos necesarios para la conexión del conductor al sistema eléctrico que corresponda.

VOLTAJE DEL CONDUCTOR. Se entenderá como voltaje del conductor el voltaje efectivo más alto entre cualquier conductor del circuito y tierra para circuitos efectivamente aterrizados, a menos que se indique lo contrario. Para circuitos no aterrizados efectivamente, se tomará el voltaje efectivo más alto entre dos conductores cualesquiera del circuito.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA A MEDIA TENSIÓN.

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

Artículo 1- OBJETO DE ESTAS NORMAS. Establecer para contratistas, empresas distribuidoras e instituciones en general, relacionados con el sector eléctrico, los criterios, procedimientos, equipos y materiales utilizados en el planeamiento, diseño y construcción de redes de distribución eléctrica subterránea en media tensión en El Salvador.

Artículo 2- ALCANCE. Estas normas se limitan a los siguientes niveles de tensión:

- a) Líneas de distribución subterránea a media tensión 23kV/13.2kV.
- b) Líneas de distribución subterránea a media tensión 13.2kV/7.6kV.
- c) Líneas de distribución en baja tensión $\leq 600V$.

Artículo 3- CONSIDERACIONES PRELIMINARES. El diseño de una obra eléctrica debe buscar como objetivos principales:

- a) La seguridad.
- b) La confiabilidad.
- c) La continuidad en el servicio.
- d) La facilidad de mantenimiento.
- e) La optimización de los costos de construcción.
- f) La aplicación y actualización con miras al desarrollo tecnológico.

Artículo 4- CRITERIOS DE DISEÑO. Para el diseño de las líneas se tomará en consideración los siguientes aspectos:

1- De Seguridad. Se refieren a: profundidades mínimas de canalización, aislamiento de cables, calidad de los materiales, distancias de separación y señalización de áreas que deben cumplirse en la construcción de las líneas de distribución subterráneas.

2- De calidad del servicio. Se refiere a:

- a) La confiabilidad.
- b) La continuidad.
- c) Los niveles de voltaje.
- d) La frecuencia.

3- Económicos. Se refieren a:

- a) La vida útil de las líneas.
- b) La selección de la ruta más adecuada.
- c) La optimización de pérdidas.
- d) Ampliación de la red.

Artículo 5- CONTENIDO DEL DISEÑO. El diseño de una obra comprenderá los siguientes aspectos:

- a) Diseño propiamente dicho de las líneas de distribución subterránea, aspectos mecánico, eléctrico y civil.
- b) Elaboración de planos de diseño.
- c) Cálculo de materiales, conductores y protecciones.
- d) Obtención de los permisos de paso cuando sean necesarios.

e) Especificación de materiales y equipos; así como procedimientos constructivos y de prueba.

Artículo 6- CRITERIOS DE SEGURIDAD. Estos criterios están relacionados con los espacios a través de los cuales pasan las líneas subterráneas, las dimensiones de los pozos de registro, las distancias de despeje de los transformadores y la proporción de todos aquellos requisitos para el diseño y construcción que proporcionen la seguridad necesaria a las personas, ya sean usuarios del sistema o responsables de su operación y mantenimiento.

Los criterios de seguridad están enfocados a que se provean las distancias de seguridad mínimas entre:

- a) Los conductores y las superficies de terrenos a través de los cuales pasan.
- b) Los transformadores y los edificios y otras instalaciones.
- c) Los conductores de la línea propiamente dicha con los conductores de otras líneas existentes u otros tipos de servicios (agua, telecomunicaciones, drenajes, etc.).

Además debe garantizarse el cumplimiento de las dimensiones mínimas y aspectos técnicos de diseño para pozos de registro, bases de concreto para transformadores como también la adecuada señalización en los casos descritos en este documento.

Las condiciones dadas en este documento definen valores mínimos que deben ser igualados o excedidos y que deben considerarse en la etapa de diseño, construcción y puesta en operación.

CAPITULO II
REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Artículo 7- Los niveles de tensión normalizados en el presente documento para los suministros subterráneos de energía eléctrica son los siguientes.

Tabla 1. Tensión Nominal

Tensión Nominal (V)
13200Y/7620
22860Y/13200

CIRCUITOS PRIMARIOS

Artículo 8- Se podrán se diseñar operando tanto en anillo (operando en anillo abierto) como en radial, esto dependerá de los criterios de diseño adoptados al momento de ejecutar el proyecto.

Artículo 9- Se usarán conductores con el nivel de aislamiento adecuado al voltaje de operación y que sus caídas de tensión no excedan los máximos permisibles en condiciones normales de operación. El calibre mínimo de a utilizarse es el No. 2 (dos) AWG, cobre o aluminio para el rango de voltaje de voltaje de 7620 (siete mil seis cientos veinte) a 15000 (quince mil) voltios y el No. 1 (uno) AWG de aluminio para el rango de voltaje de 15001 (quince mil uno) a 28000 (veintiocho mil) voltios.

Artículo 10- Se recomienda utilizar el área verde para los tendidos subterráneos, a fin de evitar el daño de las áreas encementadas, siendo la trayectoria a lo largo de las aceras con un circuito por cada ducto instalado. La profundidad mínima de enterramiento se detalla en las tablas 5 (cinco), 6 (seis) y 7 (siete) de este documento.

Artículo 11- El tendido deberá hacerse de manera que no existan empalmes; en casos extremos se permitirá que estos se localicen dentro de los pozos de registro, en general dichos empalmes deberán de ser evitados.

Artículo 12- Se usarán transformadores tipo pedestal o bóveda, con capacidades entre los 37.5 KVA y los 75 KVA monofásicos para la distribución de colonias y urbanizaciones, para sistemas trifásicos el tamaño dependerá de la carga instalada.

Las subestaciones deberán estar lo más cerca posible de los centros de carga.

CIRCUITOS SECUNDARIOS

Artículo 13- Se recomienda no usar empalmes en el tendido de éstos.

Artículo 14- Los ductos deberán ser enterrados a una profundidad no menor a la detallada en la tabla cinco (5), seis (6) y siete (7); además deberá garantizarse que en ellos no entre la humedad y que posean todos los requisitos descritos en los artículos cuarenta (40), cuarenta y uno (41) y cuarenta y dos (42) de la presente norma.

PROTECCION DEL CABLE

Artículo 15- Cuando los conductores de conexión de las acometidas subterráneas bajen desde un poste se proveerá una protección mecánica hasta un punto no menor que tres punto cero (3.0) metros desde el nivel del suelo.

Artículo 16- Los cables de la acometida subterránea deberán ser continuos sin añadiduras ni empalmes, además la tubería a ser instalada deberá resistir las condiciones ambientales a que estará expuesta.

Artículo 17- Se deberá dejar una longitud mínima de cincuenta (50) centímetros de conductor para la conexión con el medidor.

Artículo 18- Cuando la protección sea con tubo (conduit metálico) o cubierta metálica, esta debe ser puesta a tierra de acuerdo a lo mostrado en las figuras 01-AS-01 a la 01-AS-06 del presente documento.

Artículo 19- Los cables deben de subir verticalmente desde el suelo y solo con la desviación que sea necesaria para fijarlos en la estructura, sin que se rebase el radio de curvatura permisible de los mismos.

Cuando las bajadas del conductor queden en postes instalados a orilla de calles o caminos, su posición deberá ser la más segura para evitar daños por accidente de tránsito.

En el caso de redes de distribución que tengan cables directamente enterrados; estos deberán instalarse a una profundidad mínima de acuerdo a lo detallado en el artículo cuarenta y ocho (48) y deberá de instalarse una cinta indicadora de peligro en toda su distribución según se muestra en el apartado dos (2) de la sección 3 (tres) de este documento.

Nota: El apartado dos (2) de la sección tres (3) muestra esquemas para cables dentro de tuberías conduit; la profundidad de la cinta es la misma para el caso de cables directamente enterrados.

PARARRAYOS

Artículo 20- Deberá instalarse un pararrayo en todo cambio de medio de transmisión de aéreo a subterráneo, la capacidad de cortocircuito mínima del pararrayo será de 10 kilo Amperios, pero en ningún caso inferior al nivel de falla existente en el punto de su instalación.

Artículo 21- Todos los alimentadores subterráneos se protegerán en los puntos de conexión a líneas aéreas con pararrayos de acuerdo al nivel de tensión del punto de conexión.

Artículo 22- Todos los pararrayos utilizados deberán cumplir con los voltajes nominales y BIL detalladas en la tabla 2.

Tabla 2. Voltaje y BIL de Pararrayos¹.

Línea (kV)	Voltaje Nominal del Pararrayo (kV)	BIL
23/13.2	21	125
13.2/7.6	10	85

¹ Los valores de esta tabla han sido tomados de la norma IEEE C62.11-1999 "Standard for metal-oxide surge arrester for alternating current power system".

Artículo 23- Los pararrayos deberán ser del tipo de oxido metálico, para ser instalado a la intemperie, los que se instalen a la entrada de los transformadores tipo pedestal serán tipo codo.

Artículo 24- Los terminales de los pararrayos deberán ser aptos para conectar conductores de aluminio y cobre en rangos entre cuatro (4) y quince (15) milímetros de diámetro.

Para la conexión a tierra, el conector debe ser apto para recibir conductores de cobre del mismo calibre del conector superior.

Artículo 25- Los pararrayos deben estar herméticamente sellados para prevenir la entrada de humedad; el material sellante no deberá deteriorarse bajo condiciones normales de servicio.

Todos los sellos serán herméticos y suficientemente fuertes para que soporten las presiones internas y cambios de temperatura debido a la operación normal, sin que se presenten fugas ni absorción de la humedad del aire.

RED DE TIERRA

Artículo 26- La resistencia de puesta a tierra deberá constar de los requisitos generales citados a continuación:

- a) Permitir la conducción a tierra de cargas estáticas o descargas atmosféricas.
- b) Permitir a los equipos de protección su rápida operación en caso de falla.
- c) Poseer un valor de resistencia bajo; según lo especificado en la tabla tres (3).
- d) Garantizar niveles seguros de tensión a tierra de equipos o estructuras accidentalmente energizadas, y mantener en valores seguros la tensión fase-tierra de sistemas eléctricos, fijando los niveles de aislamiento.
- e) En general los sistemas de tierra deben construirse de manera que sean equipotenciales.

Artículo 27- Los valores para la resistencia de puesta a tierra recomendados para el diseño de líneas de distribución eléctrica subterránea es la detallada en la tabla tres (3) del presente documento; valores aún menores son recomendables para un mejor desempeño de los sistemas de protección.

Tabla 3. Resistencias de Puesta a Tierra²

Aplicación	Valores Máximos de Resistencia de Puesta a Tierra
Protección Contra Rayos (Pararrayos)	10 Ω
Subestaciones de Media Tensión	10 Ω

Artículo 28- Deberá de garantizarse que todas las estructuras metálicas (incluyendo gabinetes de transformadores, mallas metálicas, tubos metálicos, blindaje de los cables, postes metálicos de iluminación, etc.) que formen parte de la instalación eléctrica se encuentren efectivamente aterrizados mediante un conductor de cobre desnudo unido a la red de tierra.

² Los valores de resistencia de puesta a tierra han sido adoptados de las normas técnicas ANSI/IEEE 80, ANSI/IEEE 142 y NTC 2050.

Artículo 29- La malla de hierro que constituye el refuerzo estructural de la base pedestal de concreto del transformador, se deberá unir a la malla de puesta a tierra del transformador. El conector deberá ser de un material tal que evite la corrosión y el par galvánico en la unión entre el hierro y bronce.

Artículo 30- El número de varillas dependerá de la resistividad del terreno y de la resistencia de la malla de puesta a tierra que se esté buscando. Ver valores de resistencia de puesta a tierra detallados en la tabla tres (3).

Artículo 31- La resistencia de puesta a tierra deberá ser medida antes de que el sistema eléctrico entre en funcionamiento como parte de la verificación de su buen funcionamiento.

Para la medición de los valores de puesta a tierra deberá usarse uno de los métodos que son descritos en el apéndice A.

RED DE TIERRA DEL PARARRAYO

Artículo 32- Deberá introducirse como mínimo una barra de acero galvanizado o revestida de cobre (copperweld) en la tierra al lado del poste, a una distancia de treinta (30) a sesenta (60) centímetros. La parte superior de la barra deberá quedar de quince (15) a treinta (30) centímetros debajo del nivel de suelo. El número de barras será el necesario para obtener una resistencia menor o igual a diez (10) Ω .

Artículo 33- La conexión de la barra con el conductor de cobre de puesta a tierra se deberá efectuar a través de una mordaza de bronce (grapa de puesta a tierra o grapa para barra de aterrizamiento). El conductor de tierra del pararrayo debe instalarse de la manera más recta posible evitando curvaturas innecesarias a fin de proveer un camino de descarga lo más corto posible.

Artículo 34- Para la conexión de puesta a tierra deberá usarse un conductor de cobre desnudo cuyo calibre mínimo deberá ser el número cuatro (4) AWG.

Artículo 35- El conductor de bajada para la puesta a tierra de equipos instalados en postes deberá protegerse contra daño por impacto, utilizando tubo galvanizado o cañuela de acero galvanizado de una longitud sobre el nivel del suelo de tres (3) metros, el cual será sujetado al poste mediante tres (3) puntos de amarre, como mínimo, empleando cinta metálica tipo band-it.

CORTACIRCUITOS

Artículo 36- Debe instalarse fusibles cortacircuitos en los puntos de entrega; para la protección de transformadores, en los puntos de transición de redes de distribución aérea a subterránea y en los puntos de derivación de circuitos, dependiendo del caso pueden ser tipo interperie o para aplicación en sistemas de distribución subterránea.

Artículo 37- Los fusibles cortacircuitos deberán ser en general de expulsión, de caída automática, o diseñados especialmente para la aplicación en transformadores tipo pedestal o en aplicaciones de distribución subterránea, también dependiendo de la capacidad en amperios de la acometida, así deberá ser la capacidad del marco del cortacircuito.

Las características de los parámetros para los cortacircuitos deberán ser en todo momento los detallados en la tabla cuatro (4):

Tabla 4. Características Técnicas de Fusibles Cortacircuitos³.

Voltaje Nominal (kV)	Rango de Voltaje de Diseño (kV)	BIL (kV)
13.2/7.6	7-15	95
23/13.2	15-27	110

Artículo 38- La capacidad interruptiva del cortacircuito estará en función del nivel de falla existente en el punto de instalación.

El tipo de fusible a utilizar y su tiempo de fusión deberá estar en función del estudio de coordinación de protecciones que se efectuó para cada caso, de la corriente de "Inrush" y de la capacidad del transformador a instalar.

TUBERIAS

Artículo 39- La Distribución eléctrica subterránea debe realizarse por medio de tuberías agrupadas en bancos de ductos (Conduit Metálica o no metálica), que lleguen a registros eléctricos convenientemente ubicados para facilitar la introducción de conductores eléctricos en cambios de dirección, así como en tramos rectos de gran longitud.

Artículo 40- TUBERIA CONDUIT METÁLICA. Se utilizará en todos aquellos lugares en que el conductor pueda ser sujeto a daño mecánico, por ejemplo bajadas en poste, intemperie o enterrados a una profundidad menor de cuarenta y cinco (45) centímetros.

La tubería conduit metálica a utilizar podrá ser uno de los tipos citados a continuación:

- a) Conduit Aluminio.
- b) Conduit IMC (Intermediate Metal Conduit).
- c) Conduit Acero Galvanizado.

Las curvas de la tubería conduit metálica se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca.

El Número de curvas en un tramo. Por ejemplo, entre pozos de registros, no debe tener más de dos (2) curvas.

Todo ducto metálico deberá de aterrizar a la red de tierra del sistema, según lo establecido en el apartado de red de tierra de la presente norma.

Las profundidades mínimas de enterramiento para la tubería conduit metálica son las detallada en la tabla 5 (cinco).

³ Los valores han sido tomados del standard IEEE C37.42 "Specification for high-voltage type distribution class fuses, cutouts, fuse disconnecting switches".

Tabla 5. Profundidades Mínimas de Enterramiento⁴.

Profundidad mínima de enterramiento para tubo conduit metálico (centímetros)			
TIPO DE DUCTO	Voltaje del sistema en kV.		
	480/277	13.2/7.6	23/13.2
CONDUIT METALICO	15 cm	15 cm	15 cm

Artículo 41- TUBERIA CONDUIT NO METALICA. La tubería conduit no metálica (PVC) que es destinada para el uso eléctrico subterráneo, debe de ser resistente a la humedad y a los agentes corrosivos y de resistencia suficiente para soportar impactos y aplastamientos durante su manejo e instalación.

Cuando esté diseñado para enterrarlos directamente, sin empotrarlos en concreto, el material del tubo (conduit) debe ser además capaz de soportar las cargas continuas previstas para después de su instalación.

El diámetro de la tubería en circuitos trifásicos será como mínimo de cuatro pulgadas (4”), pero dependerá del nivel de tensión y del número de cables a instalar; en todo caso el área máxima de la sección del tubo cubierta por el conductor no debe exceder del sesenta por ciento (60%) del área de la sección transversal del tubo conduit.

Tuberías PVC no diseñadas para ser directamente enterradas, deberán cubrirse con un revestimiento de concreto con un mínimo de cinco (5) centímetros alrededor del ducto.

Las profundidades mínimas de enterramiento para tubería conduit no metálica se muestran en la tabla seis (6):

Tabla 6. Profundidades Mínimas de Enterramiento⁵.

Profundidad mínima de enterramiento para tubo conduit no metálico (centímetros)			
TIPO DE DUCTO	Voltaje del sistema en kV.		
	480/277	13.2/7.6	23/13.2
CONDUIT NO METALICO	45 cm	45 cm	60 cm

La cantidad de tubos a instalar dependerá del diseño previo, es recomendable dejar al menos un (1) tubo de reserva del mismo diámetro.

⁴ Valores de la table tomados de National Electrical Code “NEC”, tabla 300.50 “Minimum Cover Requirements” para instalaciones eléctricas subterráneas.

⁵ Valores de la table tomados de National Electrical Code “NEC”, tabla 300.50 “Minimum Cover Requirements” para instalaciones eléctricas subterráneas.

Cuando se utilicen tubos de PVC se deben de instalar separadores para los tubos cada tres metros en toda la trayectoria del zanjeado de ductos.

Cuando se utilice tubos de PVC deben de instalarse pozos de registro donde se consideren cambios de trayectoria horizontal, vertical y otras.

La tubería PVC a instalar en el banco de ducto debe de cumplir con las normas establecidas en este documento.

Artículo 42- CONDICIONES ESPECIALES. En este apartado se establecen los requerimientos mínimos de enterramiento de ductos en condiciones especiales.

Tabla 7. Profundidades Mínimas de Enterramiento⁶.

Profundidad mínima de enterramiento para cables y tuberías en situaciones especiales (centímetros)			
Condiciones Especiales	Voltaje del sistema en kV.		
	480/277	13.2/7.6	23/13.2
Canaletas bajo edificios o bases de concreto (con un mínimo de 100mm de grosor).	10 cm	10 cm	10 cm
Cables bajo pistas de aterrizaje en aeropuertos o áreas adyacentes donde el paso se encuentre prohibido	45 cm	45 cm	45 cm
Áreas sujetas a tráfico vehicular, tales como vías públicas y parqueos de áreas comerciales	60 cm	60 cm	60 cm

CONDUCTORES

Artículo 43- Los cables utilizados en líneas subterráneas, tanto en media como en baja tensión, deberán ser construidos con aislamiento adecuado para uso subterráneo, resistente al calor y a la humedad y con un alto grado de dureza ante los incrementos de temperatura.

Las líneas de distribución se construirán preferentemente con cables monopolares (de un solo conductor), con el fin de reducir la probabilidad de fallas fase a fase y facilitar la conexión a transformadores, dispositivos de seccionamiento, acometidas y empalmes en los mismos.

En general, los cables para este uso deberán cumplir las pruebas especificadas por el "American National Standard Institute" (ANSI), "Insulated Cable Engineer Association" (ICEA), "National Electrical Manufacturers Association" (NEMA) y otras similares.

Los cables deberán ser resistentes al ozono y otros gases que se originan por la descarga de efecto corona.

⁶ Valores de la table tomados de National Electrical Code "NEC", tabla 300.50 "Minimum Cover Requirements" para instalaciones eléctricas subterráneas.

Para las líneas primarias, el cable deberá seleccionarse considerando:

- a) El tipo de instalación (directamente enterrados, en ductos, etc.)
- b) El nivel de voltaje.
- c) El tipo de sistema (aterrizado o aislado).

El aislamiento puede ser polietileno de baja densidad, polietileno de cadena cruzada o etileno propileno y otros con características similares.

Artículo 44- El cable podrá tener una pantalla electrostática hecha de cinta semiconductora y cinta de cobre o de una malla de alambres de cobre. Se recomienda su uso en las siguientes situaciones:

- a) En acometidas primarias o en conexiones a líneas aéreas de cinco (5) kV o más.
- b) En los cambios de conductancia.
- c) En lugares donde materiales conductores puedan depositarse sobre el cable.
- d) En lugares donde el terreno cambie de seco a húmedo.
- e) Para evitar la radio interferencia.

Artículo 45- No se recomienda usar la pantalla electrostática en las siguientes situaciones particulares:

- a) Cuando la pantalla no se pueda aterrizar adecuadamente.
- b) Cuando no hay espacio suficiente para conectar correctamente la pantalla.

El cable podrá llevar armadura hecha de flejes o alambre de acero, aplicados helicoidalmente a fin de evitar los daños mecánicos.

Además, el cable podrá llevar una cubierta protectora dispuesta sobre la pantalla electrostática o la armadura, hecha de uno de los siguientes tipos de plástico:

- a) Cloruro de vinilo (PVC).
- b) Polietileno de alta densidad (PE A/D).
- c) Neoprene.

Artículo 46- EMPALMES. La conexión debe reunir tres características principales:

- a) Garantizar un contacto eléctrico seguro.
- b) La resistencia eléctrica debe ser estable y tan reducida como sea posible.
- c) Las características mecánicas deben ser similares a las de los conductores que unan. Para la realización de ésta unión se utilizará soldadura o prensado.

Según el procedimiento de reconstrucción de los elementos de las distintas cubiertas del cable se diferencian los siguientes tipos:

- a) Encintados: La reconstrucción del cable, excepto del conductor, se lleva a cabo mediante la aplicación sucesiva de cintas de distintas características, adecuada a su función.
- b) Premoldeados en fábrica (conectores enchufables): Los encintados se sustituyen por un conjunto de piezas premoldeadas que constituyen un "juego o kit" de empalme.
- c) Moldeados en el campo: Los componentes se aplican sobre el terreno, utilizando materiales fluidos (generalmente epóxicos) que se solidifican en moldes adecuados. Se utilizarán en redes de baja tensión.

- d) Termotráctiles: Los componentes que se aplican sobre los cables a empalmar están contruidos por materiales que por la acción del calor se contraen. Estas cubiertas tubulares deberán llevar integrados en una sola pieza la pantalla semiconductor interna, el aislamiento y la pantalla semiconductor externa.

Artículo 47- TERMINALES DE CONEXION. Estas pueden ser de los siguientes tipos:

- a) Clase 1: Caja de cierre hermético, que contiene el cono de alivio, rellena de material aislante y a la que se acoplan la boquilla de entrada, los aisladores y los dispositivos de fijación. Pueden ser monofásicos o trifásicos.
- b) Clase 2: Terminal premoldeada para uso en interperie, que comprende cono de alivio, campanas, conector universal y sello para interperie.
- c) Clase 3: Terminal premoldeada para uso en interiores, consiste básicamente en cono de alivio premoldeado, diseñado para proveer la distancia de fuga requerida.

El proceso de preparación del cable y su recubrimiento se realizará conforme a lo definido por el fabricante.

Artículo 48- TIPOS DE INSTALACION. Los conductores de las líneas subterráneas pueden ser enterrados de la siguiente manera:

- a) Directamente enterrados para instalaciones hasta veintidós (22) kV: los conductores se colocan en excavaciones de cuarenta (40) centímetros por ochenta y cinco (85) centímetros de profundidad. En el fondo se colocan diez (10) centímetros de arena cernida que le sirve de cama al cable y sobre ésta se dejan caer los cables sin tensión. Se colocarán otros diez (10) centímetros de arena y el resto de la zanja se rellena con tierra de la excavación, quitando las piedras y los materiales de desecho de la construcción. Se recomienda sobre todo en subestaciones. Para instalaciones de veintidós (22) kV a cuarenta (40) kV la profundidad de la zanja deberá de ser de un (1) metro.

Los conductores quedan en contacto directo con el terreno, sirviendo la arena para disipar el calor generado por los mismos. El cable directamente enterrado deberá de ser blindado.

Los empalmes de cable se harán en los pozos de registro.

- b) En ductos subterráneos. Puede utilizarse tubería de PVC, de asbesto cemento o conduit. Con objeto de evitar que los filos de la tubería dañen los conductores se colocarán boquillas en los extremos de éstos. Instalada la tubería podrá colocarse capas de concreto de baja resistencia de diez (10) centímetros de espesor. Los conductores quedan en contacto directo con el aire que circunda la tubería, sirviendo éste para disipar el calor generado en los conductores. Es el tipo de construcción más usado.

El radio mínimo de curvatura para cable de potencia para instalaciones eléctricas subterráneas en media tensión deberá ser en todo momento el detallado en la tabla ocho (8).

Tabla 8. RADIOS MÍNIMOS DE CURVATURA.

TIPO DE CABLE	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA
Monoconductor sin pantalla metálica	8 D
Monoconductor con pantalla metálica o con cubierta de plomo	12 D

D: diámetro exterior del cable.

- c) En trincheras: pueden ser de tres tipos:

- Trincheras con ménsulas: los conductores van sobre ménsulas apoyadas en la pared de la trinchera (pueden haber varios niveles).
- Trincheras con ménsulas y canalización: Algunos cables van en ménsulas y otros dentro de tubería, usándose la trinchera como canalización para la tubería.
- Trincheras en las que los cables van sobre el piso de la trinchera. Se usa sobre todo en áreas interiores para el control de máquinas.

Artículo 49- CALIBRE DE CONDUCTOR. El Calibre mínimo para la construcción de este tipo de líneas de distribución en media tensión será el No. dos (2) AWG cobre o aluminio para el rango de voltaje de mil uno (1001) a quince mil (15000) voltios; y el No dos (2) cobre ó el No uno (1) Aluminio en los rangos de voltaje de quince mil uno (15001) a veintiocho mil (28000) voltios.

Artículo 50- PROTECCIÓN ELÉCTRICA DEL CONDUCTOR. Los alimentadores subterráneos se protegerán en los puntos de conexión a líneas aéreas con pararrayos y cortocircuitos aprobados según norma de distribución eléctrica subterránea.

Los circuitos deberán ser diseñados de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido aterrizado; la caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no deberá exceder del uno por ciento (1%) en condiciones normales de operación. El cable del neutro deberá de ser de cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono recubierto de cobre, el calibre del neutro deberá ser diseñado de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla y como mínimo debe ser de sección transversal de 33.6 mm^2 (2 AWG).

El conductor de neutro corrido debe ser multiaterrizado para garantizar que en los sitios donde se instalen accesorios y equipos una resistencia a tierra menos a diez ohmios (10Ω).

Artículo 51- PRUEBAS DE CAMPO. Se deberá hacer pruebas de resistencia de aislamiento a los conductores de baja tensión así como de alta tensión (HiPot) a los conductores de media tensión. Ambas pruebas deben efectuarse con equipos calibrados por un laboratorio acreditado, o tener vigente el certificado de calibración del fabricante.

Artículo 52- PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO. Cuando se haya instalado el cable, pero antes de que se efectúen las terminales y los empalmes, Se debe hacer una prueba de resistencia de aislamiento, usando un instrumento capaz de medir tal efecto. La prueba de resistencia de aislamiento tiene por objeto determinar que no existe una falla entre elementos del sistema, producida durante la instalación del cable y los accesorios del sistema.

Se hace otra verificación a la resistencia de aislamiento después de que se han efectuado los empalmes y terminales y de que el sistema de cables esté listo para las pruebas de aceptación.

El valor de resistencia de aislamiento depende del material del aislamiento, de las dimensiones del cable, de su longitud y de la temperatura ambiente y puede determinarse teóricamente por la siguiente expresión:

$$R_a = k \log D/d \text{ (Mohms - km)}$$

Donde:

R_a = es la resistencia de aislamiento.

D = es el diámetro sobre el aislamiento.

d = es el diámetro bajo el aislamiento.

k = es la constante de aislamiento a quince punto seis grados Celsius ($15,6 \text{ }^\circ\text{C}$)

Los valores de la constante k podrá tomarse de la tabla nueve (9) a menos que el fabricante del cable indique propiedades de aislamiento distintas a la descrita en esta tabla.

El valor de Ra debe corregirse por temperatura y longitud de acuerdo a la curva mostrada en el apéndice C y la longitud del tramo bajo análisis. Al hacer la corrección por longitud, debe recordarse que la resistencia de aislamiento varía inversamente con ella.

Tabla 9. Propiedades del Aislamiento.

 AISLAMIENTO	 K (MΩ - km)
Papel Impregnado	3,000 a 20°C
SINTEMAX	750 a 20°C
Polietileno	15,250 a 15.6°C
VULCANEL (XLPE)	6,100 a 15.6°C
VULCANEL (EP)	6,100 a 15.6°C

Artículo 53- PRUEBA DE ALTA TENSION A CORRIENTE DIRECTA (HIPOT). Después de realizada la prueba de resistencia de aislamiento y antes de su puesta en operación, se recomienda efectuar la prueba de alta tensión con corriente directa durante diez (10) minutos. El valor aplicado no debe exceder el valor especificado en la Tabla diez (10). Durante los primeros cinco (5) años de operación y en caso de falla, puede efectuarse una prueba de alta tensión con corriente directa durante cinco (5) minutos consecutivos como máximo de acuerdo a lo indicado en la columna correspondiente de la Tabla No. diez (10).

Tabla 10. Valores para Prueba de Alta Tensión⁷.

1 tensión del cable kV	2 Tensión de aguante de corriente directa durante 5 min. Máximo			
	Al terminar la instalación kV		Después de la instalación en caso de falla kV	
	A	B	A	B
5	28	36	9	11
8	36	44	11	14
15	56	64	18	20
25	80	96	25	30
NOTAS:				
1- Columna A - 100 por ciento de nivel de aislamiento				
2- Columna B - 133 por ciento de aislamiento				

Una vez obtenido el registro de lecturas de corriente de fuga versus tiempo, se debe graficar éstos datos, y de su análisis (comparación con gráfica patrón de la figura A) se debe tomar la decisión sobre la aceptación del conductor.

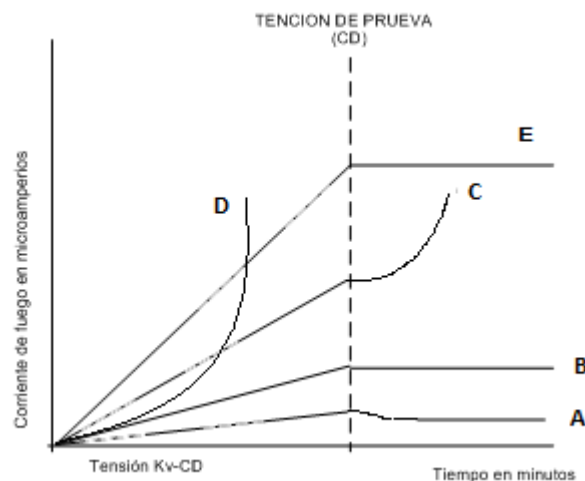
En la Figura A se muestra la gráfica patrón, cuya interpretación es descrita a continuación:

- Curva "A" típica de buen aislamiento.
- La curva "B" indica buen aislamiento del cable cuando las terminales están contaminadas o húmedas. En este caso, suspender la prueba, descargar el cable, limpiar perfectamente la Terminal y reanudar la prueba. Generalmente se obtiene una curva como A.

⁷ Valores obtenidos de la norma PEMEX NRF-048-PEMEX-2007, sección 8.4.5.5 tabla 1 "Tensiones aplicadas en campo DC"

- c) La curva "C" indica la posibilidad de una burbuja, impureza o daño en el aislamiento del cable o de las conexiones. En la mayoría de los casos, la tensión de prueba inicia la ionización del aire contenido en la burbuja, lo que produce alta energía calorífica que causa la destrucción del aislamiento, ocasionando la falla.
- d) La curva "D" se presenta en algunos casos donde se tiene humedad o contaminantes en las terminales. Si la curva no baja su pendiente después de seguir su procedimiento indicado en B, puede tratarse de mano de obra defectuosa durante el manejo, instalación o empalmes y terminales (es común que se deba a la presencia de materiales semiconductores sobre el aislamiento).
- e) La curva "E" indica presencia de humedad que, sin embargo, no es suficiente para producir falla. Se presenta comúnmente en cables húmedos.

Figura A. Curvas de corriente de fuga vs. Tensión – Tiempo en diferentes condiciones del aislamiento de cables aislados para alta tensión



Artículo 54- TENSION DE HALADO. Esta dependerá del peso del cable, del coeficiente de fricción del ducto, de los ángulos de curvatura y de la longitud del tramo a tender. Debe ser tal que se evite el estiramiento de los cables.

La tensión máxima de halado (en Kg.) no debe exceder los siguientes valores:

- a) Para conductores de cobre de cualquier temple o de aluminio temple duro, no deberá exceder de siete punto quince (7.15) veces el área del conductor (en mm^2), o 0.003624 veces el área (en C_m).
- b) Para conductores de aluminio temple semiduro no deberá ser mayor de cinco punto tres ciento setenta y uno (5.371) veces el área del conductor (en mm^2), o 0.00271 veces el área (en C_m).
- c) Para cables con cubierta termoplástica no excederá de cuatro cientos cincuenta y tres punto seis (453.6) Kilogramos.

En cualquier caso, la tensión de halado podrá calcularse según las fórmulas dadas a continuación, siempre que no se excedan los valores máximos indicados.

- a) Para tramos rectos horizontales: $T = L W \mu_c$
- b) Para tramos rectos inclinados hacia arriba: $T = LW(\mu_c \text{Cos}\phi + \text{Sen}\phi)$
- c) Para tramos rectos inclinados hacia abajo: $T = LW(\mu_c \text{Cos}\phi - \text{Sen}\phi)$
- d) Para tramos curvos (tomando en cuenta el tramo que antecede a la curva): $T = T_1 e^{a\mu_c}$

En todo caso, la fuerza por unidad de longitud, en tramos curvos no deberá exceder de trescientas (300) lb/pie o cuatrocientos cuarenta y seis (446) Kg/m, la cual puede calcularse a través de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{Tensión en el tramo}}{\text{Radio curvatura}}$$

La longitud de halado máxima es de: $L_{\text{max}} = \frac{T_{\text{max}}}{\mu_c W}$

En donde:

- P = Fuerza Máxima por Unidad de Longitud (en tramos curvos).
- T = Tensión (Kg).
- ϕ = Angulo de inclinación (Grados).
- L = Longitud del tramo (mts.).
- W = Peso del cable (Kg/m).
- μ_c = coeficiente de fricción.
- a = Angulo de la curva (rad).

Artículo 55- PRUEBA A MUY BAJA FRECUENCIA (VLF). Los métodos de muy baja frecuencia (VLD) utilizan señales en el rango de 0.01 Hz a 1 Hz. Los métodos VLF pueden ser categorizados como pruebas de resistencia o diagnóstico. En la prueba de resistencia, el cable debe ser capaz de soportar un voltaje específico aplicado a través de él por un periodo de tiempo sin que su aislamiento falle durante la prueba. La prueba de diagnóstico puede ser una prueba no destructiva y es usualmente desarrollada a voltajes menores que la prueba de resistencia, sin embargo si las condiciones de aislamiento del cable se encuentran muy deterioradas, la prueba de diagnóstico puede generar una falla en el cable antes que haya terminado.

Consideraciones para realizar la prueba:

- Un mapa de la ruta debe de encontrarse disponible para asegurar que el personal se encuentre familiarizado con los cables a evaluar, la localización de puntos abiertos, donde cables y uniones se encuentren accesibles y los tipos de cables usados en el sistema a evaluar.
- El equipo para realizar la prueba debe de poseer la potencia requerida para suministrar la energía necesaria para la carga total del cable en cada ciclo de prueba.
- En pruebas de resistencia, si el cable falla, ser capaz de localizar el punto de falla.
- Al finalizar o en caso de una interrupción de una prueba VLF, el cable sometido a la prueba debe ser aterrizado inmediatamente.

- En casos extremos de prueba de diagnóstico, cuando el aislamiento se encuentra en un estado avanzado de degradación, la prueba de diagnóstico puede causar una falla en el cable antes de haber finalizado, en ese caso la prueba debe ser terminada inmediatamente.

Prueba de VLF usando una Forma de Onda Sinusoidal.

El equipo para realizar la prueba de VLF es conectado al cable o al sistema de cables para ser evaluado, el voltaje es elevado al valor especificado en la tabla 11 (once). Las guías para realizar el procedimiento de prueba VLF recomiendan usualmente un tiempo de 60 (sesenta) minutos como máximo y 30 (treinta) minutos como mínimo. Cuando el cable o el sistema de cables han pasado la prueba de voltaje VLF, el voltaje de prueba es regulado a cero, luego el cable o el sistema de cables y el equipo de prueba son descargados y aterrizado.

Tabla 11. Voltajes para pruebas VLF⁸.

Voltaje del Cable (fase a fase)	Aceptación (Fase a Tierra)	Mantenimiento (Fase a Tierra)
Rms voltaje en kV	Rms o (voltaje pico) kV	Rms o (voltaje pico) kV
5	10 (14)	7 (10)
8	13 (18)	10 (14)
15	20 (28)	16 (22)
25	31 (44)	23 (33)
35	44 (62)	33 (47)

Artículo 56- REDES DE ALUMBRADO. En redes subterráneas, los circuitos de alumbrado serán independientes de los circuitos secundarios; correrán en tubería separada a un lado de las tuberías secundarias.

TRANSFORMADORES TIPO PEDESTAL

Artículo 57- El transformador tipo pedestal es utilizado como parte del sistema de distribución subterránea; este elemento debe ser diseñado para ser instalado ya sea en exteriores o interiores, posee compartimentos sellados para media y baja tensión, sus cables de alimentación entrarán por la parte inferior del transformador y se instalará sobre una base o pedestal.

Artículo 58- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRANSFORMADOR. El transformador tipo pedestal "Pad Mounted" deberá cumplir con las características de fabricación detalladas a continuación:

- a) El transformador de pedestal deberá ser construido en su totalidad en acero inoxidable.
- b) Los compartimentos deben ser separados por una barrera de metal en el caso de diseño de dos puertas y cumplir con lo estipulado en la norma ANSI C57.12.28 "IEEE Standard for Pad Mounted Equipment Enclosure Integrity", que contempla aspectos de diseño y seguridad en la construcción de gabinetes; los transformadores deberán ser en todo momento de frente muerto, tanto en el lado primario como en el lado secundario.

⁸ Valores tomados de norma IEEE 400.2 "Guide for field testing of shielded power cable systems using very low frequency".

- c) El Transformador Tipo Pedestal deberá cumplir con las normas ANSI C57.12.00 “General Requirements for liquid-inmerse Distribution Power and regulating Transformers” y cualquier otra característica particular que allí se indique.
- d) El tanque del transformador y el compartimento debe ensamblarse formando una unidad compacta. La unidad debe limitar la entrada de agua al compartimento (esta condición no aplica para casos en los cuales se den inundaciones en el lugar que se encuentre el transformador).
- e) El transformador no deberá tener aberturas que permitan la entrada de varillas, alambres o cualquier objeto que pueda ponerse en contacto con las partes energizadas.
- f) Los transformadores tipo pedestal deben estar provistos de un dispositivo anti escurrimiento para evitar el goteo de líquido aislante sobre los terminales de alta tensión cuando se extraigan los fusibles de expulsión.
- g) Todo transformador tipo pedestal deberá tener un compartimento para baja y otro para alta tensión, y deberá situarse a los lados de una cara del transformador; visto de frente, los terminales de baja tensión deberán situarse a la derecha del transformador.
- h) El tanque del transformador tipo pedestal deberá ser en todo momento herméticamente sellado
- i) El transformador tipo pedestal debe tener una válvula para aliviar la sobrepresión que resulte de la operación normal del transformador.

Artículo 59- PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR. Todo transformador tipo pedestal deberá estar provisto de los dispositivos de protección que se detallan a continuación:

- a) Cortacorriente: Deberá ser del tipo pared inclinado, usado en serie y debidamente coordinado con el fusible de expulsión tipo Bay-O-Net; este accesorio deberá contener el cartucho fusible y dentro de este, el elemento fusible reemplazable.
- b) Fusible de Expulsión: Deberá ser del tipo reemplazable (Bay-O-Net) de capacidad acorde a la del transformador.

Artículo 60- CONDICIONES DE INSTALACION A LA INTERPERIE. Los transformadores tipo pedestal instalados a la intemperie deberán de seguir los lineamientos citados a continuación:

- a) La instalación del transformador debe realizarse en un sitio de fácil acceso donde se garantice el ingreso y retiro por medio de vehículos, grúas o montacargas, con capacidad de levantar y transportar el transformador.
- b) El transformador debe quedar instalado en un lugar con área libre suficiente que permita la apertura de las puertas del gabinete del transformador, las cuales deben alcanzar un ángulo mayor de ciento treinta y cinco grados (135 °).
- c) El transformador no se podrá instalar en lugares en los cuales exista transito obligado de personas o en rutas peatonales. En caso de que el transformador quede cercano a zonas de tráfico vehicular se deben instalar barreras de contención.
- d) La instalación del transformador debe garantizar unas distancias mínimas a edificaciones, muros, vías y árboles. En caso de instalarse cerca de muros, estos deben ser resistentes al fuego. En la figura 3-PE-10, se especifican las distancias de separación entre el transformador de pedestal y los elementos que lo rodeen.

- e) En las subestaciones tipo pedestal, cuando en condiciones normales de operación se prevea que la temperatura exterior del cubículo supere los cuarenta y cinco grados centígrados (45 °C), debe instalarse una barrera de protección para evitar riesgos asociados a dicha temperatura y colocarse avisos que indiquen la existencia de una “superficie caliente”. Si el transformador posee una protección que garantice el corte o desenergización cuando exista sobre temperatura, quedará eximido de dicha barrera.
- f) El transformador se ubicará sobre una base o pedestal de concreto cuyas características constructivas se detallan en el capítulo 3. Es de notar que 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.
- g) La base o pedestal de concreto sobre la que se anclará el transformador estará colocada sobre una capa de suelo compactado y rodeada de una capa de grava. Las características se detallan en la figura 03-PE-07.
- h) El transformador tipo pedestal se anclará solidamente a la base o pedestal de concreto a través de los pernos instalados para tal fin. La malla de hierro que constituye el refuerzo estructural de la base de concreto se deberá unir a la malla de puesta a tierra del transformador. El conector debe ser de un material tal que evite la corrosión y el par galvánico en la unión entre el hierro y el cobre.
- i) El fabricante debe entregar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento del transformador, así como las dimensiones y características del pedestal o base de concreto la cual deberá estar de acuerdo a las normas y correctamente nivelada sobre un terreno firmemente compactado; para evitar que se incline en el futuro.
- j) Distancias de despeje: Ver detalles de la instalación del transformador tipo pedestal “pad mounted” en la figura 3-PE-10 del presente documento.

Artículo 61- CONDICIONES DE INSTALACION EN INTERIORES. Los transformadores tipo pedestal instalados en interiores deberán de seguir los lineamientos citados a continuación:

- a) El local para las subestaciones tipo pedestal dentro de edificaciones, se debe de ubicar en un sitio de fácil acceso desde el interior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan equipo.
- b) La obra civil de apoyo debe estar provista del espacio adecuado para proteger los cables durante los movimientos de un transformador.
- c) Cuando un transformador requiera instalación en bóveda, esta debe construirse con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego mínimo de 3 horas.
- d) En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios. En las zonas adyacentes a la subestación no deben almacenarse combustibles.
- e) Deberá colocarse un aviso preventivo de alto riesgo en la parte exterior del transformador, en el frente superior del gabinete o puerta de compartimiento de Media Tensión en la orilla superior.
- f) Los locales donde quedará instalada la subestación, deben tener una placa a la entrada con el aviso que contenga el símbolo de “Peligro Alta Tensión” y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.

Es importante destacar la necesidad de construcción de un foso para contener el derrame de aceite y evitar la propagación de un incendio.

POZOS DE REGISTRO

Artículo 62- El diseño de los pozos puede ser de tres tipos:

- a) Los pozos de registro tipo "P" que son los que se encuentran exclusivamente para ductos con cables primarios o de media tensión.
- b) Los pozos de registro tipo "S" son los que se construyen exclusivamente para ductos con cables secundarios o de baja tensión y;
- c) Los pozos de registro tipo "PS" son los que alojan cables primarios y secundarios.

Cada uno de los pozos de registro antes descritos puede dividirse en los siguientes tipos:

- a) De paso: Se usan cuando los conductores sufren giros por condiciones del recorrido de la instalación o están al principio y/o al final de la trayectoria.
- b) De cambio de trayectoria: usados cuando existen derivaciones de los circuitos.
- c) De empalme.

Para evitar que los giros que sufran los conductores dañen el aislamiento de éstos, los ductos se cargarán hacia una esquina para facilitar los radios de curvatura de los conductores.

Adicional a los pozos de registro antes descritos se recomienda cualquiera de los tipos detallados en la sección tres (3) apartado tres (3):

Cualquier otro diseño distinto a los considerados en la presente norma, deberán ser analizados conjuntamente por el usuario y el distribuidor.

Artículo 63- CRITERIOS DE CONSTRUCCION. Los pozos de registro deben ser construidos de concreto premoldeado reforzado con hierro o de paredes de ladrillo con refuerzo de concreto armado; con aro de hierro fundido y tapadera de hierro fundido o concreto.

En terrenos inclinados, el pozo debe ser construido de forma que su tapadera quede alineada con la superficie del suelo.

Los pozos deben tener las dimensiones mínimas siguientes:

- a. La dimensión del pozo secundario "S" (para distribución subterránea) es de 1 m x 1 m x 1 m (Ancho x Longitud x Profundidad).
- b. La dimensión interior del pozo primario "P" (para distribución primaria) es de 1.4 m x 1.6 m x 1.4 m (Ancho x Longitud x Profundidad).
- c. La dimensión interior del pozo primario y secundario "PS" (sin distribución de acometidas secundarias) es de 1.4 m x 1.8 m x 1.6 m (Ancho x Longitud x Profundidad).

La zanja para la canalización de ductos se excavará entre pozos de tal forma que garantice una pendiente apropiada para disponer de un efectivo desagüe. La pendiente mínima aceptada es de cero punto tres por ciento (0.3%), lo que corresponde a tres (3) centímetros de descenso por cada diez (10) metros de excavación.

Los pozos de registro tendrán un drenaje al centro para permitir que el terreno absorba el agua que pueda acumularse dentro de él.

En los pozos de cambio de dirección, los conductores deberán tener un radio de curvatura no mayor que el permitido por éstos para no dañar el aislamiento.

Las paredes de los pozos de registro deberán ser repelladas y afinadas por las dos caras a fin de evitar la absorción de humedad.

Según las dimensiones de los conductores la distancia entre los pozos de registro se recomienda que varíe entre veinticinco (25) metros y cuarenta (40) metros, llegando a un máximo de cien (100) metros.

En los pozos deberá usarse tuberías de desagüe con rejilla para evitar la obstrucción de la tubería.

Los pozos se cubrirán con tapaderas fácilmente manejables que impidan la entrada de agua, pudiendo ser éstas metálicas o de concreto.

Todo ducto de conductores deberá sellarse en cada pozo para evitar la entrada de agua y/o animales.

Artículo 64- Debe considerarse la construcción de pozos de registro en las siguientes ubicaciones o situaciones:

- a) En el poste de punto de entrega.
- b) En aceras públicas, en la colindancia de la propiedad del usuario, cuando se atraviesen vías públicas, cuando la distancia entre los puntos de entrega y recibo sea mayor de treinta (30) metros.
- c) De ser posible los pozos no deberán ubicarse en accesos a cocheras y similares.
- d) En cambios de dirección originados por obstáculos o el diseño mismo de la ruta de la canalización. En todo caso, la ubicación de los pozos de conexión será revisada por la distribuidora de conformidad a las características de diseño.
- e) Todo pozo de registro deberá constar con un anclaje de tiro para facilitar el halado de los conductores.

Artículo 65- Los pozos de registro deben ser destinados exclusivamente para el alojamiento de conductores eléctricos, no debiendo utilizarse para canalizar cables de comunicación y/o señalización. A cada transformador tipo pedestal instalado deberá construirse su propio pozo, incorporado a la base de concreto para facilitar la instalación y distribución de cables. Las dimensiones de dichas cajas dependerá de la cantidad de conductores a instalarse; previéndose una separación entre los cables de media tensión.

Artículo 66- CRITERIOS DE CALIDAD DEL SERVICIO.

Los aspectos técnicos relacionados con un servicio de calidad se refieren a:

- a) Confiabilidad y continuidad del uso del servicio. Además de la disponibilidad del usuario de poder variar su demanda de energía según sus propias necesidades, éste tiene el derecho de que el servicio eléctrico le sea suministrado en una forma continua.
- b) Niveles de voltaje y frecuencia. Los niveles de voltaje y la frecuencia deberán estar dentro de los límites indicados en la "NORMA TÉCNICA DE CONEXIONES Y RECONEXIONES ELÉCTRICAS EN REDES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN", emitida por SIGET en su última edición, a fin de evitar daños en el aislamiento de los conductores de los mismos o que trabajen en un régimen de sobrecarga.

Artículo 67- CRITERIOS ECONÓMICOS.

Su objetivo principal es reducir los costos globales sin perjuicio de la calidad técnica y no necesariamente el de reducir costos individuales. Al momento de realizar nuevos diseños deberá tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) La vida útil de los diferentes elementos que constituyen la línea deberá considerarse en el análisis de los costos globales.
- b) Una buena selección de la ruta deberá basarse en criterios tanto técnicos como económicos.
- c) El diseño de zanjas, pozos de registro adecuados a cada caso específico y de acuerdo a los criterios proporcionados por estas normas.
- d) Diseñar buscando el reducir las pérdidas especialmente en los empalmes.
- e) Diseñar y construir pensando en el futuro, definiendo criterios de expansión que permitan cubrir la demanda proyectada.

Artículo 68- SELECCION DE LA RUTA.

RUTA: es el acceso o camino por donde pasará la línea hasta el lugar donde se quiere llevar la energía.

Antes de comenzar el diseño de la línea deberá hacerse un recorrido preliminar para seleccionar la mejor ruta, procurando que sea de fácil acceso (especialmente vías públicas de acceso a vehículos). Además, deberá acercarse lo más posible a los usuarios presentes y futuros.

Para la selección de la ruta deberá tenerse en cuenta los diferentes factores ambientales, técnicos y económicos, considerando la actividad principal de la zona.

Asimismo, habrá que considerar los diferentes obstáculos:

- a) Cruce de líneas férreas.
- b) Cruce de carreteras.
- c) Cruce de casas.
- d) Líneas existentes (de energía, telefónicas, telecomunicaciones, etc.).
- e) Transporte de materiales para la construcción.

La selección de la ruta se hará en base a los siguientes objetivos:

- a) Seguridad para los peatones.
- b) Distancia a edificaciones y vehículos en tránsito.
- c) Previsión de los futuros incrementos de carga.
- d) Facilidad de operación y mantenimiento.
- e) Confiabilidad y continuidad del servicio.
- f) Derechos de vía.
- g) Costo mínimo de las excavaciones.

En el caso de nuevas colonias y urbanizaciones deberá proveerse un espacio adecuado dentro de la distribución de lotes para la instalación del transformador de distribución de manera que este no se instale en el arriate ni en la acera.

NORMAS DE REFERENCIA

Los documentos a los que se hace referencia a continuación son indispensables para la aplicación de esta norma (Cada uno de estos documentos debe ser entendido y aplicado en cada capítulo en el cual haya sido citado). Para referencias actualizadas aplica solamente la edición citada; para referencias desactualizadas, aplica la última versión publicada de ese documento.

IEEE Std. C57.12.00 “General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers”

IEEE Std. C57.12.22 “Pad-mounted, Compartmental-Type, Self-Cooled Three-Phase Distribution Transformers with High Voltage Bushings, 2500 kVA and Smaller”-

IEEE Std. 80 “Guide for Safety in AC Substation Grounding”.

IEEE Std. 81 “Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System”.

IEEE Std. 142 “Grounding of Industrial and Commercial Power Systems”.

IEEE Std. C57.12.80 “ Standard Terminology for Power and Distribution Transformers”.

IEEE Std. 576 “Recommended Practice for Installation, Termination, and Testing of Insulated Power Cable as Used in Industrial and Commercial Applications”.

IEEE Std. 400 “Guide for Field Testing and Evaluation of the Insulation of Shielded Power Cable Systems”.

Documentos SIGET “Norma Técnica de Conexiones y Reconexiones Eléctricas en Redes de Distribución de Baja y Medio Tensión”.

NEC “National Electrical Code” 2005 Edition.

NRF-048-PEMEX-2007 “Diseño de Instalaciones Eléctricas”.

“Manual de Patrones de Distribución Soterrada” por Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico.

“Electrical Underground Distribution Commercial” SCANA Corporation 2006.

Specification for Electrical Installations “Single Phase Outdoor Pad Mounted Transformers”, Electric System Bulletin No. 745-A.

IEEE C62.11-1999 “Standard for metal-oxide surge arrester for alternating current power system”.

IEEE C37.42 “Specification for high-voltage type distribution class fuses, cutouts, fuse disconnecting switches”.

APENDICE A

METODO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE TIERRA DE LA RED DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA.

METODO CAÍDA DE POTENCIAL (Fall-of-Potential Method)⁹. Este método tiene muchas formas de ser utilizado, es aplicable a todos los tipos de mediciones de impedancia¹⁰ pero se usa especialmente para sistemas de puesta a tierra menores a 0.5 (cero punto cinco) Ω , se debe notar que en algunos casos obtener la distancia adecuada se vuelve una tarea muy difícil (casi imposible), en ese caso se deberá de buscar un método auxiliar para el desarrollo de la medición de la resistencia de la red de tierra.

Este método involucra el paso de corriente en el electrodo a ser medido y notar la influencia de esta corriente en términos de voltaje entre la tierra que está siendo evaluada y un electrodo de prueba de potencial.

Un electrodo de corriente de prueba es usado para permitir el paso de corriente al electrodo que es evaluado (Ver Figura A.1).

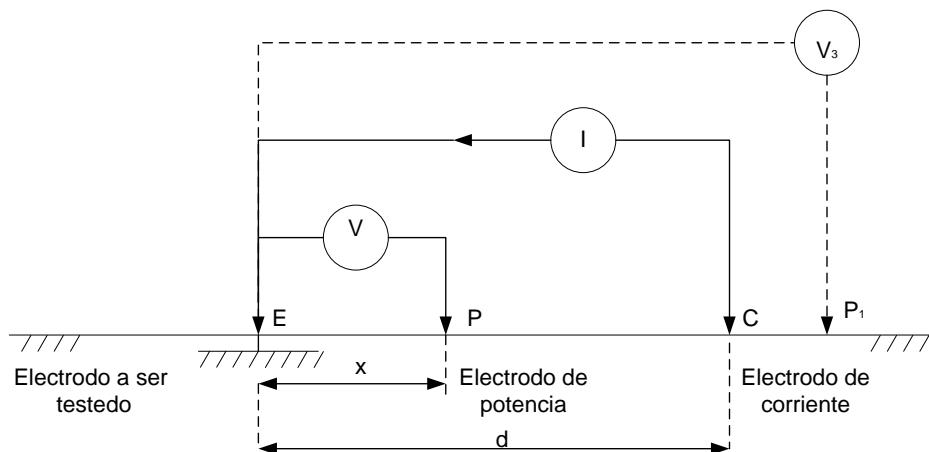


Figura A.1 Método de Caída de Potencial.

La corriente I a través del electrodo testado E y el electrodo de corriente C , resulta en variaciones de potencial en la superficie del suelo. El perfil de potencial a lo largo de la dirección de C , P , E se verá como se muestra en la figura A.2. Los potenciales son medidos con respecto a la tierra bajo evaluación, E , la cual se asume por conveniencia a potencial cero.

⁹ Los procedimientos detallados en este método corresponden al Std. IEEE 81 "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potential of a Ground System".

¹⁰ Se habla de impedancia debido a que los sistemas de tierra grandes, tienen un apreciable componente reactivo.

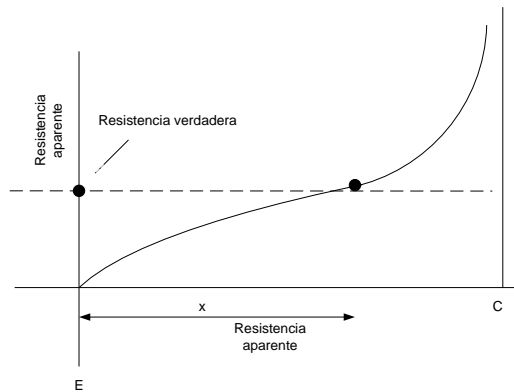


Figura A.2 Resistencia Aparente para Varios Valores de x.

El método de caída de potencial consiste en plotear el cociente $V/I = R$ como función del espaciamiento de prueba x . En la práctica, la distancia "x" para el electrodo de voltaje se elige al 62% (sesenta y dos por ciento) de la distancia del electrodo de corriente.

El electrodo de potencial es movido en pasos desde el punto de tierra bajo evaluación. Un valor de impedancia es obtenido de cada paso. Esta impedancia es plotada como función de la distancia, y el valor en ohmios al cual esta curva parece nivelarse es tomado como el valor de impedancia de la tierra bajo evaluación.

La figura A.3 muestra una gráfica típica de resistencia contra distancia del electrodo de voltaje (P). la curva muestra como la resistencia se acerca a cero cuando (P) se acerca al sistema de puesta a tierra y se aproxima al infinito cuando su localización es cercana al electrodo de corriente (C).

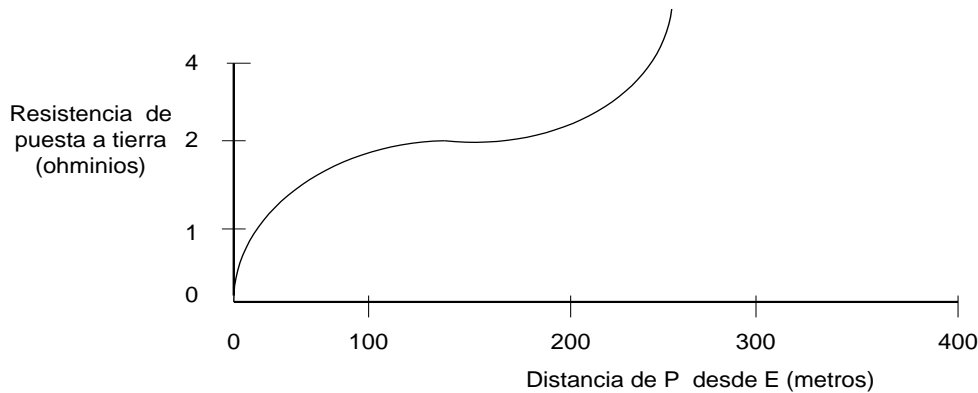


Figura A.3. Resistencia de Puesta a Tierra Versus Distancia de (P)

Es importante recalcar que para obtener una porción plana de la curva es necesario que el electrodo de corriente se encuentre efectivamente fuera de la influencia de la tierra que se encuentra siendo evaluada.

METODO DE LOS TRES PUNTOS (Three-Point Method). Este método es recomendado para la medición de resistencia para sistemas de puesta a tierra que cuenten con un solo electrodo, y cuya resistencia se prevea sea mayor a 1 (uno) Ω . Para valores más pequeños se recomienda el uso del método de caída de potencial descrito en el artículo 35 (treinta y cinco).

En este método se utilizan dos electrodos de prueba auxiliares, con resistencias r_2 y r_3 respectivamente, con el electrodo a ser medido designado como r_1 . La resistencia entre cada par de electrodos es medida y designada como r_{12} , r_{13} y r_{23} .

Donde:

$$r_{12} = r_1 + r_2; \quad r_{13} = r_1 + r_3 \quad \text{y} \quad r_{23} = r_2 + r_3.$$

Resolviendo este sistema de ecuaciones tenemos la siguiente expresión para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra (r_1):

$$r_1 = \frac{(r_{12}) - (r_{23}) + (r_{13})}{2}$$

De aquí podemos partir que midiendo la resistencia de cada par de electrodos y sustituyendo los valores de resistencia en la ecuación, el valor de r_1 puede ser establecido.

Es recomendable que los electrodos auxiliares usados para la medición de puesta a tierra tengan el mismo valor de resistencia que el electrodo que se está midiendo; de no ser así resultaría valores errados para cada una de las mediciones individuales, las cuales causarían un error significativo en el valor final de la resistencia a tierra.

Para la medición los electrodos auxiliares deben de permanecer a una distancia mínima de 5 (cinco) o 10 (diez) metros, aunque distancias más grandes son preferibles.

MEDIDA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA MEDIANTE MEDIDOR TIPO PINZA. Este es un método práctico que viene siendo ampliamente usado para medir la puesta a tierra en sitios donde es imposible usar el método convencional de caída de potencial, como es el caso de lugares densamente poblados, celdas subterráneas, centros de grandes ciudades.

El medidor tipo pinza mide la resistencia de puesta a tierra de una varilla o sistema de puesta a tierra simplemente abrazando el conductor de puesta a tierra; tal como lo muestra la figura A.4:

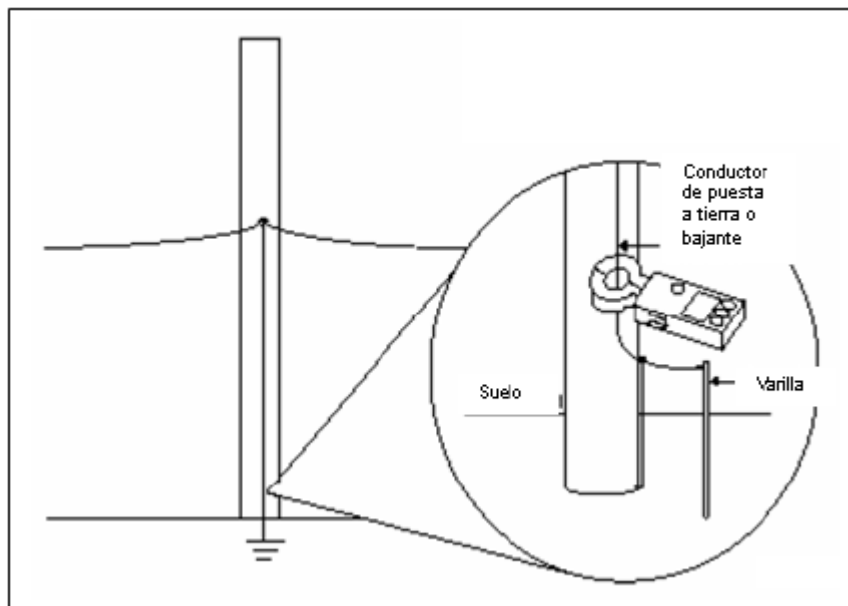


Figura A.4 Medición de Puesta a Tierra Mediante Medidor Tipo Pinza.

Las limitaciones que posee este método de medición de resistencia de tierra son las que se detallan a continuación:

1. No es aplicable a sistemas de puesta a tierra aterrizados en múltiples puntos (Torres de transmisión o mallas de subestaciones).
2. Ruido de alta frecuencia en el sistema podría afectar las lecturas.
3. La aplicación es limitada a electrodos conectados a sistemas multiaterrizados de baja impedancia.
4. Conexiones corroídas o partidas del neutro del sistema pueden influenciar las lecturas.

Es muy importante tener presente que cuando se esté midiendo la resistencia de puesta a tierra en postes en los cuales no es accesible el neutro se debe usar un transformador de corriente de gran tamaño que sea capaz de abrazar todo el poste.

El principio de operación es el siguiente:

El neutro de un sistema multiaterrizado puede ser representado como el circuito simple de resistencias de puesta a tierra en paralelo (ver figura A.5). Si un voltaje E es aplicado al electrodo o sistema de puesta a tierra Rx, la corriente I resultante fluirá a través del circuito.

Típicamente los instrumentos poseen un oscilador de voltaje a una frecuencia de 1.6 kHz y la corriente a la frecuencia generada es recolectada por un receptor de corriente. Un filtro interno elimina las corrientes de tierra y ruido de alta frecuencia.

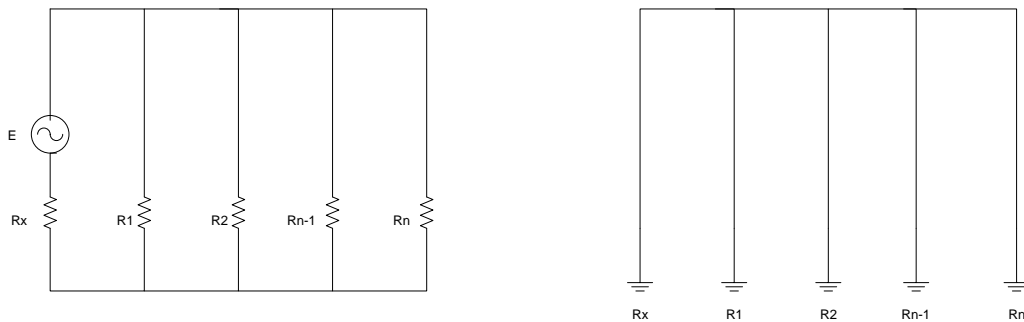


Figura A.4 Circuito Equivalente para un sistema multiaterrizado.

La relación entre el voltaje y la corriente es determinada por el instrumento y desplegada en forma digital. El método está basado en la suposición de que la impedancia del neutro del sistema multiaterrizado, excluyendo el electrodo bajo medida, es muy pequeña y puede ser asumida igual a cero. La ecuación es la siguiente:

$$\frac{E}{I} = R_x + \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}}$$

Donde:

$$R_x \gg 1 / \left(\sum_{k=1}^n 1 / R_k \right)$$

Con esta suposición, la lectura indicada representa la resistencia de puesta a tierra del sistema o electrodo que se está midiendo.

APENDICE B

LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN CABLES DE POTENCIA A MEDIA TENSIÓN.

Las fallas en los cables de energía aislados pueden presentarse al efectuar las pruebas de aceptación o durante su operación, requiriendo de una acción para restaurar el servicio cuando éstos hayan estado en operación.

La localización de fallas en cables subterráneos debe ser tan exacta como sea posible, para permitir la exposición de la falla con el mínimo trabajo. En los casos en que la longitud y la ruta del cable son bien conocidas es necesario determinar la distancia del extremo de la medición de la falla. Sin embargo, en muchos casos la localización de las terminales del cable es el único dato disponible, y la ruta entre ambos extremos no es conocida; esto se debe a que no existen planos o se han hecho modificaciones.

Puesto que hay muchos tipos de cables, métodos de instalación y condiciones del medio, es difícil que pueda hacerse todo tipo de localización de fallas con un solo equipo. Incluso, esta operación debe considerarse como un arte porque no hay dos tipos de falla que sean similares; cada una presenta un reto al ingenio de la persona que trata de localizar la falla con precisión.

El problema de localización de la falla consiste, básicamente en tres pasos:

1. Consolidación de la falla.

La falla se caracteriza de acuerdo a sus parámetros eléctricos por mediciones tomadas de una o más terminales.

Un cable con falla puede o no tener aislamiento quemado; en algunos casos, éste puede tomar varios cientos de volts antes de llegar a la ruptura.

Puesto que la mayoría de los métodos e instrumentos para la localización de fallas requieren de una baja resistencia óhmica en el punto de falla, es necesario reducirla con el equipo adecuado, y así lograr que la falla sea franca o de muy baja impedancia (menos de cincuenta Ohms).

El método para reducir la resistencia de falla de un cable cuando ésta no es franca, es aplicar un voltaje tan alto como para formar un arco en la falla, y así permitir el paso de la corriente; la energía disponible debe ser lo suficientemente alta como para crear una trayectoria conductora.

2. Localización del lugar de la falla.

La localización del lugar de la falla se logra por medio de los métodos rastreadores, usando uno o más detectores.

En instalaciones de ductos, una falla se considera localizada cuando se aísla entre dos puntos accesibles donde el cable puede ser reemplazado. En otras instalaciones, la falla es considerada localizada cuando se conoce su posición precisa y puede ser expuesta para su reparación.

Método de impulsos.

Debido a su precisión, este método ha sido adoptado ampliamente, ya que es aplicado en cualquier tipo de cables, así como todo tipo de instalación.

En términos de electricidad, todas las fallas pueden ser representadas por una capacitancia en paralelo a una resistencia (figura B.2).

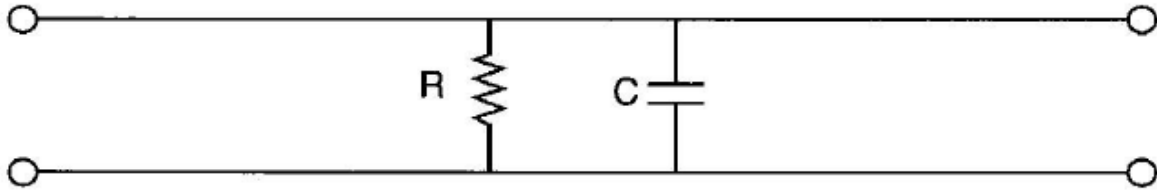


Figura B.2. Circuito eléctrico equivalente.

Aunque el circuito eléctrico es sencillo, las variaciones en las condiciones de las dos trayectorias pueden cubrir un rango extremadamente ancho, con la resistencia abarcando desde un valor muy pequeño hasta los Megohms, y la tensión de ruptura de cero hasta muchos miles de Volts.

En el método de impulso para localización de fallas, un capacitor a grupo de capacitores se carga a través de una fuente rectificadora de alta tensión, a una tensión apropiada; esta última se descarga a través del cable defectuoso. La onda de impulso resultante corre a lo largo del cable hasta que llega a la falla. Esta operación es automáticamente repetida por el generador de impulsos, hasta que la falla es localizada.

Cuando la onda de impulsos llega a la falla, ésta puede disiparse por sí misma, ya sea a través de la trayectoria de la resistencia o mediante formación de arco por la capacitancia; en todo caso, libera energía a tierra, proporcionando una corriente o sonido que pueden ser detectados utilizando un dispositivo localizador de tipo acústico.

Con el detector acústico, el operador recibe señales de tres fuentes: una bobina magnética y dos captadores de tipo sísmico que responden a la energía acústica emitida por la formación del arco. El captador magnético proporciona una inducción de la onda de impulso en el cable, alertando al operario para que escuche la pulsación acústica; de esta forma se aproximará hasta el lugar exacto de la falla, donde la intensidad del sonido estará en su máximo.

APENDICE C

PROPIEDADES DE AISLAMIENTO Y FACTOR DE CORRECCIÓN PARA CABLES XLPE Y EP.

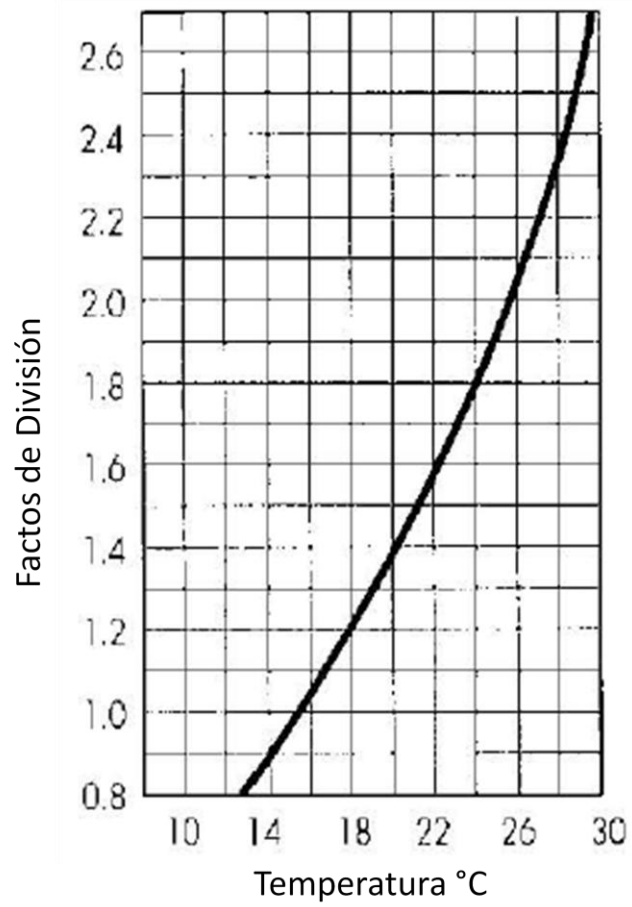
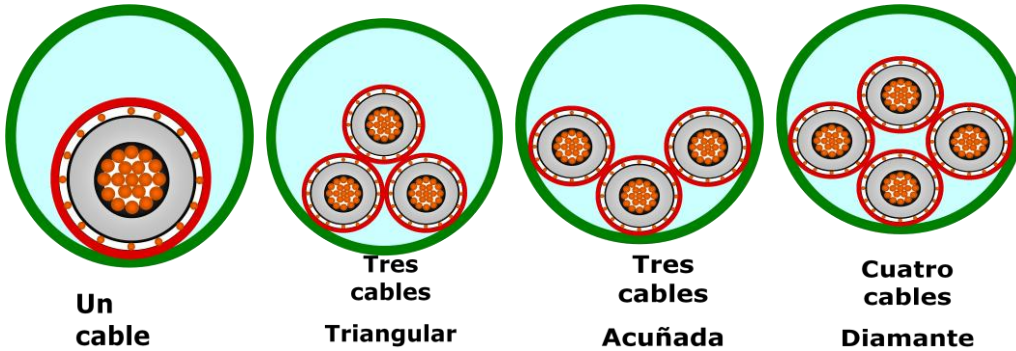


Figura C.1. Factores de corrección por temperatura para resistencia de aislamiento en cables Vulcanel XLPE y Vulcanel PE.

APENDICE D

ACOMODO DE CABLES EN TUBERIAS PVC.



Para tres cables en tubería:

Si $D < 2.4 d$ → formación triangular

Si $D > 3.0 d$ → formación acuñaada

En tramos rectos: si $2.4 d < D < 3.0 d$ → formación triangular

En curvas: si $D > 2.4 d$ → formación acunada

Para 4 Cables en tubería :

Si $D < 3.0 d$ → formación diamante

Donde:

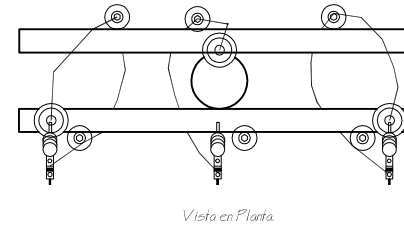
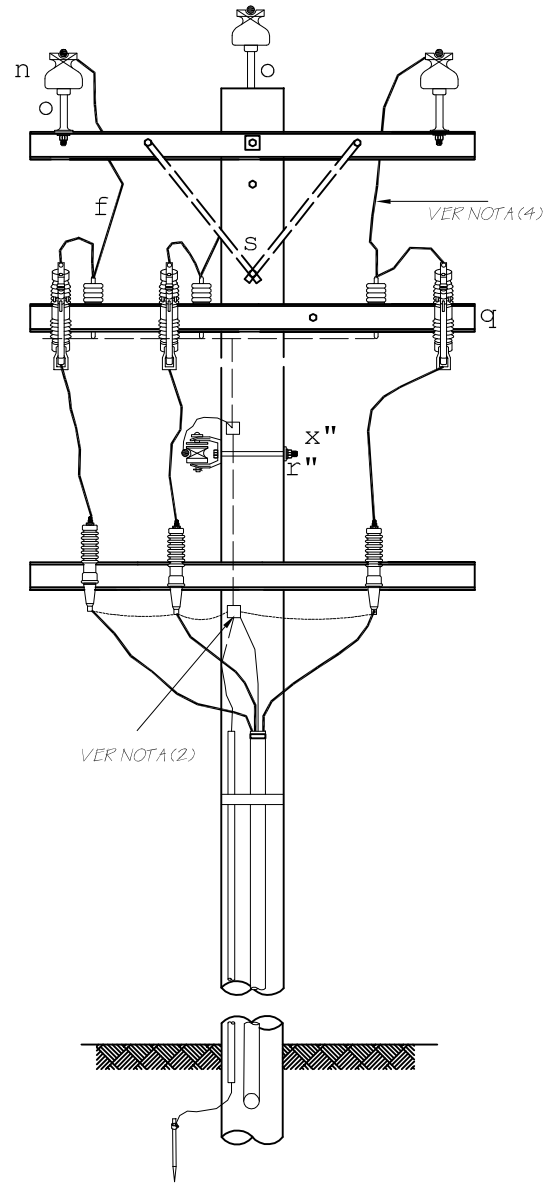
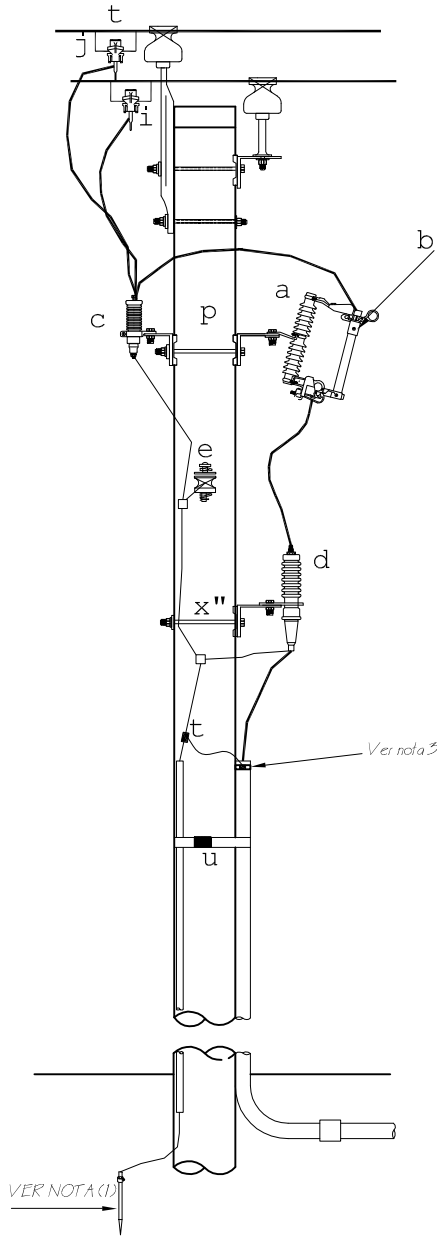
D = Diámetro interno del tubería, en mm

d = Diámetro del cable, en mm

DIAGRAMAS DE REFERENCIA



01- MODELOS DE REFERENCIA PARA LA TRANSICION DE ACOMETIDA AEREA A SUBTERRANEAS EN MT



NOTAS:

- 1- La distancia max. entre poste y barra sera de 30 a 60 cms. y de 15 a 20 cms. debajo del nivel de suelo.
- 2- Conectar neutro del sistema Aereo con el neutro del sistema de la acometida subteranea
- 3- Ver Detalle de para puesta a tierra de postes para conexi3n de lineas aereas a subteraneas (01-AS-06)
- 4- Calibre de conductor de cobre sera #4 como minimo



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

01-TRANSICION AEREO-SUBTERRANEA PARA ACOMETIDA DE MEDIA TENSION CON TERMINALES DE PORCELANA.

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:

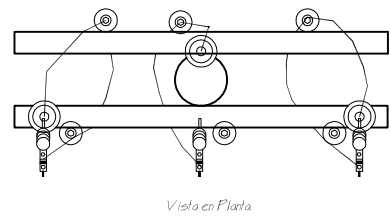
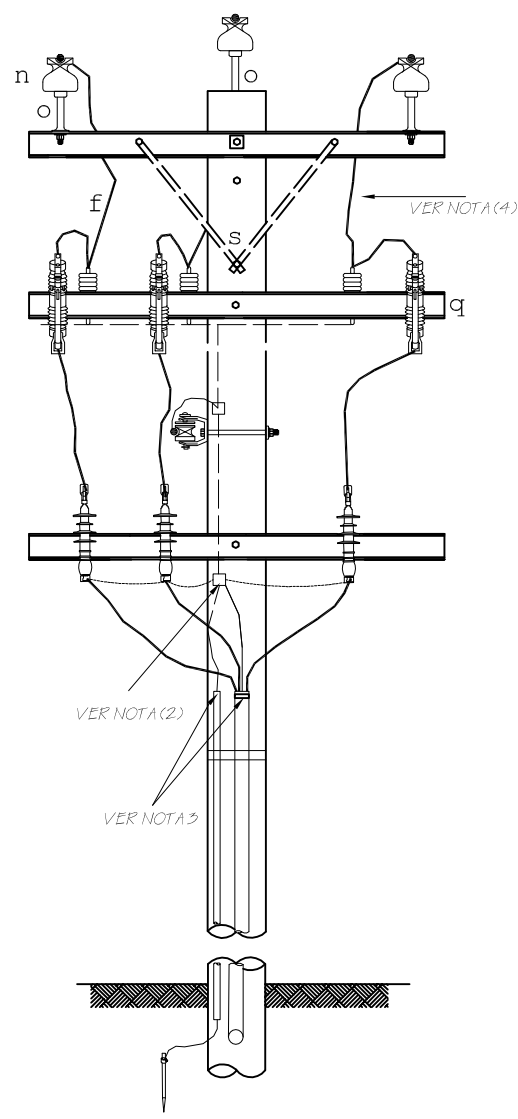
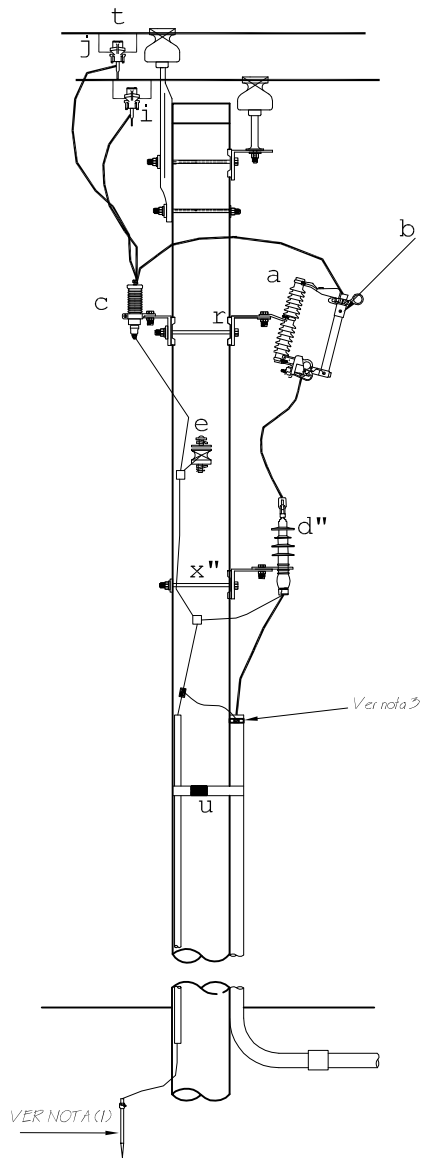
01-AS-01

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



- NOTAS:
- 1- La distancia max. entre poste y barra sera de 30 a 60 cms. y de 15 a 20 cms. debajo del nivel de suelo.
 - 2- Conectar neutro del sistema Aereo con el neutro del sistema de la acometida subterranea
 - 3- Ver Detalle de para puesta a tierra de postes para conexi3n de lineas aereas a subterraneas (01-AS-06.)
 - 4- Calibre de conductor de cobre sera #4 como minimo



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

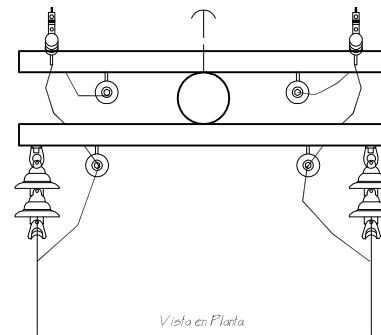
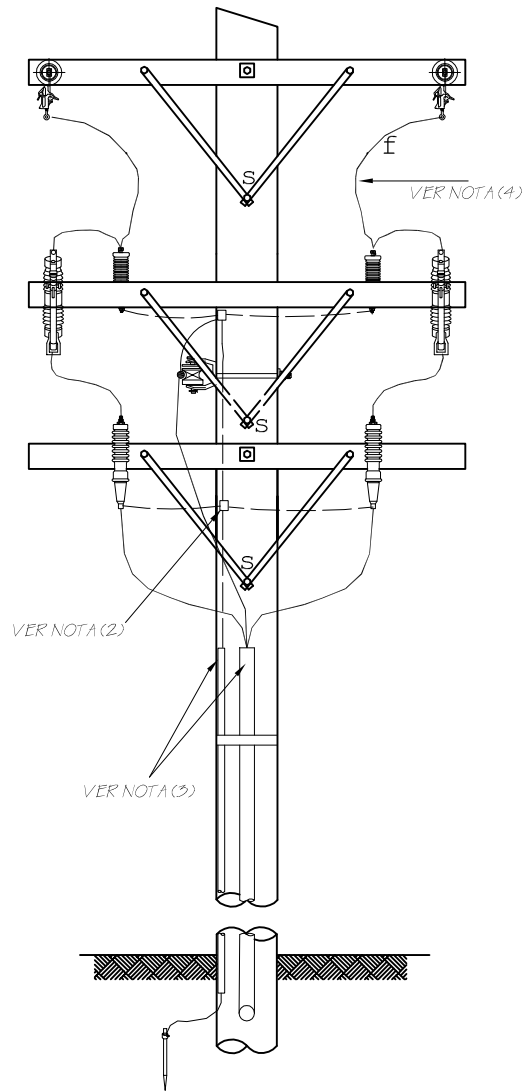
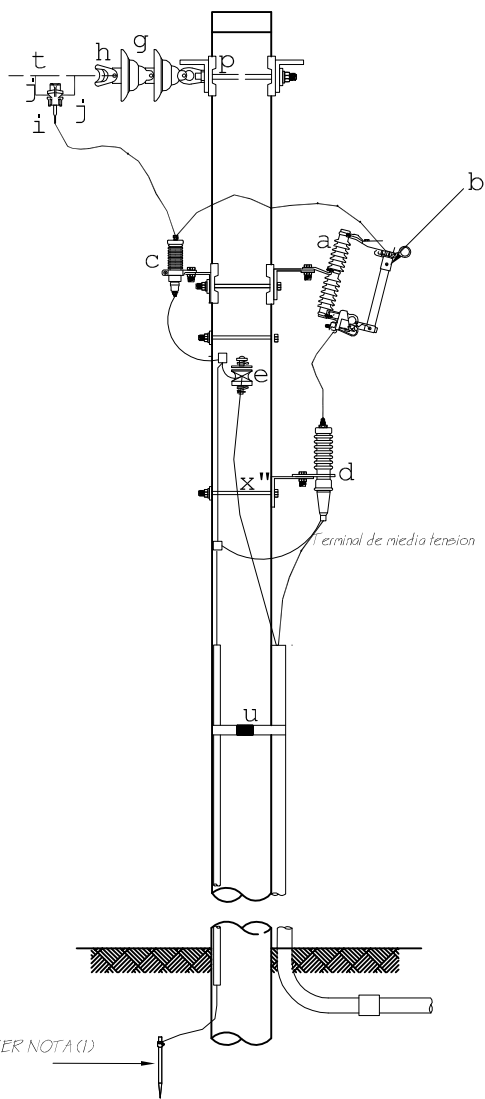
CONTENIDO :
01-TRANSICION AEREO-SUBTERRANEA PARA ACOMETIDA DE MEDIA TENSION CON TERMINAL CONTRACTIL EN FRIO QT III

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
01-AS-02

ESCALA :
INDICADA
FECHA :
DICIEMBRE 2008



NOTAS:

- 1- La distancia max. entre poste y barra sera de 30 a 60 cms. y de 15 a 20 cms. debajo del nivel de suelo.
- 2- Conectar neutro del sistema Aereo con el neutro del sistema de la acometida subterranea
- 3- Ver Detalle de para puesta a tierra de postes para conexi3n de lineas aereas a subterraneas (O3-PR-01)
- 4- Calibre de conductor de cobre sera #4 como minimo



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

01-TRANSICION AEREO-SUBTERRANEA PARA ACOMETIDA EN MEDIA TENSION 2FASES

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:

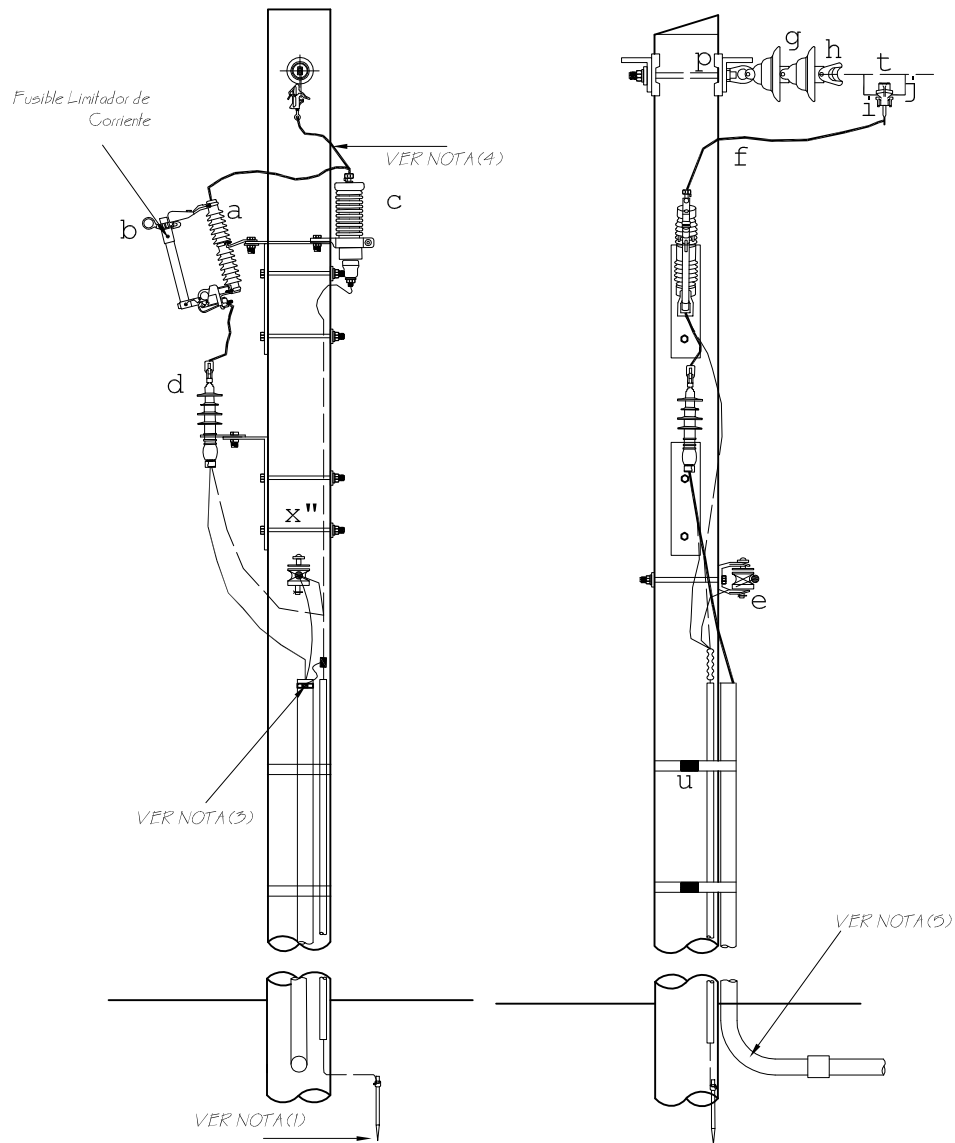
01-AS-03

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



- NOTAS:
- 1- La distancia max. entre poste y barra sera de 30 a 60 cms. y de 15 a 20 cms debajo del nivel de suelo.
 - 2- Conectar neutro del sistema Aereo con el neutro del sistema de la acometida subterranee
 - 3- Ver Detalle de para puesta a tierra de postes para conexi3n de lineas aereas a subterraneeas (O3-PR-01)
 - 4- Calibre de conductor de cobre sera #4 como minimo



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
 01-TRANSICION AEREO-SUBTERRANEA EN MEDIA TENSION 1FASE, CON EXT. PARA CORTACIRCUITO Y PARARRAYO.

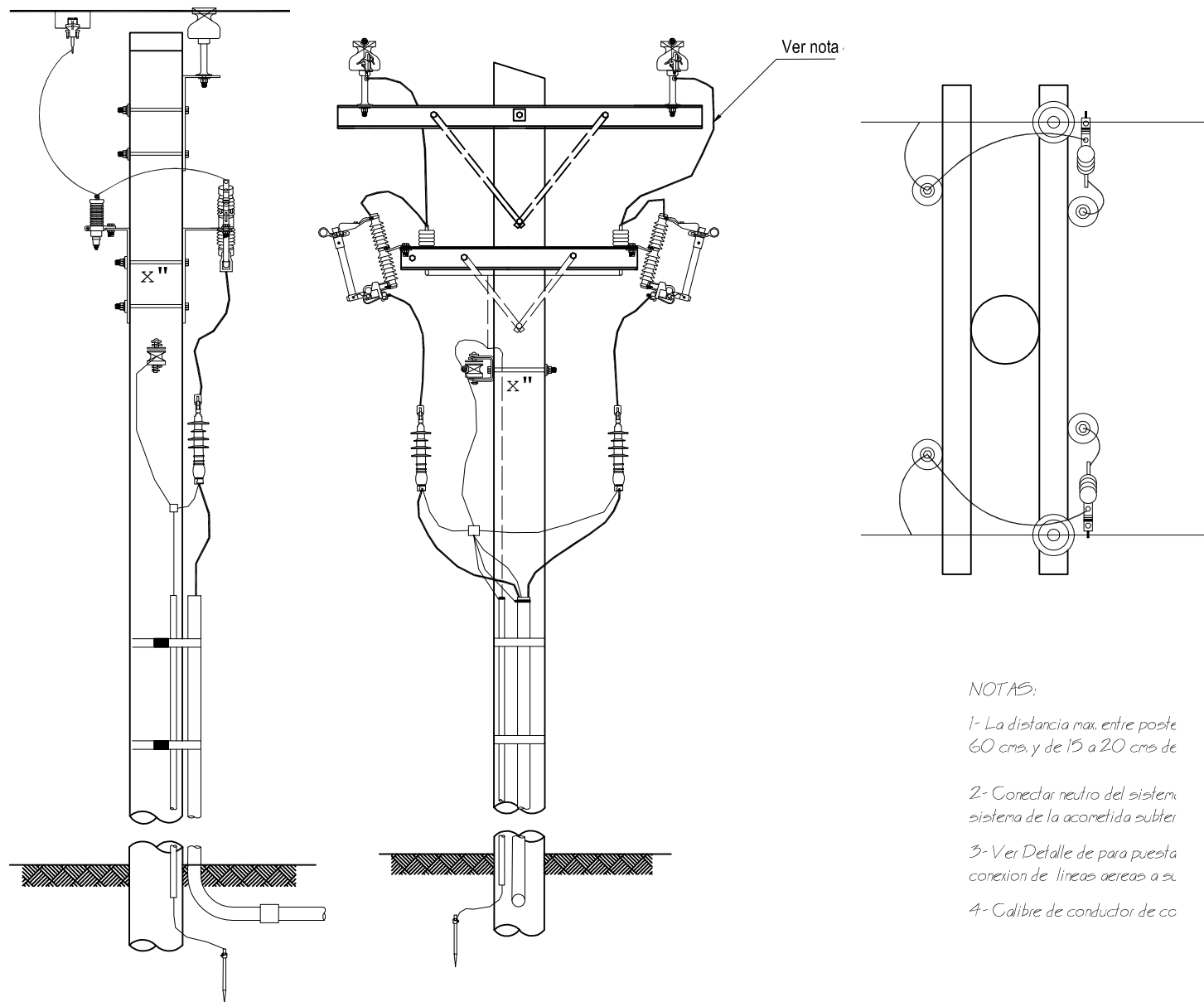
PRESENTA :
 BARAHONA ABARCA, WILLY A.
 RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
 ING. JORGE ALBERTO ZETINO
 ASESOR EXTERNO (SIGET):
 ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
 01-AS-04

ESCALA :
 INDICADA

FECHA :
 DICIEMBRE 2008




 PROYECTO :
NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
 01-TRANSICION AEREO-SUBTERRANEA PARA LINEAS 13.2/7.6kV;23/13.2kV 2 FASES

PRESENTA :
 BARAHONA ABARCA, WILLY A.
 RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

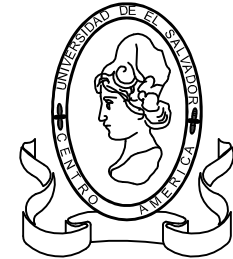
ASESOR INTERNO (UES):
 ING. JORGE ALBERTO ZETINO
 ASESOR EXTERNO (SIGET):
 ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
 01-AS-05

ESCALA :
 INDICADA

FECHA :
 DICIEMBRE 2008

- NOTAS:*
- 1- La distancia max. entre poste 60 cms. y de 15 a 20 cms de
 - 2- Conectar neutro del sistema sistema de la acometida subter
 - 3- Ver Detalle de para puesta conexion de lineas aereas a su
 - 4- Calibre de conductor de co



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
01-TRANSICION AEREO-SUBTERRANEA
SIMBOLOGIA

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
01-AS-06

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008

CUADRO DE SIMBOLOGIA*

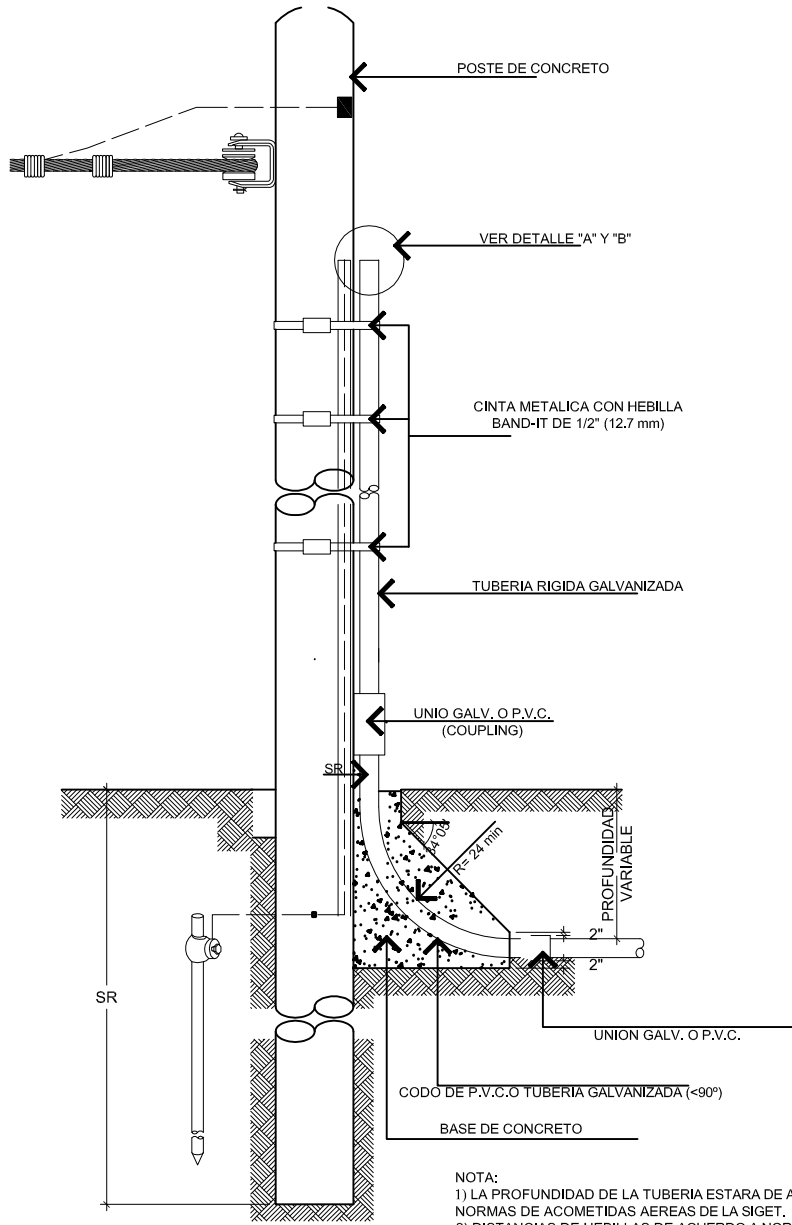
No	DESCRIPCION	23/13.2 kV	13/7.6 kV
a	CORTACIRCUITO	10 kV	7/15kV
b	FUSIBLE TIPO T	100A	100A
c	PARARRAYO DE DISTRIBUCION	21kV	9-10kV
d	TERMINAL DE PORCELANA	25 kV	15kV
e	ESTRIBO PARA CARRETE CON SU AISLADOR, CLASE ANSI 53-2	1	1
f	CONDUCTOR DE COBRE(S.R.)	#4	#4
g	AISLADOR DE SUSPENSION	10" Ø TIPO ANSI 52-1	6" Ø TIPO ANSI 52-4
h	CLEVIS DE REMATE	SR	SR
i	GRAPA AGP	SR	SR
j	ESTRIBO PARA GRAPA AGP	SR	SR
k	EXTENSION PARA PARARRAYO Y CORTACIRCUITO	1	1
m	ABRAZADERA REDONDA	7 7/8 " Ø (177.8-193.7mm)	6 - 6 5/8 " Ø (152-168.3mm)
n	AISLADOR TIPO ESPIGA	190 mm CLASE ANSI 56-1	140 mm CLASE ANSI 56-4
o	ESPIGA CABEZOTE	24 " (609.6 mm)	18 " (457.2 mm)
d"	TERMINAL CONTRACTIL EN FRIJO QT III O SIMILAR	25 kV	15kV

S.R. : SEGUN REQUIERA.

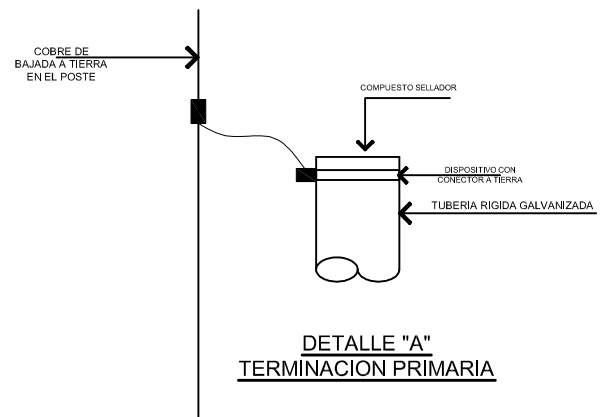
* CUALQUIER MODIFICACION ESTARA SUJETA AL ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE LA SIGET.

CUADRO DE SIMBOLOGIA*

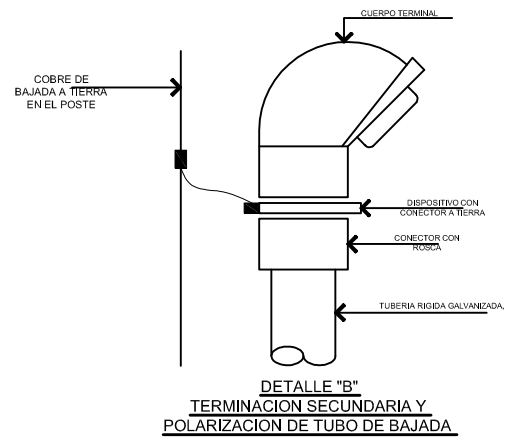
No	DESCRIPCION	23/13.2 kV	13/7.6 kV
p	ALMOHADILLA PARA CRUCERO	S.R.	S.R.
q	CRUCERO ANGULAR	94 " (2388 mm)	94 " (2388 mm)
r	ESPIGA PARA CRUCERO Ho	6 " (152.4 mm)	6 " (152.4 mm)
s	TIRANTE EN V	45 " (1143mm)	45 " (1143mm)
t	CONECTOR DE COMPRESION	SR	SR
u	CINTA METALICA + HEBILLA BAND-IT	1/2 " (12.7 mm)	1/2 " (12.7 mm)
r"	ARANDELA REDONDA	5/8 " (15.9 mm)	5/8 " (15.9 mm)
s"	PERNO MAQUINA	5/8"x10" (15.9 xX254mm)	5/8"x10" (15.9 xX254mm)
t"	PERNO MAQUINA	1/2"x1 1/2" (12.7 xX38.1mm)	1/2"x1 1/2" (12.7 xX38.1mm)
u"	PERNO MAQUINA	1/2"x2" (15.9 x 50.8mm)	1/2"x2" (15.9 x 50.8mm)
v"	PERNO MAQUINA	5/8"x12" (15.9 x 304.8mm)	5/8"x12" (15.9 x 304.8mm)
x"	PERNO MAQUINA	5/8"x8" (15.9 x 203.2mm)	5/8"x8" (15.9 x 203.2mm)



NOTA:
 1) LA PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA ESTARA DE ACUERDO A NORMAS DE ACOMETIDAS AEREAS DE LA SIGET.
 2) DISTANCIAS DE HEBILLAS DE ACUERDO A NORMAS AEREAS EXISTENTES.
 3) SR: SEGUN REQUIERA.



DETALLE "A"
TERMINACION PRIMARIA



DETALLE "B"
TERMINACION SECUNDARIA Y POLARIZACION DE TUBO DE BAJADA



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
 01-TRANSICION AEREO-SUBTERRANEA
 DETALLES DE TUBO PARA BAJADA EN ACOMETIDA AEREA

PRESENTA :
 BARAHONA ABARCA, WILLY A.
 RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
 ING. JORGE ALBERTO ZETINO
 ASESOR EXTERNO (SIGET):
 ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
 01-AS-07

ESCALA :
 INDICADA

FECHA :
 DICIEMBRE 2008



02- MODELOS DE REFERENCIA DE ZANJEADOS PARA LINEAS SUBTERRANEAS EN MT



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

02- ZANJEADO EN MEDIA TENSION PARA ACOMETIDA PRIMARIA EN TUBERIA DE PVC

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:

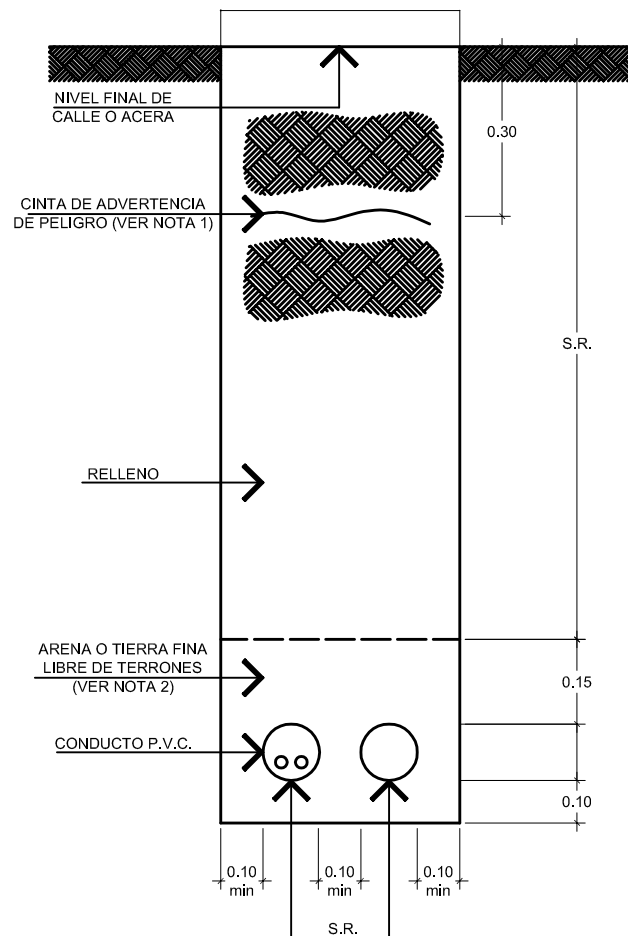
02-ZJ-01

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



S.R. : SEGUN REQUIERA.

PENDIENTE MINIMA:

La zanja para la canalizacion de ducto se excavara entre pozo y pozo (segun tipo) de tal forma que garantice la pendiente apropiada, para disponer de un efectivo desague, la pendiente minima aceptada debe de estar entre el 1% al 2% lo que corresponde a 10 (Diez) o 20 (Veinte) centimetros de descenso por cada 10 (Diez) metros de canalizacion.

NOTAS:

- 1- La cinta de aviso (Peligro Alto Voltaje) debe de cubrir $\frac{1}{3}$ del ancho de la zanja
- 2- En cruces de calles cubrir con capa de concreto con un espesor minimo de 10 cms.
- 3- Ancho y profundidad de la zanja segun sea requerido (ver tabla 5, 6 y 7 de esta norma)



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

02- ZANJEADO EN MEDIA TENSION PARA ACOMETIDAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS EN TUBERIA DE PVC

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

ESCALA :

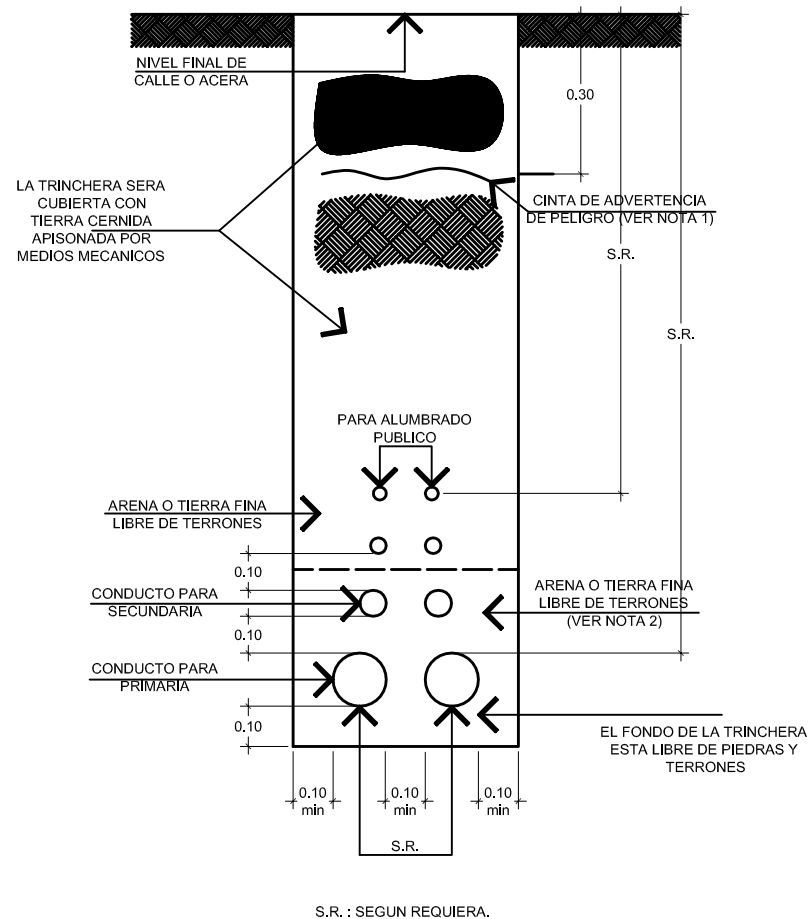
INDICADA

FIGURA:

02-ZJ-02

FECHA :

DICIEMBRE 2008

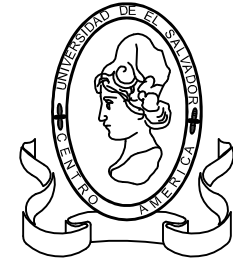


PENDIENTE MINIMA:

La zanja para la canalizacion de ducto se excavara entre pozo y pozo (segun tipo) de tal forma que garantice la pendiente apropiada, para disponer de un efectivo desague, la pendiente minima aceptada debe de estar entre el 1% al 2% lo que corresponde a 10 (Diez) o 20 (Veinte) centimetros de descenso por cada 10 (Diez) metros de canalizacion.

NOTAS:

- 1- La cinta de aviso (Peligro Alto Voltaje) debe de cubrir $\frac{1}{3}$ del ancho de la zanja
- 2- En cruces de calles cubrir con capa de concreto con un espesor minimo de 10 cms.
- 3- Ancho y profundidad de la zanja segun sea requerido (ver tabla 5, 6 y 7 de esta norma)



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

02- ZANJEADO EN MEDIA TENSION PARA LA DISTRIBUCION DE CIRCUITOS PRIMARIOS, SECUNDARIOS Y ALUMBRADO PUBLICO

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:

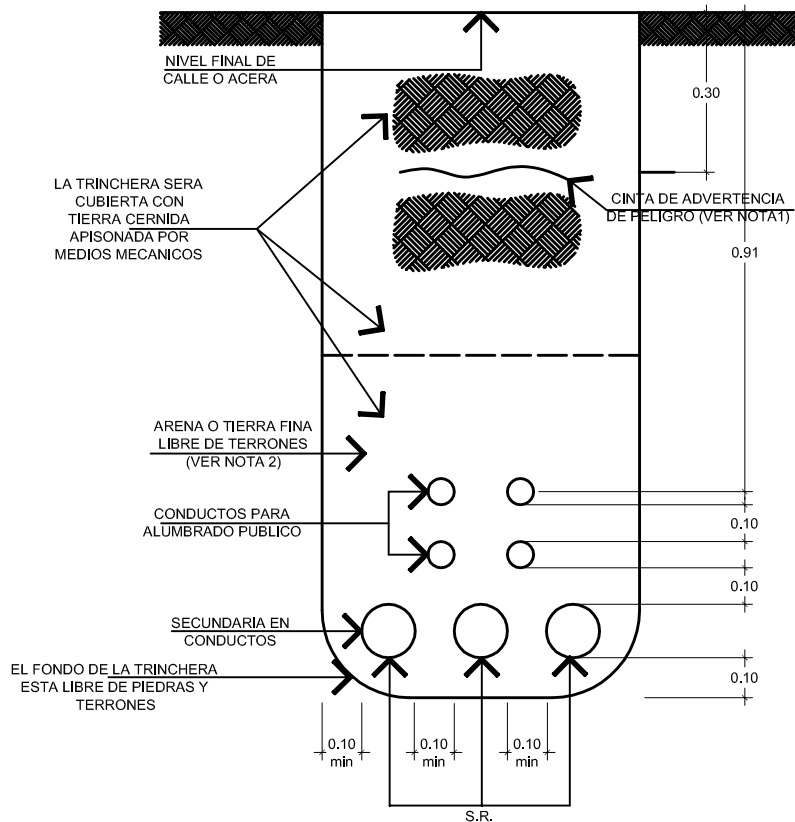
02-ZJ-03

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



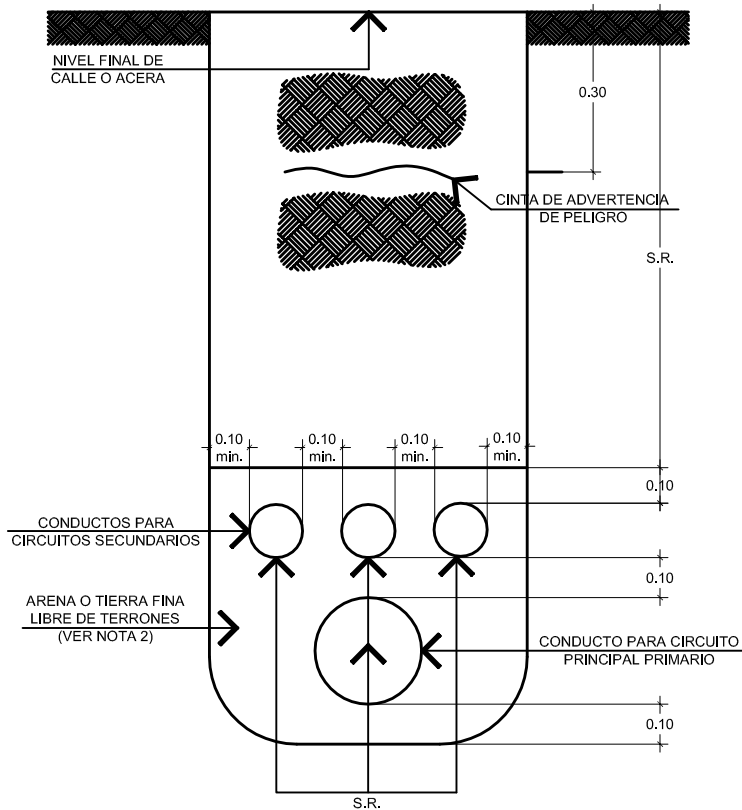
S.R. : SEGUN REQUIERA.

PENDIENTE MINIMA:

La zanja para la canalizacion de ducto se excavara entre pozo y pozo (segun tipo) de tal forma que garantice la pendiente apropiada, para disponer de un efectivo desague, la pendiente minima aceptada debe de estar entre el 1% al 2% lo que corresponde a 10 (Diez) o 20 (Veinte) centimetros de descenso por cada 10 (Diez) metros de canalizacion.

NOTAS:

- 1- La cinta de aviso (Peligro Alto Voltaje) debe de cubrir $\frac{1}{3}$ del ancho de la zanja
- 2- En cruces de calles cubrir con capa de concreto con un espesor minimo de 10 cms.
- 3- Ancho y profundidad de la zanja segun sea requerido (ver tabla 5, 6 y 7 de esta norma)



PENDIENTE MINIMA:

La zanja para la canalizacion de ducto se excavara entre pozo y pozo (segun tipo) de tal forma que garantice la pendiente apropiada, para disponer de un efectivo desague, la pendiente minima aceptada debe de estar entre el 1% al 2% lo que corresponde a 10 (Diez) o 20 (Veinte) centimetros de descenso por cada 10 (Diez) metros de canalizacion.

NOTAS:

- 1- La cinta de aviso (Peligro Alto Voltaje) debe de cubrir $\frac{1}{3}$ del ancho de la zanja
- 2- En cruces de calles cubrir con capa de concreto con un espesor minimo de 10 cms.
- 3- Ancho y profundidad de la zanja segun sea requerido (ver tabla 5,6 y 7 de esta norma)



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

02- ZANJEADO EN MEDIA TENSION PARA CIRCUITOS PRIMARIOS, SECUNDARIOS Y ALUMBRADO PUBLICO.

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:

02-ZJ-04

ESCALA :

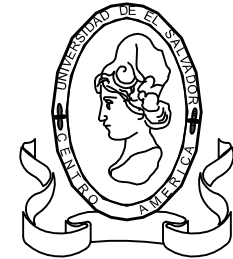
INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



03- MODELOS DE REFERENCIAS DE TIPO CIVIL PARA CONSTRUCCION DE POZOS ELECTRICOS EN MT



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

02- DETALLES TIPO CIVIL PARA
VISTA a-a DE POZO DE REGISTRO
TIPO "S"

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

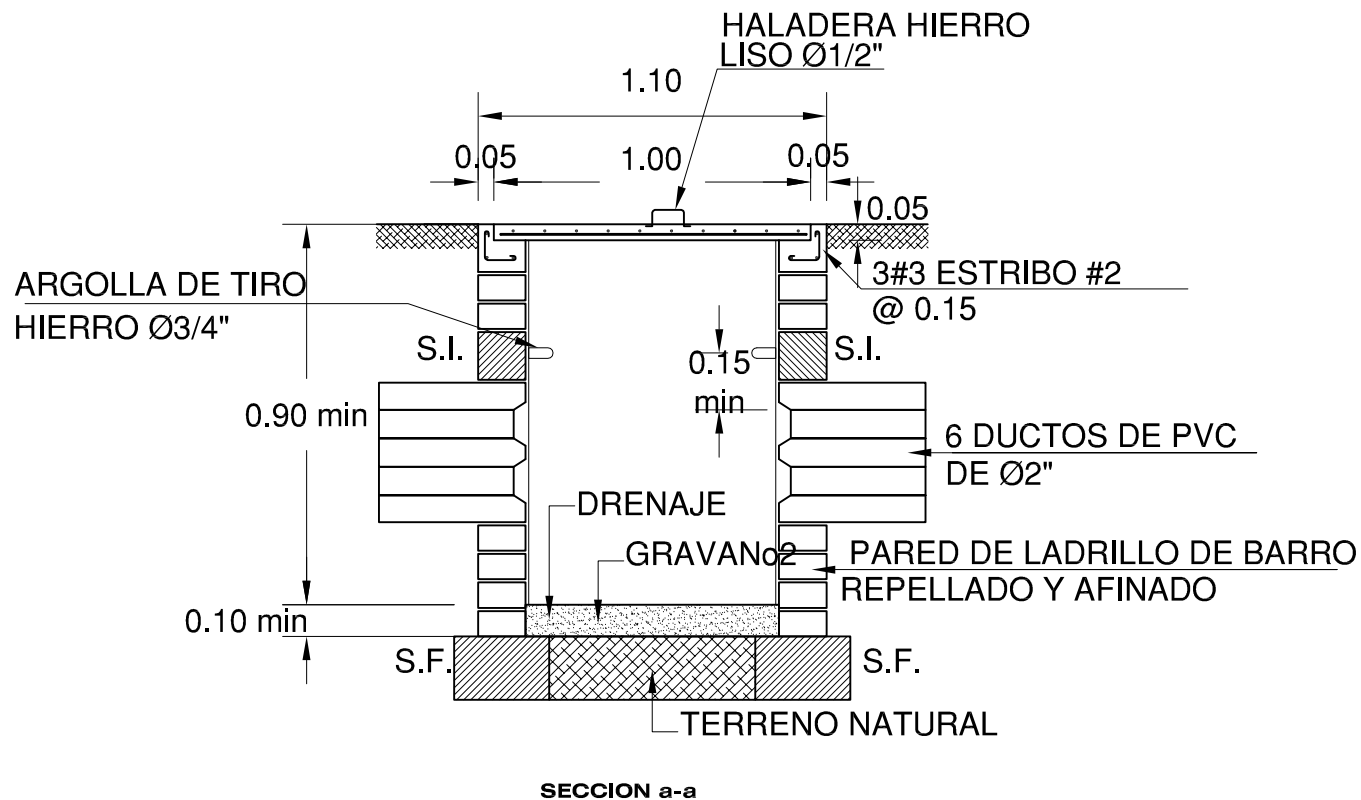
03-PE-01

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008





PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

02- DETALLES TIPO CIVIL PARA
VISTA b-b DE POZO DE REGISTRO
TIPO "S"

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

N° DE HOJA:

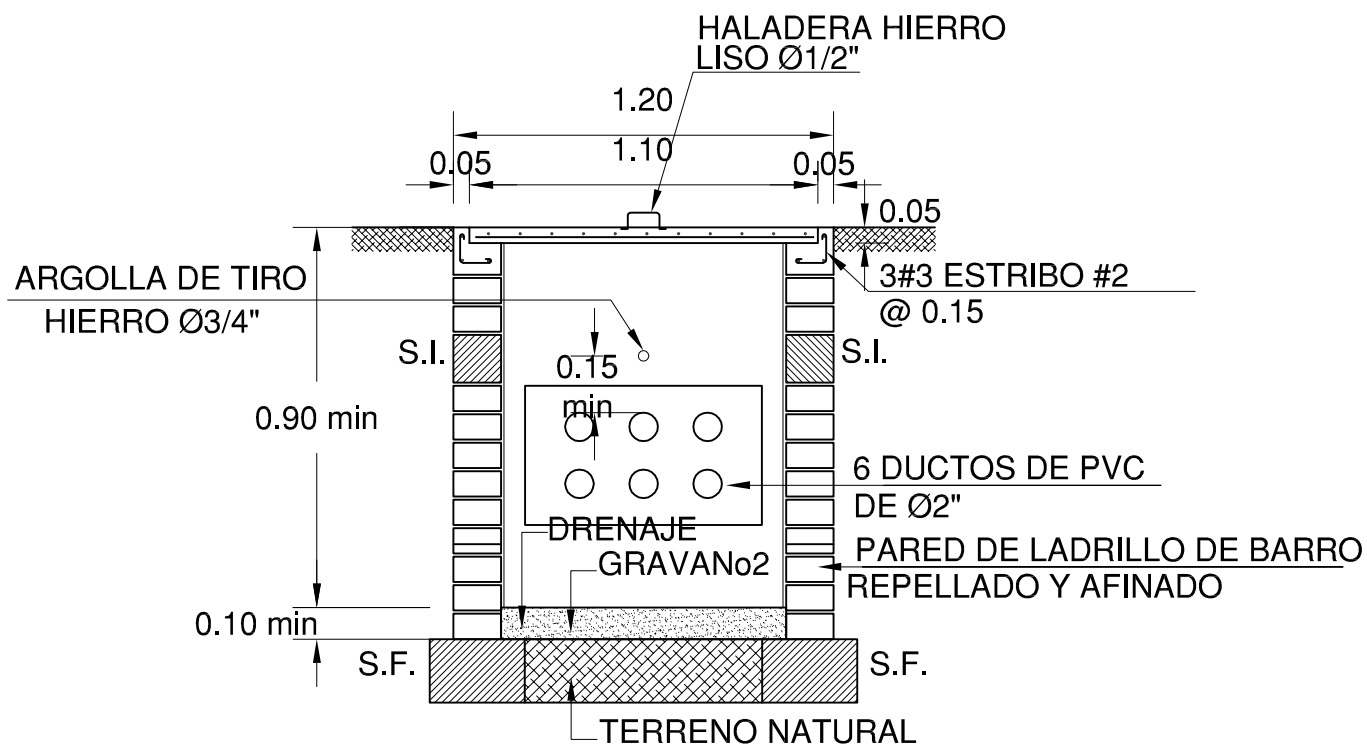
03-PE-02

ESCALA :

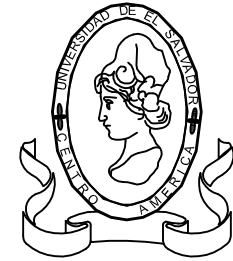
INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



SECCION b-b



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

02- DETALLES TIPO CIVIL PARA
POZO DE REGISTRO "P"

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

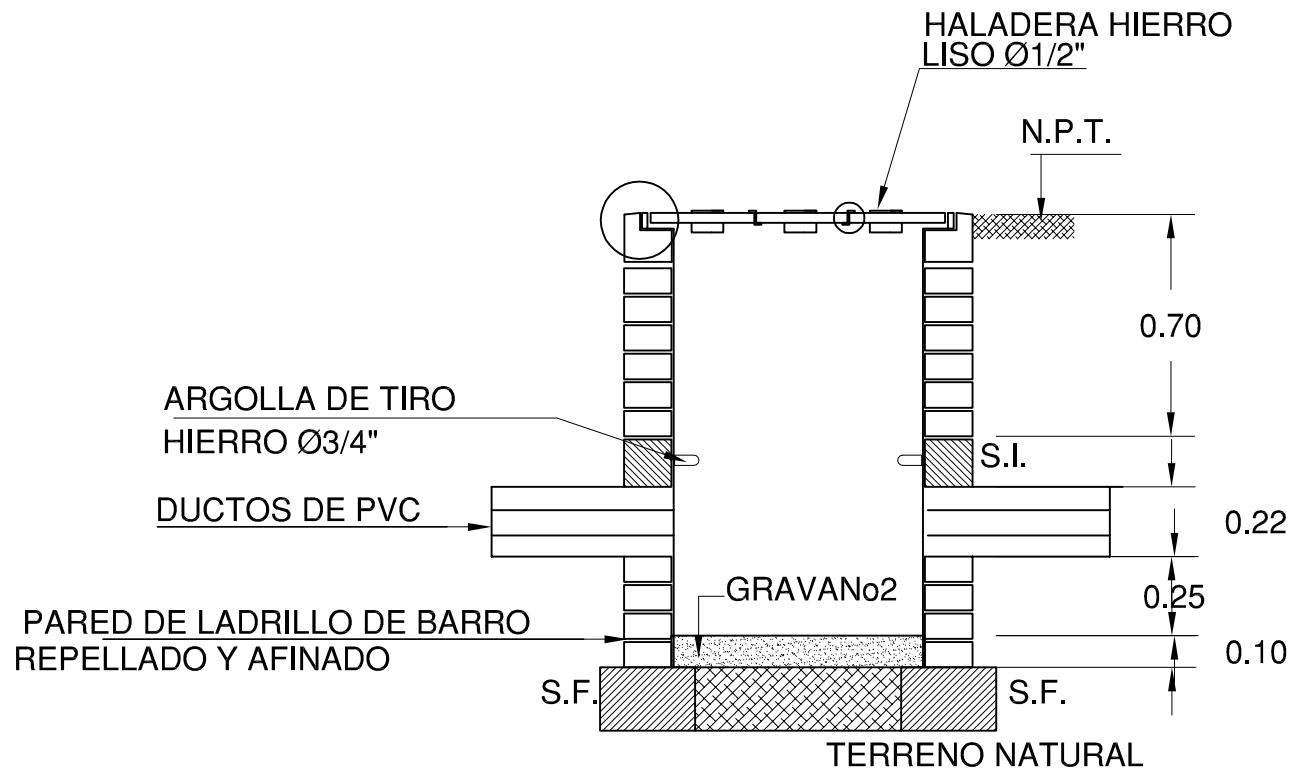
03-PE-03

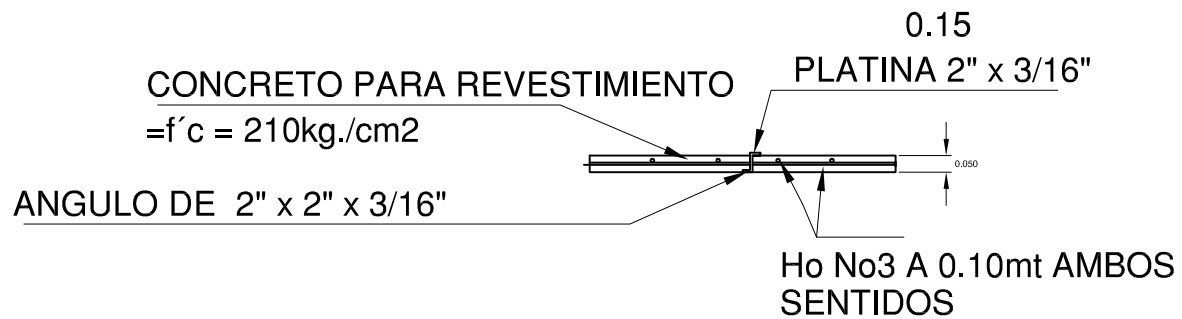
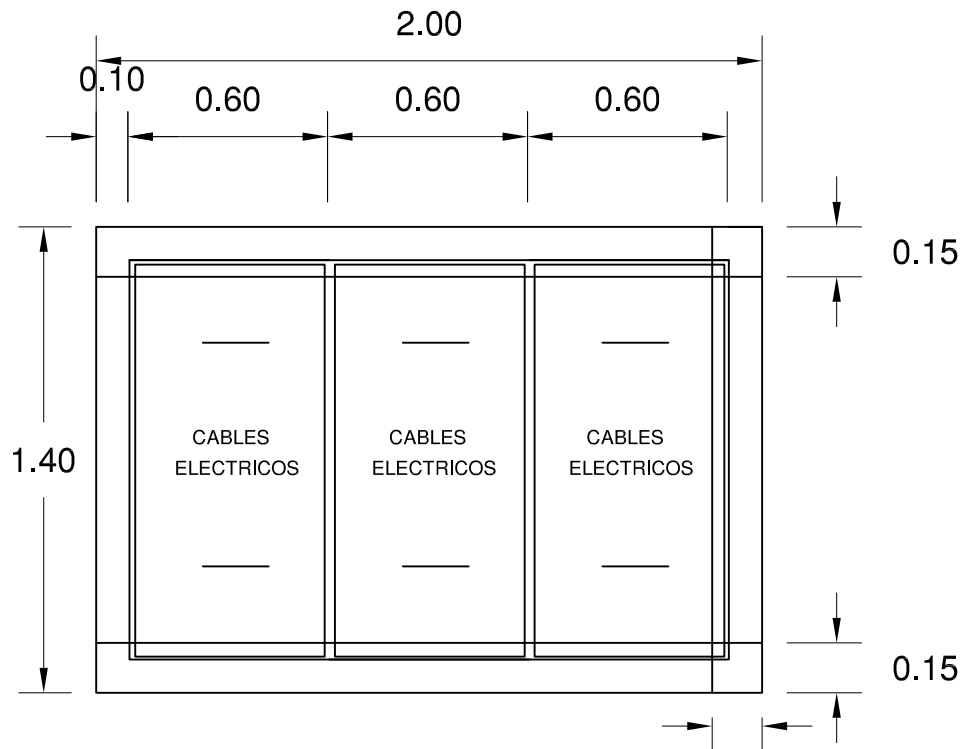
ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008





PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

02- DETALLES TIPO CIVIL PARA VISTA EN PLANTA DE POZO DE REGISTRO "P" O "PS"

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
 RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

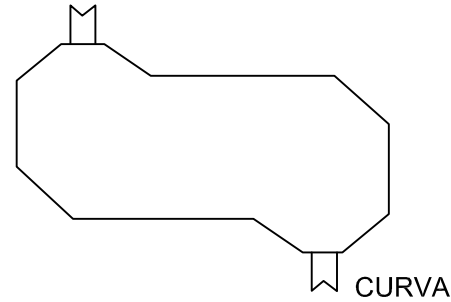
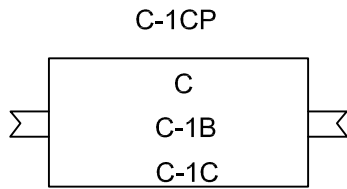
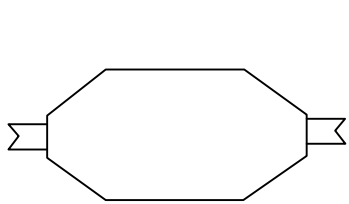
03-PE-04

ESCALA :

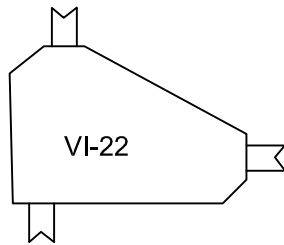
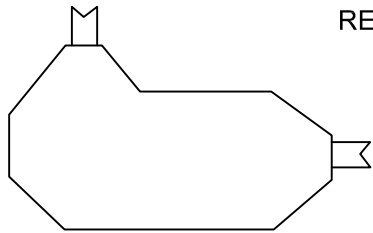
INDICADA

FECHA :

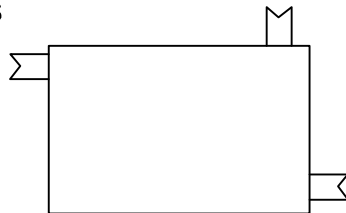
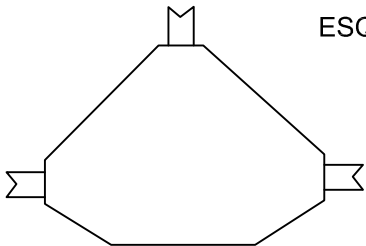
DICIEMBRE 2008



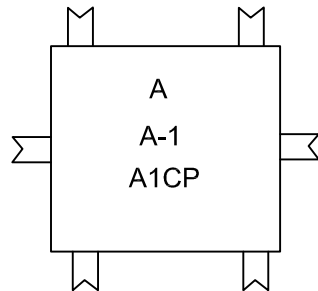
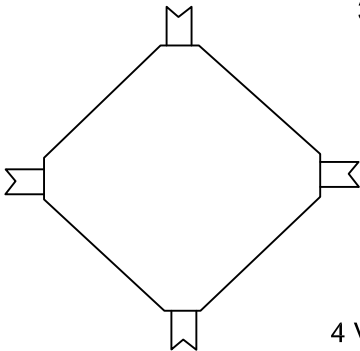
RECTO



ESQUINAS



3 VIAS



4 VIAS



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

03- DETALLES DE TIPO CIVIL.
FORMAS TIPICAS DE POZOS ELECTRICOS.

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

03-PE-05

ESCALA :

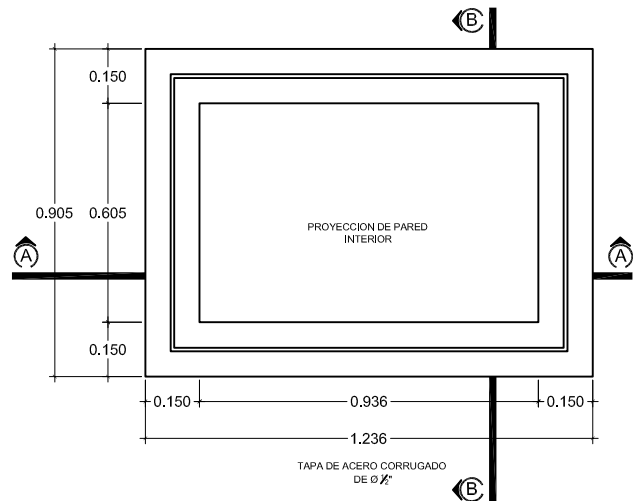
INDICADA

FECHA :

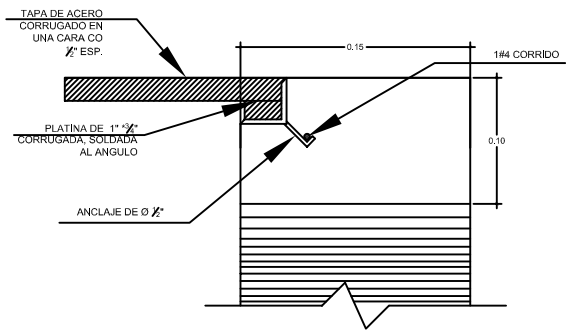
DICIEMBRE 2008



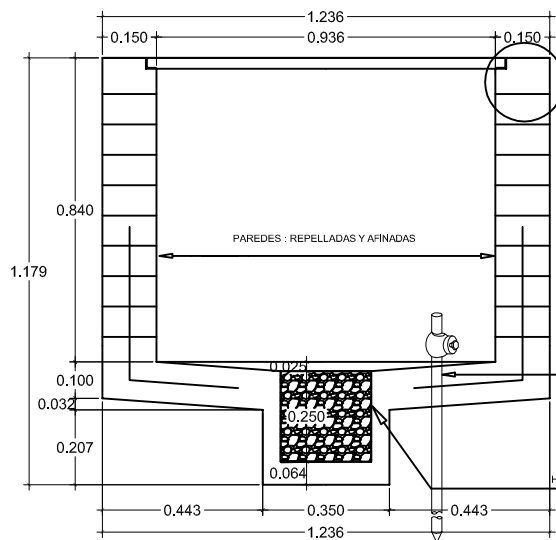
**03- MODELOS DE REFERENCIAS
DE TIPO CIVIL PARA
CONSTRUCCION DE POZOS
ELECTRICOS EN MT
(PROPUESTA)**



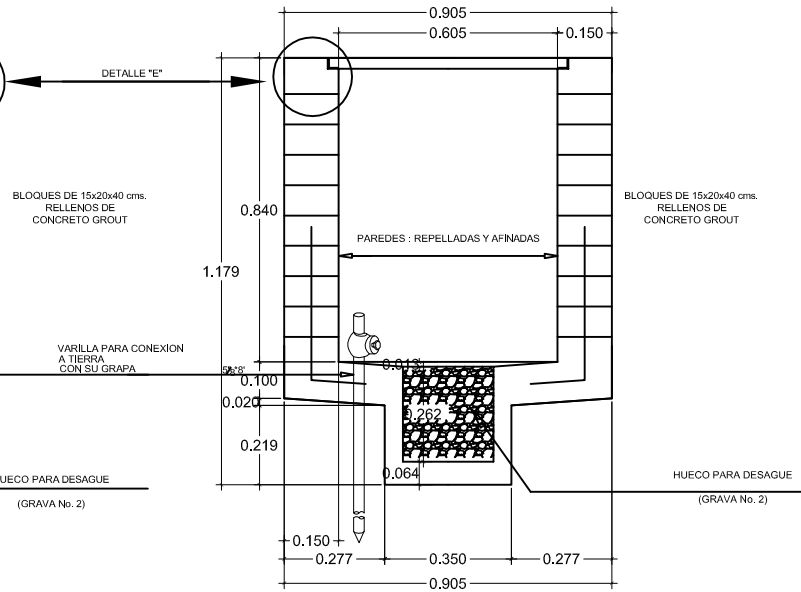
LOSA SUPERIOR



DETALLE 'E'



SECCION 'A'



SECCION 'B'



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
POZO TIPO "C" DE PASO PARA CABLES SECUNDARIOS.

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
03-PE-06

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
POZO TIPO "C" DE PASO PARA CABLES SECUNDARIOS.

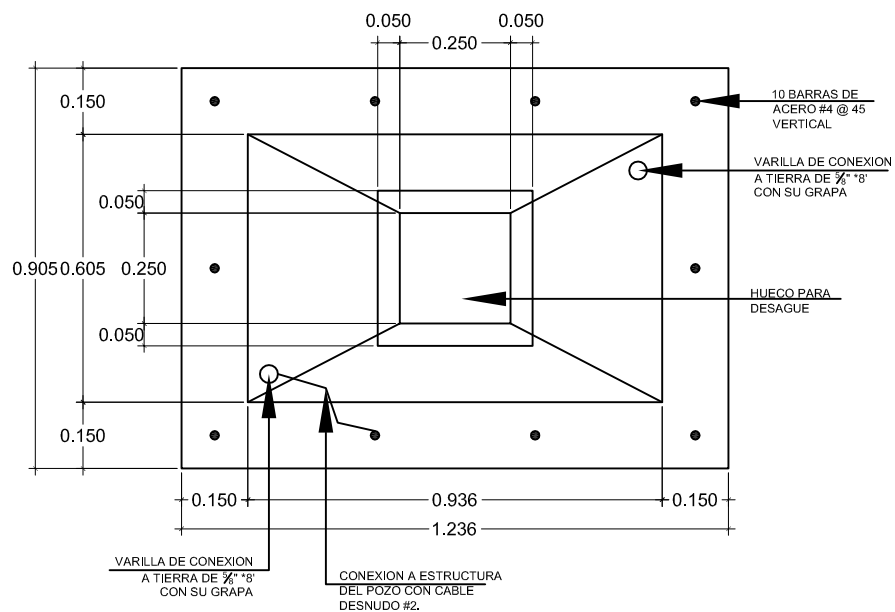
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
03-PE-06

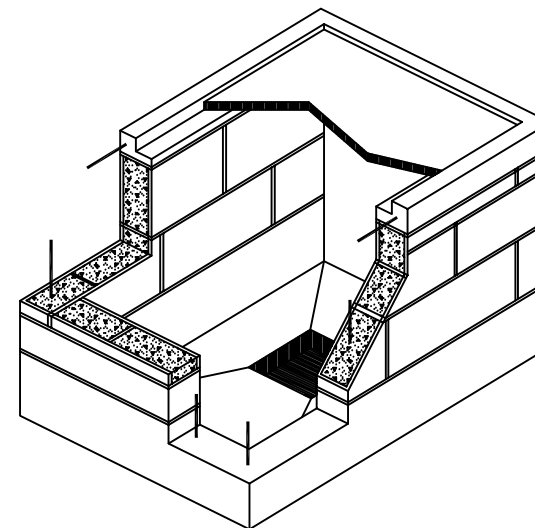
ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008

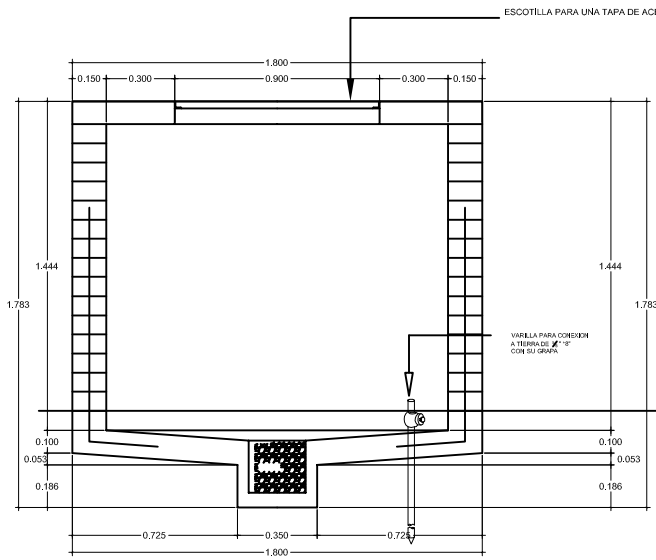


LOSA SUPERIOR

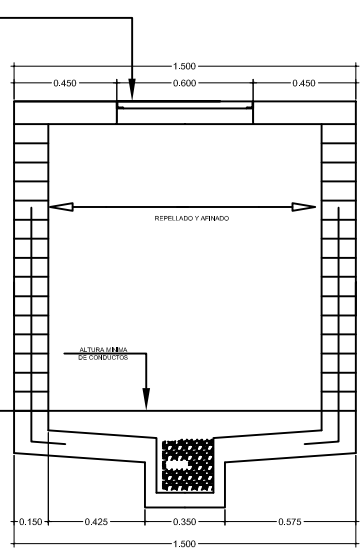
Aplicación: Pozo de paso para cables secundarios.



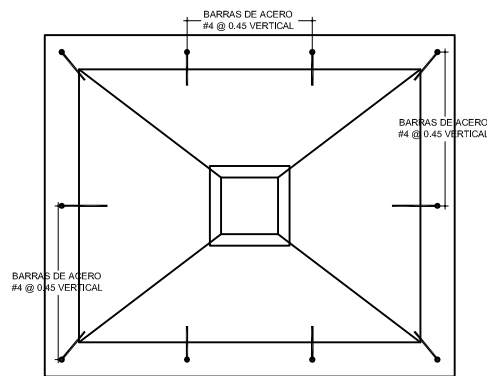
ISOMETRICO



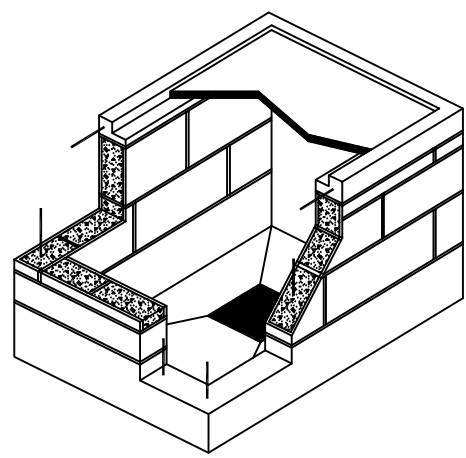
SECCION 'A'



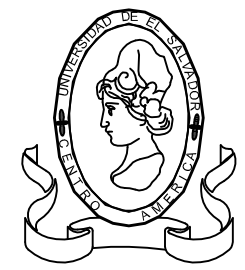
SECCION 'B'



ESTRUCTURA DE LOSA INFERIOR



ISOMETRICO



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
POZO TIPO "C-1B" DE PASO PARA CABLES SECUNDARIOS.

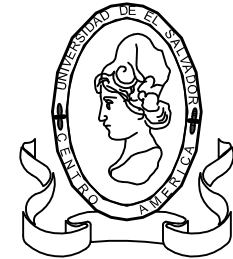
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
03-PE-07

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
POZO TIPO "C-1B" DE PASO PARA CABLES SECUNDARIOS.

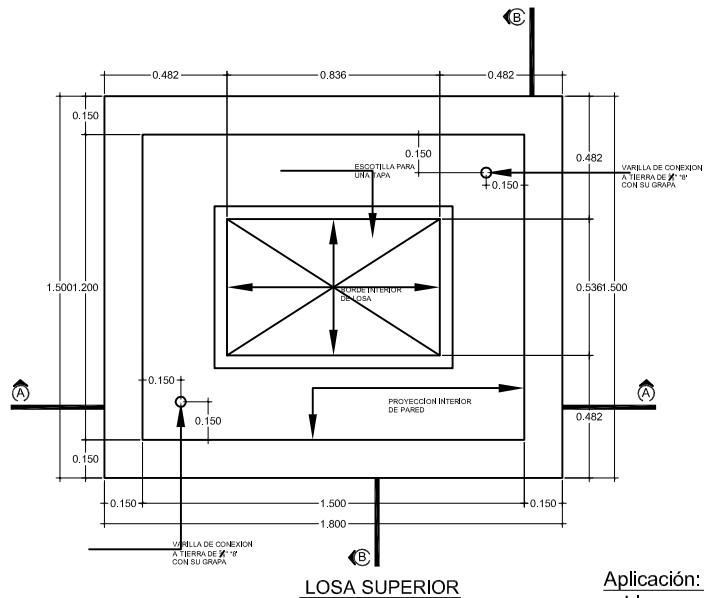
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
03-PE-07

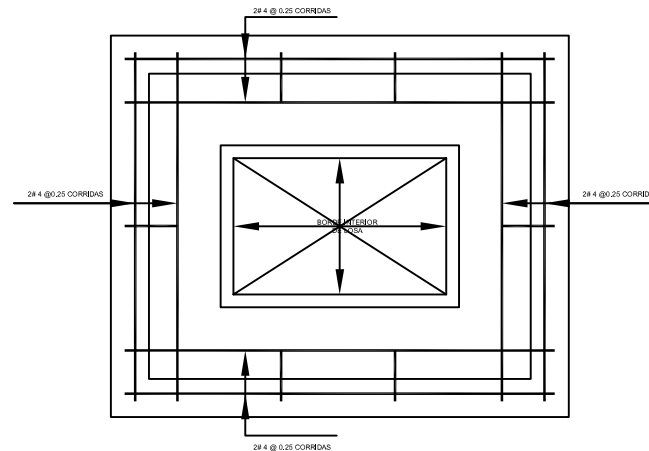
ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008

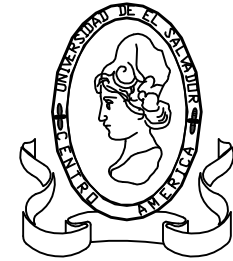


LOSA SUPERIOR

Aplicación: Pozo de paso para cables secundarios



ESTRUCTURA DE LOSA SUPERIOR



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
POZO TIPO "C-1CP" PARA CABLES PRIMARIOS, MAXIMO 2CKTOS.

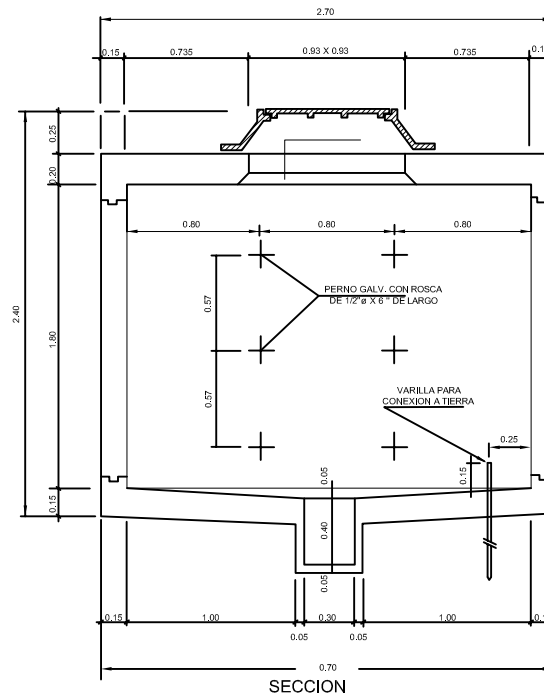
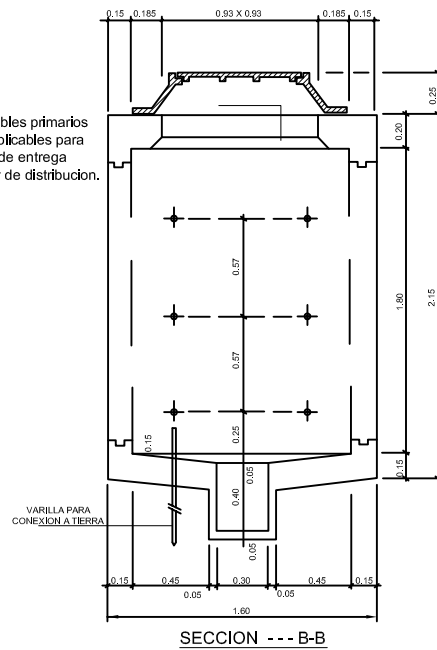
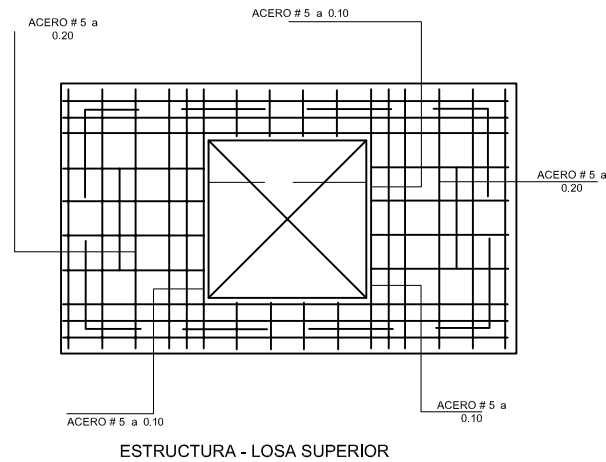
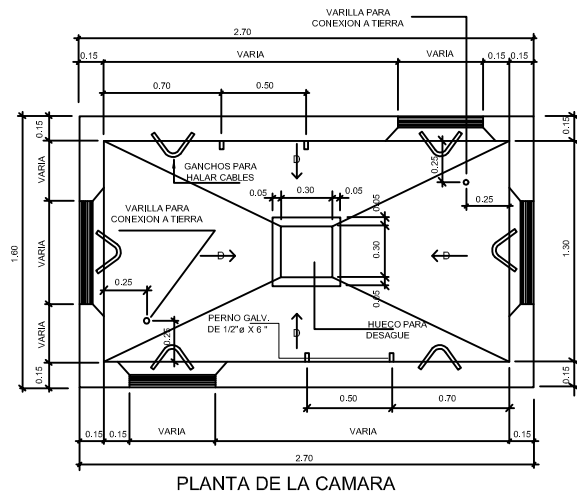
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

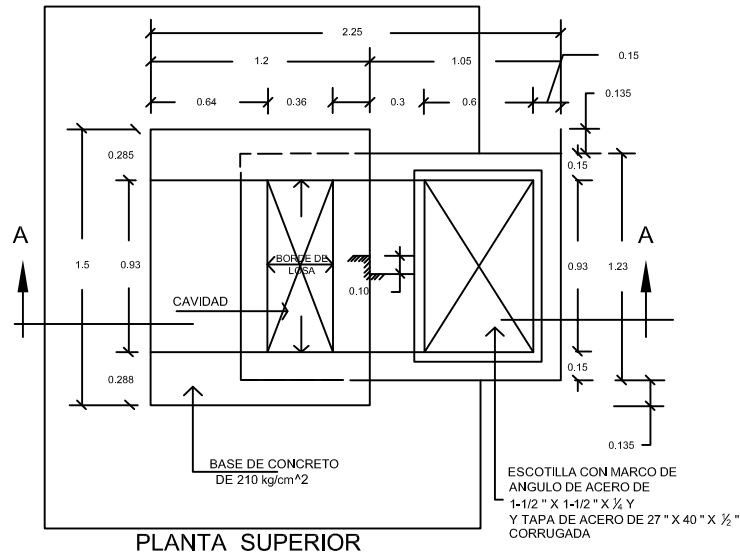
FIGURA :
03-PE-08

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008



APLICACION:
Pozo para alojamiento de cables primarios voltajes de media tension aplicables para trayectorias desde el punto de entrega hasta llegar al transformador de distribucion.



VARILLAS
PARA
CONEXION
A TIERRA
DE 3/8" X 8"
CON SU
GRAPA



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
BASE DE HORMIGON Y POZO DE PASO
PARA TRANSFORMADORES
MONOFASICOS PAD MOUNTED.

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

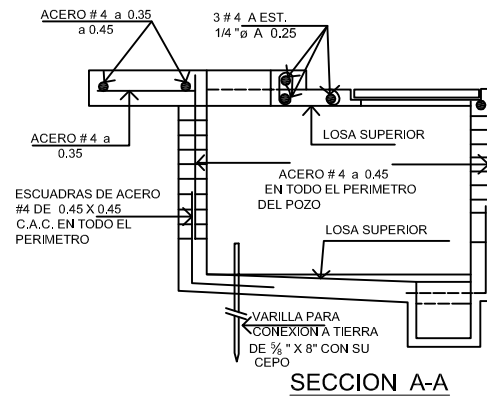
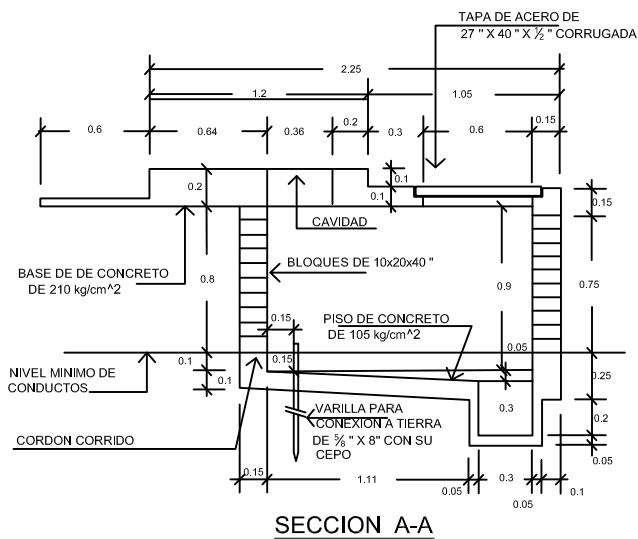
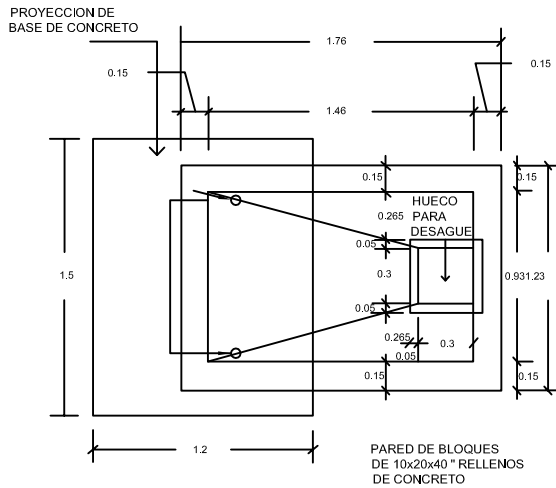


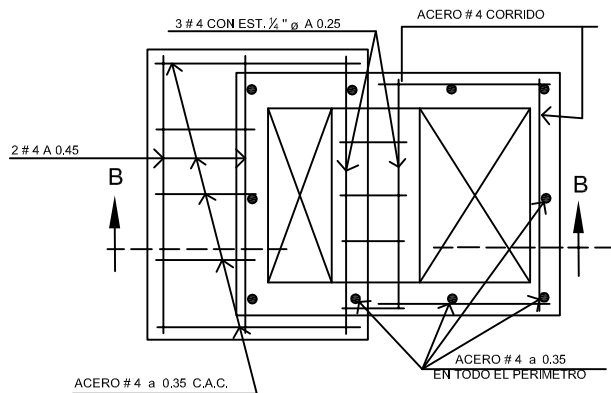
FIGURA:
03-PE-09

ESCALA :
INDICADA

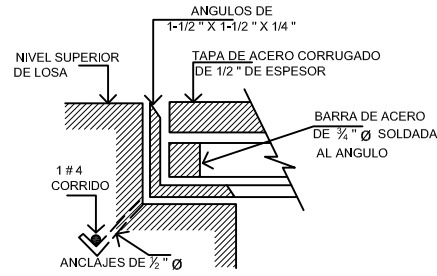
FECHA :
DICIEMBRE 2008



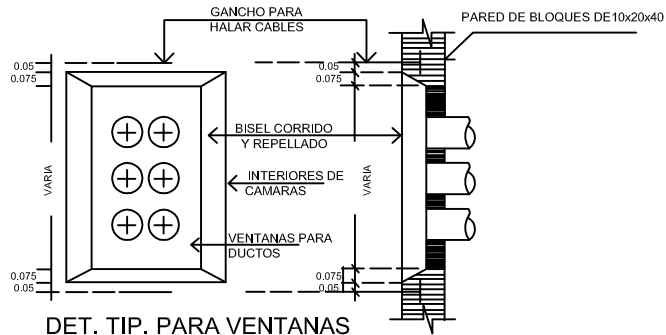
PLANTA DE CAMARA



PLANTA DE LOSA SUPERIOR



DET. ANCLAJE DE TAPA



DET. TIP. PARA VENTANAS

NOTA:
1-TAPA ANTIHURTO

APLICACION:
POZO DE PASO PARA CABLES PRIMARIOS,
CON BASE DE CONCRETO PARA ASENTAMIENTO DE
TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION,
TIPO PAD MOUNTED.



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS BASE DE HORMIGON Y POZO DE PASO PARA TRANSFORMADORES MONOFASICOS TIPO PAD MOUNTED

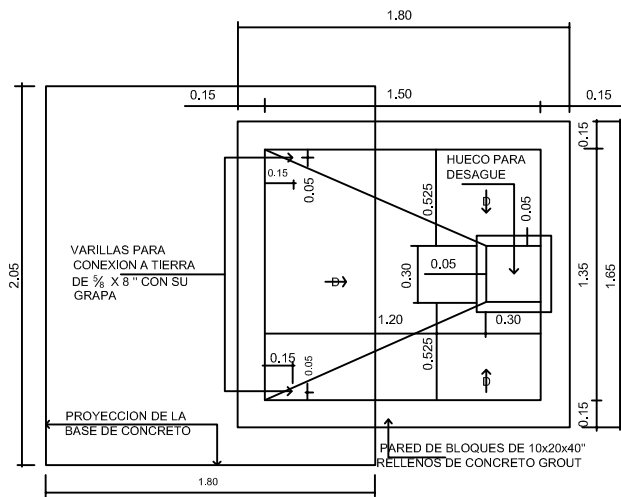
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

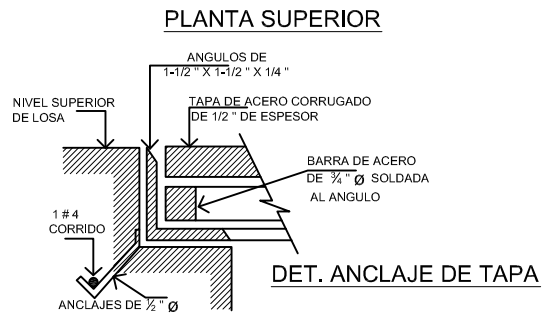
FIGURA:
03-PE-09

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008

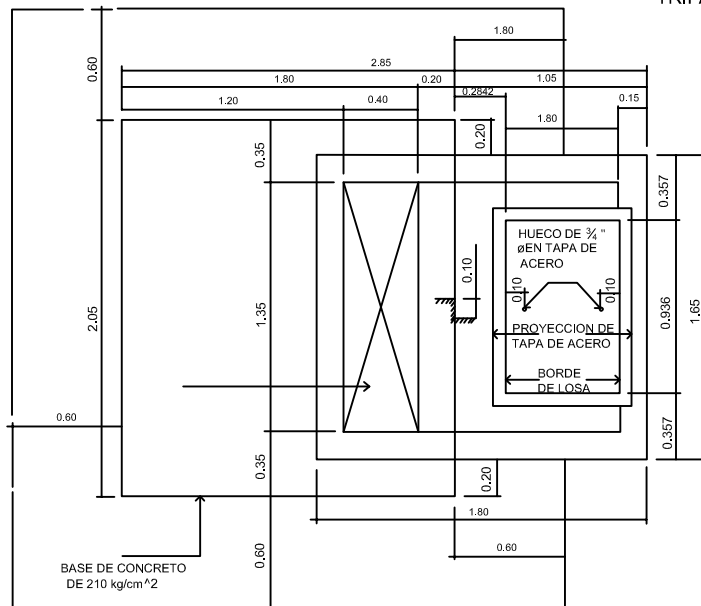


PLANTA DE LA CAMARA



DET. ANCLAJE DE TAPA

APLICACION:
POZO DE PASO PARA CABLES PRIMARIOS,
CON BASE DE HORMIGON PARA TRANSFORMADORES
TRIFASICOS DE DISTRIBUCION, TIPO PAD MOUNTED.



NOTA:
1-TAPA ANTIHURTO



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
BASE DE HORMIGON Y POZO DE PASO
PARA TRANSFORMADORES
TRIFASICOS TIPO PAD MOUNTED

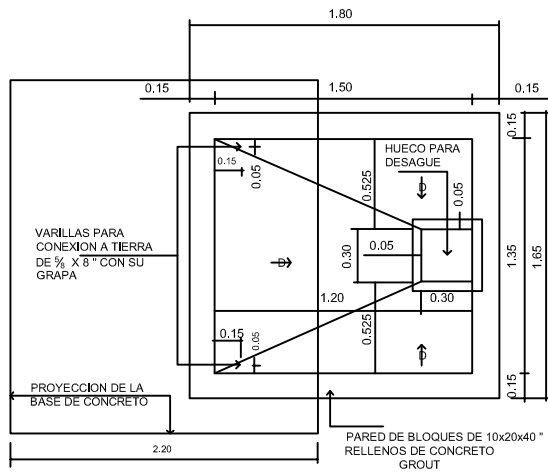
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

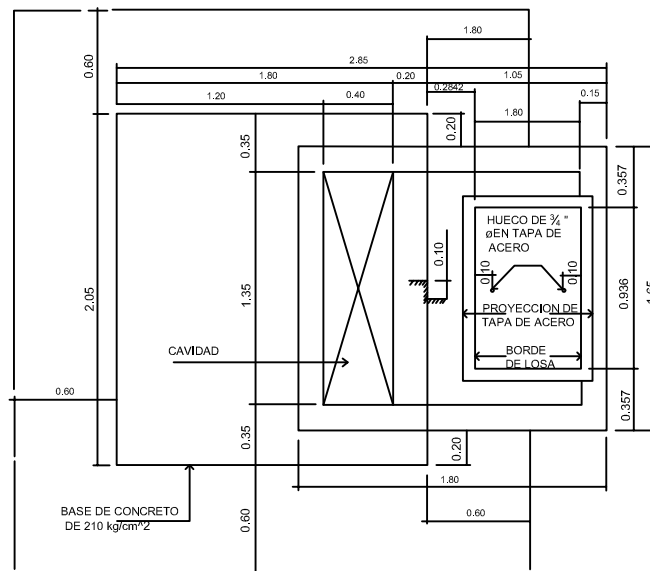
FIGURA:
03-PE-09

ESCALA :
INDICADA

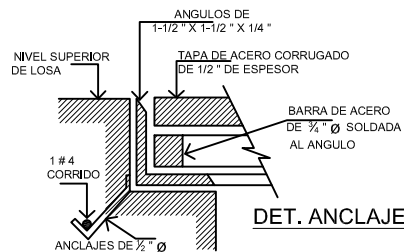
FECHA :
DICIEMBRE 2008



VISTA EN PLANTA



PLANTA SUPERIOR



DET. ANCLAJE DE TAPA



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
BASE DE HORMIGON Y POZO DE PASO
PARA TRANSFORMADORES
TRIFASICOS TIPO PAD MOUNTED

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:

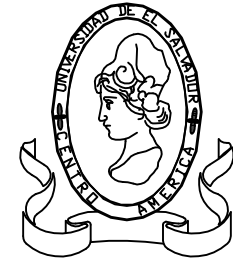
03-PE-10

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS BASE DE HORMIGON Y POZO DE PASO PARA TRANSFORMADORES TRIFASICOS TIPO PAD MOUNTED (1000kVA-1500kVA,480V)

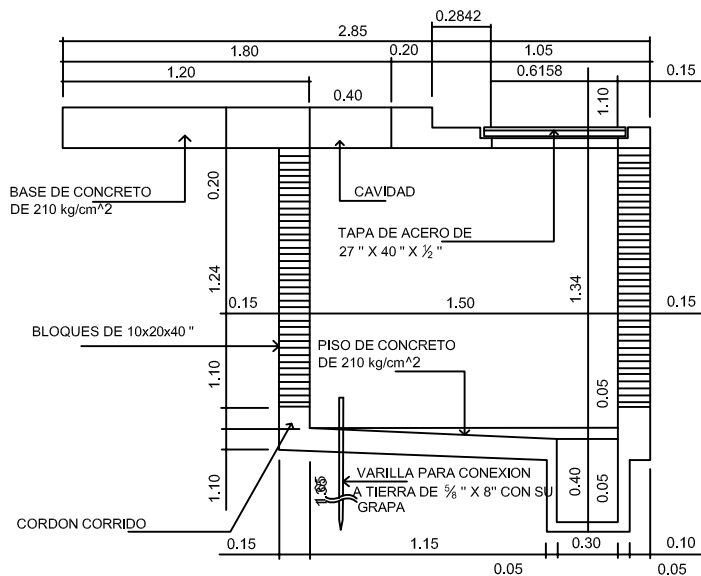
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

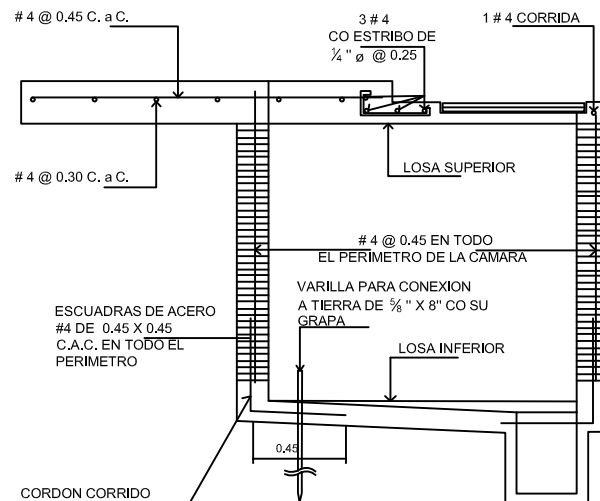
FIGURA:
03-PE-10

ESCALA :
INDICADA

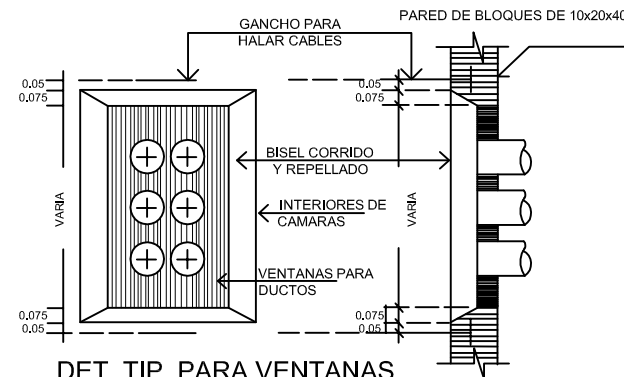
FECHA :
DICIEMBRE 2008



SECCION A-A

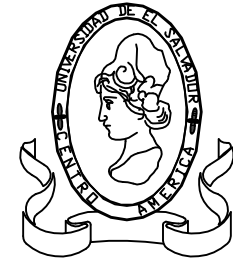


SECCION ESTRUCTURAL



DET. TIP. PARA VENTANAS

APLICACION:
POZO DE PASO PARA CABLES PRIMARIOS,
CON BASE DE HORMIGON PARA TRANSFORMADORES TRIFASICOS DE DISTRIBUCION, TIPO PAD MOUNTED.



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS BASE DE HORMIGON Y POZO DE PASO PARA TRANSFORMADORES TRIFASICOS TIPO PAD MOUNTED (1000kVA-1500kVA,480V)

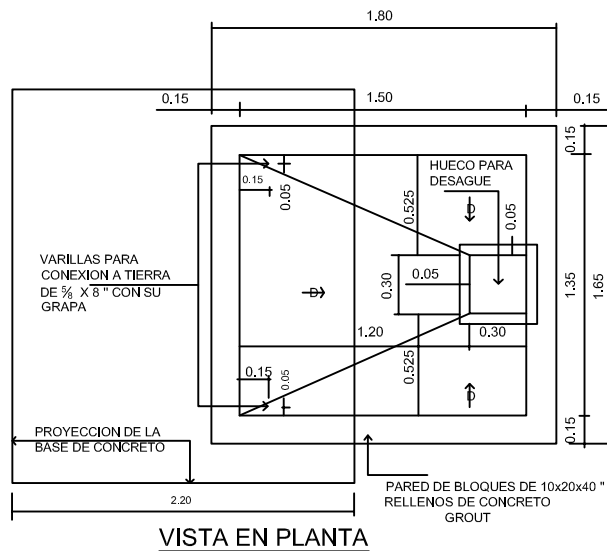
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

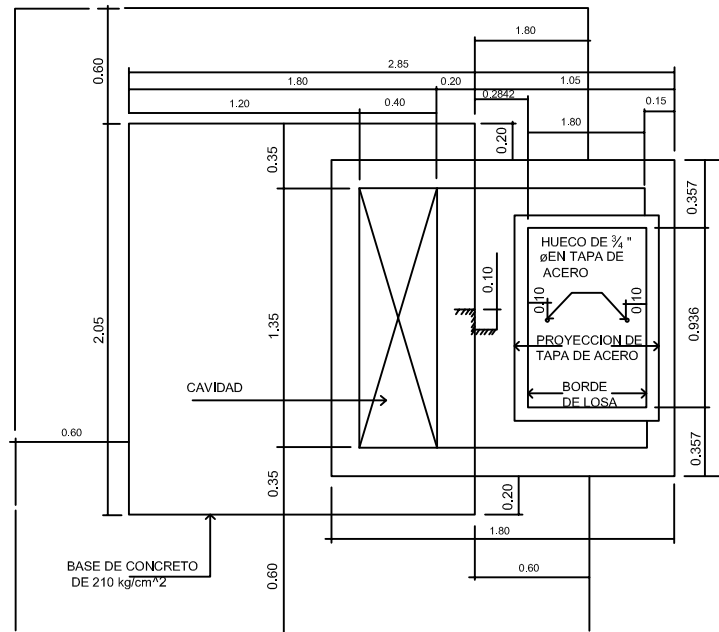
FIGURA:
03-PE-11

ESCALA :
INDICADA

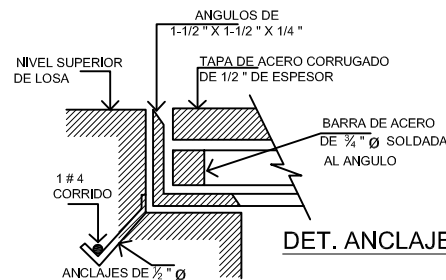
FECHA :
DICIEMBRE 2008



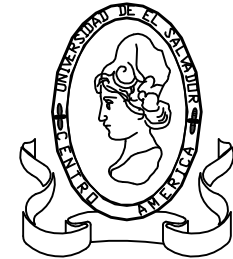
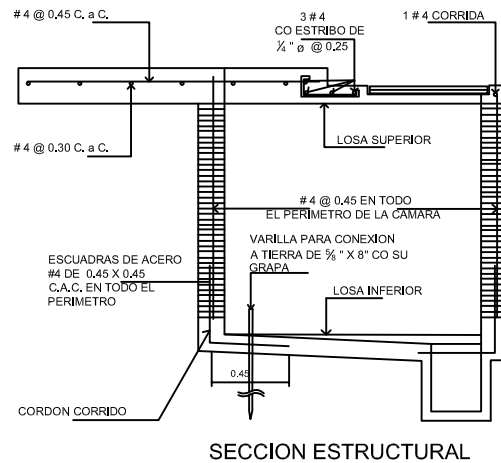
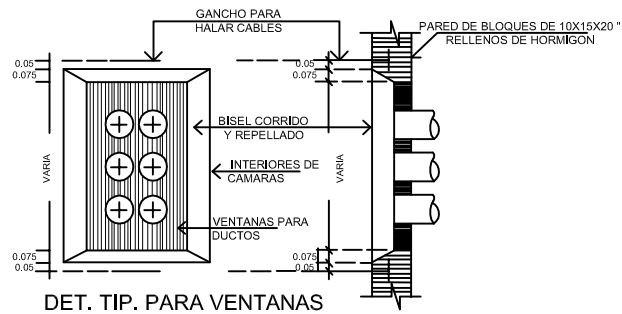
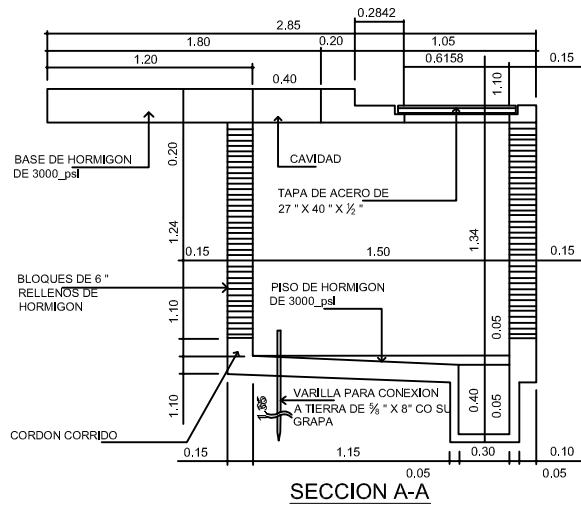
VISTA EN PLANTA



PLANTA SUPERIOR



DET. ANCLAJE DE TAPA



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
BASE DE HORMIGON Y POZO DE PASO
PARA TRANSFORMADORES
TRIFASICOS TIPO GABINETE.

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

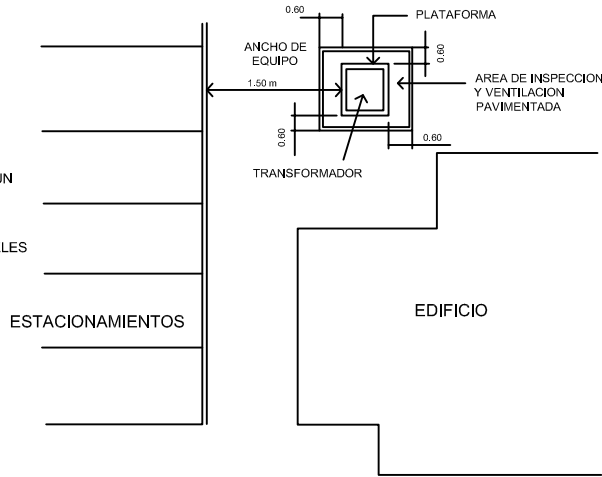
FIGURA:
03-PE-11

ESCALA :
INDICADA

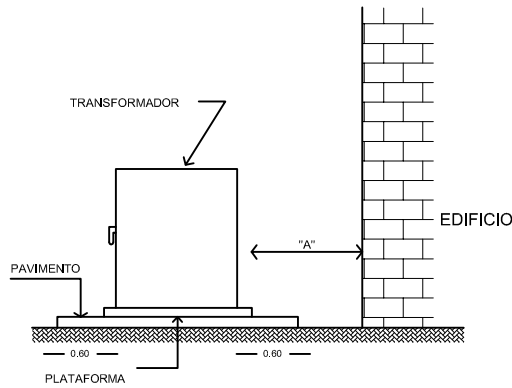
FECHA :
DICIEMBRE 2008

NOTA:

1. LAS PUERTAS DEL TRANSFORMADOR DEBERAN IR LOCALIZADAS HACIA LA CALLE O LUGAR VISIBLE.
2. EL AREA DE INSPECCION TENDRA UN ANCHO MINIMO DE 0.60_m(2') PERIMETRAL A LA BASE.
3. LAS DISTANCIAS SEÑALADAS REPRESENTAN UN MINIMO REQUERIDO.
4. CUANDO EL TRANSFORMADOR ESTE EN LUGARES DONDE PUEDA SUFRIR IMPACTOS VEHICULARES DEBERA PROTEGERSE CON RIELES DE ACERO, EN LAS ESQUINAS.
5. EL AREA DE INSPECCION Y VENTILACION DEBERA ESTAR PAVIMENTADA



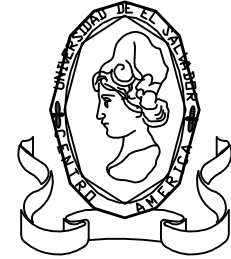
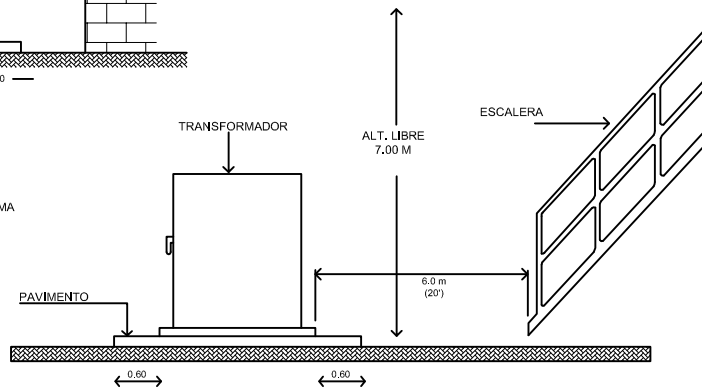
PLANTA



BARRA DE 3/8" X 8" COPPERWELD PARA PUESTA A TIERRA EN PLATAFORMA EN FONDO DEL POZO.

- "A" MINIMO 0.60M (2') PARA TRANSFORMADOR DE 500_KVA
 MINIMO 1.00M (3') PARA TRANSFORMADOR DE 750 MAS KVA
 SI EL TRANSFORMADOR ESTA INSTALADO DIRECTAMENTE
2. EL AREA DE INSPECCION TENDRA UN ANCHO OPUESTO A UNA VENTANA, ESTA DIMENSION DEBERIA SER 1.50 (5'), SI LA PUERTA DEL TRANSFORMADOR ABRE HACIA EL EDIFICIO ESTA DISTANCIA DEBE SER 5.00M (15")

* DIMENSIONES DE ALTURA LIBRE DE TRABAJO
 LONGITUD = 3.15M
 LADO DE LAS PUERTAS = 1.50M ANCHO DE EQUIPO



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
 03- DETALLES POZOS ELECTRICOS
 AREAS MINIMAS DE LOCALIZACION PARA TRANSFORMADOR TIPO PAD MOUNTED PARA EDIF. Y PARQ.

PRESENTA :
 BARAHONA ABARCA, WILLY A.
 RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
 ING. JORGE ALBERTO ZETINO
 ASESOR EXTERNO (SIGET):
 ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
 03-PE-12

ESCALA :
 INDICADA
 FECHA :
 DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :
03- DETALLES DE POZOS ELECTRICOS
POZO TIPO C-1D PARA
TRANSFORMADORES SUMERGIBLES

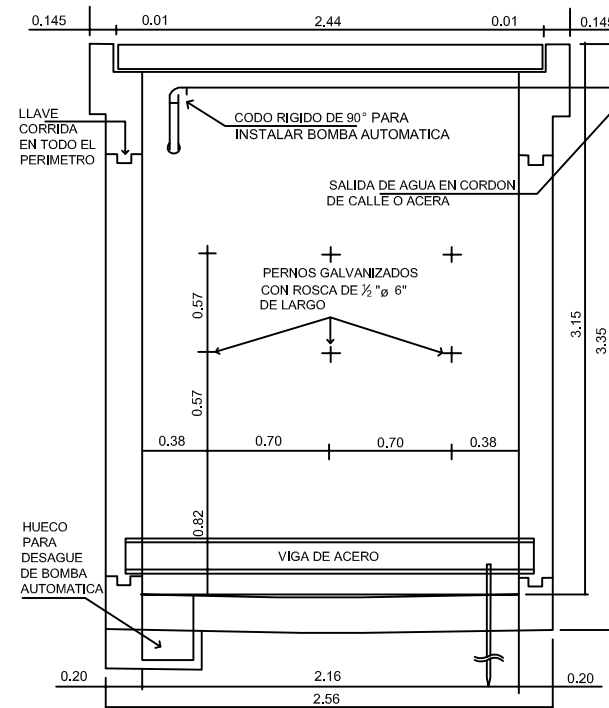
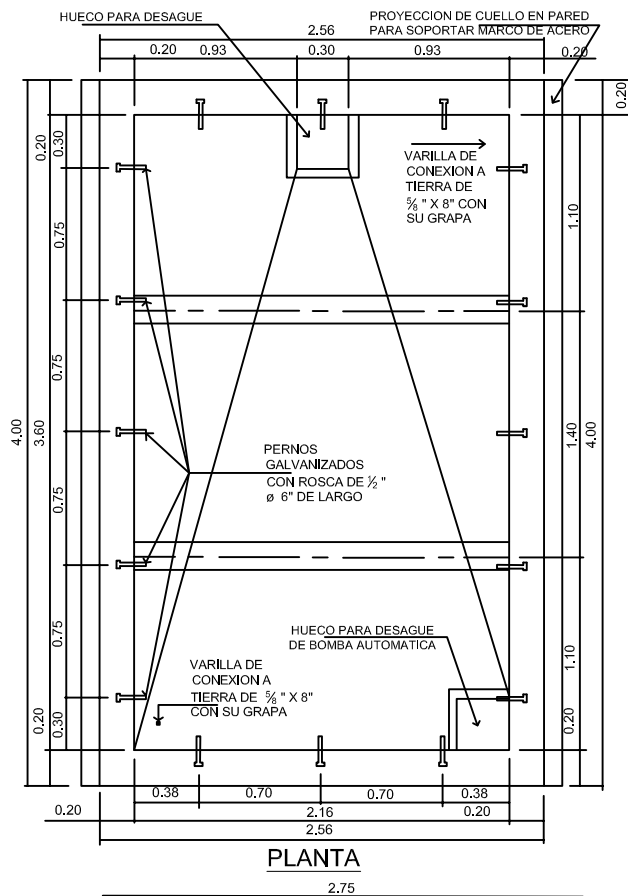
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

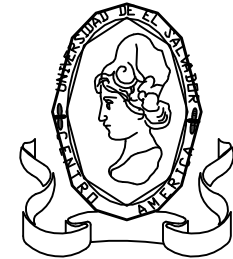
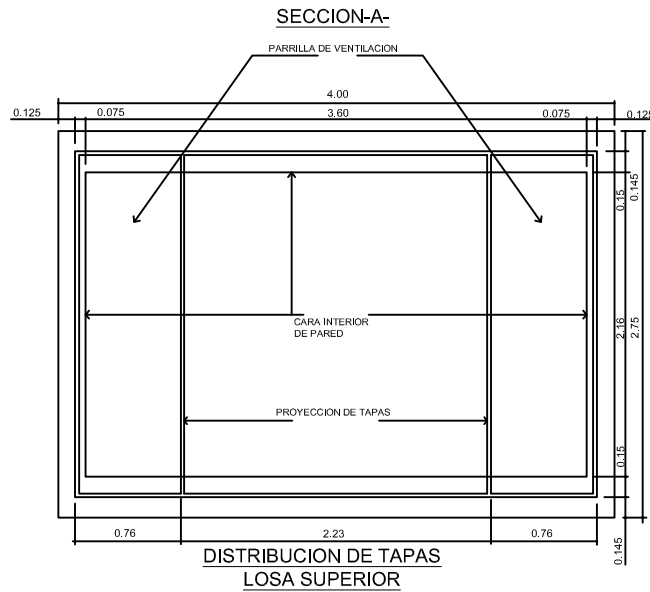
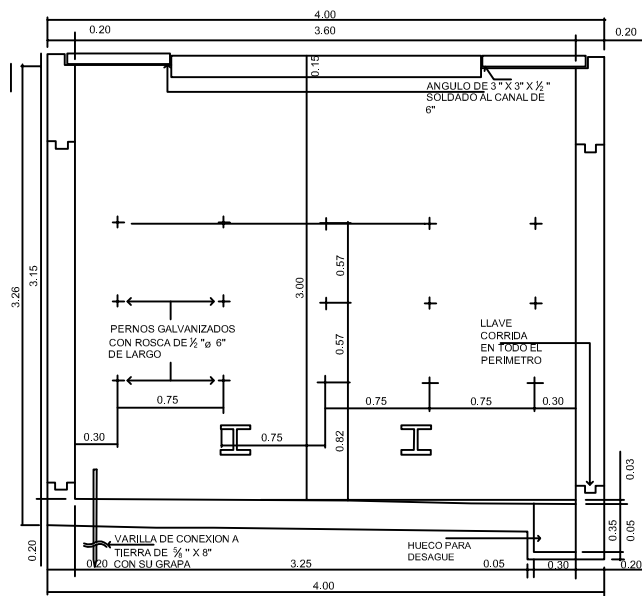
FIGURA:
03-PE-13

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008



SECCION-B-B



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- POZOS DE REGISTRO
POZO TIPO C-1D PARA
TRANSFORMADORES SUMERGIBLES

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
03-PE-13

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
02- POZOS DE REGISTRO
POZO PARA EMPALME TIPO "V1-22"

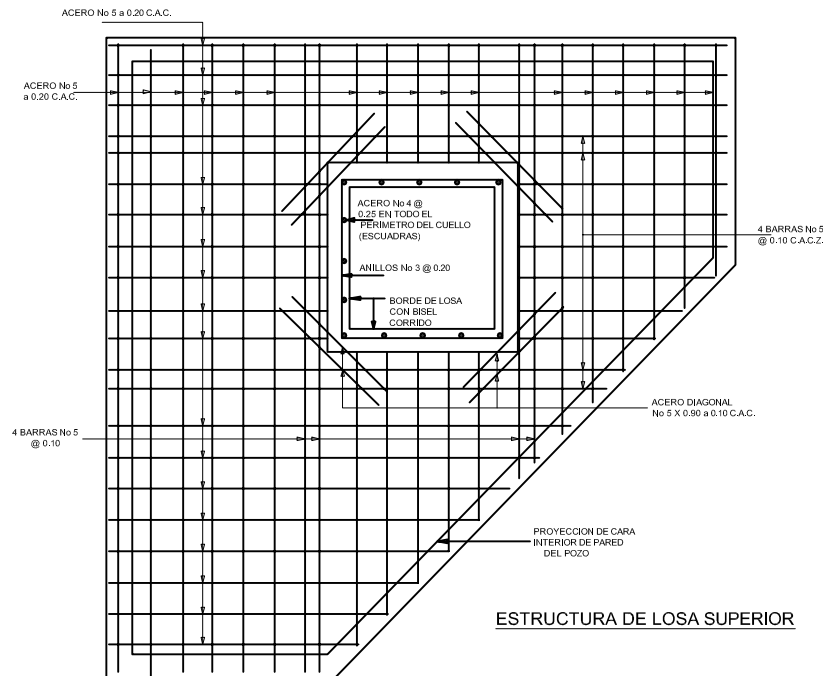
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

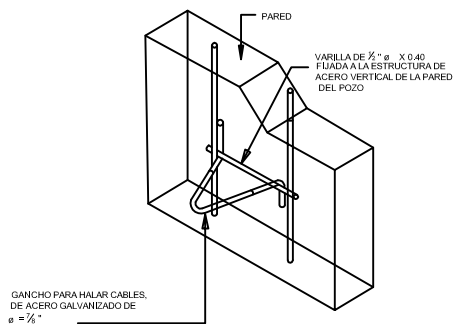
Nº DE HOJA:
01-PE-14

ESCALA :
INDICADA

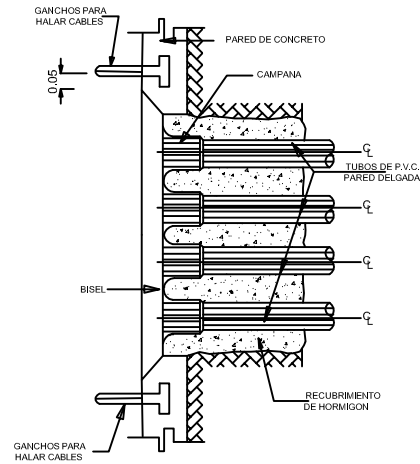
FECHA :
DICIEMBRE 2008



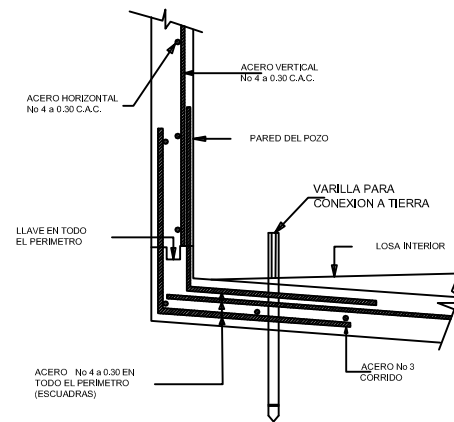
ESTRUCTURA DE LOSA SUPERIOR



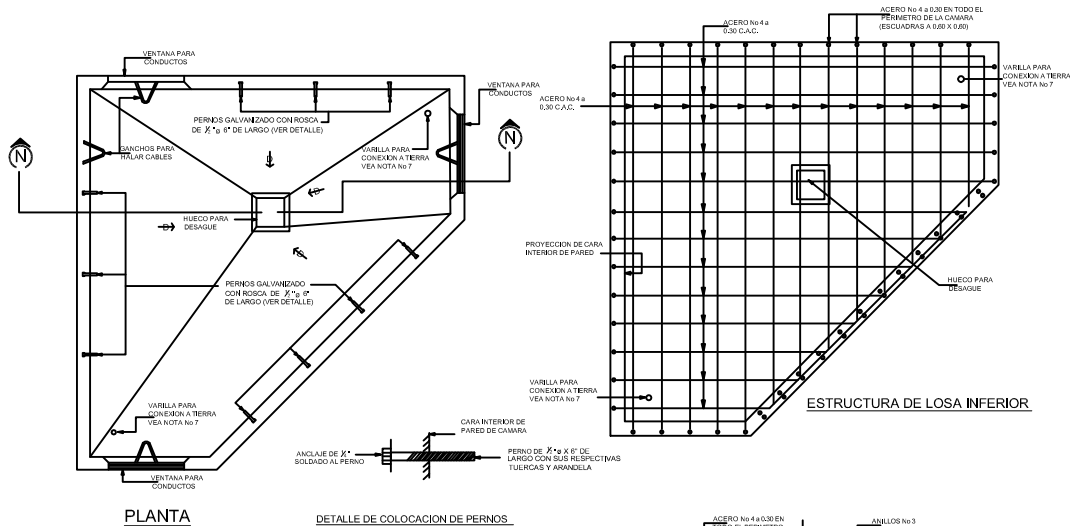
DETALLE DE EMPOTRAMIENTO DE GANCHO EN PARED EN POZO



DETALLE DE VENTANA PARA DUCTOS



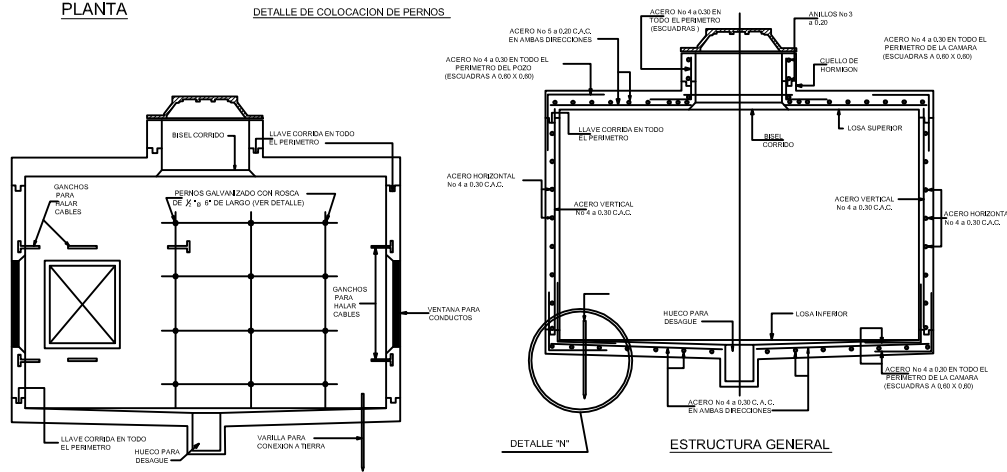
DETALLE "N"



PLANTA

DETALLE DE COLOCACION DE PERNOS

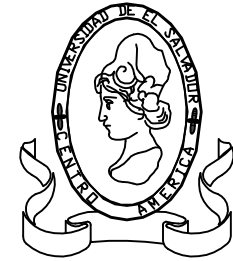
ESTRUCTURA DE LOSA INFERIOR



SECCION N-N

DETALLE "N"

ESTRUCTURA GENERAL



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

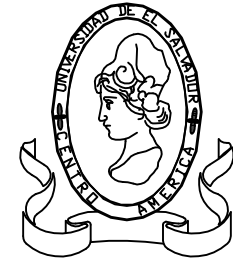
CONTENIDO :
02- POZOS DE REGISTRO
POZO PARA EMPALME TIPO "V1-22"

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:
01-PE-14

ESCALA :
INDICADA
FECHA :
DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

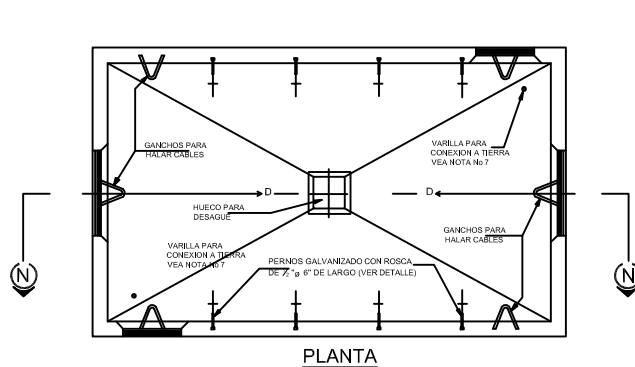
CONTENIDO :
03- DETALLES POZOS DE REGISTRO
POZO PARA EMPALME TIPO "A"

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

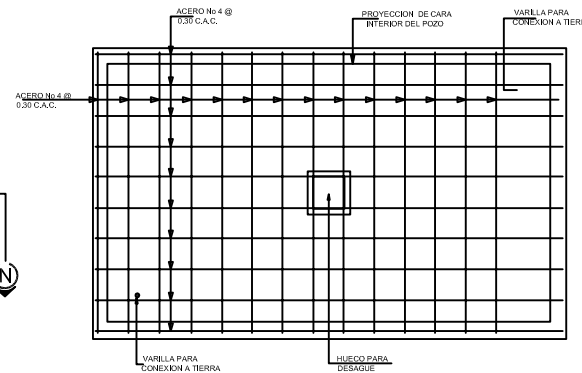
ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:
03-PE-15

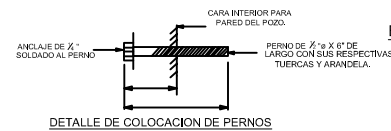
ESCALA :
INDICADA
FECHA :
DICIEMBRE 2008



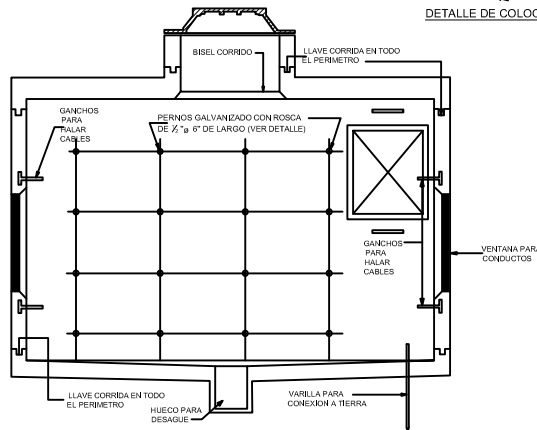
PLANTA



ESTRUCTURA DE LOSA INFERIOR

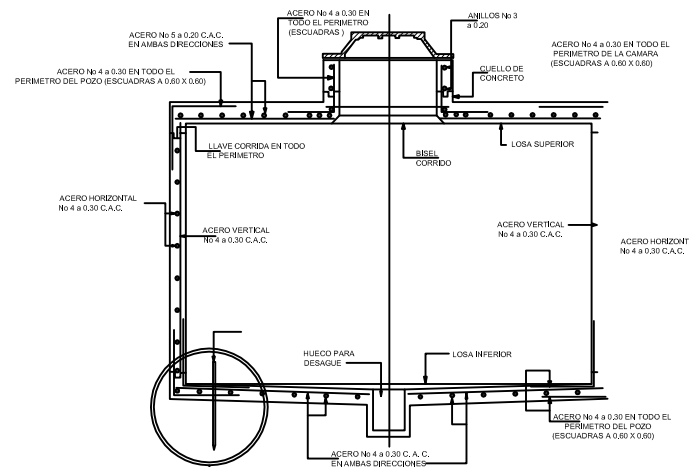


DETALLE DE COLOCACION DE PERNOS



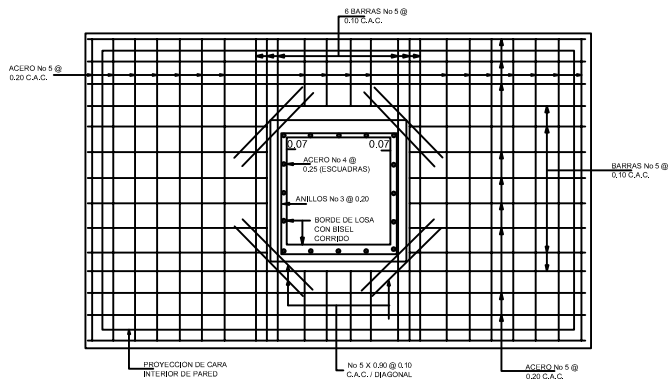
SECCION N-N

NOTA 1:
1-TAPA ANTIHURTO

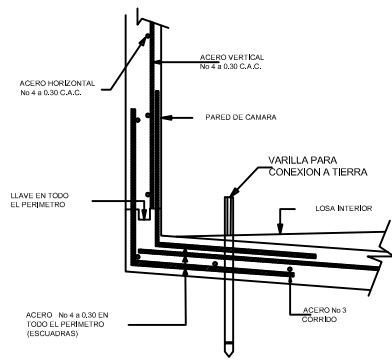


DETALLE "N"

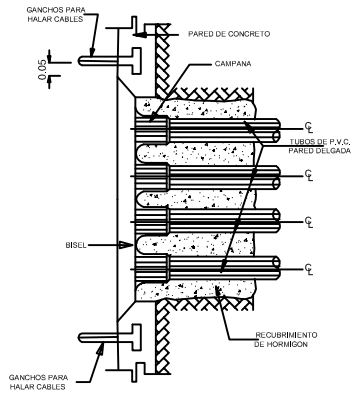
ESTRUCTURA GENERAL



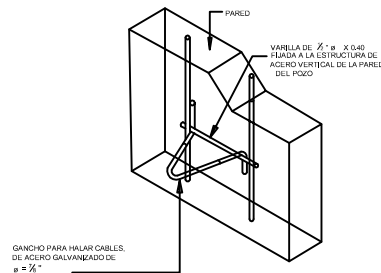
ESTRUCTURA DE LOSA SUPERIOR



DETALLE "N"



DETALLE DE VENTANA PARA DUCTOS



DETALLE DE EMPOTRAMIENTO DE GANCHO EN PARED DE CAMARA

NOTAS:

- 1- EL HORMIGON A USARSE SERA DISTRIBUIDO ASI:
 LOSA INFERIOR:-----210Kg/cm² (3000# / plg²)
 PAREDES:-----210 Kg/cm² (3000#plg²)
 LOSA SUPERIOR:-----350Kg/cm² (5000# / plg²)
- 3- EL HORMIGON DEBE SER VIBRADO ADECUADAMENTE AL MOMENTO DEL VACIADO Y CON IMPERMEABILIZANTE.
- 4- LOS GANCHOS PARA HALAR CABLES SE COLOCARAN ANTES DEL VACIADO DEL HORMIGON DE LAS PAREDES.
- 5- LAS VARILLAS PARA LA CONEXION A TIERRA SE COLOCARAN ANTES DEL VACIADO DE LA LOSA INFERIOR Y SERAN DE ACERO COBRIZO POR EL PROCESO DE SOLDADURA COPPERWELD, DE 1/2" x 8" 00"
- 6- EL TAMAÑO DE LAS VENTANAS, LA CANTIDAD Y DISTRIBUCION DE LOS CONDUCTOS SE DETERMINARA EL DISEÑO PRELIMINAR.



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES POZOS DE REGISTRO
POZO PARA EMPALME

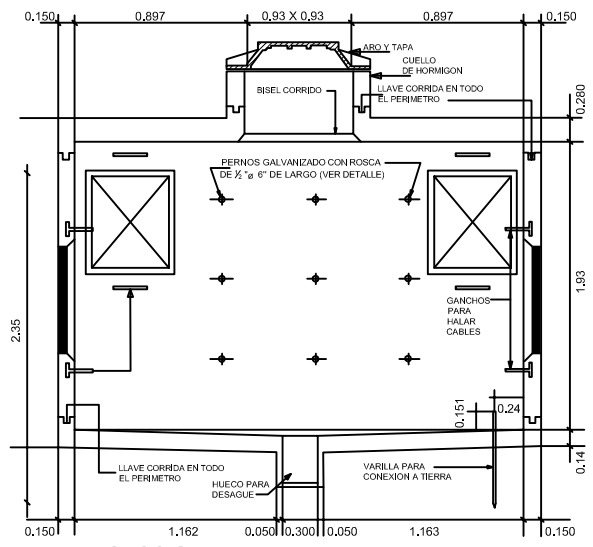
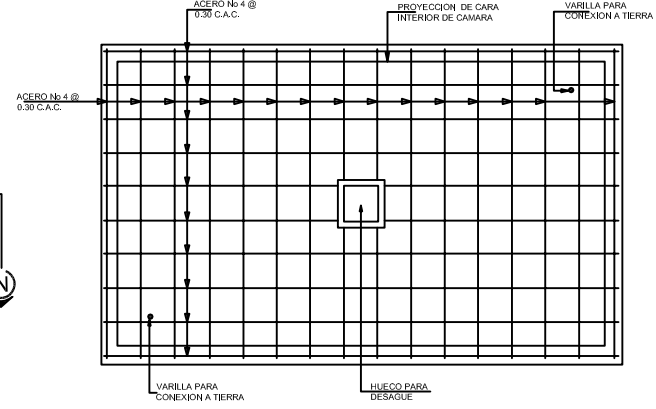
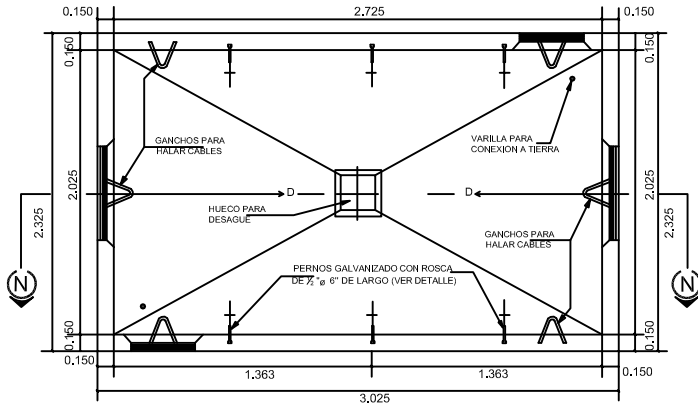
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

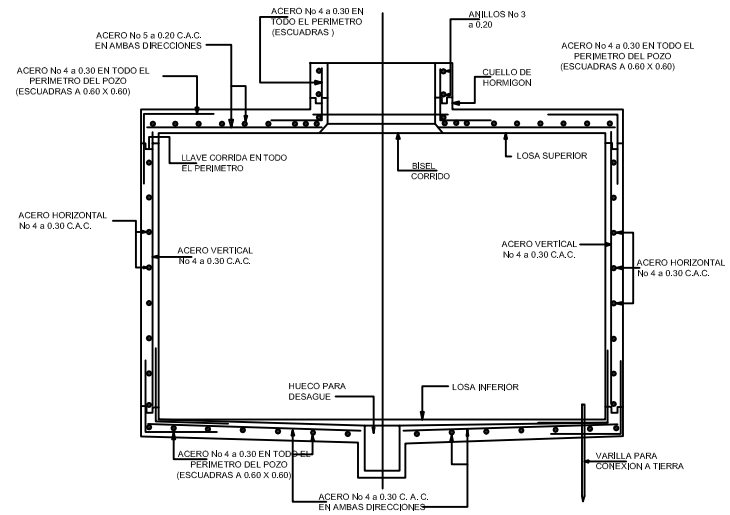
Nº DE HOJA:
03-PE-16

ESCALA :
INDICADA

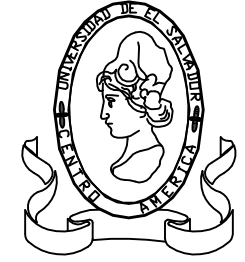
FECHA :
DICIEMBRE 2008



SECCION N-N



ESTRUCTURA GENERAL



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
03- DETALLES POZOS DE REGISTRO
POZO PARA EMPALME TIPO "C1-CP"

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

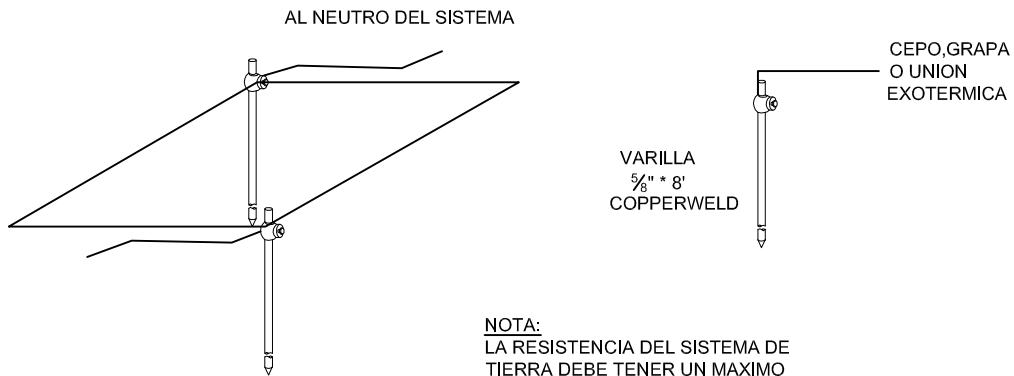
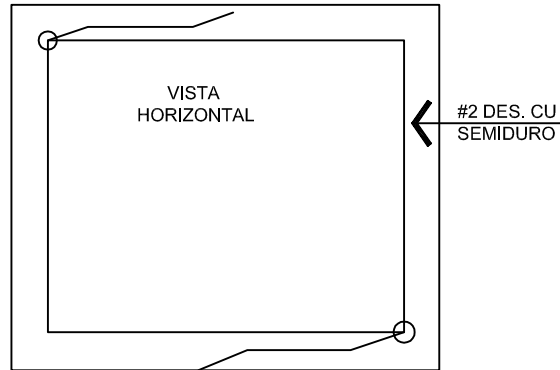
ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:
03-PE-17

ESCALA :
INDICADA
FECHA :
DICIEMBRE 2008



04- DETALLES VARIOS PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.



VISTA DE PERFIL

NOTA:
LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA DEBE TENER UN MAXIMO DE 25 OHM, SI NO SE OBTIENE ESTE VALOR AUMENTAR EL NUMERO DE VARILLAS DE POLARIZACION.



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
04- DETALLES VARIOS
ATERRIZAJE DE POZOS ELECTRICOS.

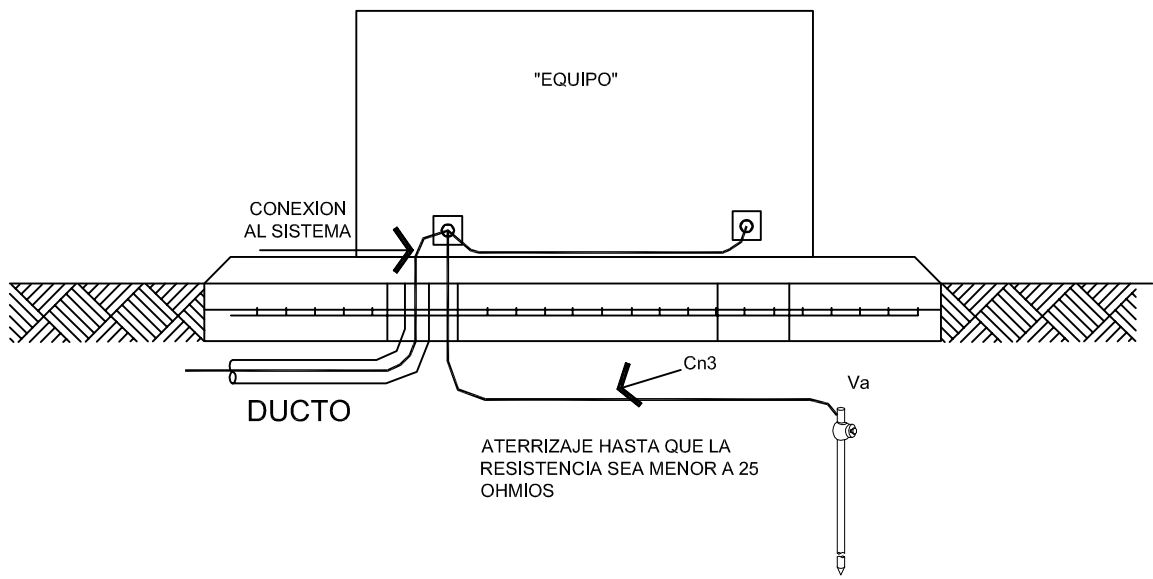
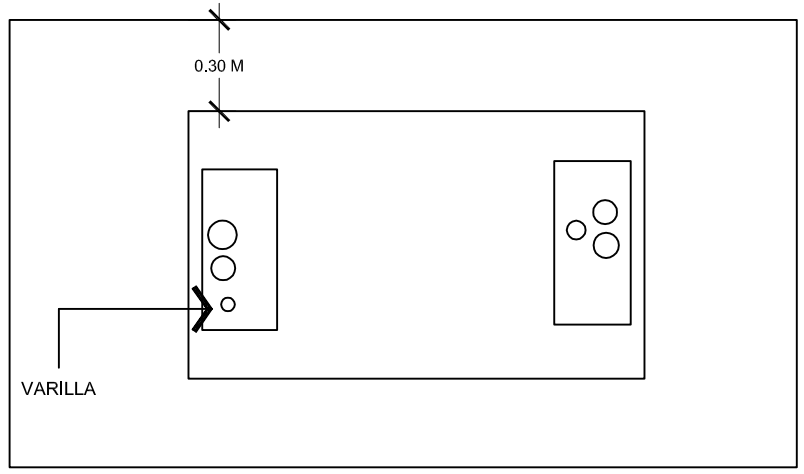
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:
04-DV-01

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
04- DETALLES VARIOS
CONEXION A TIERRA DE EQUIPO
SECCIONADOR Y GABINETE DE MEDICION.

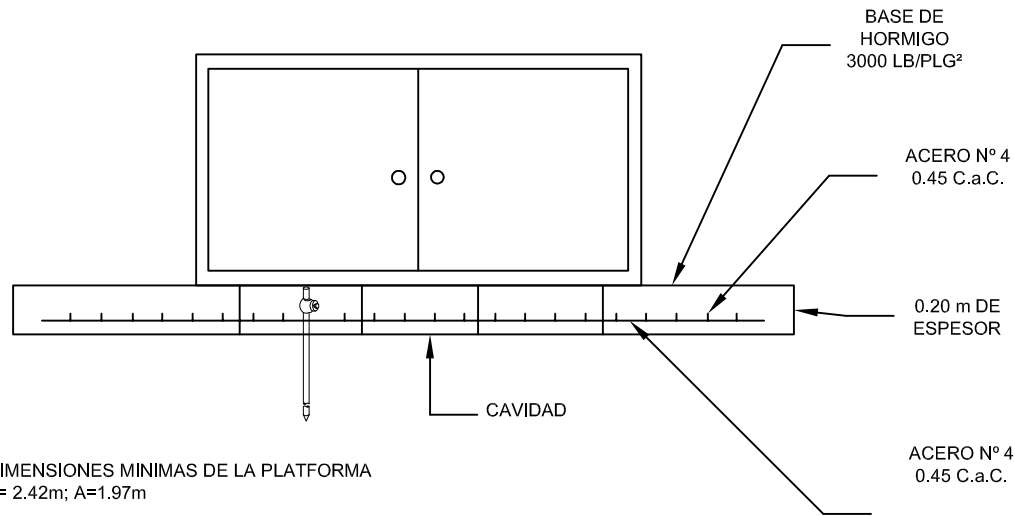
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

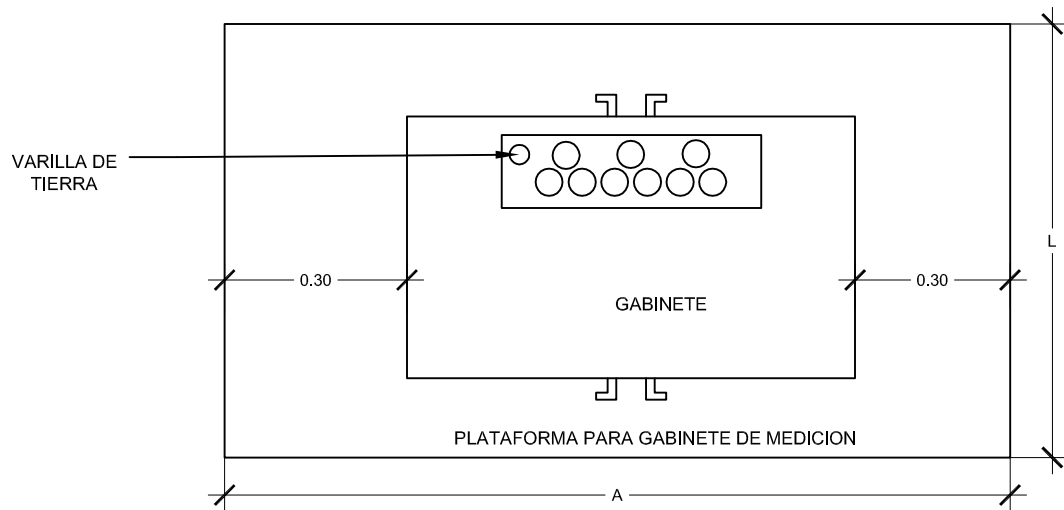
FIGURA:
04-DV-02

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008



DIMENSIONES MINIMAS DE LA PLATAFORMA
L= 2.42m; A=1.97m



m3



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

04- DETALLES VARIOS
PLATAFORMA PARA GABINETE DE
MEDICION EN MEDIA TENSION
SIN POZO.

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:

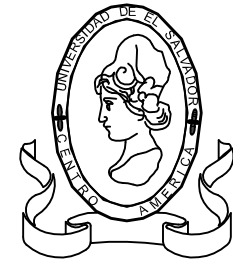
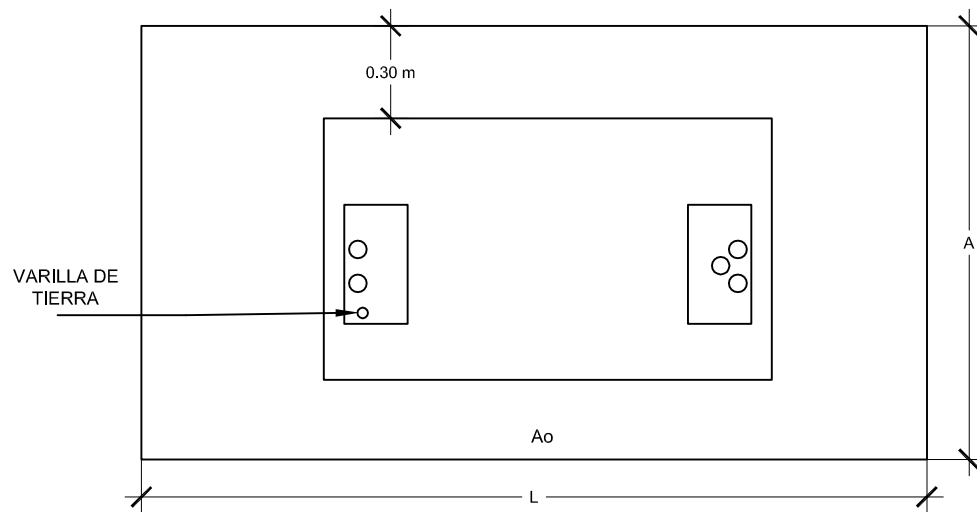
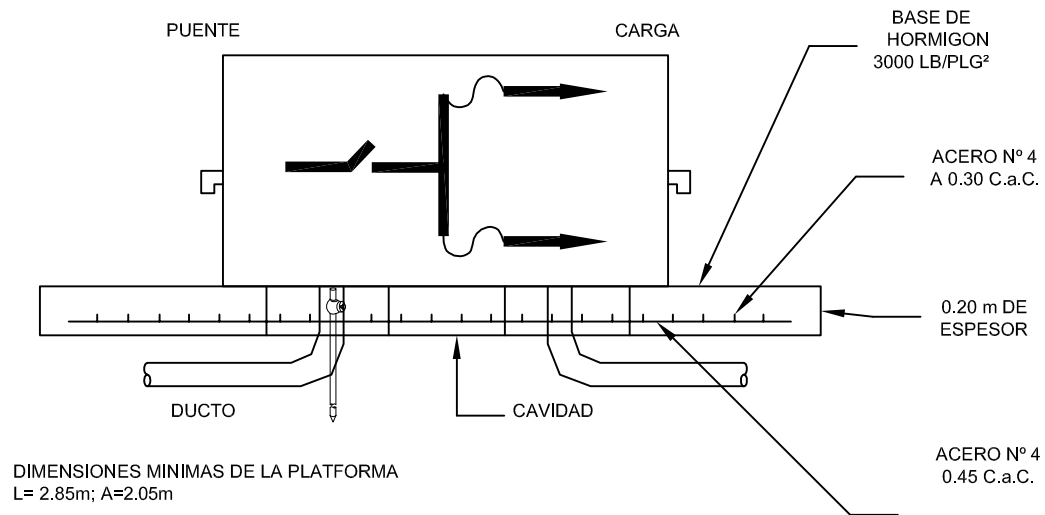
04-DV-03

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

04- DETALLES VARIOS
PLATAFORMA PARA SECCIONADOR
MONOFASICO.

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

FIGURA:

04-DV-04

ESCALA :

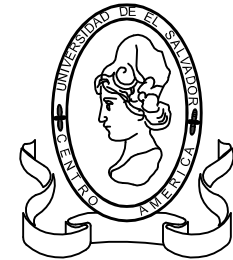
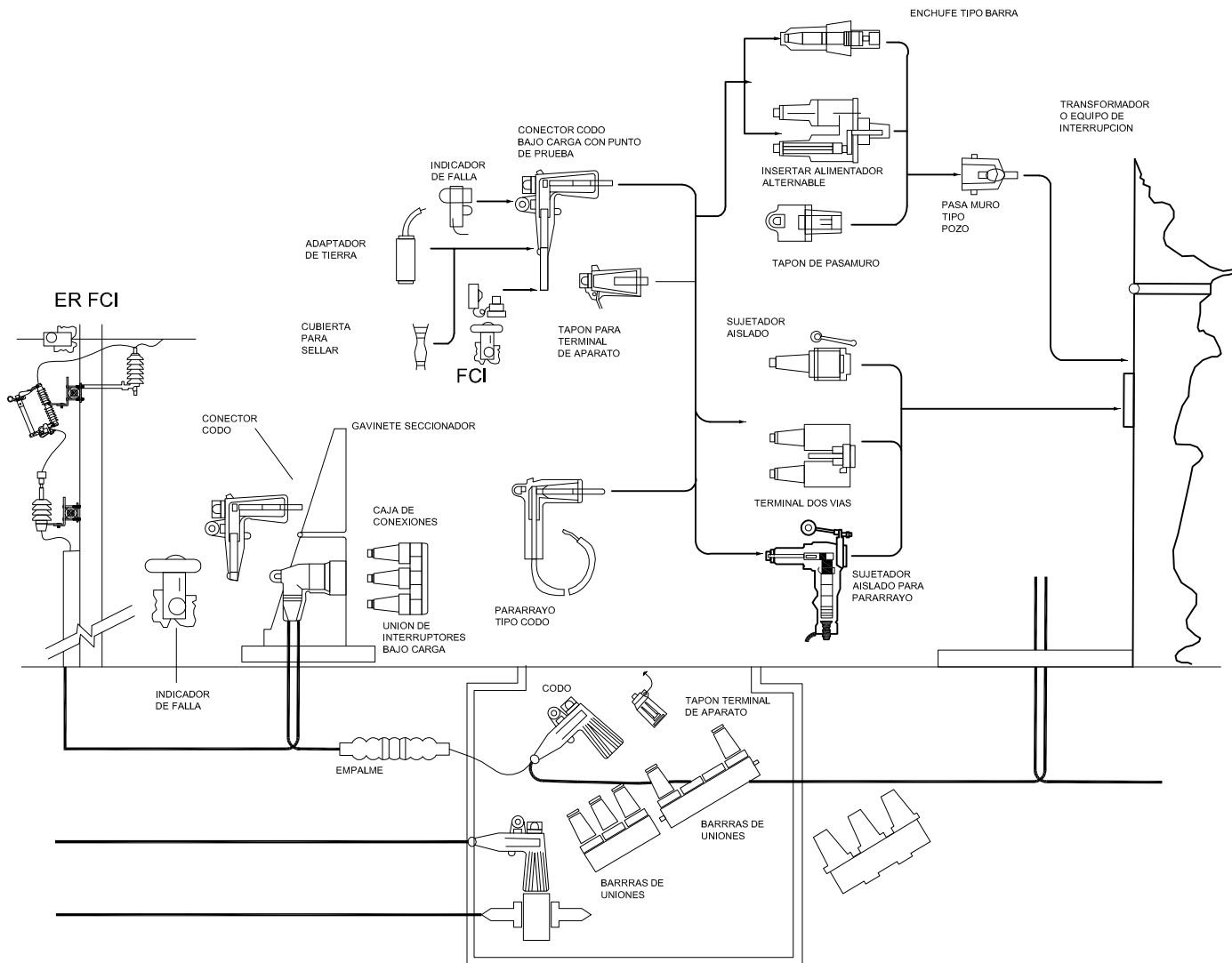
INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



05- DE ACCESORIOS Y EQUIPOS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS EN MT



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
05- EQUIPO PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION, 200A

PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

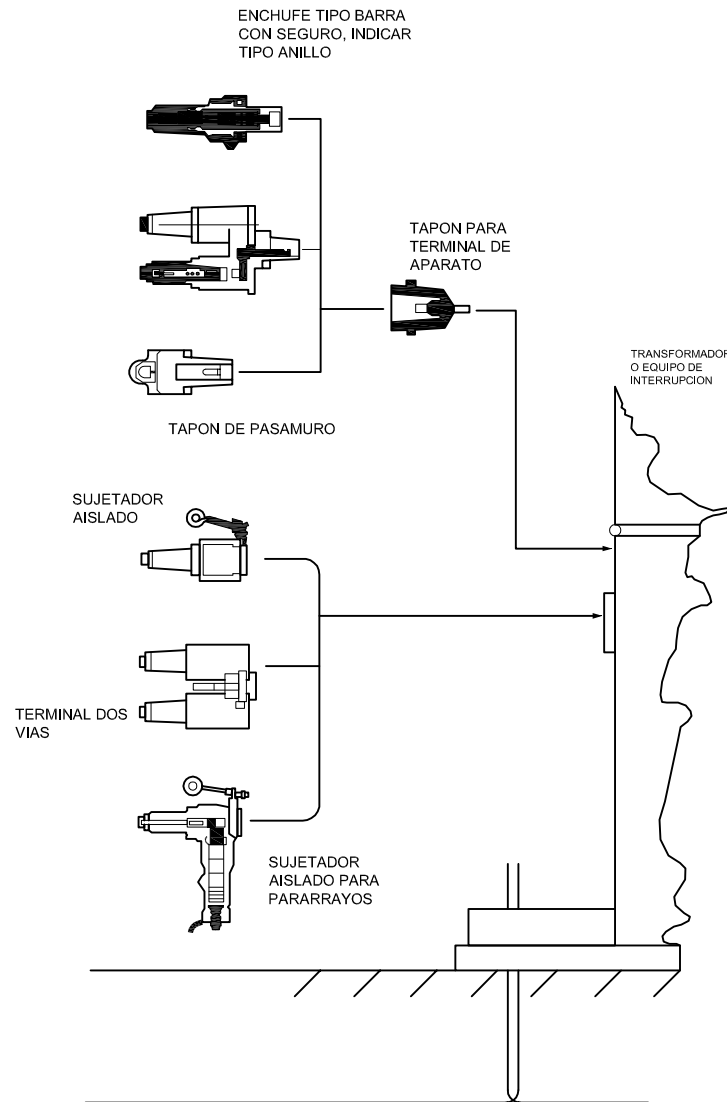
ESQUEMAS DE CONEXIONES A MEDIA TENSION, 200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386

ESCALA :
INDICADA

Nº DE HOJA:
05-EQ-01

FECHA :
DICIEMBRE 2008



ESQUEMAS DE CONEXIONES DE BUSHINGS MEDIA TENSION, APLICACION A 200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES SUBTERRANEAS A
MEDIA TENSION, 200A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

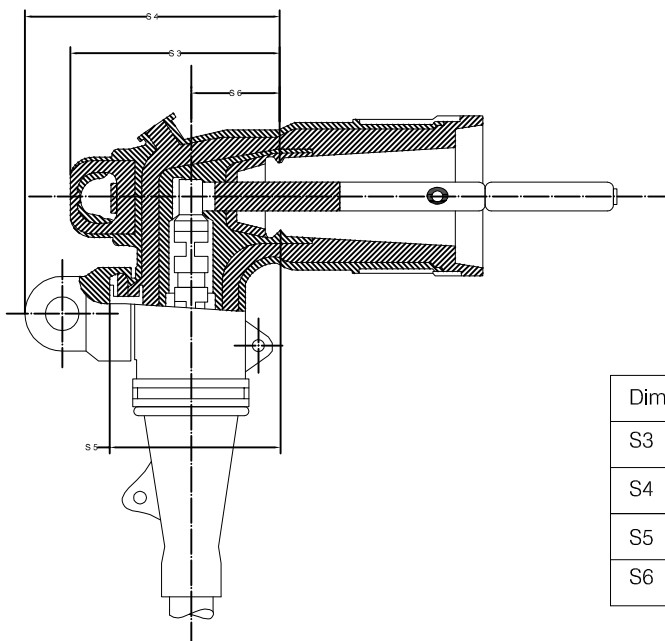
05-EQ-02

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



Dim.	15 kV	25 kV
S3	3.44" (13 mm)	3.86" (96.04 mm)
S4	4.16" (106 mm)	4.54" (115.32 mm)
S5	2.73" (69 mm)	3.14" (79.76 mm)
S6	1.23" (31 mm)	1.64" (41.66 mm)

**CONECTOR TIPO CODO CON PUNTO
DE PRUEBA, CLASE 25kV, 200A**

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION
200A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

05-EQ-03

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION
200A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

N° DE HOJA:

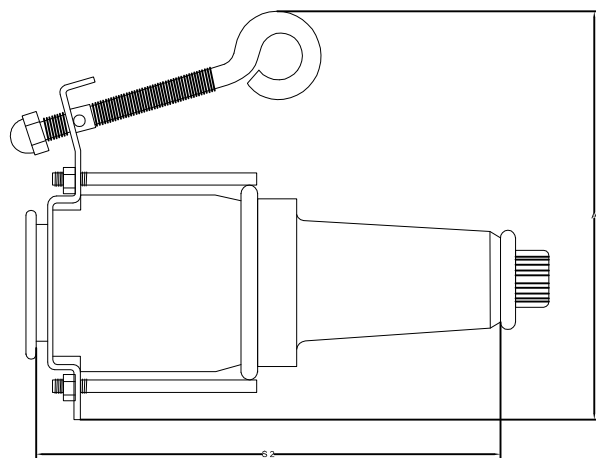
05-EQ-04

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

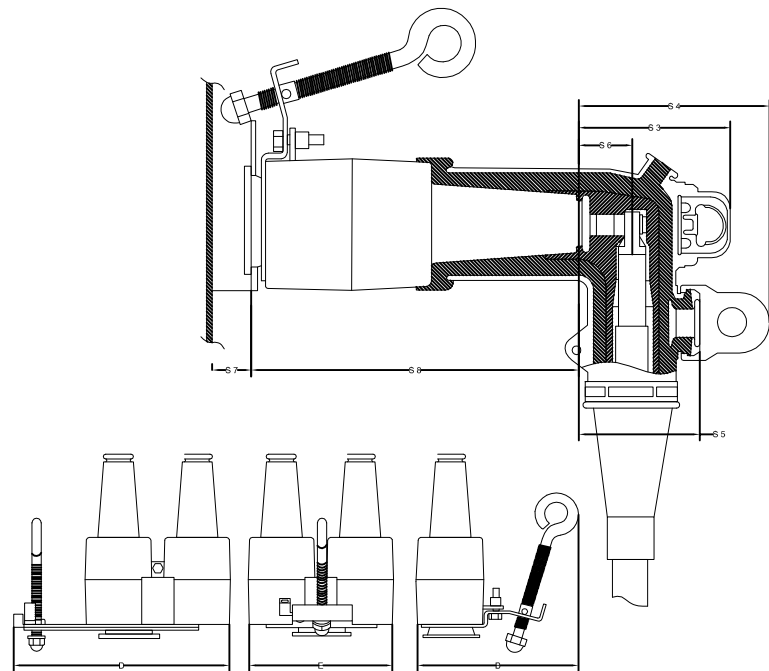
DICIEMBRE 2008



Dim.	15 kV	25 kV
A	6.3" (160 mm)	6.3" (160 mm)
S2	5.91" (150 mm)	7.34" (186 mm)

SUJETADOR AISLADO CLASE 25kV, 200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



BOQUILLA ESTACIONARIA SENCILLA
CLASE 25kV, 200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION
200A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

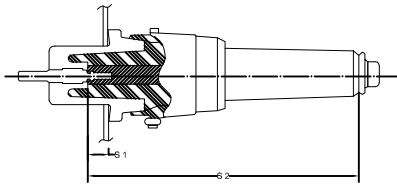
05-EQ-05

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

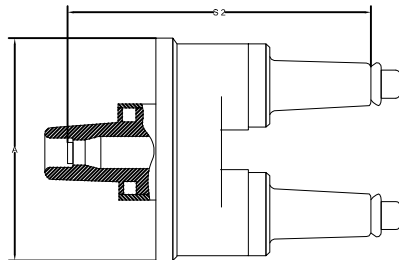
DICIEMBRE 2008



ENCHUFE TIPO BARRA, CLASE 25kV,200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386

Dim.	15 kV	25 kV
S1	0.76" (19.3 mm)	0.76" (19.3 mm)
S2	6.3" (150 mm)	7.14" (181.4 mm)



CONECTOR TIPO CODO PARA 25kV

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386

Dim.	15 kV	25 kV
A	7.1" (179 mm)	7.1" (179 mm)
S2	9.50" (241 mm)	11.0" (279 mm)



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA INSTALACIONES A MEDIA TENSION 200A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

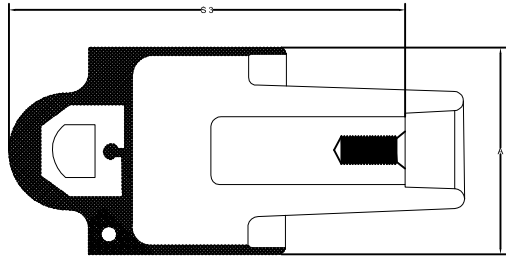
05-EQ-06

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

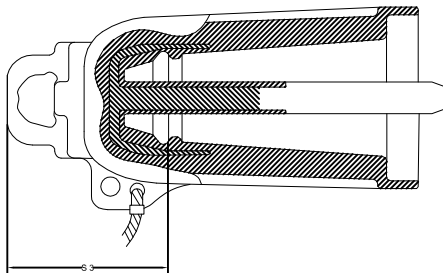
DICIEMBRE 2008



TAPON PASAMURO, CLASE 25kV, 200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386

Dim.	15/25 kV
S3	5.1" (130 mm)
A	2.7" (69 mm)



TAPON PARA TERMINAL DE EQUIPO, CLASE 25kV, 200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386

Dim.	15 kV	25 kV
S3	2.15" (54.5 mm)	2.61" (66.3 mm)



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :
05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION
200A

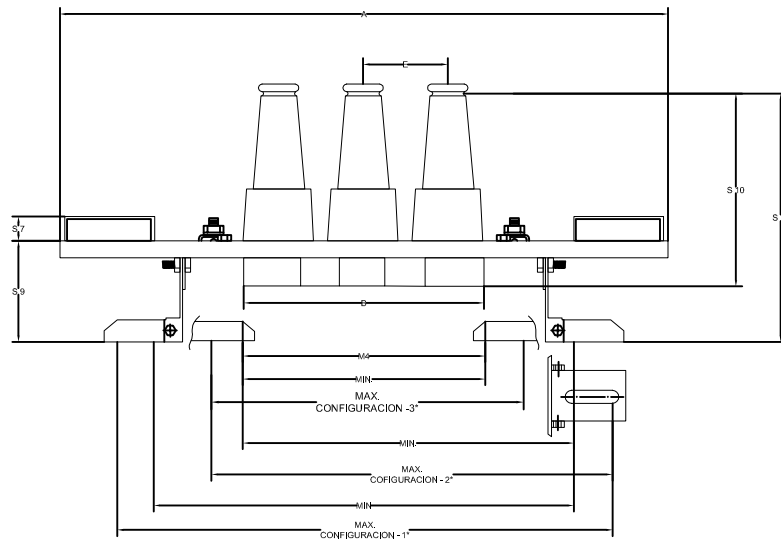
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

N° DE HOJA:
05-EQ-07

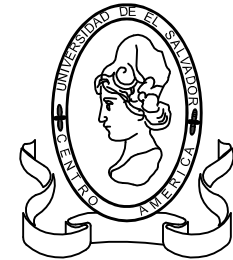
ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008



BARRAS PARA CONEXIONES, CLASE 25kV, 200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION

200A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

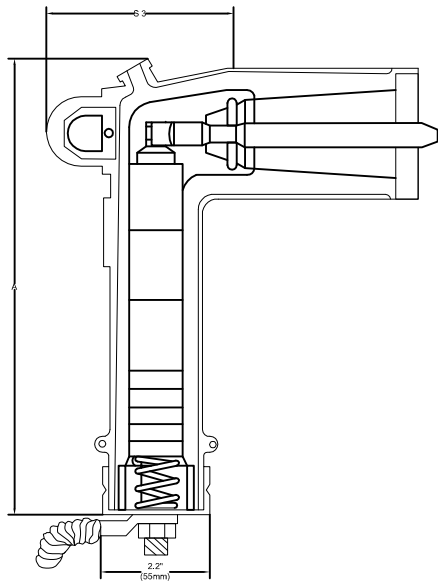
05-EQ-08

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

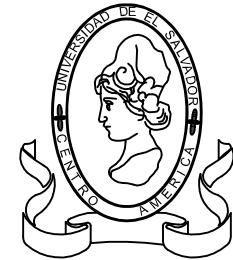
DICIEMBRE 2008



Dim.	Duty Cycle(kV)	15/25 kV
A	9-15	8.5" (216 mm)
	18-27	10.9" (276 mm)
S3	9-27	4.2" (107 mm)

PARARRAYO TIPO CODO, CLASE 25KV, 200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA INSTALACIONES A MEDIA TENSION
TERMINALES ROMPECARGAS 200A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

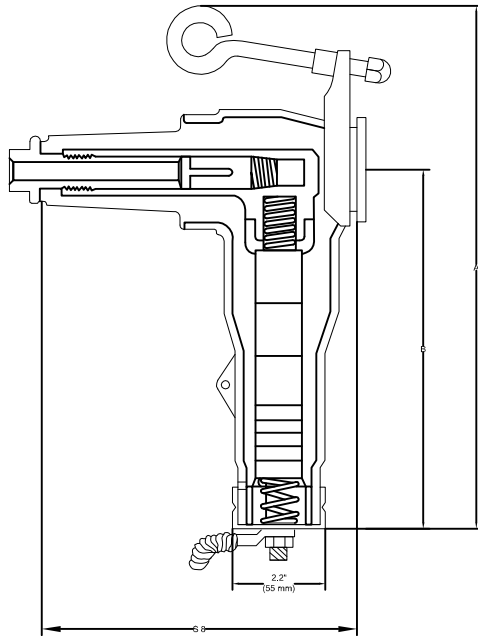
05-EQ-09

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

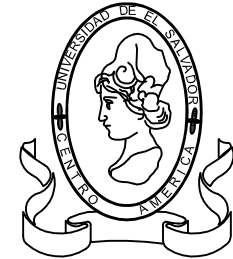
DICIEMBRE 2008



SUJETADOR AISLADO PARA
PARARRAYO CLASE 25kV, 200A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386

Dim.	Duty Cycle(kV)	15/25 kV
A	9-15	11.9" (216 mm)
	18-21	14.5" (368 mm)
B	9-15	8-0" (107 mm)
	18-21	10.6" (368 mm)
S3	9-21	7.4" (188 mm)



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION
TERMINALES ROMPECARGAS
200A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

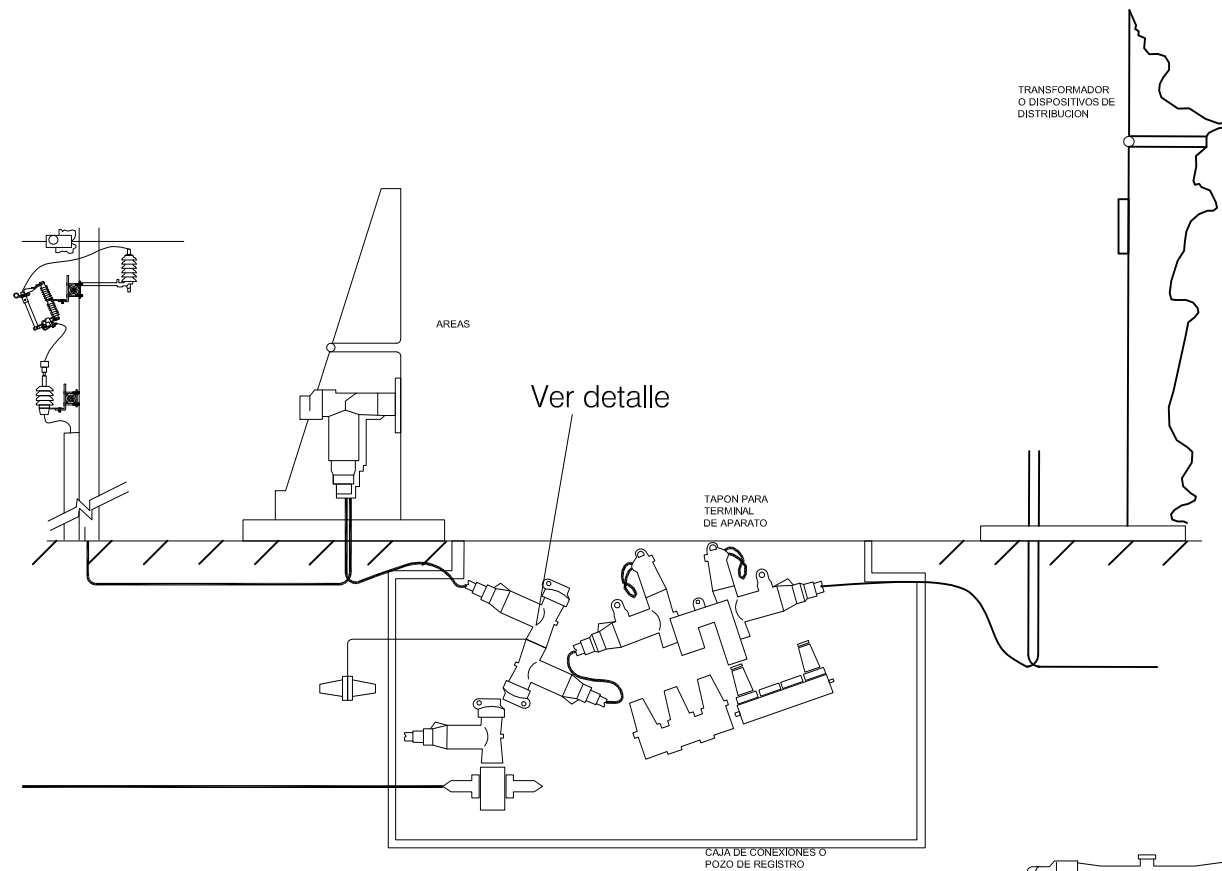
05-EQ-10

ESCALA :

INDICADA

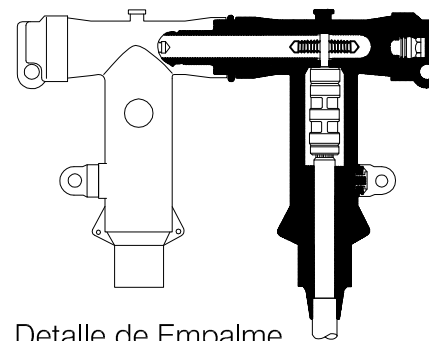
FECHA :

DICIEMBRE 2008



APLICACIONES DE EMPALMES

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386 Y 404



Detalle de Empalme



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION, 600A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.

RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

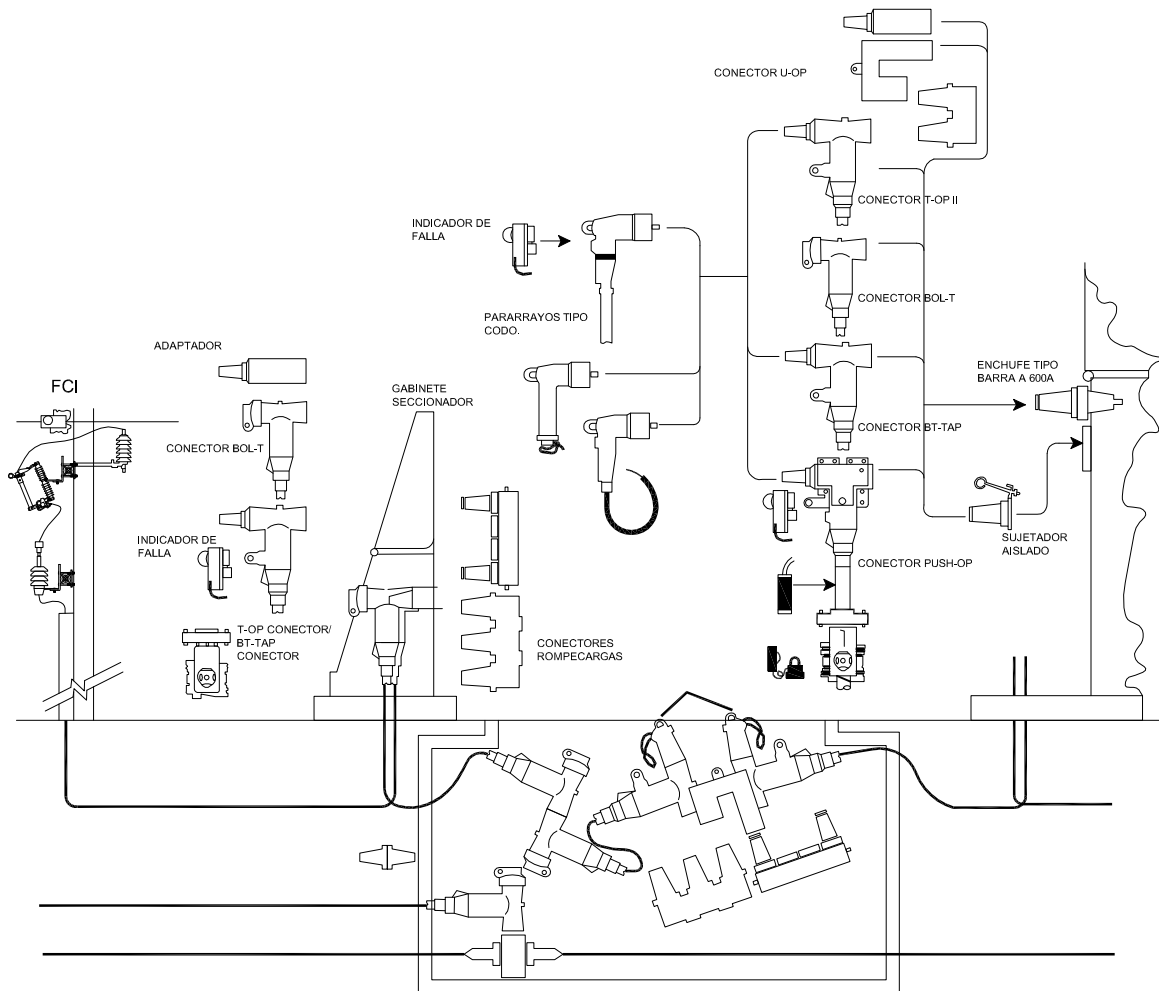
05-EQ-11

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



ESQUEMAS DE CONEXIONES A MEDIA TENSION, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :
05- EQUIPO PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION, 600A

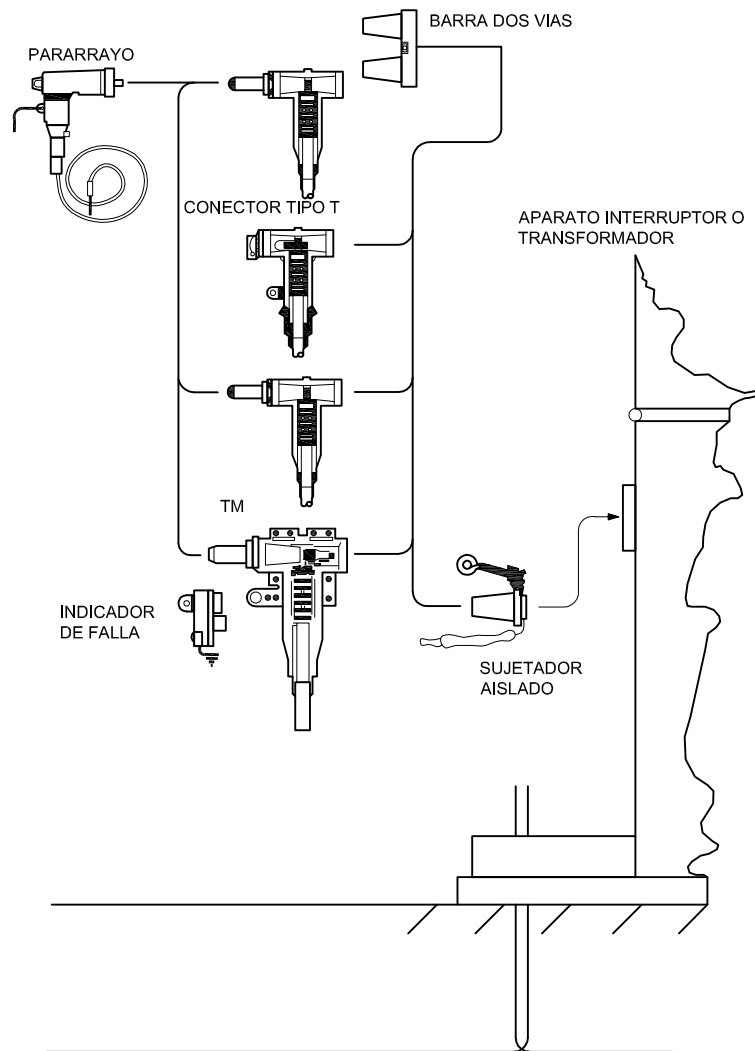
PRESENTA :
BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):
ING. JORGE ALBERTO ZETINO
ASESOR EXTERNO (SIGET):
ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:
05-EQ-12

ESCALA :
INDICADA

FECHA :
DICIEMBRE 2008



ESQUEMAS DE CONEXIONES DE BUSHINGS A MEDIA TENSION, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION, 600A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

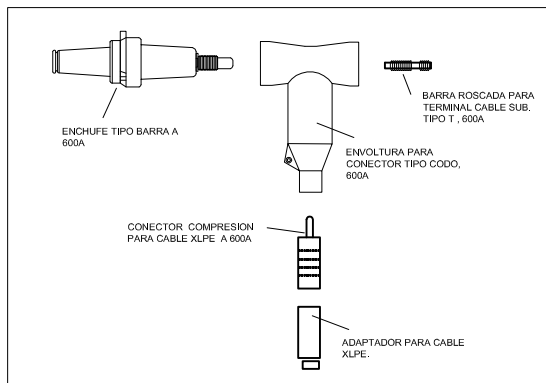
05-EQ-13

ESCALA :

INDICADA

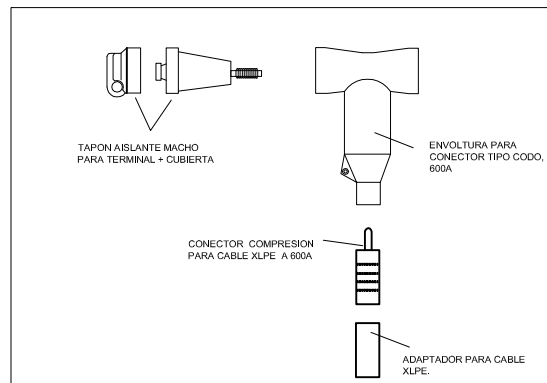
FECHA :

DICIEMBRE 2008



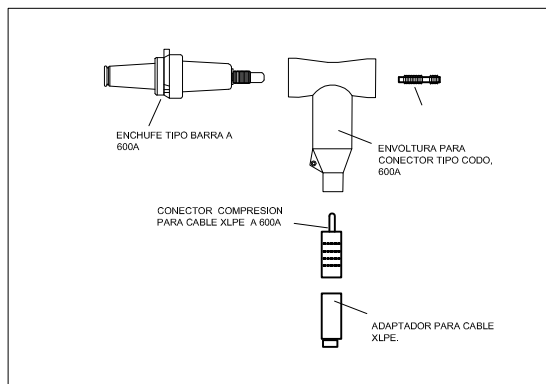
KIT CONECTORES BOL-T

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



KIT CONECTORES BT-TAP

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



KIT CONECTORES T-OP II

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION, 600A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

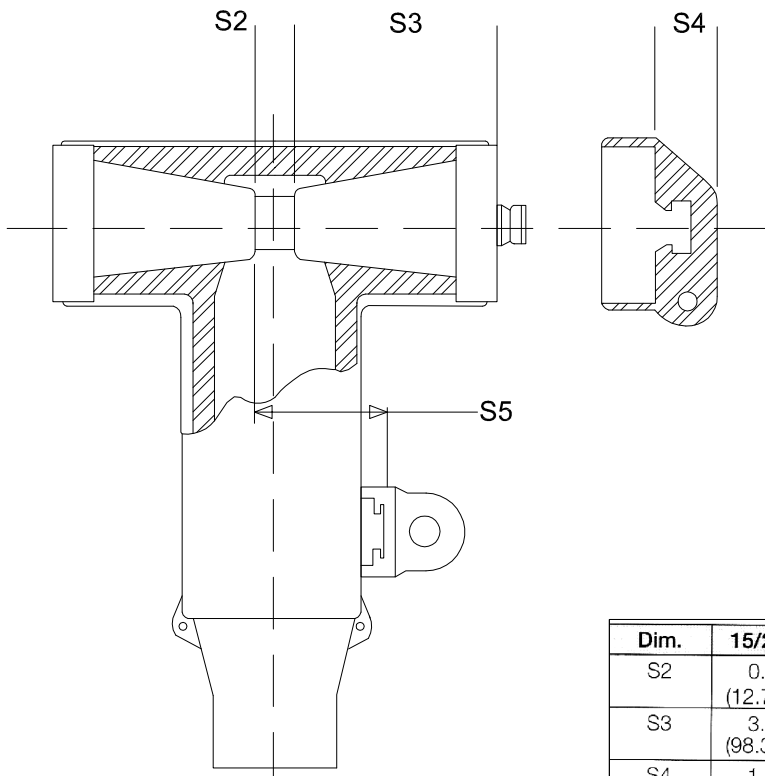
05-EQ-14

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



Dim.	15/25 kV	35 kV
S2	0.50" (12.7 mm)	0.50" (12.7 mm)
S3	3.87" (98.3 mm)	4.97" (126 mm)
S4	1.50" (38.1 mm)	1.50" (38 mm)
S5	2.4" (61 mm)	2.84" (72 mm)

CONECTOR TIPO T, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION
600A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

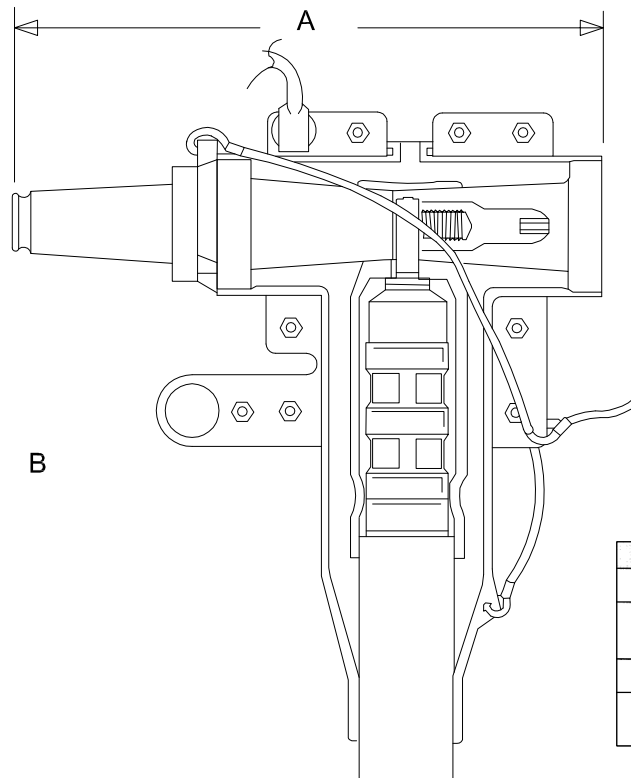
05-EQ-15

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



Dim.	15 kV	25 kV	35 kV
A	12.8" (325.1 mm)	15.5" (393.7 mm)	17.9" (454.7 mm)
B	14.05" (356.9 mm)	14.05" (356.9 mm)	-

CONECTOR PUSH-OP, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA INSTALACIONES A MEDIA TENSION 600A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

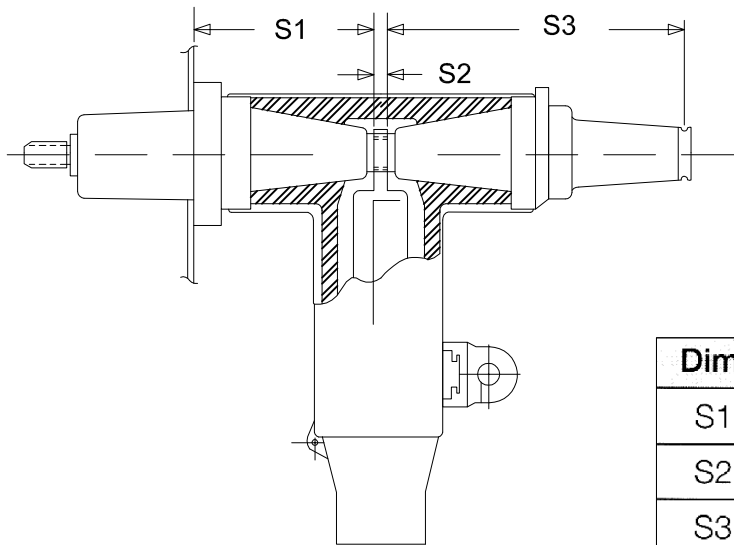
05-EQ-16

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



Dim.	15/25 kV
S1	4.93" (125.2 mm)
S2	0.50" (12.7 mm)
S3	8.29" (210.6 mm)

CONECTOR BT-TAP, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA INSTALACIONES A MEDIA TENSION 600A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

05-EQ-17

ESCALA :

INDICADA

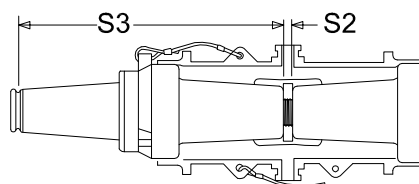
FECHA :

DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**



Dim.	15/25 kV
S2	0.50" (13 mm)
S3	8.29" (210.6 mm)

ADAPTADOR, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION
600A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

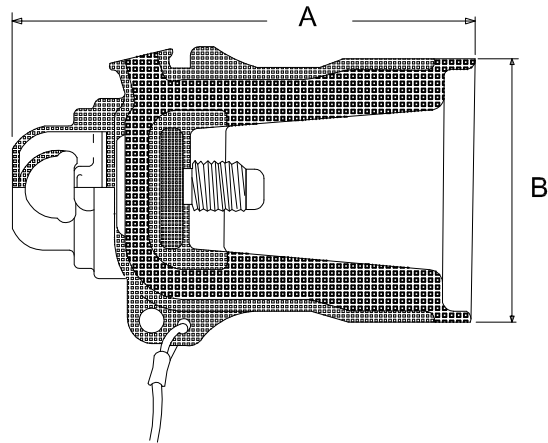
05-EQ-18

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

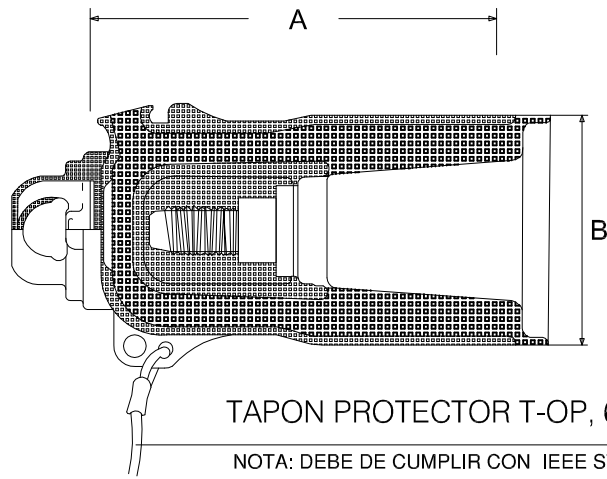
DICIEMBRE 2008



Dim.	15/25 kV
A	7.6" (193 mm)
B	3.25" (82.6 mm)

TAPON PROTECTOR ESTANDAR, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



Dim.	15/25 kV
A	5.8" (147.3 mm)
B	3.25" (82.6 mm)

TAPON PROTECTOR T-OP, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION
600A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

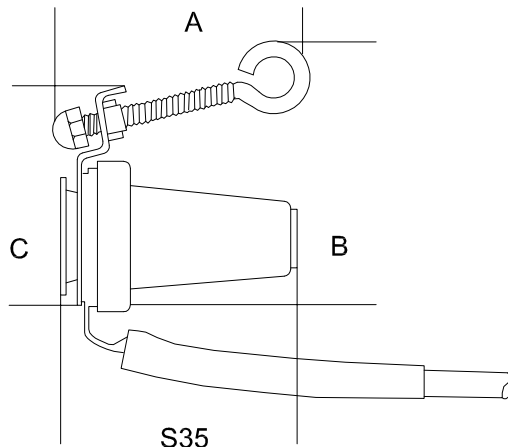
05-EQ-19

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

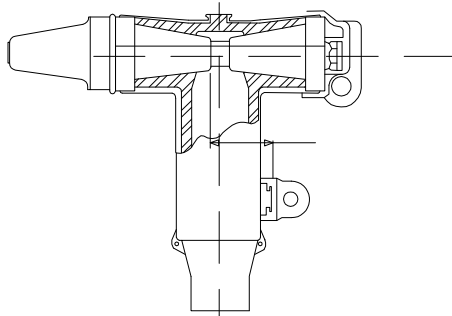
DICIEMBRE 2008



Dim.	15/25 kV
A	5.4" (137.2 mm)
B	5.6" (142.2 mm)
C	4.4" (111.8 mm)
S35	4.21" (106.9 mm)

S35
SUJETADOR AISLADO, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



CONECTOR, 600A

NOTA: DEBE DE CUMPLIR CON IEEE STANDARD 386



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

05- EQUIPO PARA
INSTALACIONES A MEDIA TENSION
600A

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

N° DE HOJA:

05-EQ-20

ESCALA :

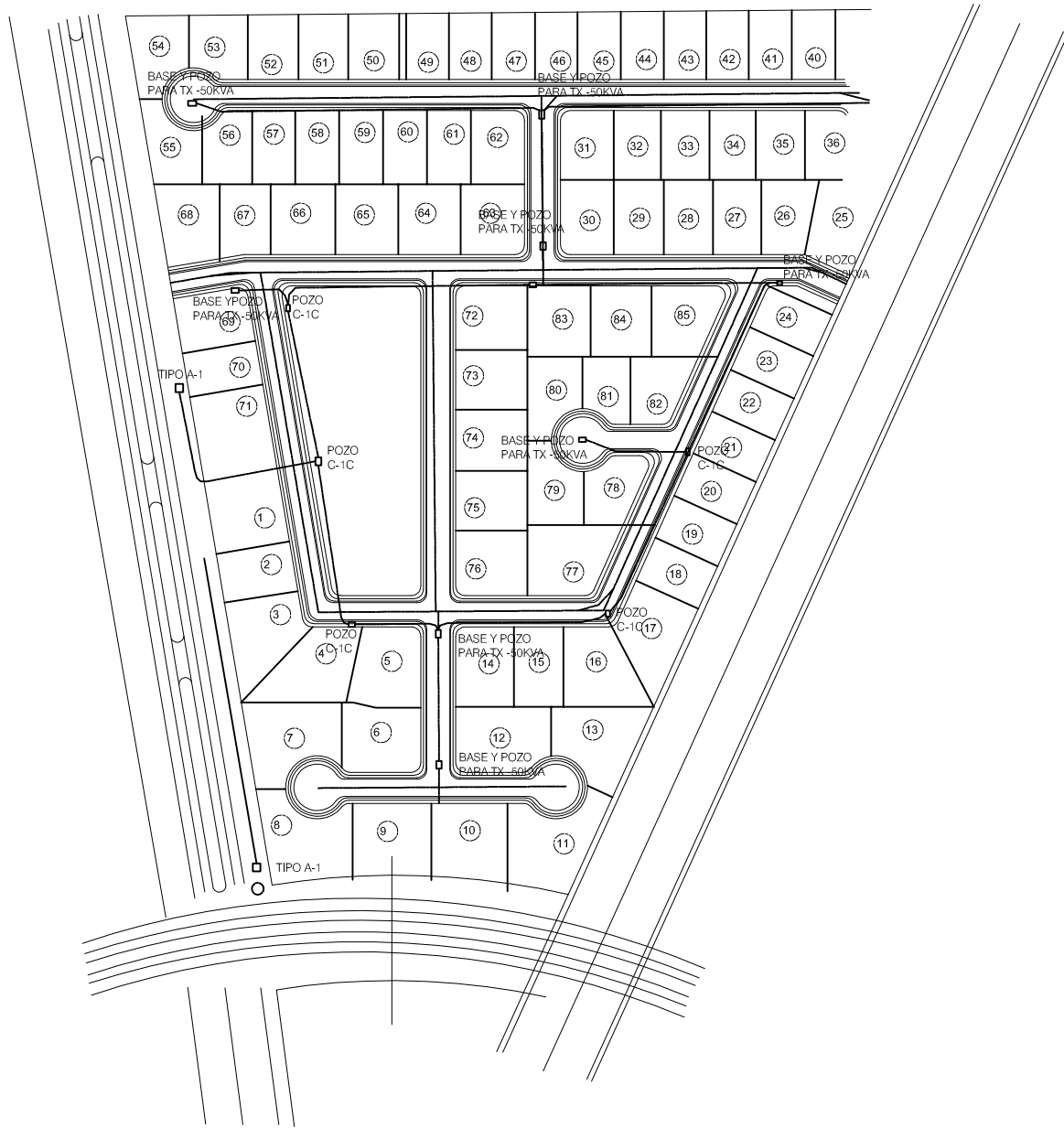
INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



06- MODELOS DE REFERENCIAS MINIMOS PARA DISEÑAR AREAS COMERCIALES INDUSTRIALES EN MT Y BT.



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

06-MODELO DE REFERENCIA # 1
DISTRIBUCION PRIMARIA EN LOTIFICACIONES-

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

06-MR-01

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

06-MODELO DE REFERENCIA # 1
DIAGRAMA UNIFILAR PARA
LOTIFICACIONES.

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

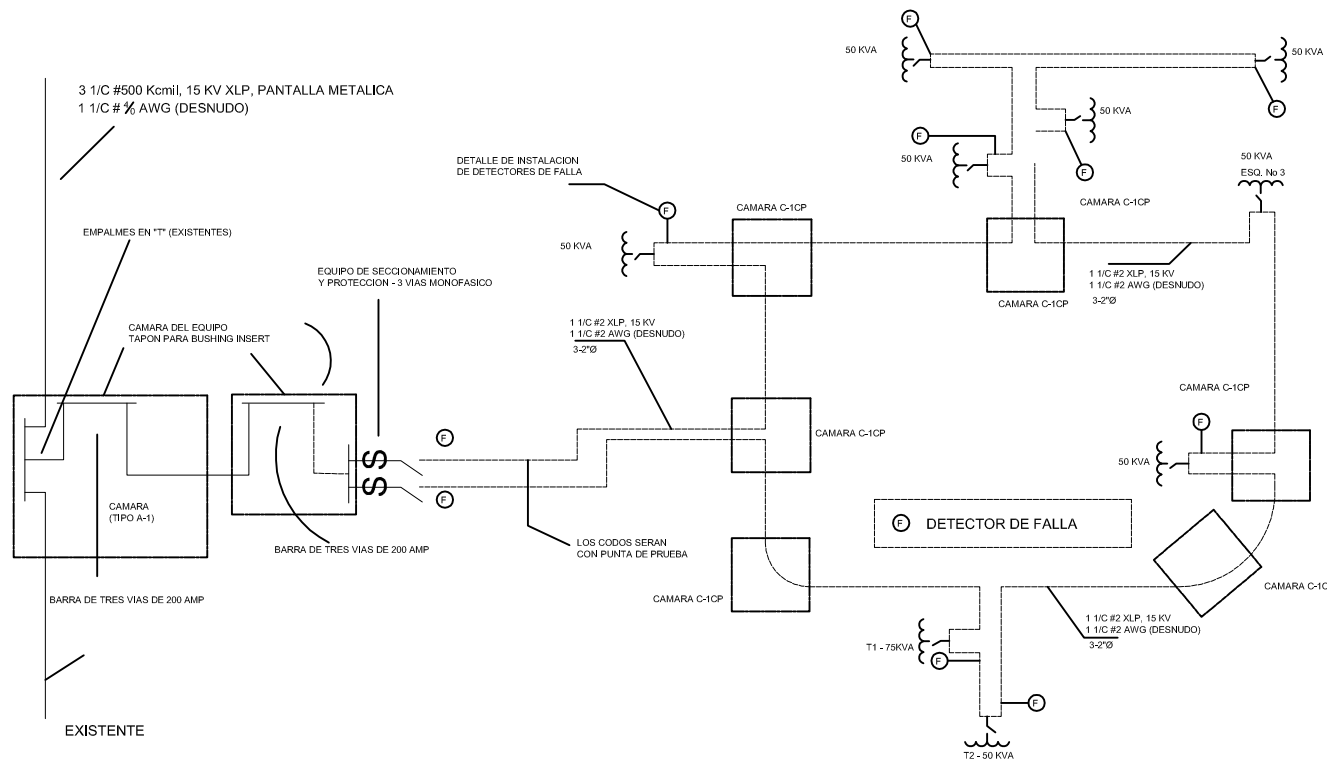
05-EQ-02

ESCALA :

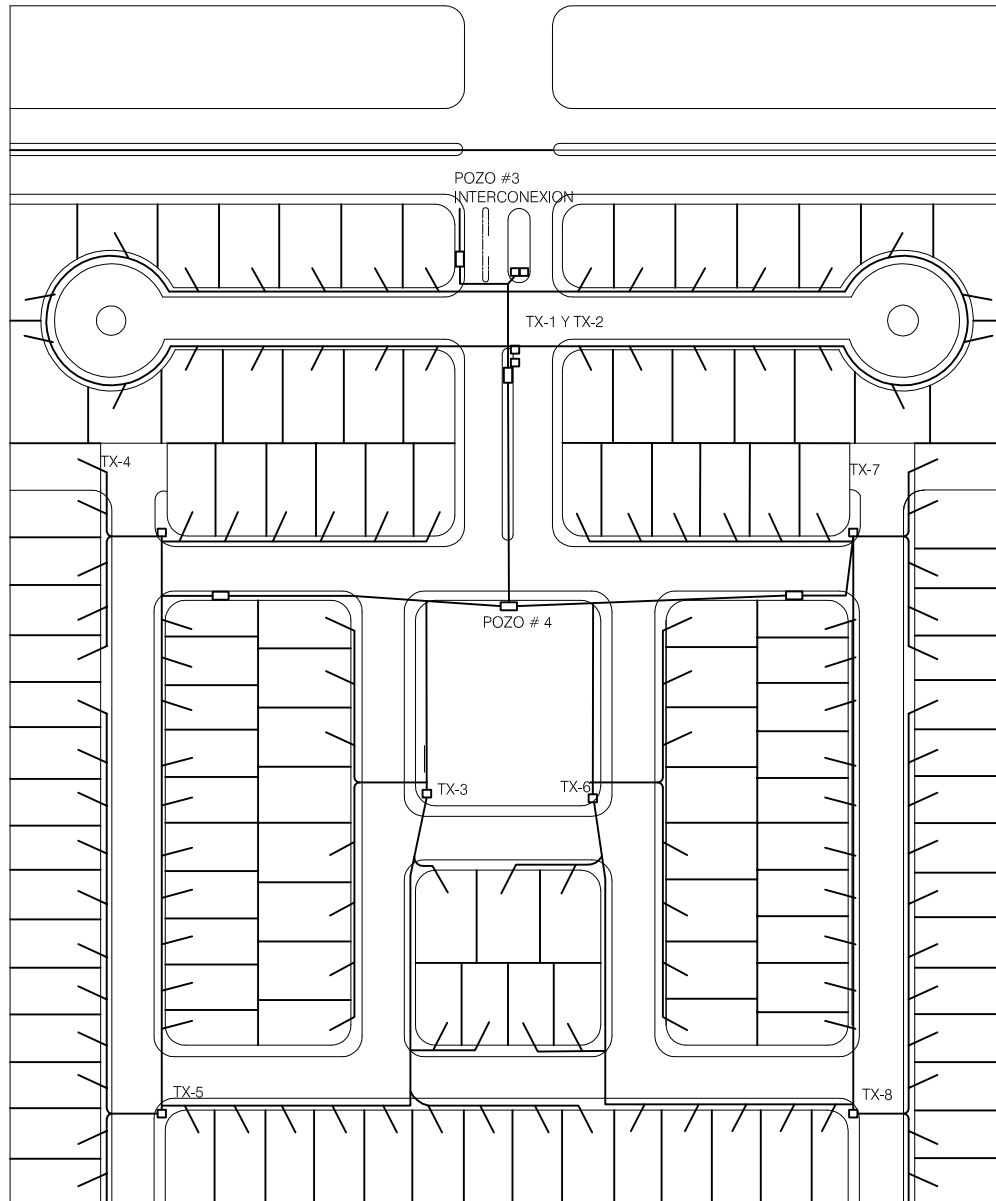
INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



DETECTOR DE FALLA: SE UBICARAN EN LA SUPERFICIE Y SE DEBEN DE COLOCAR EN LOS PUNTOS DE PRUEBA DE LOS TERMINALES TIPO T O TIPO CODO DE TAL FORMA QUE SE PERMITA LOCALIZAR RAPIDAMENTE EL DAÑO.



PROYECTO :

**NORMA PARA LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES ELECTRICAS
SUBTERRANEAS A MEDIA
TENSION.**

CONTENIDO :

06-MODELO DE REFERENCIA # 2
DISTRIBUCION PRIMARIA
EN LOTIFICACION

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

06-MR-03

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

06-MODELO DE REFERENCIA # 2
 DIAGRAMA UNIFILAR PARA
 LOTIFICACION

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
 RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

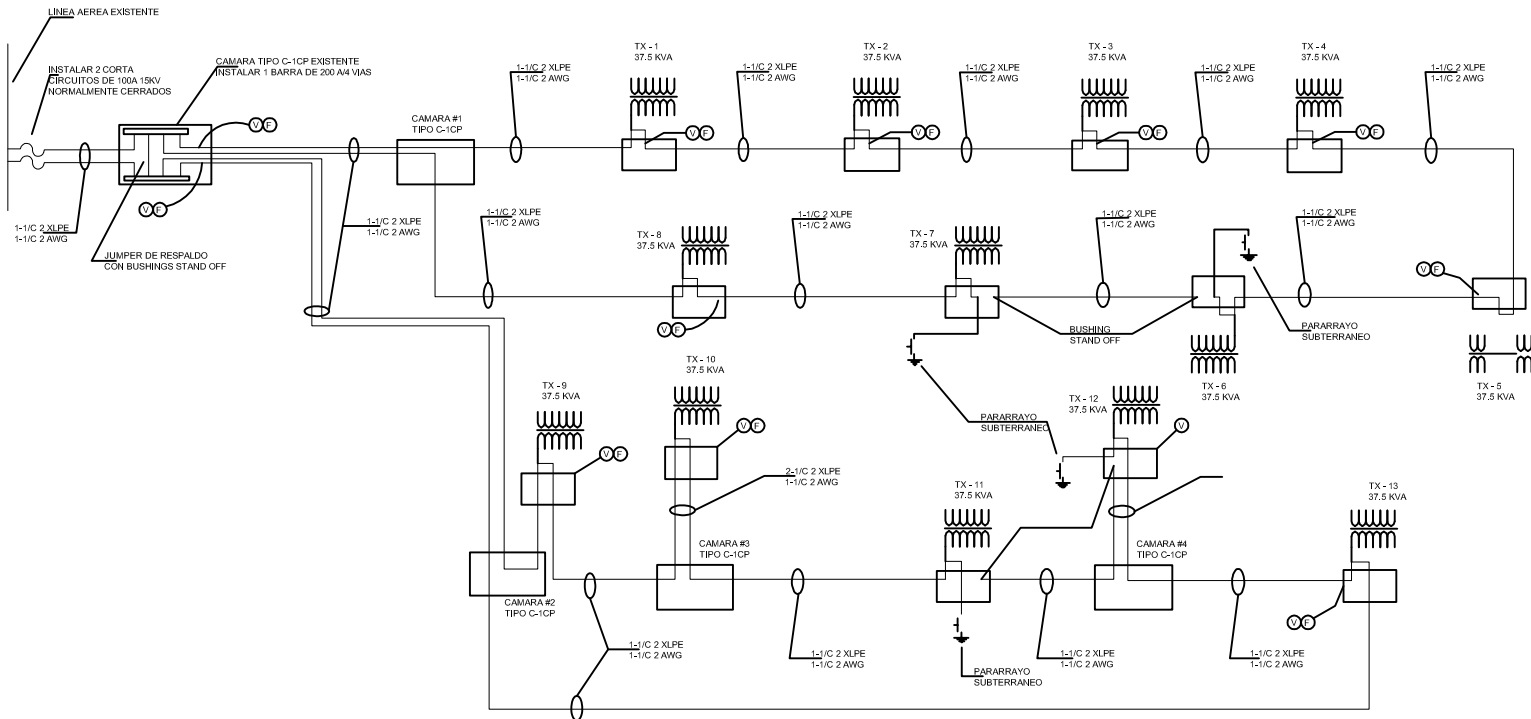
06-MR-04

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008





PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

06-MODELO DE REFERENCIA # 1
DISENO DE LOTIFICACION

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

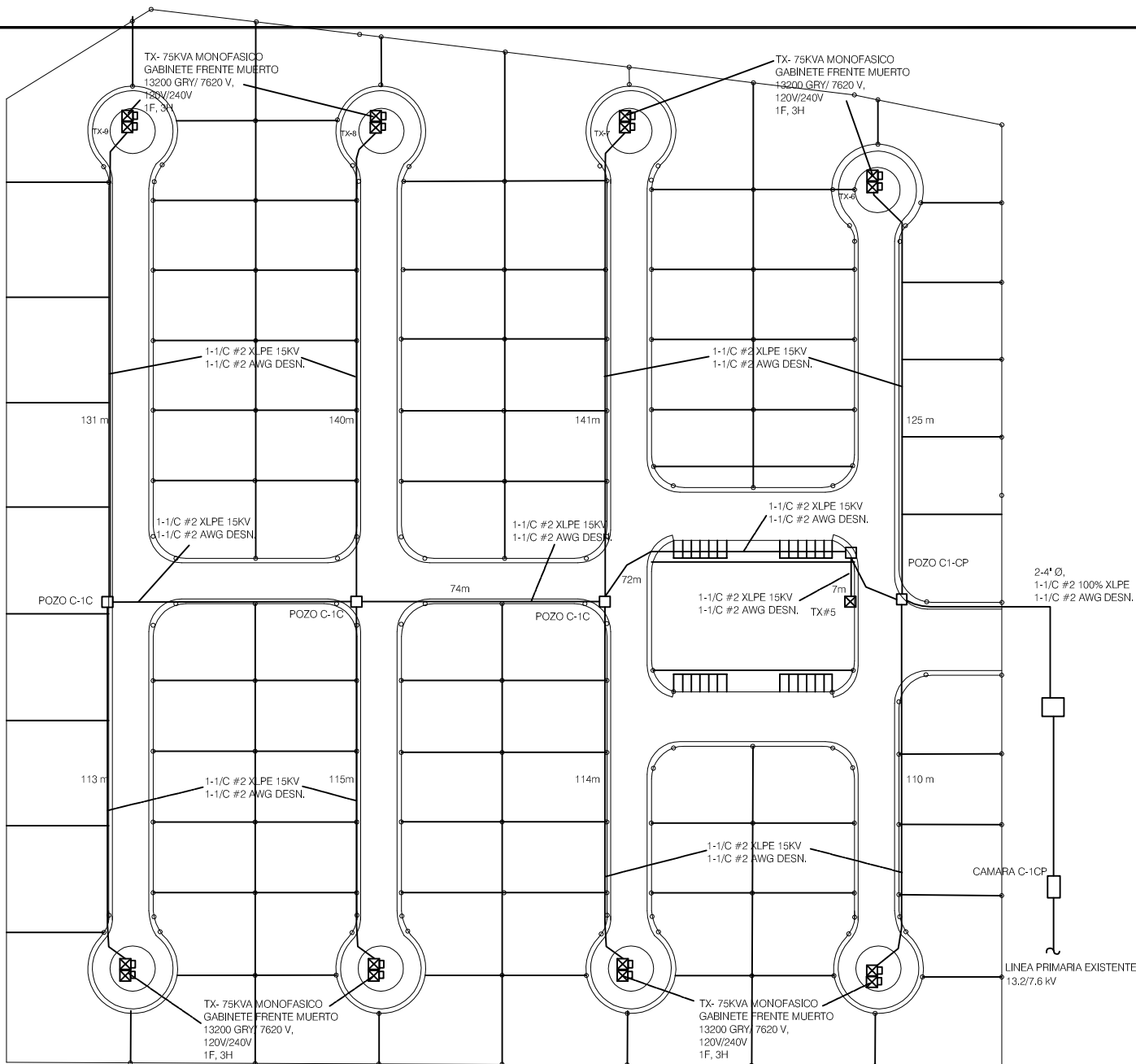
06-MR-05

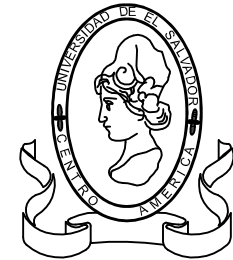
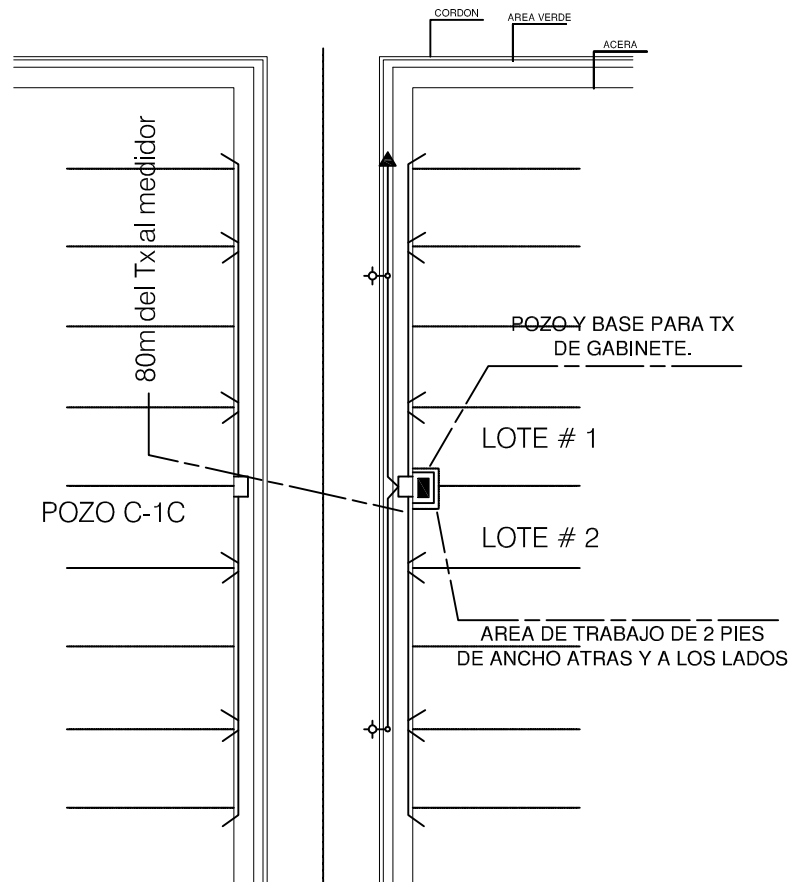
ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008





PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

06-MODELO DE REFERENCIA
BAJA TENSION.

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

06-MR-06

ESCALA :

INDICADA

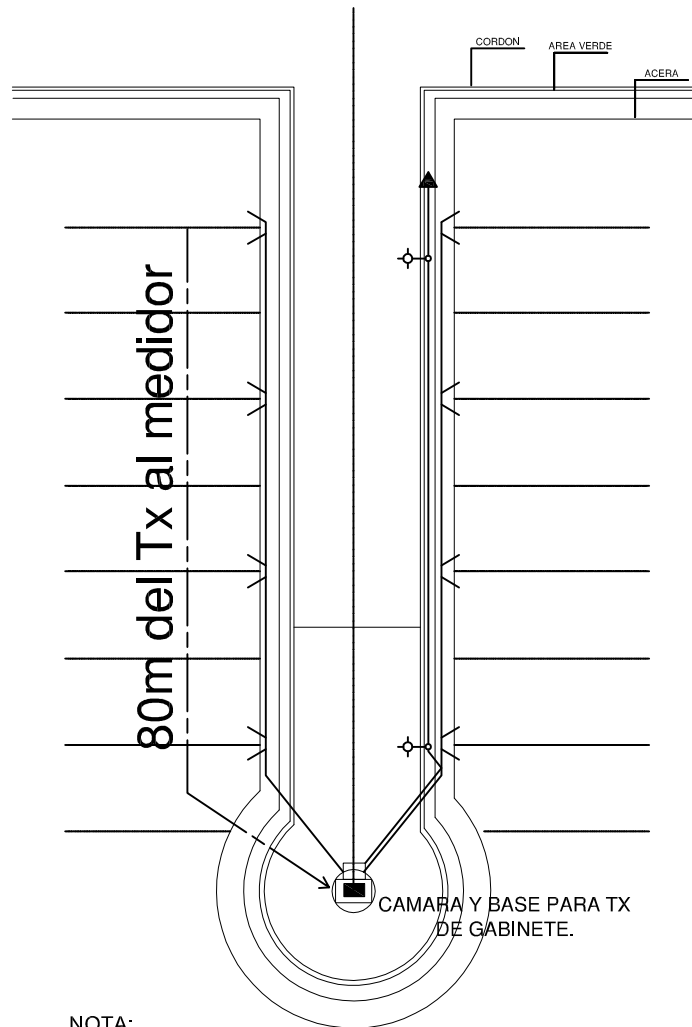
FECHA :

DICIEMBRE 2008

NOTA:

EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS CALLES Y LA SERVIDUMBRE VIAL DEBE DE ESTAR DE ACUERDO AL DESARROLLO DE DISTRIBUCION ELECTRICA SUBTERRANEA.

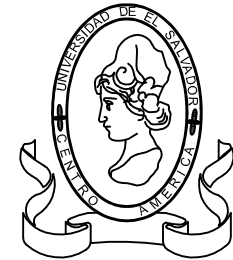
POR EJEMPLO: EL TRADICIONAL POSTE SE SUSTITUYE POR TRANSFORMADORES EN EL LIMITE DE LOTES O EN POSICIONES QUE CUMPLAN CON EL CENTRO DE CARGA, LA REGULACION Y LAS PERDIDAS.



NOTA:

EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS CALLES Y LA SERVIDUMBRE VIAL DEBE DE ESTAR DE ACUERDO AL DESARROLLO DE DISTRIBUCION ELECTRICA SUBTERRANEA.

POR EJEMPLO: EL TRADICIONAL POSTE SE SUSTITUYE POR TRANSFORMADORES EN EL LIMITE DE LOTES O EN POSICIONES QUE CUMPLAN CON EL CENTRO DE CARGA, LA REGULACION Y LAS PERDIDAS.



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

06-MODELO DE REFERENCIA
BAJA TENSION.

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

06-MR-07

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

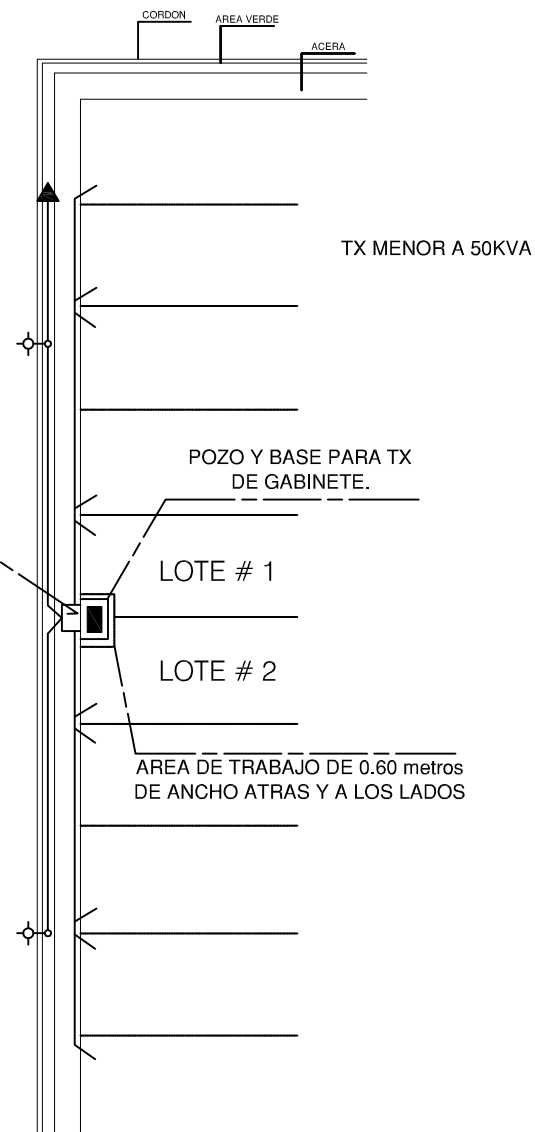
DICIEMBRE 2008

NOTA:

EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS CALLES Y LA SERVIDUMBRE VIAL DEBE DE ESTAR DE ACUERDO AL DESARROLLO DE DISTRIBUCION ELECTRICA SUBTERRANEA.

POR EJEMPLO: EL TRADICIONAL POSTE SE SUSTITUYE POR TRANSFORMADORES EN EL LIMITE DE LOTES O EN POSICIONES QUE CUMPLAN CON EL CENTRO DE CARGA, LA REGULACION Y LAS PERDIDAS.

80m del Tx al medidor



PROYECTO :

NORMA PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS A MEDIA TENSION.

CONTENIDO :

06-MODELO DE REFERENCIA
BAJA TENSION.

PRESENTA :

BARAHONA ABARCA, WILLY A.
RIVERA CAMPOS, JOEL JOSE

ASESOR INTERNO (UES):

ING. JORGE ALBERTO ZETINO

ASESOR EXTERNO (SIGET):

ING. CARLOS LINQUI MARTINEZ

Nº DE HOJA:

06-MR-08

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

DICIEMBRE 2008



Industrial Loadbreak Bushing Insert

200 A

25 kV Class

5811-BI-25

Data Sheet

1.0 Product Description

1.1 General

The 3M™ Industrial Loadbreak 25 kV Bushing Insert threads into a universal bushing well to provide the same function as an integral loadbreak bushing. Using bushing inserts makes field installation and replacement possible and efficient. Bushing inserts and elbow connectors comprise the essential components of all loadbreak connections.

The 25 kV Bushing Insert uses a patented “ALL COPPER CURRENT PATH.” The uncomplicated nature of the current path design delivers superior, reliable performance.

An internal hex broach allows for positive torque controlled installation. Using a torque tool, the bushing insert can be properly tightened into the bushing well without the fear of accidentally breaking the bushing well stud.

An exclusive latch indicator ring, located on the circumference of the bushing's collar, eliminates the guesswork of loadbreak elbow installation on the bushing insert. The bright yellow ring provides immediate feedback to determine if the elbow is properly installed on the insert. If the yellow ring is completely covered by the loadbreak elbow, it is fully “latched.” If the ring is visible, the elbow can be installed correctly before any problems can occur.

The bushing insert meets all the requirements of ANSI/IEEE Standard 386 and is completely interchangeable with mating products that also meet ANSI/IEEE Standard 386. When mated with a comparably rated component, the bushing insert provides a fully shielded and submersible connection for loadbreak operation.

1.2 Installation

No special tools are necessary.

The insert can be installed by hand or with the assistance of a torque tool. Using the hex-broached base (see Figure 2) and a torque tool, consistent installation can be easily achieved. Refer to the installation instructions for details.



Figure 1. 25 kV Loadbreak Bushing Insert with latch indicator for applications in transformers, switches, and other apparatus.

1.3 Production Tests

Tests conducted in accordance with ANSI/IEEE Standard 386:

- ac 60 Hz 1 Minute Withstand 40 kV
- Minimum Corona Voltage Level 19 kV

Tests conducted in accordance with manufacturer's requirements:

- Physical Inspection
- Periodic Dissection
- Periodic Fluoroscopic Analysis

TABLE 1
Voltage Ratings and Characteristics

Description	kV
Standard Voltage Class	25
Maximum Rating Phase-to-Phase	26.3
Maximum Rating Phase-to-Ground	15.2
ac 60 Hz 1 Minute Withstand	40
dc 15 Minute Withstand	78
BIL and Full Wave Crest	125
Minimum Corona Voltage Level	19

Voltage ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.

TABLE 2
Current Ratings and Characteristics

Description	Amperes
Continuous	200 A rms
Switching	10 operations at 200 A rms at 26.3 kV
Fault Closure	10,000 A rms symmetrical at 26.3 kV after 10 switching operations for 0.17 s
Short Time	10,000 A rms symmetrical for 0.17 s 3,500 A rms symmetrical for 3.0 s

Current ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.

2.0 Features and Detailed Description

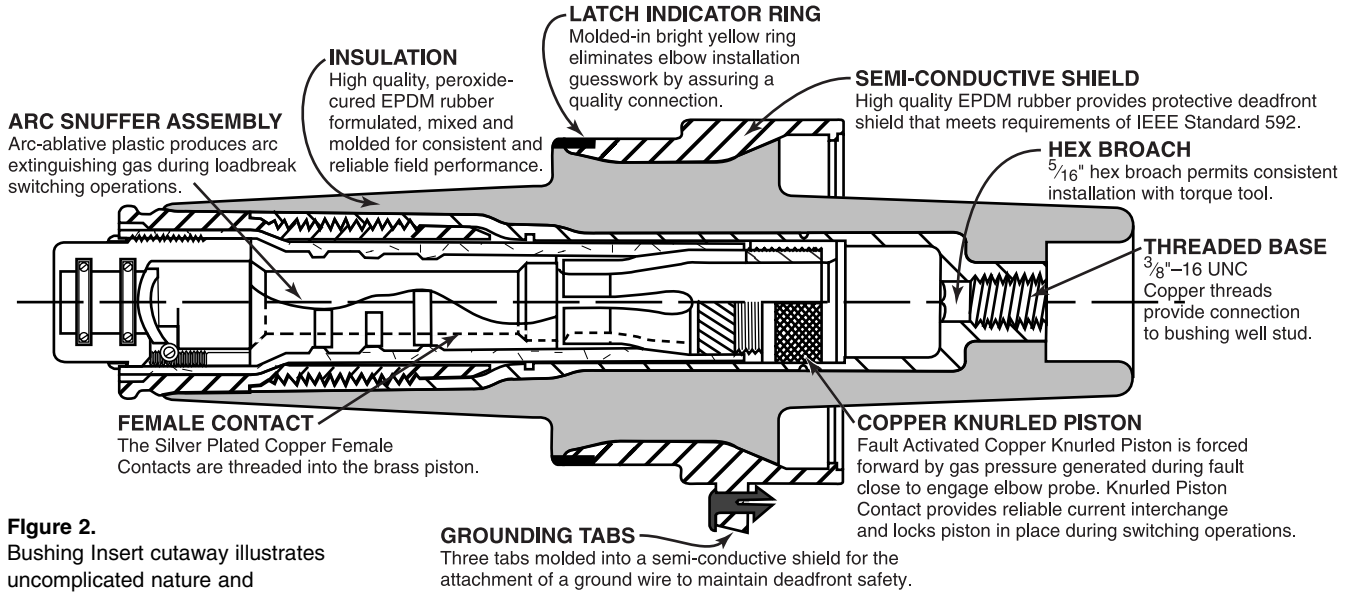


Figure 2.
Bushing Insert cutaway illustrates uncomplicated nature and dependability of current path.

A	B	S1	S2
7.11" 180.5 mm	3.16" 80.2 mm	0.76" 19.30 mm	7.14" 181.36 mm

TABLE 3
Loadbreak Bushing Insert Kit

Description	Catalog Number
Loadbreak Bushing Insert Standard Length	5811-BI-25

Each kit contains:

- Loadbreak Bushing Insert
- Shipping Cap (not for energized operation)
- Silicone Lubricant
- Installation Instruction Sheet

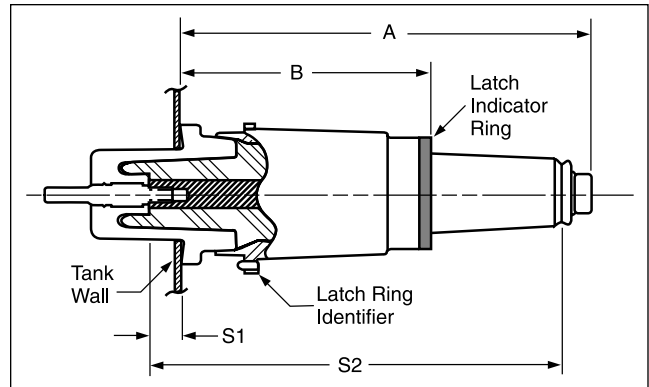


Figure 3.
Bushing Insert profile and stacking dimensions.

3.0 Availability

The 3M™ 5811-BI-25 Industrial Loadbreak Bushing Insert is available for use with ANSI/IEEE Standard 386 Universal bushing wells, for making loadbreak connections with 25 kV ANSI/IEEE Standard 386 loadbreak elbow connectors. The 5811-BI-25 is available from your local authorized 3M electrical distributor.

3M is a registered trademark of 3M.

IMPORTANT NOTICE

Before using this product, you must evaluate it and determine if it is suitable for your intended application. You assume all risks and liability associated with such use.

Warranty; Limited Remedy; Limited Liability. This product will be free from defects in material and manufacture as of the date of purchase. **3M MAKES NO OTHER WARRANTIES INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.** If this product is defective within the warranty period stated above, your exclusive remedy shall be, at 3M's option, to replace or repair the 3M product or refund the purchase price of the 3M product. **Except where prohibited by law, 3M will not be liable for any loss or damage arising from this 3M product, whether direct, indirect, special, incidental or consequential regardless of the legal theory asserted.**



Electrical Products Division

6801 River Place Blvd.
Austin, TX 78726-9000
800/245-3573
www.3M.com/elpd



Printed on 50% recycled paper
with 10% post-consumer

Litho in USA
©3M 1999 78-8124-4665-2-B



Industrial Loadbreak Elbow

200 A

25 kV Class

5811 Series

Data Sheet

1.0 Product Description

1.1 General

The 3M™ Industrial Loadbreak Elbow connector is a fully-shielded and insulated plug-in termination for connecting underground cable to transformers, switching cabinets and junctions equipped with loadbreak bushings. The elbow connector and bushing insert comprise the essential components of all loadbreak connections. The 5811 Series kits are designed for use on tape shield, wire shield, UniShield® and jacketed concentric neutral types of power cables.

The loadbreak elbows are molded using high quality peroxide-cured EPDM insulation. Standard features include a coppertop connector, tin plated copper loadbreak probe with an ablative arc-follower tip, stainless steel reinforced pulling-eye and a capacitive test point.

Cable ranges are sized to accept a wider range of cable diameter for a given size elbow. The wider cable ranges increase installation flexibility.

The coppertop compression connector is a standard item to transition from the cable to the loadbreak probe. An aluminum crimp barrel is inertia-welded to a copper lug. The aluminum barrel makes the connector easy to crimp and the copper lug ensures a reliable, tight, cool operating connection with the loadbreak probe.

1.2 Installation

Cable stripping and scoring tools, available from various tool manufacturers, are recommended for use when installing loadbreak elbows. After preparing the cable and installing shield adapter, the elbow housing is pushed onto

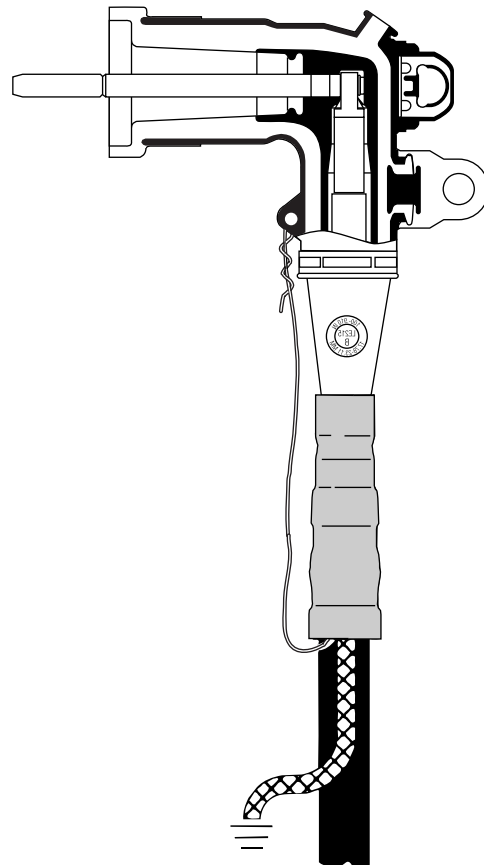


Figure 1.
25kV Loadbreak Elbow Connector with test point.

the cable. The loadbreak probe is threaded into the coppertop connector using the supplied installation tool or an approved equivalent. Use a shotgun stick to perform loadmake and loadbreak operations. See installation instructions for details.

1.3 Production Tests

Tests conducted in accordance with ANSI/IEEE Standard 386:

- ac 60 Hz 1 Minute Withstand 40 kV
- Minimum Corona Voltage Level 19 kV
- Test Point Voltage Test

Tests conducted in accordance with manufacturer's requirements:

- Physical Inspection
- Periodic Dissection
- Periodic Fluoroscopic Analysis

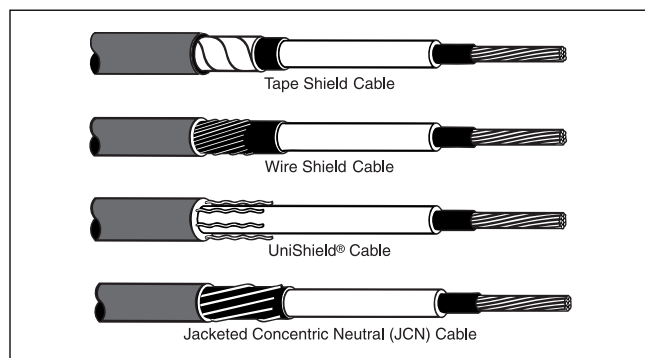


Table 1
Voltage Ratings and Characteristics

Description	kV
Standard Voltage Class	25
Maximum Rating Phase-to-Phase	26.3
Maximum Rating Phase-to-Ground	15.2
ac 60 Hz 1 Minute Withstand	40
dc 15 Minute Withstand	78
BIL and Full Wave Crest	125
Minimum Corona Voltage Level	19

Voltage ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.

Table 2
Current Ratings and Characteristics

Description	Amperes
Continuous	200 A rms
Switching	10 operations at 200 A rms at 26.3 kV
Fault Closure	10,000 A rms symmetrical at 26.3 kV after 10 switching operations for 0.17 s
Short Time	10,000 A rms symmetrical for 0.17 s 3,500 A rms symmetrical for 3.0 s

Current ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.

2.0 Features and Detailed Description

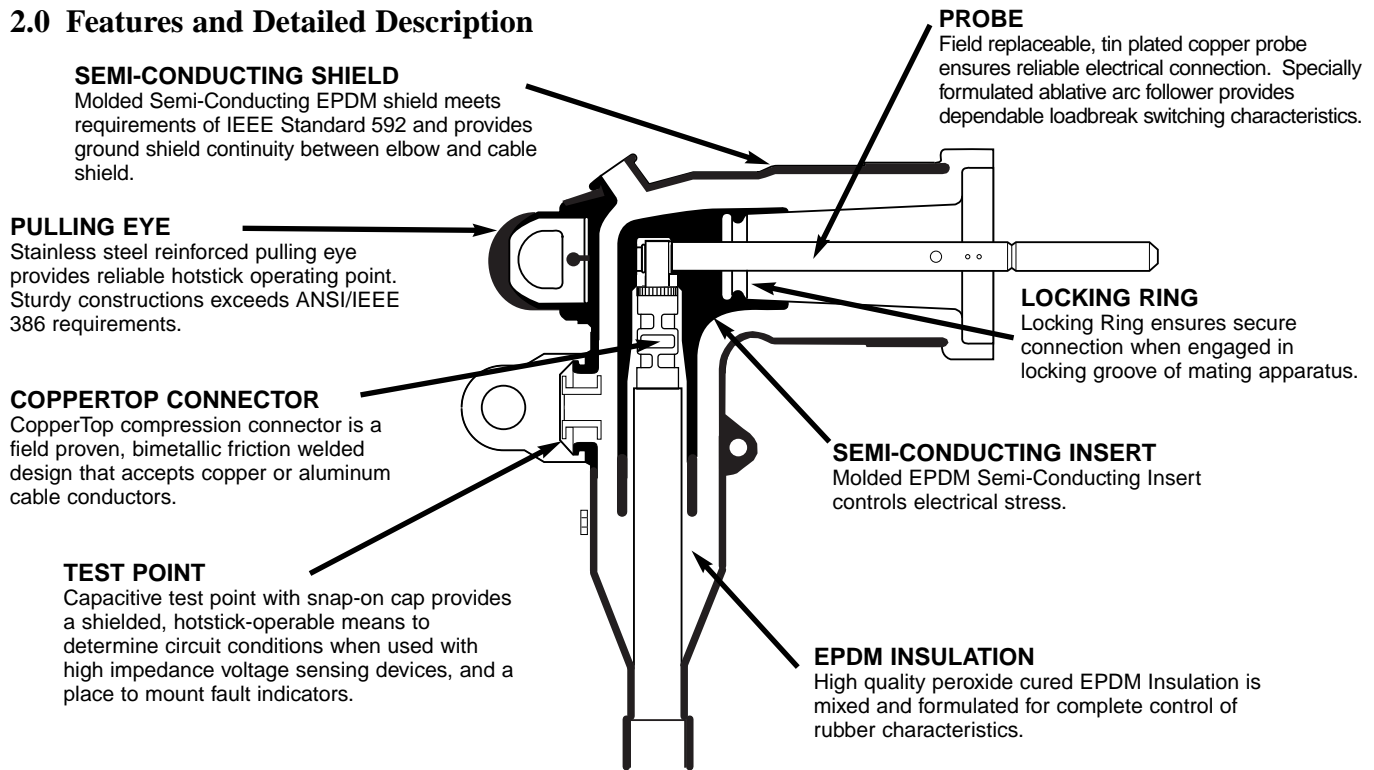


Figure 2.
Elbow cutaway illustrates design integrity.

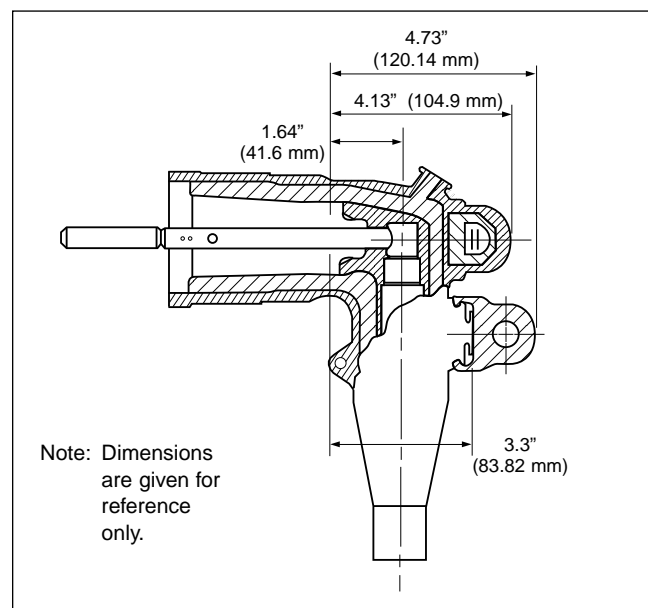


Figure 3.
Elbow profile and stacking dimensions as referenced in ANSI/IEEE Standard 386.

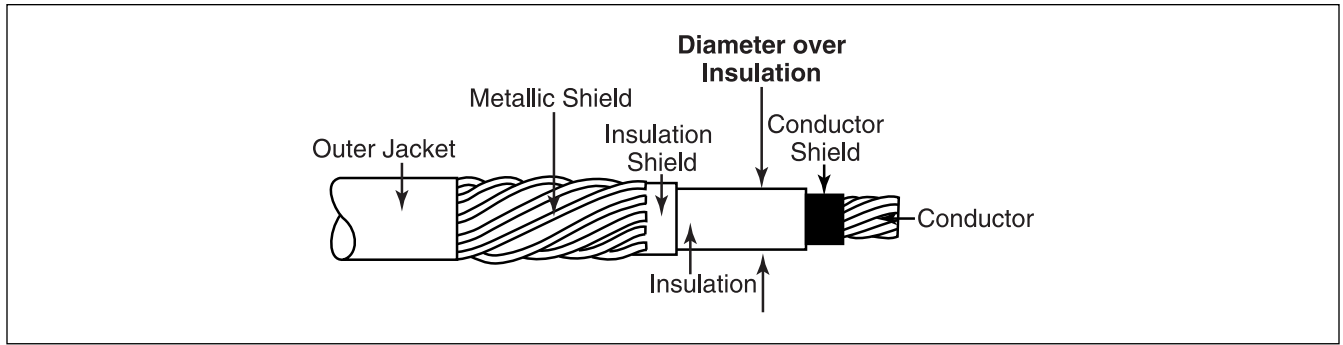


Figure 4.
Illustration showing typical construction of medium voltage underground cable.

3.0 Ordering Information

3.1 Kit Selection Table for 25 kV Class

Note: Final kit selection is based on cable insulation diameter.

Kit No.	Insulation Diameter Range	25kV (AWG/kcmil)			
		100% (260 mils)		133% (320 mils)	
		Inches (mm)	Stranded	Compact/Solid	Stranded
5811-B*	0.700–0.910 (17.8–23.1)	2	2–1		
5811-B-3			2		
5811-B-2		2	1		
5811-C*	0.850–1.100 (21.6–27.9)	1–3/0	1/0–4/0	2–1/0	2–1/0
5811-C-3					2
5811-C-2				2	1
5811-C-1		1	1/0	1	1/0
5811-C-1/0		1/0	2/0	1/0	
5811-C-2/0		2/0	3/0		
5811-C-3/0		3/0	4/0		
5811-D*	1.040–1.250 (26.4–31.8)	4/0–250	250	2/0–4/0	2/0–4/0
5811-D-1/0					2/0
5811-D-2/0				2/0	3/0
5811-D-3/0				3/0	4/0
5811-D-4/0		4/0	250	4/0	
5811-D-250		250			

*Kit without compression connector.

3.2 Kit Contents:

- Elbow Body
- Coppertop Compression Connector
- Loadbreak Probe
- Probe Installation Tool
- Silicone Lubricant
- Cold Shrink Jacketing Tube
- Mastic Strips (3 ea.)
- Ground Braid Assembly
- Constant Force Spring
- CC-3 Cable Cleaning Pads
- Installation Instructions

4.0 Availability

The 3M™ 5811 Series Industrial Loadbreak elbow kit is available for connecting 25 kV shielded power cables to ANSI/IEEE 386 loadbreak bushings. The 200 Amp elbow is designed for use with tape shield, wire shield, UniShield® and concentric neutral cable types. The kits are available from your local authorized 3M electrical distributor.

3M is a registered trademark of 3M.
UniShield is a registered trademark of BICC Cables.

IMPORTANT NOTICE

Before using this product, you must evaluate it and determine if it is suitable for your intended application. You assume all risks and liability associated with such use.

Warranty; Limited Remedy; Limited Liability. This product will be free from defects in material and manufacture as of the date of purchase. **3M MAKES NO OTHER WARRANTIES INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.** If this product is defective within the warranty period stated above, your exclusive remedy shall be, at 3M's option, to replace or repair the 3M product or refund the purchase price of the 3M product. **Except where prohibited by law, 3M will not be liable for any loss or damage arising from this 3M product, whether direct, indirect, special, incidental or consequential regardless of the legal theory asserted.**

3M

Electrical Products Division

6801 River Place Blvd.
Austin, TX 78726-9000
800/245-3573
www.3m.com/elpd



*Printed on 50% recycled paper
with 10% post-consumer*

Litho in USA
©3M IPC 1999 78-8124-4669-4-C

Loadbreak Apparatus Connectors

200 A 15 kV Class Loadbreak Elbow Connector

GENERAL

The Cooper Power Systems RTE® Loadbreak Elbow connector is a fully-shielded and insulated plug-in termination for connecting underground cable to transformers, switching cabinets and junctions equipped with loadbreak bushings. The elbow connector and bushing insert comprise the essential components of all loadbreak connections.

RTE loadbreak elbows are molded using high quality peroxide-cured EPDM insulation. Standard features include a coppertop connector, tin plated copper loadbreak probe with an ablative arc-follower tip and stainless steel reinforced pulling-eye. An optional capacitive test point, made of corrosion resistant plastic, is available for use with fault indicators (see Catalog Section 320-10).

Wide cable ranges are sized to accept cables insulated at either 175 mil or 220 mil within a given conductor size. The wider cable ranges increase installation flexibility.

The coppertop compression connector is a standard item to transition from the cable to the loadbreak probe. An aluminum crimp barrel is inertia-welded to a copper lug. The aluminum barrel makes the connector easy to crimp and the copper lug ensures a reliable, tight, cool operating connection with the loadbreak probe.

INSTALLATION

Cable stripping and scoring tools, available from various tool manufacturers, are recommended for use when installing loadbreak elbows. After preparing the cable, the elbow housing is pushed onto the cable. The loadbreak probe is threaded into the coppertop connector using the supplied installation tool or an approved equivalent. Use a shotgun stick to perform loadmake and loadbreak operations. See Installation Sheet S500-10-1 for details.



Figure 1. Loadbreak Elbow Connector with test point; also available without test point.

PRODUCTION TESTS

Tests conducted in accordance with ANSI/IEEE Standard 386:

- ac 60 Hz 1 Minute Withstand -34 kV
- Minimum Corona Voltage Level -11 kV
- Test Point Voltage Test

TABLE 1
Voltage Ratings and Characteristics

Description	kV
Standard Voltage Class	15
Maximum Rating Phase-to-Phase	14.4
Maximum Rating Phase-to-Ground	8.3
ac 60 Hz 1 Minute Withstand	34
dc 15 Minute Withstand	53
BIL and Full Wave Crest	95
Minimum Corona Voltage Level	11

Voltage ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.

Tests are conducted in accordance with Cooper Power Systems requirements:

- Physical Inspection
- Periodic Dissection
- Periodic Fluoroscopic Analysis

TABLE 2
Current Ratings and Characteristics

Description	Amperes
Continuous Switching	200 A rms 10 operations at 200 A rms at 14.4 kV
Fault Closure	10,000 A rms symmetrical at 14.4 kV after 10 switching operations for 0.17 s
Short Time	10,000 A rms symmetrical for 0.17 s 3,500 A rms symmetrical for 3.0 s

Current ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.

Features and Detailed Description

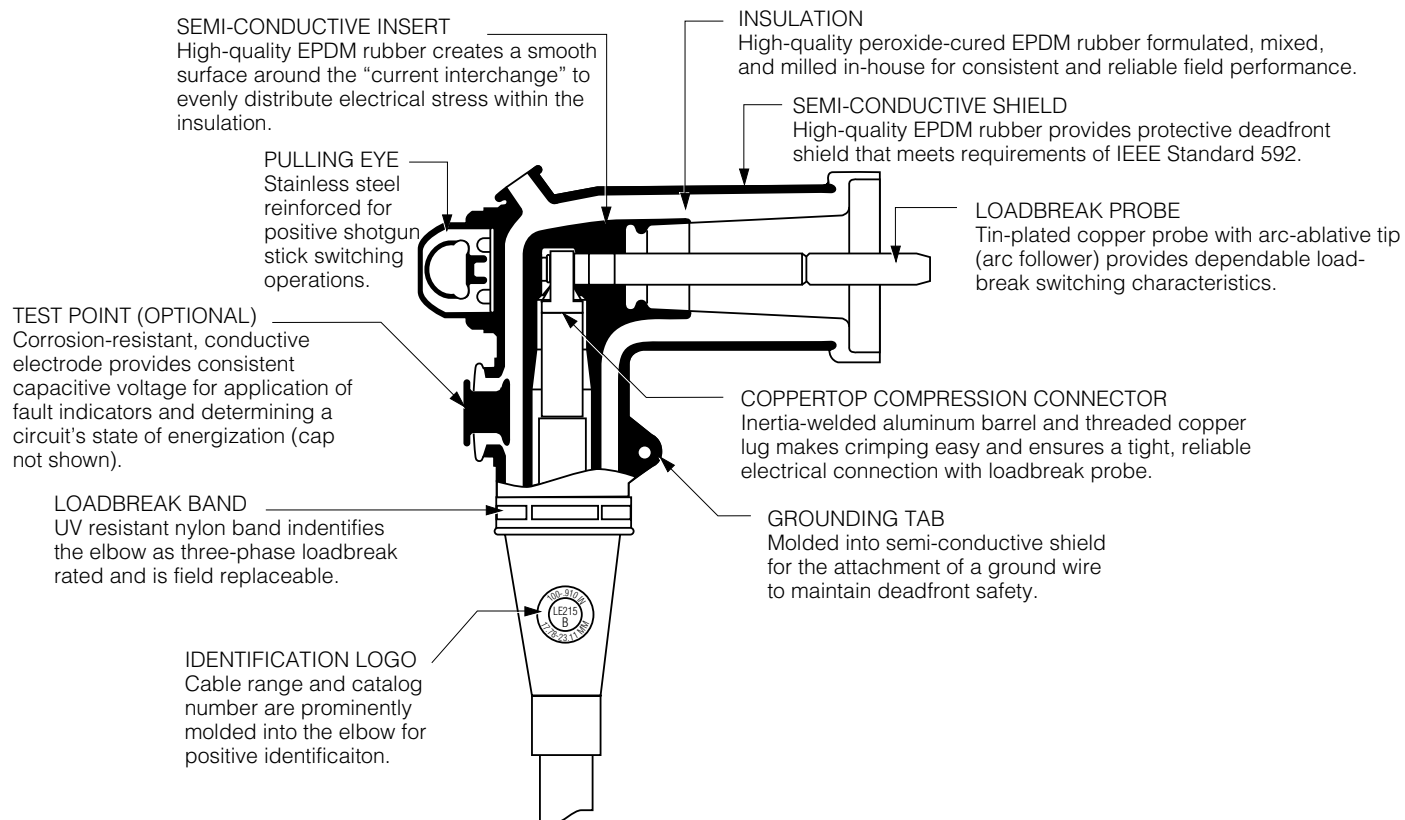


Figure 2.
Elbow cutaway illustrates design integrity.

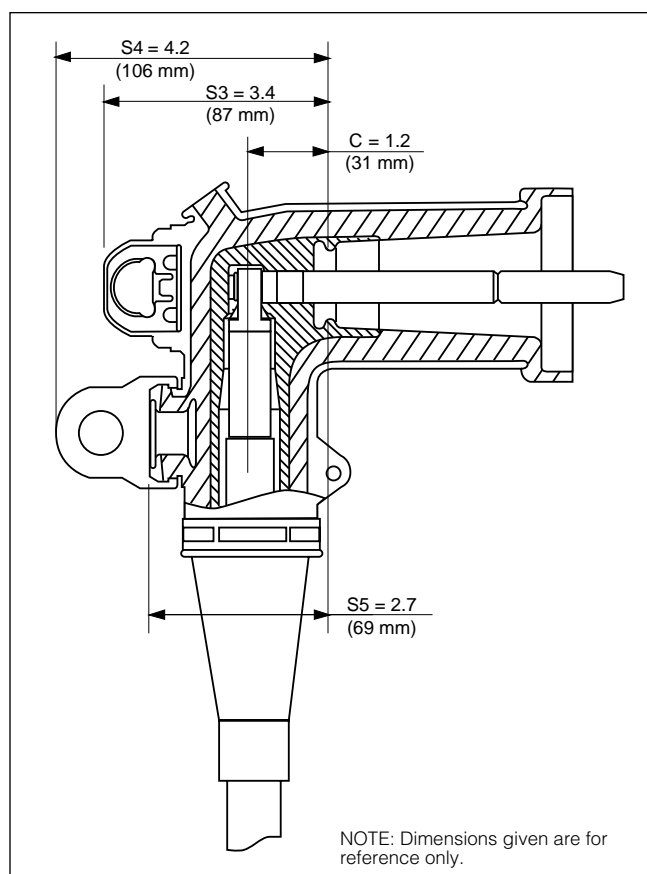


Figure 3.
Elbow profile and stacking dimensions as referenced in Figure 13 of ANSI/IEEE Standard 386.

ORDERING INFORMATION

The standard elbow kit is packaged in a heavy duty polyethylene bag. Individual boxed kits are also available by special part number. To order a 15 kV Class Loadbreak Elbow Kit, for cable meeting AEIC CS5 and CS6, follow the easy steps below.

Each kit contains:

- Elbow Body
- Coppertop Compression Connector
- Loadbreak Probe
- Probe Installation Tool
- Silicone Lubricant
- Installation Instruction Sheet

STEP 1: Determine the cable's diameter over the electrical insulation as shown in Figure 4 (including tolerances). Then identify a cable range from Table 3 that brackets the minimum and maximum insulation diameters. Select the CABLE RANGE CODE from the far right column.

STEP 2: Identify the conductor size and type in Table 4 and select the CONDUCTOR CODE from the far right column.

STEP 3: For an elbow kit with a capacitive test point order:



For an elbow kit without a capacitive test point order:



For an elbow kit without a compression connector, use "00" for the conductor code.

For an elbow kit with a hold down bail assembly included, insert a "B" after the test point option code.

For an elbow kit individually packaged in a corrugated cardboard box, insert an "X" as the last character in the part number.

EXAMPLE: Select an elbow kit with a capacitive test point for use on a #1 compact cable with a nominal insulation diameter of .800".

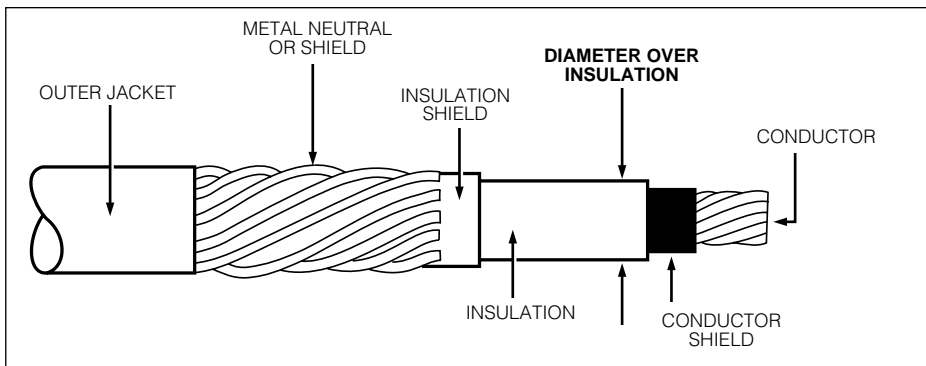


Figure 4. Illustration showing typical construction of medium voltage underground cable.

TABLE 3
Cable Range

Cable Range		CABLE RANGE CODE
Inches	Millimeters	
.495-.585*	12.6-14.9	CA
.575-.685*	14.6-17.4	CB
.630-.820	16.0-20.8	A
.700-.910	17.8-23.1	B
.850-1.100	21.6-27.9	C
1.040-1.250	26.4-31.8	D

*Uses 5 kV cable adapter

TABLE 4
Conductor Size and Type

Concentric or Compressed		Compact or Solid		CONDUCTOR CODE
AWG	mm ²	AWG	mm ²	
No Connector				00
#6	16	#4	-	01
#4	-	#3	-	02
#3	-	#2	25	03
#2	25	#1	35	04
#1	35	1/0	50	05
1/0	50	2/0	70	06
2/0	70	3/0	-	07
3/0	-	4/0	95	08
4/0	95	250	120	09
250*	120	300	-	10

*Compressed stranding only.

STEP 1: Nominal diameter over the insulation is 0.800" ±.030".

Minimum Diameter
0.800" - .030" = 0.770"

Maximum Diameter
0.800" + .030" = 0.830"

From Table 3, identify the cable range 0.700"-0.910" and select the "B" CABLE RANGE CODE.

STEP 2: The conductor size is a #1 and the type is compact.

From Table 4, under the column "Compact or Solid" identify #1 and select the "04" conductor code.

STEP 3: Order catalog number.

LE 215 B 04 T

TABLE 5
Replacement Coppertop Connectors

Conductor Size				Catalog Number
Concentric or Compressed		Compact or Solid		
AWG	mm2	AWG	mm2	
2.88 in. x 0.625 in. Connectors				
6	16	4	–	2639043A01B
4	–	3	–	2639043A02B
3	–	2	25	2639043A03B
2	25	1	35	2639043A04B
1	35	1/0	50	2639043A05B
1/0	50	2/0	70	2639043A06B
2/0	70	3/0	–	2639043A07B
3/0	–	4/0	95	2639043A08B
4/0	96	250	120	2639043A09B
250*	120	300	–	2639043A10B

* Compressed Stranding Only
NOTE: Coppertop compression connector may be used on both aluminum and copper cable conductors.

TABLE 6
Replacement Parts

Description	Catalog Number
Hold Down Bail Assembly	2638351C01B
Cable Adapter, 5 kV	
.495" – .585"	2638617B01M
.575" – .685"	2638617B02M
Loadbreak Band	2639139B01B
Loadbreak Probe	
Installation Tool	2602733A01
Loadbreak Probe Only	2637552C03
Silicone Grease	
.25 oz tube	2603393A01
5.2 oz tube	2605670A02M
Test Point Cap	2605725A54

ACCESSORIES



Figure 5.
Tape Shield Adapter (see catalog section 500-70).



Figure 6.
Drain Wire Adapter (see catalog section 500-75).



Figure 7.
5 kV Cable Adapter (see Table 6).



Figure 8.
Optional Bail Assembly (see Table 6).



P.O. Box 1640
Waukesha, WI 53187
www.cooperpower.com

Loadbreak Apparatus Connectors

200 A 15 kV Class Loadbreak Bushing Insert

500-12

GENERAL

The Cooper Power Systems RTE® Bushing Insert threads into a universal bushing well to provide the same function as an integral loadbreak bushing. Using bushing inserts makes field installation and replacement possible and efficient. Bushing inserts and elbow connectors comprise the essential components of all loadbreak connections.

The RTE Bushing Insert uses a patented "ALL COPPER CURRENT PATH," containing only one current transfer point, within the insert itself. The uncomplicated nature of the current path design delivers superior, reliable performance.

An internal hex broach allows for positive torque controlled installation. Using the optional installation torque tool the bushing insert can be properly tightened into the bushing well without the fear of accidentally breaking the bushing well stud.

Cooper's exclusive latch indicator ring, located on the circumference of the bushing's collar, eliminates the guesswork of loadbreak elbow installation on the bushing insert. The bright yellow ring provides immediate feedback to determine if the elbow is properly installed on the insert. If the yellow ring is completely covered by the loadbreak elbow, it is fully "latched," if the ring is visible, the elbow can be installed correctly before any problems can occur.

The bushing insert meets all the requirements of ANSI/IEEE Standard 386 and is completely interchangeable with mating products that also meet ANSI/IEEE Standard 386. When mated with a comparably rated component, the bushing insert provides a fully shielded and submersible connection for loadbreak operation.

INSTALLATION

No special tools are necessary. The insert can be installed by hand or with the assistance of a torque tool. Using the hex-broached base (see Figure 2) and the optional Installation Torque Tool, consistent installation can be easily achieved. Refer to Installation Instruction Sheet S500-12-1 for details.



Figure 1. Loadbreak Bushing Insert with latch indicator ring and "All Copper Current Path" for application in transformers, switches and other apparatus.

PRODUCTION TESTS

Tests conducted in accordance with ANSI/IEEE Standard 386:

- ac 60 Hz 1 Minute Withstand —34 kV
- Minimum Corona Voltage Level —11 kV

Tests conducted in accordance with Cooper Power Systems requirements:

- Physical Inspection
- Periodic Dissection
- Periodic Fluoroscopic Analysis

TABLE 1
Voltage Ratings and Characteristics

Description	kV
Standard Voltage Class	15
Maximum Rating Phase-to-phase	14.4
Maximum Rating Phase-to-ground	8.3
ac 60 Hz 1 Minute Withstand	34
dc 15 Minute Withstand	53
BIL and Full Wave Crest	95
Minimum Corona Voltage Level	11

Voltage ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.

TABLE 2
Current Ratings and Characteristics

Description	Amperes
Continuous Switching	200 A rms 10 operations at 200 A rms at 14.4 kV
Fault Closure	10,000 A rms symmetrical at 14.4 kV after 10 switching operations for 0.17 s
Short Time	10,000 A rms symmetrical for 0.17 s 3,500 A rms symmetrical for 3.0 s

Current ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.

ORDERING INFORMATION

The standard insert kit is packaged in a heavy duty polyethylene bag. Thirty individual kits are packed to a single multi-pak box. Other packaging options are also available. Please contact the factory for the appropriate part numbers. To order the 15 kV Class Loadbreak Bushing Kit, refer to Table 3.

Features and Detailed Description

Quality from
Cooper Industries

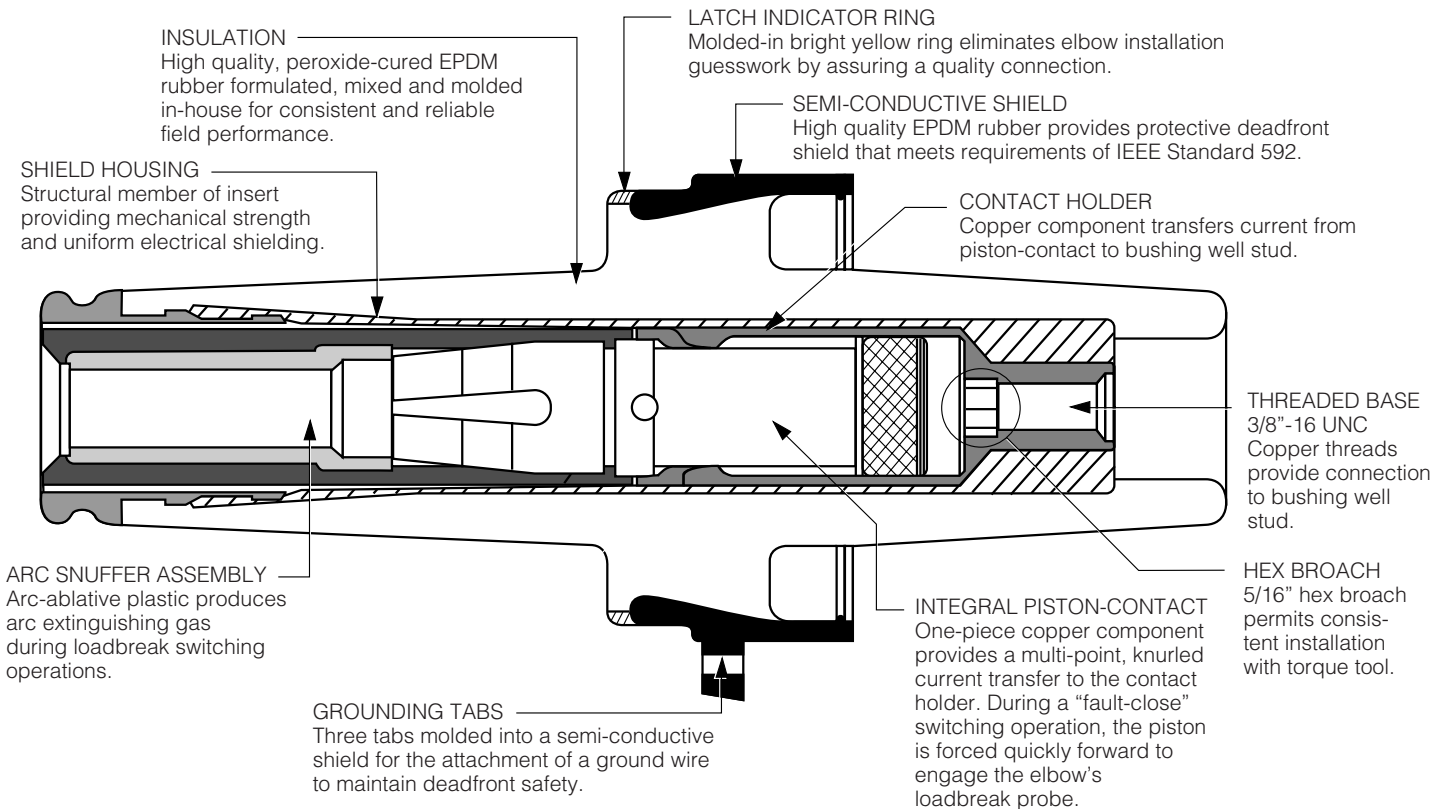


Figure 2.
Bushing Insert cutaway illustrates uncomplicated nature of current path (Patent No. 5,277,605).

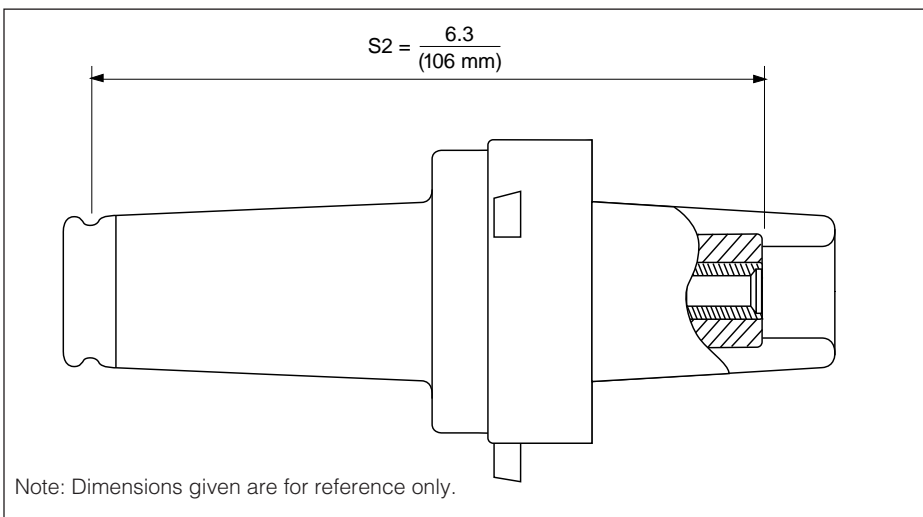


Figure 3.
Bushing Insert profile and stacking dimensions, as referenced in Figure 13 ANSI/IEEE Standard 386.



Figure 4.
Insert installation torque tool.

TABLE 3
Loadbreak Bushing Insert Kit

Description	Catalog Number
Loadbreak Bushing Insert	LBI215
Installation Torque Tool	LBITOOL

Each kit contains:

- Loadbreak Bushing Insert
- Shipping Cap (not for energized operation)
- Silicone Lubricant
- Installation Instruction Sheet

COOPER

Cooper Power Systems

Loadbreak Apparatus Connectors

200 A 15 kV Class Loadbreak Rotatable Feedthru Insert

GENERAL

The Cooper Power Systems 15 kV Rotatable Feedthru Insert is used to provide dual bushings from a single apparatus bushing well. It makes converting radial-feed transformers to feedthru transformers and adding in-line arrester protection both easy and practical. Its patented, built-in torque-limiting ratchet prevents operators from accidentally breaking bushing well studs during installation. The ratchet feature also allows the operator to rotate the feedthru insert 360° to orient it in the best position for the application. The bail assembly supplied with the kit can be used to lock the feedthru in position.

The Cooper Rotatable Feedthru Insert incorporates an all copper current path and peroxide cured EPDM insulation and semiconducting shield. It fully meets the requirements of IEEE Standard 386. When mated with comparably rated products, the insert provides a fully shielded and submersible loadbreak apparatus connection.

Cooper's latch indicator ring, located on the circumference of the bushing's collar, eliminates the guesswork of loadbreak elbow installation on the bushing interface. The bright yellow ring provides immediate feedback to determine if the elbow is properly installed on the bushing. If the yellow ring is completely covered by the loadbreak elbow, it is fully "latched," if the ring is visible, the elbow can be installed correctly before any problems can occur.

INSTALLATION

Instruction sheet S500-13-1 details the safe installation procedures that should be followed and are included with each insert. No special tools are required for the proper installation of the insert. A cleaned and lubricated insert is simply placed in a bushing well and turned in a clockwise direction. When the torque-limiting ratchet releases, giving an audible clicking, the insert will be properly installed and tightened to the correct torque. Continued rotation in a clockwise



Figure 1. The Rotatable Feedthru Inserts with patented torque-limiting ratchet allows insert to be positioned to any orientation.

direction allows for a full 360° positioning to meet the demands of the application. To remove a de-energized insert simply rotate in a counterclockwise direction.

PRODUCTION TESTS

Tests are conducted in accordance with IEEE Standard 386.

- AC 60 Hz 1 Minute Withstand – 34 kV
- Minimum Corona Voltage Level – 11 kV

Tests are conducted in accordance with Cooper Power Systems requirements.

- Physical Inspection
- Periodic Dissection
- Periodic X-ray Analysis

TABLE 1
Voltage Ratings and Characteristics

Description	kV
Standard Voltage Class	15
Maximum Rating Phase-to-phase	14.4
Maximum Rating Phase-to-ground	8.3
AC 60 Hz 1 Minute Withstand	34
DC 15 Minute Withstand	53
BIL and Full Wave Crest	95
Minimum Corona Voltage Level	11

Voltage ratings and characteristics are in accordance with IEEE Standard 386.

TABLE 2
Current Ratings and Characteristics

Description	Amperes
Continuous	200 A rms
Switching	10 operations at 200 A rms at 14.4 kV
Fault Closure	10,000 A rms symmetrical at 14.4 kV after 10 switching operations for 0.17 s
Short Time	10,000 A rms symmetrical for 0.17 s 3,500 A rms symmetrical for 3.0 s

Current ratings and characteristics are in accordance with IEEE Standard 386.

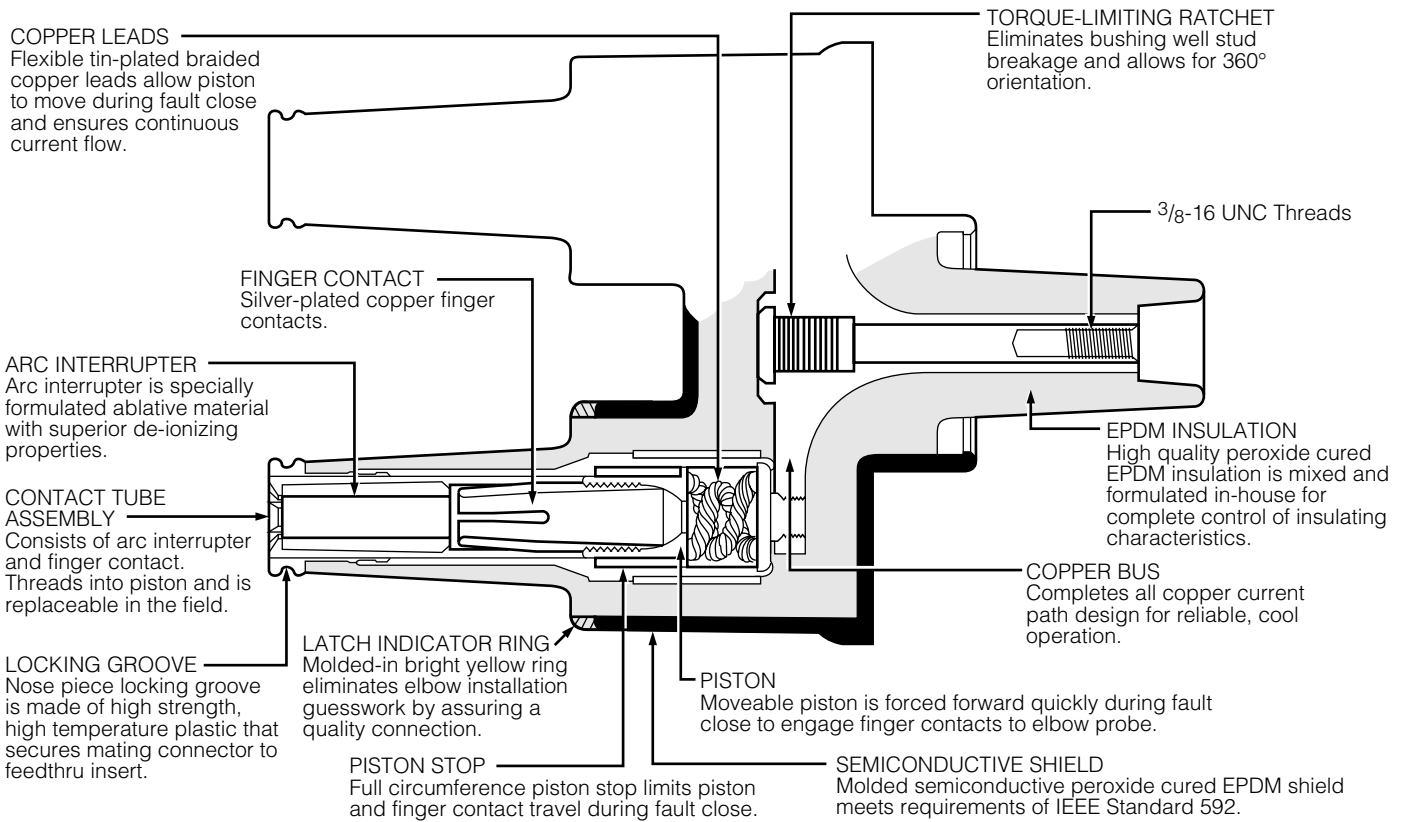


Figure 2. Illustration shows field proven, all copper alloy current path which ensures cool operating temperatures and reliability.

ORDERING INFORMATION

To order the 15 kV Class Rotatable Feedthru Insert Kit, refer to Table 3.

TABLE 3
Rotatable Feedthru Insert Kit

Description	Catalog Number
Rotatable Feedthru Insert	LFI215

Each kit contains:

- Rotatable Feedthru Insert
- Shipping Cap (not for energized operation)
- Stainless Steel Bail Assembly
- Silicone Lubricant
- Installation Instruction Sheet

TABLE 4
Replacement Parts

Description	Catalog Number
Contact Tube Assembly	2637075A03
Contact Tube Installation Tool	2637261A01
Bail Assembly	2604941B08

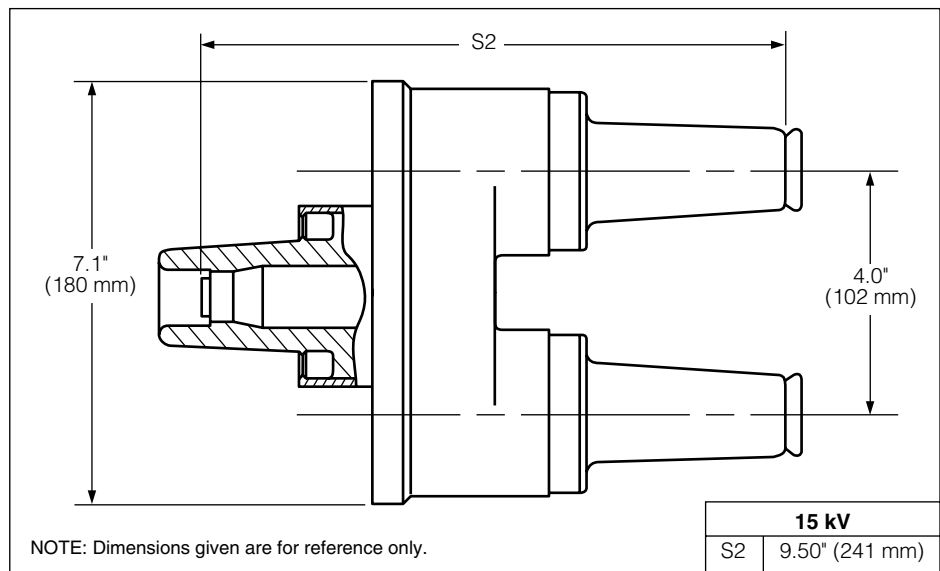


Figure 3. Rotatable Feedthru Insert stacking dimensions.

Cooper Power Systems
 ISO 9001-1994  Cert. #000449
 Pewaukee, Wisconsin

COOPER Power Systems

P.O. Box 1640
 Waukesha, WI 53187
 www.cooperpower.com

Loadbreak Apparatus Connectors

200 A 15 kV Class Loadbreak Junction

GENERAL

The Cooper Power Systems 200 A, 15 kV Class Loadbreak Junction provides two, three or four 8.3/14.4 kV loadbreak interfaces that are internally bused together and meet all requirements of **IEEE Standard 386™** — Separable Insulated Connector Systems. Loadbreak junctions are used in pad-mounted apparatus, underground vaults, and other apparatus to sectionalize, establish loops, taps, or splices, and to facilitate apparatus changeouts. Sectionalizing a cable run to find and isolate a cable fault is made easy when a loadbreak junction is used with 15 kV Class loadbreak elbows and other accessories meeting the requirements of **IEEE Standard 386™**. When mated with a comparably rated product, the junction provides a fully shielded, submersible, separable connection for loadbreak operation.

The junction has a continuous solid current path of all copper alloy. No aluminum components are used. It also has an ablative arc interrupter with superior de-ionizing properties. The body is molded of high quality peroxide-cured EPDM insulation and has a molded on peroxide-cured semi-conductive EPDM shield.

Cooper's latch indicator ring, located on the circumference of the interface collar, eliminates the guesswork of loadbreak elbow installation on the interface. The bright yellow ring provides immediate feedback to determine if the elbow is properly installed on the junction. If the yellow ring is completely covered by the loadbreak elbow, the elbow is fully "latched." If the ring is visible, the elbow is not fully installed, so the operator can correct it before any problems occur.

The loadbreak junction has an adjustable stainless steel bracket for mounting at various operating angles on flat or curved surfaces, with up to 90° tilt in 10° increments. The solid backplated channel provides strong, rigid support of the junction for optimum loadbreak operation. Parking stands accommodate insulated standoff bushings or portable feedthrus. Drain wire clamps can each accommodate two wires up to 1/0 stranded (3/8" diameter).

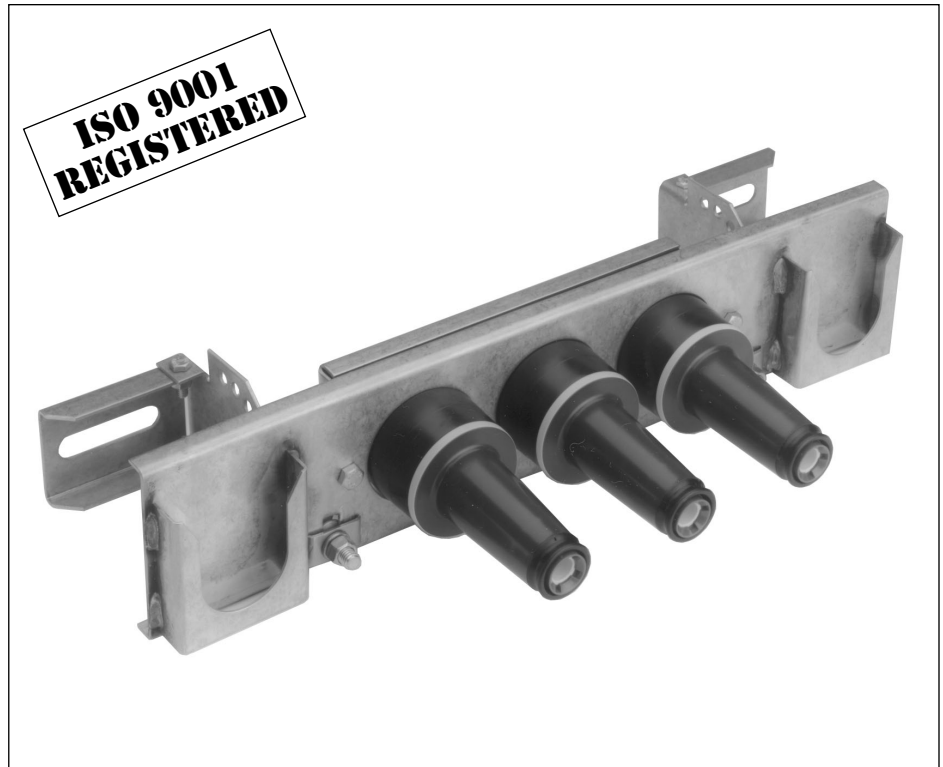


Figure 1. Three-way Loadbreak Junction with latch indicator rings and adjustable bracket; also available as Two-way and Four-way.

Stainless steel "U" straps are available for direct wall mounting.

INSTALLATION

No special tools are required. Junctions are bolted to the mounting surface. Refer to Installation Instruction Sheet S500-15-1 for details.

PRODUCTION TESTS

Tests conducted in accordance with **IEEE Standard 386™**:

- AC 60 Hz 1 Minute Withstand – 34 kV
- Minimum Corona Voltage Level – 11 kV

Tests conducted in accordance with Cooper Power Systems requirements:

- Physical Inspection
- Periodic Dissection
- Periodic X-ray Analysis

TABLE 1
Voltage Ratings and Characteristics

Description	kV
Standard Voltage Class	15
Maximum Rating Phase-to-Phase	14.4
Maximum Rating Phase-to-Ground	8.3
AC 60 Hz 1 Minute Withstand	34
DC 15 Minute Withstand	53
BIL and Full Wave Crest	95
Minimum Corona Voltage Level	11

Voltage ratings and characteristics are in accordance with **IEEE Standard 386™**.

TABLE 2
Current Ratings and Characteristics

Description	Amperes
Continuous	200 A rms
Switching	10 operations at 200 A rms at 14.4 kV
Fault Closure	10,000 A rms symmetrical at 14.4 kV for 0.17 s after 10 switching operations
Short Time	10,000 A rms symmetrical for 0.17 s 3,500 A rms symmetrical for 3.0 s

Current ratings and characteristics are in accordance with **IEEE Standard 386™**.

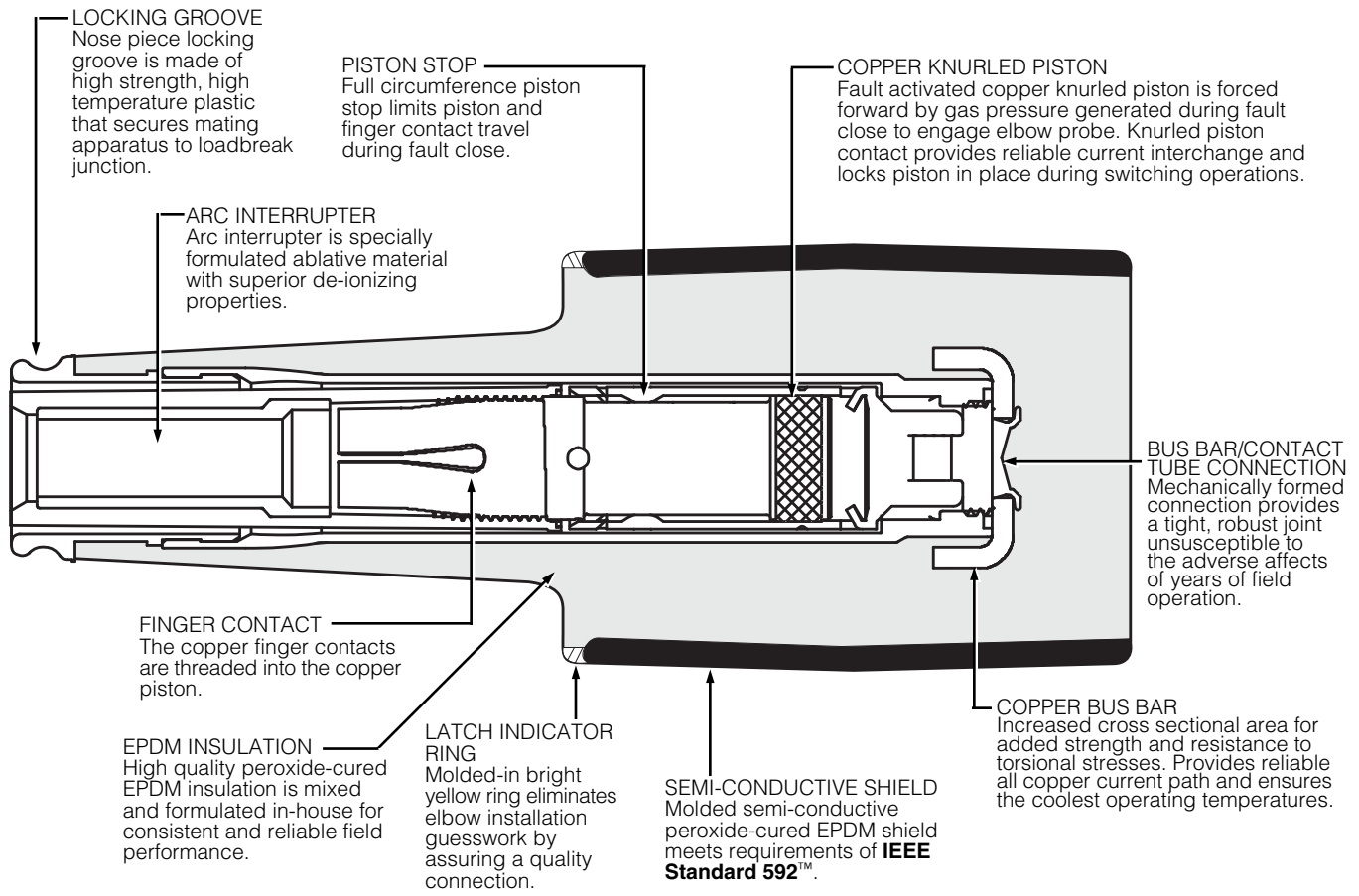


Figure 2. Illustration shows cutaway of loadbreak junction with continuous current path of all copper alloy. Field proven, all copper alloy current path ensures the coolest operating temperatures and reliable current flow.

ORDERING INFORMATION

To order the 15 kV Class (8.3/14.4 kV) Loadbreak Junction, refer to Table 3.

Each kit contains:

- Loadbreak Junction (with mounting bracket or straps, depending on product ordered)
- Shipping Caps (not for energized operation)
- Silicone Lubricant
- Installation Instruction Sheet

TABLE 3
Loadbreak Junctions

Number of Interfaces	Junction Only	Junction with U-Straps	Junction with Stainless Steel Bracket
2	LJ215C2	LJ215C2U	LJ215C2B
3	LJ215C3	LJ215C3U	LJ215C3B
4	LJ215C4	LJ215C4U	LJ215C4B

TABLE 4
Replacement Parts

Description	Catalog Number
U-Strap Kit with Hardware (1 strap)	2625439A16B
Stainless Steel Bracket Assembly (2-way)	2637172B01BS
Stainless Steel Bracket Assembly (3-way)	2637172B02BS
Stainless Steel Bracket Assembly (4-way)	2637172B03BS

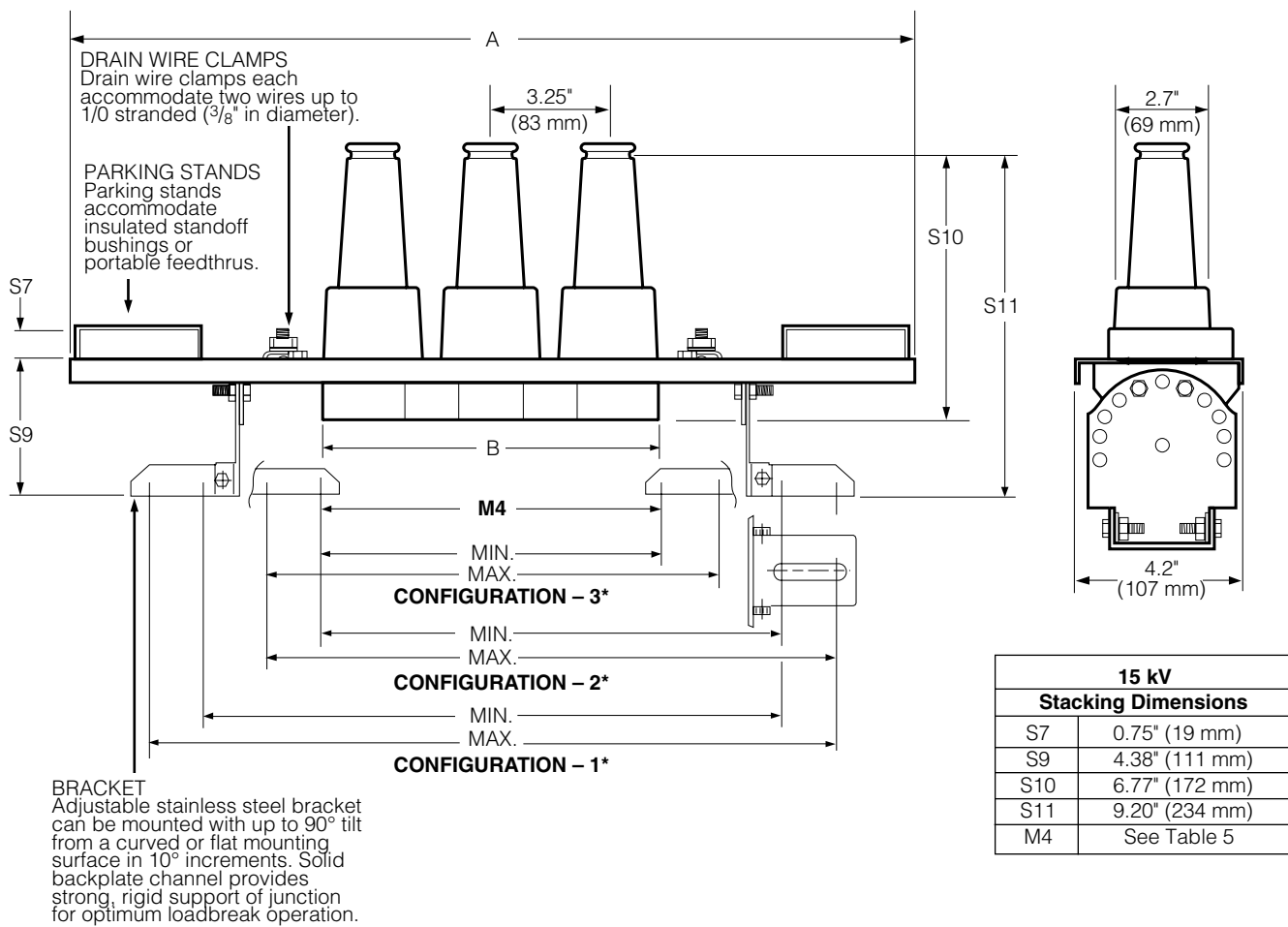


Figure 3.
Dimensional drawing shows mounting configurations.

Note: Dimensions given are for reference only.

TABLE 5
Dimensional Information

Number of Interfaces	Physical Dimensions in. (mm)		M4 Mounting Dimensions in. (mm)					
			Configuration 1		Configuration 2		Configuration 3	
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
2	12.5 (318)	6.0 (152)	10.8 (275)	14.4 (366)	7.2 (183)	10.8 (275)	3.6 (92)	7.2 (183)
3	19.6 (498)	9.2 (230)	14.7 (374)	18.3 (465)	11.1 (282)	14.7 (374)	7.4 (188)	11.1 (282)
4	22.9 (582)	12.4 (315)	17.9 (455)	21.5 (547)	14.3 (364)	17.9 (455)	10.7 (272)	14.3 (364)

* Configuration 1. Both feet turned out.
 Configuration 2. One foot turned out, one in.
 Configuration 3. Both feet turned in.

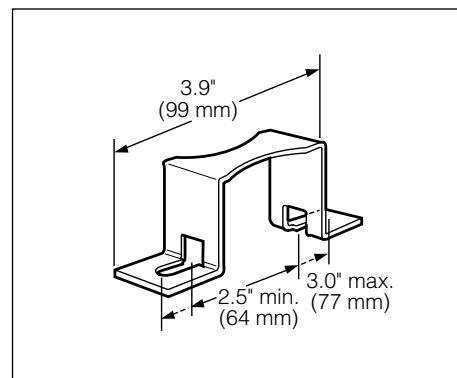


Figure 4.
Stainless steel U-Strap for direct wall mount.

Note: Dimensions given are for reference only.

Cooper Power Systems

ISO 9001-1994



Cert. #000449

Pewaukee, Wisconsin

COOPER  **Power Systems**

200 A 15 kV Class Bushing Well Insulated Plug

500-20

GENERAL

The RTE Components 200 A, 15 and 25 kV Class Bushing Well Insulated Plug meets the full requirements of ANSI/IEEE Standard 386—

Separable, Insulated Connector Systems. The bushing well plug provides and insulated, fully shielded, submersible cover for an unused 15 kV Class or 25 kV Class bushing well deadfront equipment. The body is molded of high quality EPDM insulation and has a molded semi-conductive EPDM shield. A molded ground tab on the shield allows attachment of ground wire to ensure deadfront construction.

INSTALLATION

No special tools are required. The bushing well insulated plug is inserted in the bushing well of de-energized apparatus using a hotstick tool. Refer to Installation Instruction Sheet 5000033038 for details.

PRODUCTION TESTS

Tests are conducted in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.

- ac 60 Hz 1 Minute Withstand
 - 40 kV
- Minimum Corona Voltage Level
 - 19 kV

Tests are conducted in accordance with Cooper Power Systems requirements.

- Physical Inspection
- Periodic Dissection
- Periodic Fluoroscopic Analysis

TABLE 1
Voltage Ratings and Characteristics

Description	kV
Standard Voltage Class	25
Maximum Rating Phase-to-Phase	26.3
Maximum Rating Phase-to-Ground	15.2
ac 60 Hz 1 Minute Withstand	40
dc 15 Minute Withstand	78
BIL and Full Wave Crest	125
Minimum Corona Voltage Level	19

Voltage ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386.



Figure 1.
Bushing Well Insulated Plug with hotstick pulling eye.

ORDERING INFORMATION

To order the 15 kV and 25 kV Class Bushing Well Insulated Plug Kit, refer to Table 2.

TABLE 2
Bushing Well Insulated Plug Kit

Description	Catalog Number
Bushing Well Insulated Plug	2604231B01M

Each kit contains:

- Bushing Well Insulated Plug
- Silicone Lubricant
- Installation Instruction Sheet

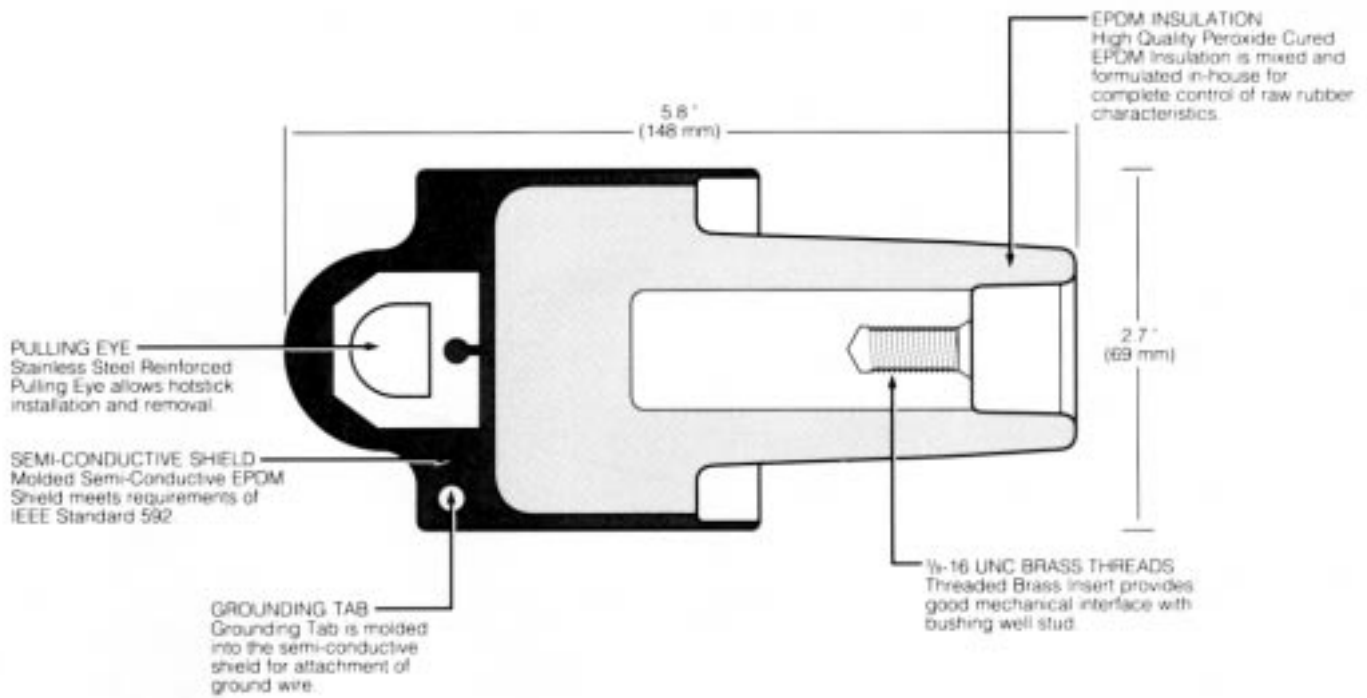


Figure 2.
Dimensional drawing shows insulation layers and threaded brass insert for solid interface.

NOTE: Dimensions given are for reference only.

Loadbreak Apparatus Connectors

200 A 15 kV Class Insulated Protective Cap

GENERAL

The Cooper Power Systems RTE® Insulated Protective Cap is an accessory device designed to electrically insulate and mechanically seal loadbreak bushing interfaces. When mated to a loadbreak product and the drain wire is attached to ground, the Insulated Protective Cap provides a fully shielded, submersible insulating cover for energized bushings. The cap can be used for permanent or temporary installation on bushings, junctions or feedthru devices that meet the requirements of ANSI/IEEE Standard 386.

INSTALLATION

No special tools are required. A shotgun stick tool is used to place the protective cap on an exposed bushing interface. Refer to Installation Instruction Sheet S500-21-1 for details.

PRODUCTION TESTS

Tests are conducted in accordance with ANSI/IEEE Standard 386-1995.

- ac 60 Hz 1 Minute Withstand – 34 kV
- Minimum Corona Voltage Level – 11 kV

Tests are conducted in accordance with Cooper Power Systems requirements.

- Physical Inspection
- Periodic Dissection
- Periodic Fluoroscopic Analysis

TABLE 1
Voltage Ratings and Characteristics

Description	kV
Standard Voltage Class	15
Maximum Rating Phase-to-Phase	14.4
Maximum Rating Phase-to-Ground	8.3
ac 60 Hz 1 Minute Withstand	34
dc 15 Minute Withstand	53
BIL and Full Wave Crest	95
Minimum Corona Voltage Level	11

Voltage ratings and characteristics are in accordance with ANSI/IEEE Standard 386-1995.



Figure 1. Insulated Protective Cap electrically insulates and mechanically seals loadbreak bushing interfaces.

ORDERING INFORMATION
To order the 15 kV Class Insulated Protective Cap Kit, refer to Table 2.

TABLE 2
Insulated Protective Cap Kit

Description	Catalog Number
Protective Cap	LPC 215

Each kit contains:

- Protective Cap with stranded copper ground wire
- Silicone Lubricant
- Installation Instruction Sheet

Features and Detailed Description

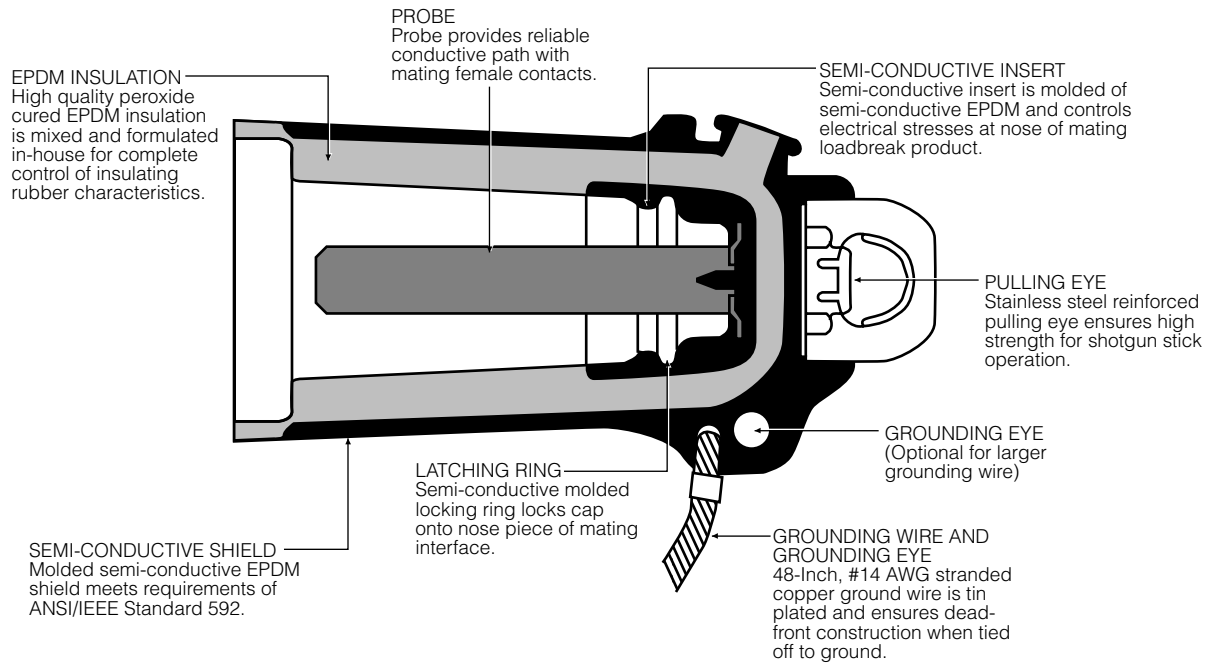


Figure 2.
Illustration shows construction of insulated protective cap.

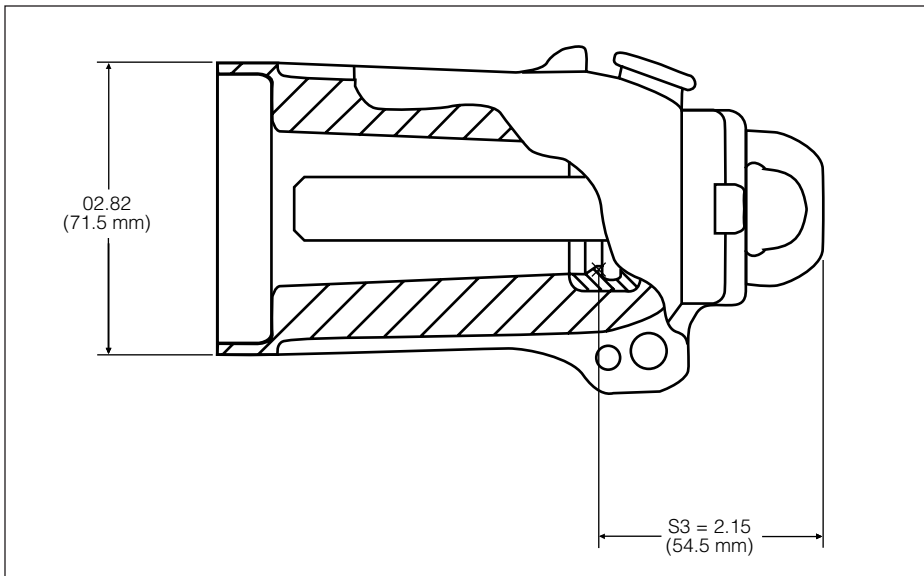


Figure 3.
15 kV Insulated Protective Cap profile and stacking dimensions.