

	<b>INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD</b> <b>UEN SERVICIO AL CLIENTE-SECTOR ELECTRICIDAD-ICE</b>		<b>Código</b> <b>44.02.001.2008</b>
	<b>MANUAL PARA REDES DE DISTRIBUCION</b> <b>ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA</b>		<b>Versión</b> <b>1</b>
<b>Solicitud de Cambio No:</b>	<b>Elaborado por:</b> <b>Comisión ICE-CNFL-CIEMI</b>	<b>Aprobado por:</b> <b>Consejo Directivo</b>	<b>Página</b> <b>1 de 145</b>
			<b>Rige a partir de:</b> <b>2008/08/15</b> <b>Publicado en: Alcance</b> <b>No. 15, Gaceta No. 74</b> <b>del 17-04-09</b>

## ÍNDICE

<b>0. INTRODUCCION</b> .....	<b>3</b>
<b>1 PROPOSITO Y ALCANCE</b> .....	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA APLICABLE</b> .....	<b>4</b>
<b>3. POLÍTICAS</b> .....	<b>5</b>
<b>4. DESCRIPCION DEL CONTENIDO</b> .....	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 1. CONDICIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO</b> .....	<b>6</b>
1.1 INTRODUCCION.....	7
1.2 DISEÑO.....	7
1.3 PLANOS.....	7
<b>CAPÍTULO 2. OBRA CIVIL</b> .....	<b>11</b>
2.1 TRANSICIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO.....	11
2.2 CARACTERÍSTICAS OBRA CIVIL PARA BAJA TENSIÓN.....	14
2.3 BASES DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS.....	15
2.4 SEÑALIZACION EN SITIO.....	16
<b>CAPÍTULO 3. TRANSFORMADORES</b> .....	<b>19</b>
3.1 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO PEDESTAL.....	19
3.2 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO PEDESTAL.....	31
3.3 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO SUMERGIBLE.....	38
3.4 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO SUMERGIBLE.....	45
<b>CAPÍTULO 4. CONDUCTORES</b> .....	<b>54</b>
4.1 ESPECIFICACIONES DE CONDUCTORES PARA MEDIA TENSIÓN.....	54
4.2 CONSTRUCCIÓN.....	55
4.3 PRUEBAS EN FÁBRICA.....	56
4.4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN PARA EL CONDUCTOR DESPUÉS DE INSTALADO.....	56
4.5 GARANTÍA.....	59
4.6 INFORMACIÓN TÉCNICA.....	59
4.7 CABLES BAJA TENSIÓN.....	61
4.8 PRUEBAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN.....	61



<b>CAPÍTULO 5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y ACCESORIOS</b> .....	<b>62</b>
5.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO .....	62
5.2 CORTACIRCUITOS .....	62
5.3 FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE .....	63
5.4 CUCHILLA SECCIONADORA.....	63
5.5 INTERRUPTOR (LLAVE SECCIONADORA).....	63
5.6 PARARRAYOS. ....	66
5.7 INTERRUPTOR PRINCIPAL DE ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN.....	66
5.8 REGLETAS DE DERIVACIÓN. ....	66
5.9 TERMINALES PARA LA TRANSICIÓN AÉREO - SUBTERRÁNEO.....	66
5.10 EMPALMES .....	67
5.11 PUESTAS A TIERRA EN MEDIA TENSIÓN .....	68
5.12 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN CIRCUITOS SECUNDARIOS. ....	69
5.13 PUNTOS DE ENTREGA Y MEDICIÓN .....	69
5.14 ACCESORIOS EN MEDIA TENSIÓN .....	71
<b>CAPÍTULO 6. ALUMBRADO PÚBLICO</b> .....	<b>71</b>
6.1 ALUMBRADO PÚBLICO .....	71
6.2 ESPECIFICACIONES DE LUMINARIAS PARA ZONAS SERVIDAS POR ICE .....	71
6.3 ESPECIFICACIONES DE LUMINARIAS PARA ZONAS SERVIDAS POR CNFL.....	73
<b>5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b> .....	<b>84</b>
<b>6. CONTROL DE CAMBIOS</b> .....	<b>84</b>
<b>7. CONTROL DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN</b> .....	<b>84</b>
<b>ANEXO Nº 1. SIMBOLOGÍA Y ACCESORIOS</b> .....	<b>86</b>
<b>ANEXO Nº 2. FIGURAS</b> .....	<b>104</b>



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 3/145</b>	

## **0. INTRODUCCION**

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 la solución para satisfacer, de una manera adecuada, las necesidades cada vez mayores de los clientes de las empresas de distribución, por obtener un servicio de energía eléctrica de mayor calidad y con mejores índices de continuidad.

Esta situación ha hecho que las empresas del Grupo ICE se hayan dado a la tarea por emitir la normativa necesaria para la regulación de los nuevos sistemas de distribución eléctrica subterránea. Fue así como con la ejecución del nuevo sistema para la ciudad de San José, que la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) generó las primeras normas de distribución subterránea. Por su parte, la Subgerencia Sector Electricidad, a través de la Unidad Estratégica de Negocios (UEN) Servicio al Cliente Electricidad del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) formó una comisión que elaboró el documento “Manual para Redes de Distribución Subterránea 19.9/34.5 kV” (y sus anexos). Ambos esfuerzos integran la experiencia y conocimientos sobre esta tecnología y, actualmente, sirven como guía para los desarrolladores de nuevos proyectos.

El esfuerzo de las empresas del Grupo ICE, aunado al esfuerzo del Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales (CIEMI) –parte del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos-, ha sido integrado en este documento, con el fin de unificar ambas normativas y presentar una guía que sirva a los profesionales que diseñen, supervisen y ejecuten proyectos de distribución eléctrica subterránea, así como a fabricantes, proveedores y desarrolladores de equipo y materiales.

## **1 PROPOSITO Y ALCANCE**

Establecer a nivel nacional, en las áreas servidas por las empresas del grupo ICE, los criterios, métodos, equipos y materiales utilizados en el planeamiento, diseño y construcción de redes de distribución eléctrica subterránea, lo cual permitirá obtener economía, confiabilidad, seguridad, estética y continuidad del servicio eléctrico por medio de instalaciones eficientes que requieran un mínimo de mantenimiento y una máxima calidad del servicio.

El Manual aplica para todas las dependencias del Grupo ICE y aquellos contratistas o clientes del Instituto Costarricense de Electricidad y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, o cualquier otra constituida o aliada que diseñen y construyan redes de distribución eléctrica subterránea financiadas por estos y que deberán ser traspasados a la empresa distribuidora.



## 2 NORMATIVA APLICABLE

NORMATIVA	CAMPO DE APLICACIÓN
Norma de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos N° AR-NTCVS-2002	"Calidad del voltaje de suministro", Resolución N° RRG-2441-2001 de las 8:20 horas de 21 de diciembre de 2001.
Norma de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos N° AR-NTACO-2002	"Instalación y equipamiento de acometidas", Resolución N° RRG-2444-2001 de las 8:50 horas de 21 de diciembre de 2001.
Código 41.00.001.2006	Reglamento de Traspaso de Redes e Instalaciones de Distribución Eléctrica y de Telecomunicaciones
ASTM	Características mecánicas del acero de refuerzo para cajas de registro
ASTM	Determinación de cualidades físicas, mecánicas y pruebas en tubos de PVC SDR- 41
ASTM D 3487	Aceite dieléctrico para transformadores de distribución
AISI	Tanques de acero inoxidable para transformadores
ANSI / IEEE C 57.12.00	Transformadores tipo pedestal
ANSI / IEEE C 57.109	Requerimientos de corto circuito para transformadores de distribución
ANSI / IEEE C 57.12.28	Establece los requerimientos de diseño, pintura y seguridad en la construcción de gabinetes de pedestal para transformadores
ANSI / IEEE 386	Norma para accesorios con aislamiento en media tensión (codos, empalmes, terminales, regletas, etc.)
NEMA TP1	Eficiencias de transformadores
ANSI / IEEE C 57.12. 90	Pruebas electromecánicas en transformadores pedestal
ICEA S-94-649 o IEC-840	Diseño, fabricación y pruebas en cables de media tensión
IEC 885-2	Descargas parciales en cables de media tensión
IEC 502, UL-44, UL-854	Cables de baja tensión
NEC	Código Eléctrico (NFPA 70)
ANSI C 37.40, C 37.41, C 37.42 y NEMA 5G-2	Equipos de protección monopolar "Corta Circuitos".
ANSI / IEEE C 37.60, C 37.63, C 37.71, C 37.72, C 37.73, C 57.12.28, ASTM D 2472, IEC 56, IEC 265-1	Interruptor para protección y seccionamiento "Llave Seccionadora".
NEMA 4 X	Gabinete para el control electrónico de interruptor tipo poste y



	llave seccionadora.
USASI, NEMA y ANSI C 62.11	Pararrayos tipo poste 27 kV, 10 kA
IEEE 386, ANSI C 62.11	Pararrayos tipo codo 27 kV, 10 kA
ANSI C 37.60, C 37.61, C 76.1 ANSI / IEEE C 62.11, NEMA SG-13	Interruptor tipo poste para la protección y seccionamiento bajo carga
IEEE 48, VDE 0278, IEC 502	Terminales para cable de media tensión (mufas)
IEEE 404	Empalmes rectos para cable de media tensión.
ANSI C 57.13	Pedestal de medición para media tensión.
ANSI C 136.10	Fotoceldas para alumbrado público.
ASTM D 543	Resistencia química en regletas de derivación secundarias (baja tensión), ante la presencia de líquidos agresivos (ácido sulfúrico, sulfato de sodio, clorato de sodio, hidróxido de sodio, etileno glicerado )
ANSI C 119.4	Características físicas del conector, en regletas de derivación secundarias (baja tensión)
ANSI C 119.1	Ampacidad en regletas de derivación secundarias (baja tensión)
UL 467	Conectores de puesta a tierra en estructuras mecánicas
IEEE 837	Conectores de compresión para puestas a tierra
ASTM B1, B2, B3 y B8	Especificaciones de conductores de cobre desnudo
(CIE) 132-1999	Comisión Internacional de Iluminación
30.02.002.2006	Reglamento para Instalaciones de Telecomunicaciones en Urbanizaciones (RITU), aprobado por el Consejo Directivo del Instituto Costarricense de Electricidad en el artículo 6 de la sesión N° 5572 del 9 de diciembre de 2003, publicado en el diario oficial La Gaceta N° 145 del 26 de julio del 2004

### 3 POLÍTICAS

Los proyectos u obras que se diseñen y construyan para redes de distribución eléctrica de media tensión, califican como obra mayor, según definición del Reglamento para el trámite de planos y la conexión de los servicios eléctricos, telecomunicaciones y de otros en edificios del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, aprobado por su Junta Directiva vía Sesión N° 37-03/04-G.E. de fecha 30 de setiembre del 2004. Estas instalaciones son redes de distribución que se incorporarán al sistema de las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

Esta condición se establece independientemente que sean instaladas en vía pública o privada, razón por la cual se deberá aplicar y cumplir todo lo indicado en este documento.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 6/145</b>	

Todos los proyectos que se diseñen o construyan en redes de media tensión, deberán ser avalados por los ingenieros autorizados por realizar obra mayor. Dichos profesionales tienen que ser miembros regulares de esta organización, sin excepción, ya que cada proyecto debe contar con un profesional responsable adscrito al CFIA.

Lo indicado en el párrafo anterior, prevalece tanto para obras que se desarrollarán y formarán parte de la red de distribución de la empresa distribuidora, así como para las obras que se ejecuten y queden desde la responsabilidad del cliente.

Cuando en este Manual se menciona las frases “empresa distribuidora” o “empresa distribuidora de energía eléctrica”, entiéndase empresas del Grupo ICE, es decir el Instituto Costarricense de Electricidad, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, o cualquier otra constituida o aliada..

La aplicación de la normativa establecida en el presente manual debe realizarse en total coordinación con la de telecomunicaciones, específicamente la indicada en el “Reglamento para Instalaciones de Telecomunicaciones en Urbanizaciones (RITU)”, esto, en el tanto estén involucradas redes eléctricas y de telecomunicaciones

Para efectos de constitución de servidumbre, aceptación de obras, formalización y traspaso de las redes eléctricas producto de la presente normativa, se aplicará el Reglamento de Traspaso de Redes e Instalaciones de Distribución Eléctrica y de Telecomunicaciones, indicado en la normativa aplicable del presente Manual.

## **4 DESCRIPCION DEL CONTENIDO**

### **CAPÍTULO 1. CONDICIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Las siguientes especificaciones y guías de diseño regirán la construcción de redes de distribución eléctricas subterráneas que operan a un nivel de tensión de 19.9 / 34.5kV, así como sus equipos y accesorios. Estas normas establecen los procedimientos por seguir durante las diferentes etapas de los proyectos que sean desarrollados por miembros regulares del CFIA y las obras construidas por las empresas del grupo ICE.

Cuando en este Manual se menciona las frases “empresa distribuidora” o “empresa distribuidora de energía eléctrica”, entiéndase empresas del Grupo ICE, es decir el Instituto Costarricense de Electricidad, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, o cualquier otra constituida o aliada..



## 1.2 DISEÑO

### 1.1.1 1.2.1 Consulta preliminar

En caso de ser necesario el profesional responsable deberá consultar, con la empresa distribuidora, la disponibilidad y calidad de energía existente, el tipo de configuración y otras características.

### 1.1.2 1.2.2 Proyecto

Para la realización del proyecto y sus respectivos sub-proyectos (etapas constructivas por realizar en un plazo preestablecido), se deberá contar con la siguiente información:

- a) La memoria de cálculo, deberá contener como mínimo la siguiente información: criterios de diseño de cargas, demandas por cliente, transformador, circuito, cálculos de conductores, transformadores, aislamiento, corto circuito, coordinación de protecciones, cálculo mecánico de instalación de conductores, además, presentar los factores de diseño utilizados (Demanda, Carga, Diversidad, Coincidencia, Utilización)
- b) Las características técnicas del conductor utilizado, así como las impedancias de secuencias positiva, negativa y cero.
- c) La información técnica de los equipos y accesorios recomendados en el diseño.
- d) En caso de que la infraestructura eléctrica por construir requiera utilizar propiedad privada, el Coordinador de Desarrollo de la Región deberá comunicarlo al propietario, con el fin de que tramite la constitución de una servidumbre de paso y servicios mínima de tres metros de ancho a lo largo de todo el recorrido de las líneas y una distancia mínima de 60 cm. alrededor de los equipos, a excepción de medidores que se instalen en el sistema.

La información anterior podrá ser solicitada al profesional responsable por la empresa distribuidora para efectos de revisión.

## 1.3 PLANOS

### 1.3.01 Generalidades

Se deben entregar cuatro copias físicas de los planos de las obras eléctricas y civiles, tanto en media tensión, baja tensión y alumbrado público, además, deberá aportarse una copia digital, que contengan la siguiente información:



- a) Simbología y nomenclatura.
- b) Norte y ubicación geográfica.
- c) Copia del plano catastrado con la ubicación del proyecto.
- d) Plano de conjunto del proyecto con la lotificación indicada.
- e) Trazo de calles públicas, privadas y servidumbres.
- f) Límites de propiedad; el plano de conjunto debería indicarlo.
- g) Identificación de áreas comunes, parques y zonas verdes.
- h) Ubicación de equipos y dispositivos.
- i) Notas aclaratorias.
- j) En todos los planos y detalles se debe indicar la escala utilizada. La escala más pequeña por utilizar deberá ser 1:500 y el tamaño mínimo de lámina deberá ser de 600mm x 900mm.
- k) Si el proyecto contempla extensiones de líneas aéreas, éstas deberán cumplir con el suministro de materiales normalizados y con los requisitos de montaje que tenga establecidos la empresa distribuidora de energía eléctrica que suministrará el servicio.
- l) Información técnica de los equipos y accesorios recomendados en el diseño.
- m) Demarcación de los lotes y la servidumbre establecida, franja de tres metros de ancho.
- n) Certificación emitida por el Registro o Municipalidad de vías públicas y privadas.
- o) Recuadro de la ubicación geográfica del proyecto.

### 1.3.02 Plano Eléctrico.

Deberá contener la siguiente información:

- a) Ruta de la red eléctrica trazada sobre la planta física del Proyecto de acuerdo con la simbología indicada en el anexo número 1 (figuras).
- b) Ubicación de transformadores, equipos de protección, seccionadoras, empalmes, red de alumbrado público y cualquier otro equipo.

El punto de **transición** de la red aérea a subterránea, así como el poste de la red aérea existente con su respectiva localización (numeración en el poste), en el cual se conecta la nueva red.

- c) Para las transiciones de línea aérea a subterránea indicar el tipo de montaje(s), aislador(es), pararrayo(s) y equipo(s) de protección, de acuerdo con lo especificado en este documento.
- d) Todos los elementos de la Red Eléctrica se codificarán según se muestra en el apartado de Señalización. Tanto en el alimentador como en sus ramales, se indicará el voltaje de operación, número de fases, calibre, tipo de conductor y diámetro del ducto.
- e) Cuadro con el balance de cargas por fase para circuitos principales y ramales.
- f) Señalar el calibre, las características del conductor y demás especificaciones solicitadas en este documento para el conductor.
- g) Diagrama unifilar para media tensión con la siguiente información:
  - ✓ Longitud del alimentador.
  - ✓ Fases.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 9/145</b>	

- ✓ Tipo de conductor y calibre.
  - ✓ Transformadores (voltaje, tipo de conexión y capacidad).
  - ✓ Puntos de derivación (regletas)
  - ✓ Equipos de protección y seccionamiento.
  - ✓ Esquema de respaldo.
  - ✓ Medición de energía eléctrica.
  - ✓ Distancias entre equipos tales como transformadores, seccionadoras, empalmes, puntos de derivación.
- h)** Deberá incluirse un diagrama unifilar de baja tensión para cada transformador, con la siguiente información:
- ✓ Longitudes de los alimentadores secundarios, de alumbrado y de acometida.
  - ✓ Fases
  - ✓ Tipos de conductor y calibre.
  - ✓ Conexión de regletas de derivación secundaria en transformadores y cajas de registro.
  - ✓ Esquema de conexión de acometidas a medidores.
  - ✓ Esquema de conexión de lámparas de alumbrado.
  - ✓ Especificación de voltajes y amperajes del sistema de medición de energía eléctrica de baja tensión.
- i)** Cuadro de cargas, en el que se indicará para cada transformador:
- ✓ Su número consecutivo.
  - ✓ Calibres y tipos de conductor secundario, voltaje secundario, longitud de los circuitos secundarios, caída de voltaje y balance de fases en el transformador.

### **1.3.03 Plano Civil**

Las láminas del plano civil deberán ser independientes de las del plano eléctrico, delimitándose con esto las dos obras.

Todo lo indicado en el plano de obra civil debe cumplir en todo momento con lo establecido en este documento. Dicho plano deberá contener como mínimo la siguiente información:

- a)** Planta de diseño de sitio con distribución de lotes, ancho real de aceras, zonas verdes, cordón de caño, y/o cuneta.
- b)** Planta de diseño de canalización eléctrica mostrando la localización exacta y a escala de todos los elementos. Se deben indicar las rutas de las diferentes canalizaciones, con la cantidad, diámetro y cédula para cada tubería. Cada elemento debe ser numerado de acuerdo con lo indicado en este documento.
- c)** Cuadro de notas con especificaciones generales.
- d)** Cuadro de simbología de canalización eléctrica.
- e)** Cuadro de listas de cantidades de canalizaciones y elementos.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 10/145</b>	

- f) Recuadro con la localización del proyecto en la hoja cartográfica correspondiente.
- g) Indicar la distancia de las diferentes canalizaciones entre cada elemento, tales como registros, fosos de transformador, etc.
- h) Incluir secciones descriptivas de puntos críticos debidos cruces o coincidencias de tuberías de otros sistemas o por localización especial de canalizaciones.
- i) Detalles constructivo de cada elemento incluido en la canalización, de acuerdo con lo indicado en este documento. Cada detalle debe mostrar su localización en la servidumbre. De ser necesario, se deberá presentar una lámina exclusiva para los detalles.
- j) En caso de que la infraestructura por construir no se ubique sobre vías públicas, deberán señalarse las servidumbres necesarias.
- k) Otros detalles necesarios para la integridad de la obra, tales como: cruces de ríos y quebradas, control de taludes, etc., deberán ser sometidos a la aprobación de la empresa distribuidora.

#### **1.3.04 Planos según obra**

Previo a la energización definitiva y/o recepción de la obra, los profesionales de cada área en el desarrollo de la obra, deberán entregar, a la empresa distribuidora, copia digital y física de los planos anteriores que contengan todas las modificaciones de obras ejecutadas.

#### **1.3.05 Memoria de cálculo**

Se deberán considerar como mínimo los siguientes aspectos:

##### **1.3.05.1 Media Tensión**

- a) Regulación de voltaje
- b) Ampacidad
- c) Calibre del conductor
- d) Aislamiento
- e) Cálculo de corriente de corto circuito
- f) Propuesta de coordinación de protecciones de todos los equipos.
- g) Tensiones máximas de jalado por cada tramo por instalar del conductor.
- h) Cálculo de la temperatura de operación real, desde condiciones de carga de diseño
- i) Longitud de circuito
- j) Resistividad térmica del suelo
- k) Factores de diseño, considerados y utilizados.
- l) Configuración del circuito
- m) Agrupamiento
- n) Temperatura ambiente



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 11/145</b>	

### **1.3.05.2 Baja Tensión (<600V)**

- a) Calibre de conductor por:
- ✓ Ampacidad
  - ✓ Caída de tensión
  - ✓ Consideración de temperatura de operación, desde condiciones de carga de diseño, longitud de circuito, resistividad térmica del suelo, factor de carga, agrupamiento, temperatura ambiente, etc.
  - ✓ Consideración del efecto de armónicas debido a cargas no lineales en el dimensionamiento de los conductores y transformadores de acuerdo con la normativa vigente.
  - ✓ Corriente de cortocircuito
  - ✓ Esquema de protecciones (protecciones de acometidas secundarias y de alumbrado, especificaciones de la capacidad interruptiva y características de los dispositivos de protección)
  - ✓ Demandas por lote
  - ✓ Capacidad de transformadores

## **2 CAPÍTULO OBRA CIVIL**

### **2.1 TRANSICIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO**

El (los) conductor (es) quedará protegido mediante un tubo de hierro galvanizado, según se indica en las figuras del anexo No 2.

#### **2.1.1 Canalización**

- a) Se entiende por canalización la excavación a efectuarse dentro del área del proyecto, para la colocación de los conductos no metálicos de pared interna lisa, donde serán instalados posteriormente los conductores.
- b) Los detalles y dimensiones, para los diferentes tipos de canalización, se muestran en las figuras del anexo No 2.
- c) Los conductos en donde se colocarán los conductores tendrán un diámetro de 100 milímetros, con características mecánicas equivalentes y no menores a la tubería de PVC, cédula SDR - 41. Existiendo, además, un tubo adicional de iguales características, previsto como reserva. Para conservar una distancia uniforme, entre ellos, se deben usar separadores tipo yugo y podrán ser de madera, fibra de vidrio o plástico, colocados a una distancia máxima de tres metros entre ellos.
- d) Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo, con dimensiones mínimas de 100 milímetros de ancho, espesor 0.10 mm, con una nota:



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 12/145</b>	

" **PELIGRO - ALTO VOLTAJE** " en letras de color negro, impresas a intervalos como máximo cada 200 milímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 400 milímetros de la superficie y deberá cubrir la tercera parte del ancho de la canalización.

- e) En calle, cruces de calle y en acera, se debe usar concreto como relleno con una resistencia mínima de  $f'c = 105 \text{ kg/cm}^2$ .
- f) El acabado de la superficie de la canalización será igual o mejor al que tenía el sitio antes de la obra.
- g) El concreto preparado en fábrica deberá contener el aditivo retardante de fragua que le permita un tiempo de traslado máximo de una hora. Solo se permitirá una aplicación adicional del retardante para un tiempo de traslado total de dos horas. No se aceptará el concreto con más de dos horas de preparado una vez salido de fábrica. El concreto preparado en sitio debe ser aplicado en un tiempo que no supere los 15 minutos.
- h) Como material de relleno granular se podrá utilizar arena de río o de tajo a un 90 % del Proctor modificado o material del sitio compactado al 90 % del Proctor Standard según lo indicado en la figuras del anexo No 2. Incluir las figuras de canalización en calle.
- i) Una vez finalizadas todas las obras de construcción civil, el constructor o contratista deberá verificar todos los conductos, pasando un cilindro metálico para comprobar que no estén obstruidos o deformados. Posterior a este paso, se debe soplar, limpiar y sellar cada uno de ellos, dichos sellos serán retirados únicamente de los conductos donde se instalarán los cables. Para la supervisión de estas labores, es indispensable la presencia de un inspector de la empresa distribuidora. El tamaño de los dispositivos de verificación y limpieza deben ser aptos para el diámetro de tubo por verificar.

### 2.1.2 Cajas de registro

- a) Se requerirán cajas de registro cuando existan cambios de dirección, en transiciones aéreo – subterráneas, en bóvedas de transformadores, así como a lo largo de todos los tramos rectos de la ruta normal del circuito. Ver detalles en las figuras del anexo No 2.
- b) Se requerirá solamente una caja de registro ubicada bajo el transformador de pedestal, en tramos de líneas trifásicas o monofásicas no mayores a 30 metros de longitud, cuando se usen conductores calibre 1/0 AWG, en tal caso, se deberá dejar como reserva 1.5 vueltas de cable por fase.
- c) La distancia máxima entre cajas de registro, para tramos en línea recta, será de 100 metros. Para utilizar distancias mayores a la indicada, se deberá demostrar en la memoria de cálculo que no se excederá la tensión mecánica máxima de jalado especificada para el conductor, considerando los cambios de dirección verticales y horizontales a todo lo largo de la ruta. En el proceso de instalación, el constructor deberá utilizar un dinamómetro para medición continua en el jalado de los cables, en donde se registre la tensión mecánica instantánea y máxima aplicada al conductor. Solo se obviará el uso del dinamómetro cuando el jalado se realice únicamente con fuerza humana, sin ayuda de herramientas o equipos especiales y para tramos no mayores a



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 13/145</b>	

100 metros.

- d) En las cajas de registro de las transiciones aéreo – subterráneo, fosas de transformadores, equipos de protección, maniobra y derivaciones, se dejará 1.5 vueltas de conductor de reserva.
- e) Las cajas de registro pueden ser prefabricadas y, para este caso, deberán colocarse sobre una cama de arena-grava fina debidamente compactada y a nivel, o sobre piedra quebrada cuarta en caso de requerirse como drenaje.
- f) Una vez concluida la obra civil, los topes de los conductos, en las paredes de las cajas de registro, deben quedar perfectamente sellados con mortero o cualquier otro sellador, para evitar que penetre agua, humedad, tierra, arena o residuos. Además, se debe incluir un adhesivo de concreto para redondear todas las aristas (abocinado) y así, evitar daños al cable durante la instalación. El conducto de reserva permanecerá sellado.
- g) El acero de refuerzo será de 9.5 mm. (3/8”), grado 40, según norma ASTM con límite de fluencia no menor a 2820 kg/cm<sup>2</sup>.
- h) Se debe utilizar concreto armado o polimérico con resistencia a la compresión “a los 28 días de colado” no menor a  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .
- i) El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante. Éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación, todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.
- j) El concreto debe tener un acabado fino en la parte interior.
- k) El acabado de la superficie de la canalización en vías públicas o privadas existentes será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- l) El concreto preparado en fábrica deberá contener el aditivo retardante de fragua que le permita un tiempo de traslado máximo de una hora. Solo se permitirá una aplicación adicional del retardante para un tiempo de traslado total de dos horas. No se aceptará el concreto con más de dos horas de preparado una vez salido de fábrica. El concreto preparado en sitio debe ser aplicado en un tiempo que no supere los 15 minutos.
- m) El espesor de las paredes será “como mínimo” de 120 milímetros.
- n) El acero de refuerzo se armará en forma de malla con claro de 150 milímetros.
- o) Las cajas deberán ser construidas de concreto colado.
- p) Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.
- q) El suelo o material de relleno se debe compactar a un 90% del Proctor modificado si éste es granular o al 90% del Proctor Standard si es cohesivo.
- r) El concreto tendrá una cura mínima de 7 días salvo cuando se utilicen aditivos que aceleren la fragua del concreto.
- s) Las tapas deben ser de hierro fundido, circulares de 800 mm de diámetro. Ver detalle.
- t) El nivel de acceso a las cajas de registro, deberá estar a 100 mm sobre el nivel del suelo en zonas verdes. Si la caja se localiza en acera o calle, la tapa de ésta deberá quedar al nivel y será empotrada en la losa superior.



## 2.2 CARACTERÍSTICAS OBRA CIVIL PARA BAJA TENSIÓN

### 2.2.1 Canalización

- a) La canalización secundaria será de acuerdo con lo que se establece en las figuras. Ver figuras de canalización de baja tensión en anexo No 2.
- b) Se instalarán como mínimo dos conductos con características mecánicas equivalentes y no menores a la tubería de PVC, cédula SDR - 41, cuyo diámetro está indicado en las figuras del anexo No. 2.
- c) Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo de 100 milímetros de ancho, espesor 0.10 mm., con una nota "**PELIGRO - ALTO VOLTAJE**" con letras en color negro impresa a intervalos como máximo cada 200 milímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 250 milímetros de la superficie.
- d) Para calles, cruces de calle, se deberá utilizar un recubrimiento sobre los conductos de una capa concreto de 100 milímetros de espesor, con una resistencia mínima de  $f'c = 105 \text{ kg/cm}^2$ .
- e) Como material de relleno granular se podrá utilizar arena de río o de tajo a un 90 % del Proctor modificado o material del sitio compactado al 90 % del proctor Standard según lo indicado en la figuras CPM, CPT, CPTC y CPT2C, ver anexo No 2. Incluir las figuras de canalización en calle.
- f) La canalización para uso exclusivo del alumbrado público deberá tener las siguientes dimensiones mínimas (en milímetros): ancho 300, profundidad 500.
- g) Las canalizaciones para uso exclusivo de acometidas residenciales deben tener las siguientes dimensiones mínimas: 500 mm de profundidad y 300 mm de ancho. El ancho de la zanja puede variar de acuerdo con el número de acometidas, respetando una separación de 50 mm entre ducto y ducto.
- h) El acabado de la superficie de la trayectoria de la canalización será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- i) El concreto preparado en fábrica deberá contener el aditivo retardante de fragua que le permita un tiempo de traslado máximo de una hora. Solo se permitirá una aplicación adicional del retardante para un tiempo de traslado total de dos horas. No se aceptará el concreto con más de dos horas de preparado una vez salido de fábrica. El concreto preparado en sitio debe ser aplicado en un tiempo que no supere los 15 minutos.

### 2.2.2 Cajas de registro

Las cajas de registro deberán cumplir con lo siguiente: (ver figuras del Anexo No. 2.)

- a) Se debe utilizar concreto con resistencia mínima a la compresión a los 28 días de colado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- b) Se aceptará el uso de cajas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 15/145</b>	

sido previamente aprobadas por la empresa distribuidora.

- c) El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante, éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.
- d) El acabado de la superficie afectada por la construcción de la caja será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- e) El concreto preparado en fábrica deberá contener el aditivo retardante de fragua que le permita un tiempo de traslado máximo de una hora. Solo se permitirá una aplicación adicional del retardante para un tiempo de traslado total de dos horas. No se aceptará el concreto con más de dos horas de preparado una vez salido de fábrica. El concreto preparado en sitio debe ser aplicado en un tiempo que no supere los 15 minutos.
- f) El espesor de las paredes para las cajas de concreto será de 100 mm.
- g) El acero de refuerzo se armará en forma de malla con claro de 150 mm. Se proveerá armadura de acero para refuerzo en forma de malla a 15 cm. El espesor de su base será de 15 cm.
- h) Las paredes serán de concreto colado.
- i) Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.
- j) En caso de requerirse material de relleno granular, se podrá utilizar arena de río, de tajo o material del sitio compactado a un 90 % del Proctor modificado, si no Proctor Standard.
- k) El concreto tendrá una cura mínima de 7 días salvo cuando se utilicen productos diferentes al agua.
- l) Las cajas se deben construir de una sola colada. Las tapas serán de concreto con resistencia mínima a la compresión a los 28 días de colado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con un mínimo de espesor 10 cm y una estructura diseñada para la carga probable con un mínimo de armadura de acero para refuerzo en forma de malla a 15 cm. Se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la empresa distribuidora.
- m) Las tapas deben ser de hierro fundido con superficie antideslizante, (Ver detalles en Anexo 2) Se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la empresa distribuidora.
- n) El borde superior a la caja de registro deberá estar a 50 mm sobre el nivel suelo, cuando ésta no esté en calles o aceras. Si la caja se localiza en acera, la tapa de ésta deberá quedar al nivel de la acera y será empotrada en la losa superior.

## **2.3 BASES DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS**

- 2.3.1 Todo equipo que se instale sobre el nivel de piso, deberá contar con una base de concreto armado, con una resistencia mínima de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , cuyas dimensiones dependerán del equipo por instalar. La altura de la base sobre el nivel de piso terminado, no debe ser menor a 100 mm. Se aceptará el uso de bases



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 16/145</b>	

prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la empresa distribuidora.

- 2.3.2 Donde se instale un equipo (transformadores, interruptores, etc.), se deberá construir una fosa que permita, dejar reserva de cables, operar y manipularlos, colocar regletas de derivación, regletas de puesta a tierra y cualquier otro elemento. (Ver figuras en Anexo 2) Opcionalmente, cuando se cuente con una caja de registro a una distancia igual o menor a 30 metros de la ubicación del equipo, se podrá dejar sobre el pedestal según 3.1.1 en cuyo caso la reserva de cable estará en la caja de registro más próxima.

## 2.4 SEÑALIZACION EN SITIO

La señalización de todos los elementos del sistema de distribución deberá realizarse, preferentemente, con elementos no metálicos o metálicos de materiales no corrosivos.

Las etiquetas en los cables deberán ser fijadas con collarines o amarras plásticas y etiquetas o bien, rotuladas con marcados para tal fin usando tinta indeleble o, en caso de ser metálicas, los números y letras serán troquelados. Las letras y dígitos de los equipos de seccionamiento y transformación no deberán ser menores de 50 mm en altura.

En caso de equipos tipo sumergibles, se colocarán en un lugar accesible de la fosa.

Los planos de obra civil, obra electromecánica, esquemáticos unifilares y los planos de alumbrado público deberán consignar la codificación definida en este apartado. Así mismo, los planos según obra (PSO) deberán contener los elementos que trata este apartado georeferenciados.

### 2.4.1 Acometidas.

En cada caja de derivación de baja tensión, así como en las derivaciones realizadas directamente de los bornes de un transformador para acometidas con medición directa, se numerará cada acometida con el respectivo número de localización, por parte y responsabilidad de la empresa distribuidora. En cada caso, se enumerará cada conductor de baja tensión con las letras a, b, c, n y el número de localización.

### 2.4.2 Ramales de baja tensión.

Todos los ramales de baja tensión que partan de un transformador deberán ser numerados con la nomenclatura **R+dos dígitos**. Los dos dígitos corresponden al número de ramal iniciando en forma consecutiva por el R01, el cual corresponderá al primer ramal que tenga dirección hacia el Este, utilizando como referencia central la ubicación del transformador alimentador; subsecuentemente, se numerarán los siguientes ramales en sentido horario. En caso de que un ramal principal se divida en varias derivaciones, se



agregará a éstas un dígito adicional consecutivo aparte del 1, iniciando con aquella derivación que se encuentre más al Este; utilizando como punto de referencia el punto de derivación se deberá colocar una etiqueta a cada conductor del ramal respectivo con la nomenclatura de fase (a,b,c,n) y el número de ramal respectivo.

### 2.4.3 Transformadores.

Todos los transformadores deberán ser numerados con la nomenclatura T+ tres dígitos. Los tres dígitos corresponden al consecutivo del número de transformador para cada proyecto, iniciando con el T001, el cual corresponderá a aquel equipo que se encuentre más cerca de la fuente de alimentación principal; subsecuentemente, se numerarán los siguientes transformadores conforme se alejen de la fuente principal. Esta numeración es independiente de aquella que la empresa distribuidora utilice para estos activos.

### 2.4.4 Seccionadores

Los seccionadores o módulos de conexión se numerarán con la nomenclatura **M+ dos grupos de dos dígitos**. Los dos primeros dígitos corresponderán al tipo de módulo de acuerdo con la siguiente tabla:

Codificación de módulos de seccionamiento			
Código	Número de vías	Capacidad de vías	Características de la derivación
M02	4	2x600+2x200	Protegidas
M03	4	4x200	Sin protección
M04	4	4x200	2 protegidas
M05	3	3x200	Sin protección
M06	4	4x600	2 protegidas
M09	4	4x200	Transferencia automática, derivación c/s protección
M10	3	3x200	1 protegida
M11	2	2x600	Sin protección

Los segundos dos dígitos corresponden al consecutivo del número de seccionador para cada proyecto, iniciando con el 01, el cual corresponderá a aquel equipo que se encuentre más cerca de la fuente de alimentación principal; subsecuentemente, se numerarán los siguientes equipos conforme se alejen de la fuente principal. Esta numeración es independiente de aquella que la empresa distribuidora utilice para estos activos.



Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV	Versión 1	Código 44.02.001.2008
	Página 18/145	

#### 2.4.5 Alimentadores principales.

Los alimentadores principales de media tensión con conductores de 240 mm<sup>2</sup> utilizarán elementos premoldeados de 600 Amperios y se numerarán con las letras **AP6+ dos dígitos** consecutivos para cada alimentador del proyecto, iniciando en el 01 para el más cercano a la fuente principal. Los alimentadores principales de media tensión con conductores de 120 mm<sup>2</sup> utilizarán elementos premoldeados de 200 Amperios y se numerarán con las letras **AP2+ dos dígitos** consecutivos para cada alimentador del proyecto, iniciando en el 01 para el más cercano a la fuente principal. En cada caja de paso o en cada equipo de derivación o de transformación, se deberá colocar una etiqueta, tanto de entrada como de salida, a cada conductor de media tensión, con la nomenclatura de fase (**R, S, T**) y el número respectivo.

#### 2.4.6 Anillos derivados.

Los anillos derivados de media tensión con conductores de 50 mm<sup>2</sup> utilizarán elementos premoldeados de 200 amperios y se numerarán con las letras **AD+ dos dígitos consecutivos** para cada alimentador del proyecto, iniciando en el 01 para el más cercano a la fuente principal. En cada caja de paso o en cada equipo de derivación o de transformación se deberá colocar una etiqueta, tanto de entrada como de salida, a cada conductor de media tensión con la nomenclatura de fase (**R, S, T**) y el número respectivo.

#### 2.4.7 Alimentador radial.

Los alimentadores radiales de media tensión con conductores de 50 mm<sup>2</sup> utilizarán elementos premoldeados de 200 amperios y se numerarán con las letras **AR+ dos dígitos** para cada alimentador de proyecto, iniciando en el 01 para el más cercano a la fuente de alimentación. Se deberá colocar una etiqueta, tanto de entrada como de salida, a cada conductor de media tensión con la nomenclatura de fase (**R, S, T**) y el número respectivo.

#### 2.4.8 Registros de paso.

Todos los registros de paso para conductores de media tensión deberán ser numerados con la nomenclatura **R+ dos dígitos**. Los dos dígitos pertenecen al consecutivo del número de registro para cada proyecto, iniciando en el R01, el cual corresponderá a aquel registro que se encuentre más cerca de la fuente de alimentación principal.

#### 2.4.9 Cámara de empalme.

Todas las cámaras de empalme para conductores de media tensión deberán ser numeradas con la nomenclatura **E+ dos dígitos**. Los dos dígitos pertenecen al consecutivo del número de registro para cada proyecto, iniciando en el E01, el cual corresponderá a aquel equipo que se encuentre más cerca de la fuente de alimentación principal.



### 3 CAPÍTULO 3. TRANSFORMADORES

#### 3.1 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO PEDESTAL

##### 3.1.1 Características generales.

Deberán ser de frente muerto, tanto en el lado primario como en el lado secundario, tipo lazo, cumplir con las normas ANSI C57.12.00 y cualquier otra característica particular que se indique. Los transformadores serán diseñados para operación tipo lazo, altitud hasta 1000 m.s.n.m., humedad relativa de 95%. Se aceptarán únicamente transformadores nuevos.

##### 3.1.2 Características eléctricas particulares.

###### 3.1.2.1 Frecuencia.

La frecuencia de operación será 60 Hz.

###### 3.1.2.2 Fases.

Número de fases: tres

###### 3.1.2.3 Capacidades nominales.

Las potencias normalizadas, en este documento, serán las comprendidas en el ámbito de: **75 a 2500 kVA**. Las capacidades aceptables para ser cedidas a la empresa distribuidora para su operación y mantenimiento, estarán de acuerdo con las disposiciones técnicas de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

###### 3.1.2.4 Voltajes nominales.

Los voltajes nominales para media tensión serán: 34.500 Grd Y / 19.920 voltios y para el lado de baja tensión serán 120/208 ó 277/480 voltios.

###### 3.1.2.5 Conexiones.

Las conexiones de media tensión y de baja tensión deben ser en estrella sólidamente aterrizada, a través de los terminales designados como Ho y Xo, estos a su vez, serán aterrizados firmemente por medio de láminas de cobre flexible al tanque.

###### 3.1.2.6 Núcleo.

El núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque y deberá ser construido de 4 ó 5 columnas. Con los documentos de entrega del transformador, se debe aportar



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 20/145</b>	

certificación del fabricante que cumpla con lo anterior.

### **3.1.2.7 Corriente de excitación**

La corriente de excitación no deberá ser mayor del 2 % de la corriente nominal.

### **3.1.2.8 Derivaciones (taps)**

Los transformadores deberán tener cinco derivaciones en el lado de media tensión, enumeradas de 1 a 5. En la posición No. 3, el transformador suministrará el voltaje nominal, las otras posiciones superiores e inferiores ofrecerán una variación de  $\pm 2.5$  % por posición del voltaje nominal.

### **3.1.2.9 Impedancia**

La impedancia deberá cumplir la norma ANSI C 57.12.26, de acuerdo con las diferentes capacidades indicadas en el punto No. 4.1.2.4 de potencias nominales.

## **3.1.3 Requerimientos para transformadores tipo lazo**

Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajo carga, capaces de soportar una corriente primaria permanente mínima de 200 A y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kA durante 10 ciclos.

### **3.1.3.1 Seccionamiento**

Con el fin de obtener seccionamiento ya sea del transformador o del lazo, éste deberá ser provisto con un seccionador tipo T (LBOR - Loadbreak Oil Rotary) con las siguientes características eléctricas:

- a) Número de posiciones: 4
- b) Voltaje máximo de operación: 35 kV.
- c) Corriente nominal máxima: 200 A.
- d) Corriente momentánea RMS simétrica: 10 kA.
- e) El seccionador tipo LBOR deberá ser operable desde el exterior bajo carga, mediante una manija de operación o con pértiga.

### **3.1.3.2 Terminales primarios y secundarios**

El transformador debe tener seis terminales en media tensión que cumplan con el estándar ANSI /IEEE 386 y cuatro en el lado de baja tensión. La designación de los terminales primarios deberá ser: H1A, H2A, H3A - H1B, H2B, H3B, y los secundarios X1, X2, X3, además, para aterrizamiento y conexión de neutro Ho-Xo.



### 3.1.4 Pérdidas

#### Valores Nominales Admisibles de Pérdidas

PÉRDIDAS			MÁXIMAS
TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS			
Rango (kVA)	Pnúcleo (NL)	Pdevanados (LL)	Pérdidas totales
75	245	1000	1245
112,5	345	1350	1695
150	430	1625	2055
225	525	2450	2975
300	710	3200	3910
500	1025	5000	6025
750	1310	6800	8110
1000	1650	9500	11150
1500	2150	12500	14650
2000	2450	14500	16950
2500	3000	18000	21000

Se aplicarán a esta tabla los valores de tolerancia establecidos en la norma ANSI/IEEE C57.12.00.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 22/145</b>	

### **3.1.5 Nivel básico de impulso (BIL)**

Para el lado de media tensión (34,5 kV), deberá ser 150 kV y en el lado de baja tensión, de 30 kV. Ambos son valores mínimos.

### **3.1.6 Temperatura**

El transformador debe ser diseñado para que opere a una temperatura ambiente máxima de 40°C.

#### **Por carga**

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 65° C sobre la temperatura ambiente y la máxima elevación de temperatura no deberá exceder los 80 °C sobre la temperatura ambiente. El detalle de los límites desde los cuales se rigen estas elevaciones de temperatura, estarán de acuerdo con la norma ANSI /IEEE C57.12.00 (última revisión).

#### **Por cortocircuito**

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250°C para conductor de cobre y 200°C para el conductor aluminio.

### **3.1.7 Requerimientos de cortocircuito**

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuito de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.109 última revisión.

### **3.1.8 Aceite aislante**

El aceite puede ser dieléctrico de origen mineral, según ASTM D3487; o vegetal, según norma ASTM D6871-3.

### **3.1.9 Material de los devanados**

El material de los devanados podrá ser cobre o aluminio.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 23/145</b>	

### **3.1.10 Protecciones**

Los transformadores deben tener por cada fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos deben estar sumergidos en aceite, en el interior del tanque. A continuación, se describen sus características:

- a) Fusible de expulsión "FE" de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna; reemplazable exteriormente por medio de pértiga.
- b) Fusible limitador de corriente "FLC" de arena plata de rango parcial.

### **3.1.11 Características mecánicas**

#### **3.1.11.1 Construcción**

El transformador de pedestal deberá ser construido en su totalidad en acero inoxidable tipo AISI 304. Los compartimentos deben ser separados por una barrera de metal en el caso de diseño de dos puertas y cumplir con lo estipulado en norma ANSI C57.12.28, que contempla aspectos de diseño y seguridad en la construcción de gabinetes, para lo cual deberá cumplir las siguientes pruebas:

- a) Prueba de palanca.
- b) Prueba de intento de introducción de un alambre.
- c) Prueba de tirado.
- d) Prueba de operación.

#### **3.1.11.2 Compartimentos**

Los compartimentos de media y baja tensión deben estar lado a lado del tanque del transformador. Visto de frente, las terminales de media tensión deberán estar a la izquierda y las de baja tensión a la derecha. El acceso al compartimiento de media tensión sólo podrá ser posible hasta que se haya abierto la puerta del compartimiento de baja tensión. Debe tener al menos un cerrojo adicional y ser removido antes de abrir la puerta del lado de media tensión. Cuando la puerta del compartimiento de baja tensión es de diseño de panel plano, ésta debe tener tres puntos de cierre con un accesorio de bloqueo manual. Las bisagras, pines, varillas y demás componentes de bloqueo, deberán ser de un material resistente a la corrosión equivalente al tipo 304 AISI. El tanque del transformador y los compartimentos construidos de tal manera que estando las puertas cerradas y bloqueadas limiten el desmontaje, ruptura y la entrada de cualquier tipo de objeto en los compartimentos. Además la manija de la puerta construida de un material no quebradizo ni deformable, y proveer los medios para su bloqueo tales como candados y tornillo con cabeza pentagonal.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 24/145</b>	

### **3.1.11.3 Puertas**

Deben ser de suficiente tamaño para proveer una adecuada operación del equipo y brindar el suficiente espacio cuando se está trabajando en la unidad. Las puertas deben ser equipadas con fijadores para cuando estén en la posición de abiertas o diseñadas para traslado manual (tipo desmontable). El borde inferior de los compartimentos debe ser construido de tal manera que permita el uso de anclajes (sujetadores), accesibles únicamente por la parte interior de la unidad. Los puntos para el izaje tienen que ser colocados para proveer un balance distribuido para un levantamiento en dirección vertical de todo el transformador completamente armado. Además poseer un factor de seguridad de levantamiento igual o mayor a 5. La abertura mínima en el fondo del gabinete para la entrada de cables debe ser de 540 a 560 mm de ancho por todo el largo del fondo y contar con los siguientes accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno
- c) Termómetro (Referencia Qualitrol 151-010-01).
- d) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- e) Llave de drenaje y toma de muestras de aceite de 2.54 cm (1 pulg) NPT.

### **3.1.11.4 Conectores, terminales y soportes**

Los conectores de media tensión deben ser para 35 kV con capacidad de operación bajo carga de 200 A y el tanque tener un zócalo de descanso para cada conector de media tensión.

Los terminales de baja tensión serán del tipo espiga hasta 500 KVA, con las características de rosca y dimensiones que se indican en la tabla que a continuación se presenta. Para transformadores de potencias superiores se utilizarán conectores tipo paleta rectangular de cobre estañado, de 6 ó 10 huecos NEMA, dependiendo la potencia.

Para aquellos transformadores que alimenten cargas compuestas por redes de baja tensión de uso general y operadas por la empresa distribuidora, el conector por utilizar en la espiga debe ser roscado, con un elemento que permita su separación sin la desconexión del cable de baja tensión, aislado y con una capacidad de 500 Amp. (Ver figura RDS en Anexo 1).

En otros casos, se permite el uso de conectores tipo paleta rectangular de cobre estañado, de 6 ó 10 huecos NEMA, roscados en la espiga del transformador, y será necesario colocar elementos aislantes, tales como mangas o cobertores termocontraíbles o contraíbles en frío, con el fin de poder mantener durante todo momento un secundario de "frente muerto".



### DIMENSIONES DE ESPIGA EN LOS TERMINALES DE BAJA TENSIÓN

Capacidad (kVA)	Tamaño de Rosca ( mm )	Longitud mínima ( mm )
75 – 150	15.875( 5/8 pulg.) - II UNC-2A	31.75
225 – 300	25.4(1 pulg.) 14 INS-2A	44.45
500	31.75 (1 ¼ pulg.) 12 UNF-2A	66.54

En transformadores con potencias mayores a 500 kVA, se deben utilizar conectores de cobre estañado tipo paleta rectangular plana de 6 ó 10 huecos, dependiendo de la potencia de la unidad y provisto con un medio de soporte aislado que contrarreste el esfuerzo mecánico debido al peso de los conductores. El terminal de baja tensión (Xo) para el neutro debe ser completamente aislado con un enlace a tierra en la superficie exterior del tanque mediante láminas de cobre y todos los accesorios de conexión de media tensión citados anteriormente, construidos de acuerdo con la norma IEEE 386.

#### 3.1.11.5 Placa de datos del transformador

El transformador deberá tener una placa de datos con la información descrita en las placas definidas por ANSI / IEEE .57.12.00, colocada en el compartimiento de baja tensión, de manera que pueda ser leída aún con los cables en su lugar, construida con acero inoxidable o aluminio, resistente a la corrosión e indeleble. Los datos deben ser impresos con letras troqueladas como mínimo y colocada en una parte no removible del transformador.

#### 3.1.11.6 Rotulación del transformador

Toda indicación referente a operación, mantenimiento y seguridad, deberá venir en el Idioma Español y en la parte frontal exterior, tener el símbolo de identificación del equipo eléctrico energizado.



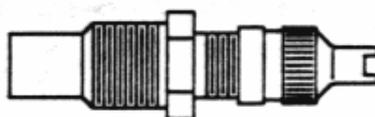
Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV	Versión 1	Código 44.02.001.2008
	Página 26/145	

### 3.1.11.7 Preservación de aceite

El transformador debe ser de construcción de tanque sellado y llenado con un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula similar al tipo Schrader, la cual se muestra en la siguiente figura:

SCHRADER VALVE  
FOR .125 NPT FITTING

PART # 884A694G01



1.0 TO .125 REDUCER  
PART # 71310BP223

### Válvula de llenado de nitrógeno (Schrader Valve)

### 3.1.11.8 Tanque

El tanque deberá ser lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformación permanente y 105 kPa sin ruptura o daño del gabinete de seguridad. El tanque estar provisto con conectores para aterrizamiento de 127 mm. 13 UNC y una profundidad de 10 mm. como mínimo. Los receptáculos (roscas) de los conectores deben ser soldados al tanque, deberán proveerse y venir instalados sus respectivos conectores para aterrizar las pantallas de los cables, estos conectores tienen que quedar cerca de la base del transformador cada uno debajo de la entrada y salida del lado de los aisladores (bushing) de alta (H1A, H2A, H3A y H1B, H2B, H3B), además un conector adicional en el compartimiento de baja tensión.

El tanque y los compartimentos deberán tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5.

Las características de pintura deben ser iguales o superiores a las descritas en la norma ANSI C57.12.28.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 27/145</b>	

### 3.1.12 Almacenamiento e Instalación

**Almacenamiento:** el transformador deberá ser almacenado, transportado e instalado en una posición normal tal y como fue diseñado y construido, o sea con la base del mismo en posición horizontal con respecto de un piso nivelado.

**Instalación:** El equipo fabricado desde esta especificación debe ser instalado en áreas donde:

- ✓ La operación de los codos, pararrayos, el seccionador de cuatro posiciones (LBOR) y fusibles, será mediante una pértiga, se debe dejar espacio mínimo de 3 metros entre el frente muerto y la pared más cercana, para realizar la operación correspondiente.
- ✓ Cumplir con las normativas técnicas eléctricas de ARESEP, relativas a la ubicación del equipo eléctrico.

Espacio suficiente para la instalación y reemplazo mediante el uso de equipos (grúas, montacargas, etc.)

### 3.1.13 Pruebas

Las pruebas en fábrica deben ser hechas de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.12.90, (última revisión), éstas serán presentadas al ICE por el fabricante en el protocolo de pruebas, la lista de pruebas por realizar estará de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.12.00, la cual se muestra a continuación:

#### **Tabla de pruebas de transformadores inmersos en aceite (C57.12.00-2000 Modificada)**



PRUEBAS	500 kVA y menores			500 kVA y mayores		
	Rutina	Diseño	Otras	Rutina	Diseño	Otras
Medición de resistencia en todos los devanados, en la derivación del voltaje nominal y en las derivaciones extremas de la primera unidad en un nuevo diseño (ver nota 1)	X			X		
Resistencia de aislamiento de devanados (ver nota No 14 y nota No 17)	X			X		
Resistencia de aislamiento de núcleo (ver nota 11 y nota 17)			X	X		X
Prueba de relación en la derivación de voltaje nominal y en todas las derivaciones (para unidades LTC, ver 8.3.1)	X			X		
Pruebas de polaridad y relación de fases en la conexión de voltaje nominal	X			X		
Factor de potencia del aislamiento (ver nota No 14 y nota No 17)			X	X		X
Pérdidas del control auxiliar de enfriamiento (ver nota No 9 y nota No 17)			X			X
Prueba monofásica de excitación en la conexión de voltaje nominal (ver nota No 8 y Nota No 17)	X			X		X
Pérdidas sin carga y corriente de excitación a 100 % del voltaje nominal y a frecuencia de potencia nominal en la derivación de voltaje nominal (ver nota No 16 y nota No 17)	X			X		
Voltaje de impedancia y pérdidas con carga a corriente y frecuencia nominal	X			X		
Voltaje de impedancia de secuencia de fase-cero						X
Elevación de temperatura en rango mínimo y máximo de unidades en un nuevo diseño – puede ser omitido si la prueba es térmicamente duplicada o esencialmente están disponibles unidades duplicadas.		X			X	X
<b>PRUEBAS DIELECTRICAS</b>						
Baja frecuencia, tensión aplicada e inducida	X			X		
Baja frecuencia en artículos auxiliares, control y circuitos de transformadores de corriente (ver nota No 10 y Nota No 14)			X	X		X
Impulso de rayería (ver nota No 3)		X	X		X	X
Impulso de frente de onda						X
Impulso de maniobra de fase a tierra (ver nota No 12)						X
Prueba de descargas parciales (ver nota No 14 y nota No 17)			X			X
Nivel de sonido audible (ver nota No 4)		X	X		X	X
Soporte de cortocircuito (ver nota No 5)		X				X
Prueba de operación de todos los accesorios (ver nota No 13)				X		X
Análisis de gases disueltos (ver nota 14 y No 17)				X		X
<b>PRUEBAS MECÁNICAS</b>						
Levantamiento y movilidad de accesorios (ver nota No 15)		X			X	
Presión		X			X	
Fugas	X			X		
Factor de influencia telefónica (TIF) (ver nota No 6 y nota No 7)			X			



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 29/145</b>	

#### Notas

- 1) Resistencia es una prueba de diseño para transformadores de distribución de 2500 kVA y menores. Resistencia, impedancia y pruebas con carga deberán ser omitidas para potencias de 500 kVA y menores. Estas pruebas deberán ser omitidas cuando exista un registro duplicado de tales pruebas o, esencialmente, cuando exista o estén disponibles unidades duplicadas con estándar. La prueba de pérdidas con carga de transformadores duplicados deberá ser corregida a la temperatura de referencia, asumiendo las mismas pérdidas de dispersión y de Eddy que el transformador de diseño.
- 2) Para unidades duplicadas, esta medición deberá tomar en cuenta, solamente la conexión de voltaje nominal para unidades de dos devanados, y para tres o más conexiones de derivaciones de voltaje para casos de unidades de tres devanados.
- 3) La prueba de impulso de rayería es una prueba de rutina para transformadores de potencia clase II. Se requiere una prueba especial de rutina para transformadores de distribución, tipo poste, pedestal y sumergible, inmersos en aceite. Esta prueba está especificada en el numeral 10.4 del estándar IEEE C57.12.90-1999.
- 4) El transformador deberá ser conectado y energizado a voltaje y frecuencia nominal y sin carga. Las contribuciones de ruido de elementos del transformador, tales como bombas y abanicos, deberán ser operados como corresponde a rango de prueba que están siendo probados. Cuando esto no sea práctico o indeseable, para incluir el apropiado equipo de enfriamiento, la auto ventilación debe ser corregida, por la contribución de ruido, si las correcciones convenientes están disponibles y es mutuamente conforme con lo que esto concierne.  
Los transformadores deberán reunir los estándares de nivel de ruido audible, tal y como se muestran en el estándar NEMA TR1, tabla 0-1.
- 5) Las pruebas de grandes transformadores podrían no ser prácticas, debido a las limitaciones de las instalaciones para la prueba.
- 6) El método de prueba del TIF puede ser encontrado en el estándar IEEE 469-1988.
- 7) Esta prueba no es práctica debido a las limitaciones de las instalaciones para transformadores de más de 50 kVA.
- 8) Esta prueba es monofásica y debe ser realizada en todas las fases y todos los devanados, solamente cuando las terminales salgan al exterior y sean accesibles y disponibles para una conexión. Solamente, el voltaje de baja frecuencia disponible para el devanado deberá ser aplicado durante esta medición.
- 9) Las pérdidas debido al consumo de potencia para el enfriamiento y auxiliares, asociados a bombas, ventiladores, enfriadores, calentadores, manejadores de motores de cambiador de derivaciones, lámparas y todos los accesorios de la caja de control de ventilación, deberán ser medidos en transformadores clase II.
- 10) Los circuitos secundarios de los transformadores de control y de voltaje, deberán ser probados a 1500 V CA 60 Hz, y los circuitos de los transformadores de corriente, probados a 2.5 kV CA 60 Hz, por un máximo de 1 minuto de operación.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 30/145</b>	

- 11) La resistencia de aislamiento entre el o los núcleos y tierra deberá ser medida después del ensamble completo del transformador, a un nivel de al menos 500 v CD por un minuto de duración. Esta prueba deberá ser de rutina para transformadores de potencia clase II, y de otras para transformadores clase I.
- 12) La prueba de impulso de maniobra es una prueba de rutina para transformadores con devanado de alto voltaje que operan a 345 kV y superior.
- 13) Todos los accesorios eléctricos y electromecánicos, tales como ventiladores, bombas, motores, cambiadores de derivación bajo carga, etc., deberán operar en ambos modos, manual y automático para la adecuada función de secuencia/puesta en marcha.
- 14) Esta prueba deberá ser de rutina para transformadores de potencia clase II y de otras para transformadores de menos de clase II.
- 15) La adecuación mecánica del levantamiento y accesorios de movilización pueden ser determinados ambos métodos matemáticos o pruebas.
- 16) Las pruebas de pérdidas sin carga y excitación al 110 % del voltaje nominal es una prueba del tipo otras, para transformadores de 500 kVA y transformadores más pequeños, con la excepción de los transformadores clase II, en los cuales es una prueba de rutina.
- 17) Las pruebas de resistencia de aislamiento de devanados (Megger), resistencia de aislamiento de núcleo (Megger), factor de potencia del aislamiento, pérdidas de accesorios auxiliares, excitación monofásica, pérdidas sin carga, y corriente de excitación a 110 % del voltaje, descargas parciales y análisis de gases disueltos en el aceite, no son aplicables a transformadores clase de distribución.

Las pruebas de rutina deberán ser certificadas para cada unidad, por el fabricante las pruebas de diseño u otras podrán ser solicitadas a pedido especial. La tolerancia y precisión de cada una de las mediciones será regido por lo estipulado en la norma C.57.12.00 y C.57.12.90.

### **3.1.14 Garantía**

Cuando el transformador sea cedido a la empresa distribuidora de energía eléctrica, los términos y condiciones del manejo de las garantías, serán de acuerdo a lo establecido para la aceptación de obras por la empresa distribuidora.

### **3.1.15 Normativa**

Estas especificaciones están basadas en las normas ANSI/IEEE C57.12, por lo tanto, cualquier duda, omisión o ambigüedad será aclarada en función de lo establecido por dicho estándar en sus diferentes capítulos.



### 3.1.16 Niveles de ruido permisibles.

Potencia (kVA)	Nivel de ruido promedio (dB) 35 kV
75	51
150	55
225	55
300	55
500	56
750	57
1 000	58
1 500	60

## 3.2 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO PEDESTAL.

### 3.2.1 Características generales.

Deberán ser de frente muerto, tanto en el lado primario como en el lado secundario, tipo lazo, cumplir con las normas ANSI C57.12.00 y cualquier otra característica particular que se indique. Los transformadores serán diseñados para operación tipo lazo, altitud 1000 m.s.n.m., humedad relativa de 95%. Se aceptarán únicamente transformadores nuevos.

### 3.2.2 Características eléctricas particulares.

#### 3.2.2.1 Frecuencia.

La frecuencia de operación será 60 Hz.

#### 3.2.2.2 Fases y Polaridad.

Una fase y con polaridad sustractiva.

#### 3.2.2.3 Rangos de potencias.

Las potencias normalizadas son: 25, 50, 75, 100, 167, 250, 333, 500 kVA. Las capacidades aceptables para ser cedidas a la empresa distribuidora, para su operación y mantenimiento, estarán de acuerdo con el reglamento de aceptación de obras de la empresa distribuidora de energía eléctrica.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 32/145</b>	

#### **3.2.2.4 Voltajes nominales de operación**

El voltaje nominal para media tensión será de 19 920 Voltios y para baja tensión será 120/240 voltios.

#### **3.2.2.5 Conexiones**

La conexión en media tensión deberá ser en el bobinado primario de fase a tierra. La conexión en baja tensión debe ser de uno o dos bobinados secundarios con tres derivaciones, para un servicio monofásico trifilar.

#### **3.2.2.6 Núcleo**

El núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque.

#### **3.2.2.7 Corriente de excitación**

La corriente de excitación no deberá ser mayor de 2 % de la nominal.

#### **3.2.2.8 Derivaciones (taps)**

Los transformadores deberán tener cinco derivaciones en el lado de media tensión, enumeradas de 1 a 5. En la posición No. 3, el transformador suministrará el voltaje nominal, las otras posiciones superiores e inferiores ofrecerán una variación de  $\pm 2.5\%$  por posición del voltaje nominal.

#### **3.2.2.9 Impedancia**

La impedancia será la que determina la norma C57.12.25, de acuerdo con las potencias nominales establecidas.

### **3.2.3 Componentes para funcionamiento en lazo**

Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajo carga, capaces de llevar una corriente permanente de 200 A y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kA., durante 10 ciclos.

#### **3.2.3.1 Seccionamiento**

Con el fin de obtener seccionamiento ya sea del transformador o del lazo, éste deberá ser provisto con un seccionador tipo T (LBOR - Loadbreak Oil Rotary) con las siguientes características eléctricas:

- a) Número de posiciones: 4
- b) Voltaje máximo de operación: 35 kV.
- c) Corriente nominal máxima: 200 A.
- d) Corriente momentánea RMS simétrica: 10 kA.
- e) El seccionador tipo LBOR deberá ser operable desde el exterior bajo carga, mediante una manija de operación con pértiga.



### 3.2.3.2 Terminales primarios y secundarios

El transformador debe tener dos terminales en media tensión que cumplan con el estándar ANSI /IEEE 386 y tres en el lado de baja tensión. La designación de los terminales primarios deberá ser: H1A, H1B y los secundarios X1, X3, además, para aterrizamiento y conexión de neutro Ho-Xo.

### 3.2.4 Pérdidas.

#### Valores Nominales Admisibles de Pérdidas

PÉRDIDAS MÁXIMAS PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS			
Rango (kVA)	Pnúcleo (NL)	Pdevanados (LL)	Pérdidas totales
25	90	300	390
50	150	510	660
75	200	710	910
100	270	950	1220
167	395	1450	1845
250	500	2050	2550
333	600	3000	3600
500	810	3800	4610

Se aplicarán, a esta tabla, los valores de tolerancia establecidos en la norma ANSI/IEEE C57.12.00.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 34/145</b>	

### **3.2.5 Nivel básico de impulso (BIL).**

Para el lado de media tensión (34,5 kV) deberá ser 150 kV y en el lado de baja tensión, de 30 kV. Ambos son valores mínimos.

### **3.2.6 Temperatura.**

El transformador debe ser diseñado para que opere a una temperatura ambiente máxima de 40 °C.

#### **3.2.6.1 Por carga.**

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 65° C sobre la temperatura ambiente y la máxima elevación de temperatura a los 80 °C sobre la temperatura ambiente. El detalle de los límites desde los cuales se rigen estas elevaciones de temperatura, estarán de acuerdo con la norma ANSI /IEEE C57.12.00 (última revisión).

#### **3.2.6.2 Por cortocircuito.**

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250 °C para conductor de cobre y 200 °C para el conductor aluminio.

### **3.2.7 Requerimientos de cortocircuito.**

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuito de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.109 (última revisión.)

### **3.2.8 Aceite aislante.**

El aceite puede ser dieléctrico de origen mineral, según ASTM D3487 o de vegetal según norma ASTM D6871-3.

### **3.2.9 Material de los devanados.**

El material de los devanados podrá ser cobre o aluminio.

### **3.2.10 Protecciones.**

Los transformadores deben tener por fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos deben estar sumergidos en aceite en el interior del tanque los cuales se describen a continuación:



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 35/145</b>	

- a) Fusible de expulsión “FE” de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna que puede ser reemplazado exteriormente por medio de una pértiga.
- b) Fusible limitador de corriente “FLC” de arena plata de rango parcial.

### **3.2.11 Características mecánicas.**

#### **3.2.11.1 Construcción.**

El transformador de pedestal deberá ser construido en su totalidad en acero inoxidable tipo 304 AISI. Los compartimentos deben ser separados por una barrera de metal en el caso de diseño de dos puertas y cumplir lo estipulado en norma ANSI C57.12.28. Se deberán contemplar aspectos de diseño y seguridad en la construcción de gabinetes, para las cuales se deberán cumplir las siguientes pruebas:

- a) Prueba de palanca.
- b) Prueba de intento de introducción de un alambre.
- c) Prueba de tirado.
- d) Prueba de operación.

#### **3.2.11.2 Compartimientos**

Puede ser de un solo compartimiento. Visto de frente los terminales de media tensión deberán estar a la izquierda y los de baja tensión a la derecha. Las bisagras, pines, varillas y demás componentes de bloqueo ser de un material resistente a la corrosión equivalente al tipo 304 AISI. El tanque del transformador y los compartimentos deben ser construidos de tal manera que estando las puertas cerradas y bloqueadas limiten el desmontaje, ruptura y la entrada de cualquier tipo de objeto en la parte interna de terminales y conexiones y la manija de la puerta debe ser construida de un material no quebradizo ni deformable, además, proveer los medios para su bloqueo tales como candado y tornillo con cabeza especial de pentagonal.

#### **3.2.11.3 Puertas**

Deben ser de suficiente tamaño para proveer una adecuada operación del equipo y brindar el suficiente espacio cuando se está trabajando en la unidad. El borde inferior de los compartimentos construido de tal forma que permita el uso de anclajes (sujetadores), accesibles únicamente por la parte interior de la unidad. Las gasas de izaje deben ser colocadas para proveer un balance distribuido para un levantamiento en dirección vertical de todo el transformador completamente armado. Además ofrecer un factor de seguridad mecánico de levantamiento de 5. La abertura mínima en el fondo del gabinete para la entrada de cables, de 400 mm. Deberá contar con los siguientes accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 36/145</b>	

- c) Termómetro (Referencia Qualitrol 151-010-01).
- d) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- e) Llave de drenaje y toma de muestras de aceite de 2.54 cm NPT.

#### **3.2.11.4 Conectores y terminales**

Los conectores de media tensión deben ser para 35 Kv. con capacidad de operación bajo carga de 200 Amp. El tanque debe tener un zócalo de descanso para cada conector de media tensión.

Los terminales de baja tensión serán del tipo espiga hasta 100 KVA, con las características de rosca y dimensiones que se indican en la tabla que a continuación se presenta. Para transformadores de potencias superiores, se utilizarán conectores tipo paleta rectangular de cobre estañado, de 6 ó 10 huecos Nema, dependiendo la potencia.

Para aquellos transformadores que alimenten cargas compuestas por redes de baja tensión de uso general y operadas por la empresa distribuidora el conector por utilizar en la espiga debe ser roscado, con un elemento que permita su separación sin la desconexión del cable de baja tensión, aislado y con una capacidad de 500 A. (Ver figura RDS en Anexo 1).

En otros casos se permite el uso de conectores tipo paleta rectangular de cobre estañado, de 4 ó 6 huecos Nema, o de conectores múltiples tipo silla, en ambos casos, roscados a la espiga del transformador, y será necesario colocar elementos aislantes, tales como mangas o cobertores termocontraíbles o contraíbles en frío, con el fin de poder mantener durante todo momento un secundario de "frente muerto".

#### **DIMENSIONES DE ESPIGAS EN TERMINALES LADO BAJA TENSIÓN**

<b>Capacidad (kVA)</b>	<b>Tamaño de Rosca ( mm )</b>	<b>Longitud mínima ( mm )</b>
25 – 50	15.875 (5/8 pulg.) - II UNC-2 <sup>a</sup>	31.75
75 – 167	25.4 (1 pulg.) 14 INS-2 <sup>a</sup>	44.45

El terminal de baja tensión (Xo) para el neutro debe ser completamente aislado con un enlace a tierra en la superficie exterior del tanque mediante láminas de cobre y todos los accesorios de conexión de media tensión citados anteriormente, construidos de acuerdo con la norma IEEE 386.



### 3.2.11.5 Placa de datos del transformador.

El transformador deberá tener una placa de datos con la información descrita en las placas definidas por ANSI / IEEE .57.12.00, y ser colocada en el compartimiento de baja tensión, de manera que pueda ser leída aún con los cables en su lugar, construida con acero inoxidable o aluminio, resistente a la corrosión e indeleble, los datos impresos con letras troqueladas como mínimo y colocada en una parte no removible del transformador.

### 3.2.11.6 Rotulación del transformador.

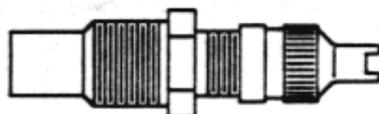
Toda indicación referente a operación, mantenimiento y seguridad, deberá venir en el idioma español. En la parte frontal exterior, tener el símbolo de identificación del equipo eléctrico energizado.

### 3.2.11.7 Preservación de aceite

El transformador debe ser de construcción de tanque sellado, el cual será llenado con un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula similar a la tipo Schrader, según se muestra en la siguiente figura.

SCHRADER VALVE  
FOR .125 NPT FITTING

PART # 884A694G01



1.0 TO .125 REDUCER  
PART # 71310BP223

Válvula de llenado de nitrógeno (Schrader Valve)



### 3.3 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO SUMERGIBLE

#### 3.3.1 Condiciones de servicio

##### 3.3.1.1 General

Los transformadores contemplados desde esta norma son para operación externa con enfriamiento natural (OA) hasta un rango de potencia de 167 kVA desde las condiciones de servicio que se detallan a continuación.

##### 3.3.1.2 Temperatura

La temperatura ambiente de operación (temperatura de ambiente cerrado), no debe exceder los 50° C y la temperatura promedio del aire de enfriamiento por un periodo cualquiera de 24 horas no debe exceder los 40° C.

##### 3.3.1.3 Altitud

La altitud de operación será de 1,000 m.s.n.m.

##### 3.3.1.4 Humedad Relativa

Serán para operación con una humedad relativa del 100 %.

#### 3.3.2 Características eléctricas

##### 3.3.2.1 Frecuencia

La frecuencia de operación será 60 Hz.

##### 3.3.2.2 Fases

Los transformadores serán del tipo monofásico.

##### 3.3.2.3 Rangos de potencias

Las potencias normalizadas en kVA serán las siguientes: 50, 75, 100 y 167.

##### 3.3.2.4 Tensiones nominales de operación

La tensión nominal para media tensión es 19,920 voltios y para baja tensión, 120/240 voltios, excepto que se especifique otra magnitud.

##### 3.3.2.5 Corriente de excitación



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 39/145</b>	

La corriente de excitación no deberá ser mayor de 1.5 % de la nominal.

### **3.3.2.6 Conexiones**

La conexión en media tensión debe ser de fase a tierra. La conexión en baja tensión debe ser trifilar.

### **3.3.2.7 Componentes para funcionamiento en lazo**

Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajo carga, capaces de llevar una corriente permanente de 200 Amp máxima y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kAmps durante 0.17 segundos.

### **3.3.2.8 Derivaciones (Taps)**

Los transformadores serán provistos con cinco derivaciones en el lado de media tensión, que permitan una variación de +/- 5 % del voltaje nominal.

### **3.3.2.9 Polaridad**

Los transformadores con operación de 19,920 voltios serán sustractivos.

### **3.3.2.10 Marcación de terminales**

La marcación de las terminales primarias deberá ser: **H1A** y **H1B**. Y las secundarias, **X1**, **X2**, **X3** y **X4**, como se muestra en la Fig. 4.3.

### **3.3.2.11 Impedancia**

La impedancia deberá ser la que establezca la norma ANSI C57.12.23.

### **3.3.2.12 Pérdidas**

Las pérdidas permitidas son las mismas que las indicadas en la tabla del punto 4.2.4.

### **3.3.2.13 Niveles de aislamientos**

El nivel de impulso básico (BIL) será de 150 kV mínimo , en el lado de baja tensión, de 30 kV.

### **3.3.2.14 Elevación de temperatura**

Por carga.

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 55 °C sobre la temperatura ambiente, y la máxima elevación de temperatura en los devanados no deberá exceder los 70° C sobre la temperatura ambiente. El detalle de los límites desde los cuales rigen estas elevaciones de temperatura se dan en el apartado 5.11 de la norma IEEE C.57.12.00.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 40/145</b>	

Por cortocircuito

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250 °C para conductor de cobre, 200 °C para aluminio.

### **3.3.2.15 Requerimientos de cortocircuito.**

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuito de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.109 para transformadores clase I.

### **3.3.2.16 Aceite aislante.**

El aceite puede ser dieléctrico de origen mineral, según ASTM D3487; o de origen vegetal según norma ASTM D6871-3

### **3.3.2.17 Material de los devanados.**

El material de los devanados podrá ser cobre o aluminio.

### **3.3.2.18 Aislamiento de los conductores.**

El aislamiento de los conductores debe ser compatible con el aceite del transformador, además, sus características dieléctricas, químicas, mecánicas, etc., deben ser adecuadamente seleccionadas para el buen funcionamiento de la unidad.

### **3.3.2.19 Protecciones.**

Los transformadores deben tener por fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos fusibles deben estar sumergidos en aceite en el interior del tanque, los cuales se describen a continuación:

- a) Fusible de expulsión "FE" de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna que puede ser reemplazado exteriormente por medio de una pértiga.
- b) Fusible limitador de corriente "FLC" de arena plata de rango parcial.

## **3.3.3 Características mecánicas.**

### **3.3.3.1 Construcción.**

Los transformadores cubiertos en este estándar deben incluir conectores de media y baja tensión de acuerdo con lo descrito en la sección de conectores y terminales. Los componentes tales como: cambiadores de derivaciones, conectores separables, fusible reemplazables, diseñados para operación una vez que el transformador está en el sitio de funcionamiento, y ser localizados en éste de tal forma, que puedan ser operados desde arriba por medio de una pértiga. La construcción de la unidad será



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 41/145</b>	

preferiblemente circular, de tal manera, que cumpla con lo estipulado en el estándar IEEE C.57.12.23 en su sección 6. El tanque del transformador, la tapa y todos los accesorios externos deben ser resistentes a la corrosión.

La base del transformador tiene que ser montada sobre dos barras o algún elemento similar, resistente a la corrosión. La mínima altura de la barra o elemento similar deberá ser de 2.54 cm. Para efectos de localización de las terminales y de los elementos de operación de la unidad, a continuación, se da una vista de planta dividida en cuatro sectores, enumerados en dirección horaria (ver figura 4.3). Los accesorios de izaje deben estar permanentemente fijados al tanque y distribuidos de tal forma que provean un balance vertical de levantamiento para el transformador completamente armado y ser diseñados para proveer un factor de seguridad igual a cinco. La manija del mecanismo del cambiador de derivaciones deberá tener cinco posiciones de enclavamiento claramente enumerados 1-2-3-4-5 o A, B, C, D, E y operables con pértiga mecánica y con su respectiva clavija de aseguramiento para la posición de operación permanente. Además, contar con la siguiente lista de accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno (ver figura 4.2).
- c) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- d) Llave de drenaje y toma de muestras de aceite de 2.54 cm (1 pulg) NPT.
- e) Cambiador de derivaciones.

### 3.3.3.2 Conectores y terminales.

Los conectores de media tensión podrán ser: boquilla tipo pozo, boquilla tipo pozo e inserto o pasatapa integral en 35 kV para operación en un sistema de 200 Amp con su respectivo zócalo de descanso (parking stand), uno por cada conector. Los conectores de baja tensión podrán ser del tipo cable (\*), tipo paleta (\*) o tipo espiga (stud) con las características de rosca y dimensiones siguientes:

<b>Capacidad (kVA)</b>	<b>Tamaño de Rosca ( mm )</b>	<b>Longitud mínima ( mm )</b>
25 – 50	15.875 (5/8 pulg.) - II UNC-2 <sup>a</sup>	31.75
75 – 167	25.4 (1 pulg.) 14 INS-2 <sup>a</sup>	44.45



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 42/145</b>	

*(\*) En el caso de terminales tipo paleta (spade) o tipo cable, éstas deberán estar de acuerdo con el punto 6.2 del estándar IEEE C.57.12.23 y además, será, necesario colocar elementos aislantes, tales como mangas o cobertores termocontraíbles, con el fin de poder mantener durante todo momento un secundario de “frente muerto” y garantizar la sellabilidad de la terminal contra el agua.*

Todos los accesorios de conexión citados anteriormente, deben ser construidos de acuerdo con la norma IEEE.386. Estos son diseñados para su operación después de que el transformador ha sido instalado en el sitio y son operables con pértiga. El final del terminal H<sub>2</sub> del bobinado de media tensión, debe estar firmemente conectado a tierra en el interior del transformador en su estructura o tanque. Esta conexión debe ser independiente de todas las otras conexiones eléctricas. El núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque. Los terminales de media y baja tensión, y su arreglo pueden ser vistos en la Fig.4.3.

### **3.3.3.3 Placa de datos.**

La placa de datos debe ser colocada en el lado de media tensión, y ser leída aún con los cables en su lugar, construida con un material durable resistente a la corrosión e indeleble y colocada en una parte no removible del transformador y contener la información requerida para las placas de datos tipo A, según ANSI/IEEE C.12.00.

### **3.3.3.4 Preservación de aceite.**

El transformador debe ser de construcción de tanque sellado, llenado de un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula tipo Schrader (ver figura 4.2) con el fin de aislar el aceite dieléctrico de la atmósfera y a la vez, desplazar el posible oxígeno que se encuentre dentro del tanque y así, evitar la acción de humedad. Una válvula reemplazable debe ser provista para evacuar cualquier sobrepresión que se produzca y debe estar ubicada en la tapa del tanque, además, ésta deberá ser igual o similar a la Qualitrol 202-037-01, así mismo ser manual y automática calibrada para operar entre 50 y 62 kPa. El puerto de entrada de la válvula debe ser de ½ plg tipo NPT.

### **3.3.3.5 El Tanque.**

El tanque deberá ser de acero inoxidable, tipo 304 y lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformación permanente y 138 kPa sin ruptura o daño de la unidad. Debe estar provisto de una entrada de 1 plg NPT para la colocación de una válvula de llenado de aceite y además, tener otra entrada roscada, tipo 25.4 mm - 11.5 NPT para la instalación de un indicador o visor de nivel de aceite. La tapa debe ser soldada en su lugar. El interior del tanque estar libre de basura, rebaba o cualquier otro elemento extraño, visible a simple vista, que se



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 43/145</b>	

deposite en el fondo del tanque, en las bobinas o quede suspendido en el aceite. El tanque y los compartimientos deberán tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5 y debe ser realizado en tres etapas:

- a) Limpieza química y pretratamiento.
- b) Colocación de base epóxica por efecto de electrodeposición.
- c) Colocación de capa final de uretano.

Las características de pintura deben ser iguales o superiores a las descritas en la norma ANSIC57.12.28.

Los terminales, para el aterrizamiento de la unidad, deben ser de acero inoxidable o de material no corrosivo, de ½ plg-13 NC con hueco de derivación y una profundidad de 11.11 mm, localizadas en la posición que muestra la Fig.1.1 Los conectores para aterrizamiento deben permitir el ingreso de cable de 8.37 mm<sup>2</sup> (8 AWG) hasta 33.65 mm<sup>2</sup> (2 AWG) de sección transversal..

### **3.3.3.6 Almacenamiento e Instalación.**

**Almacenamiento:** El transformador debe ser almacenado en posición vertical y permanecer esencialmente en esa posición todo el tiempo, tanto cuando es transportado como durante su instalación. El embalaje debe permitir la adecuada protección del equipo.

**Instalación:** El equipo fabricado desde esta especificación debe ser instalado en áreas donde las condiciones ambientales y climáticas no permitan variación en los ángulos de inclinación respecto de la horizontal.

### **3.3.4 Pruebas.**

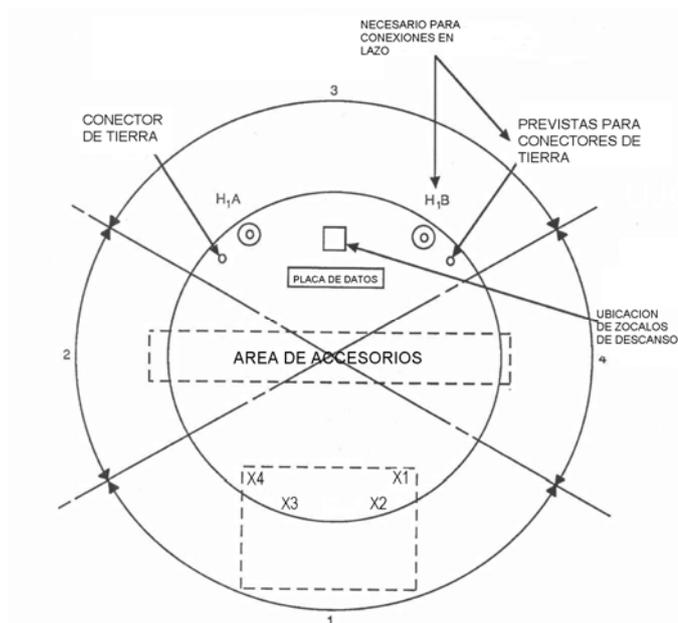
A menos que se especifique otra situación todas las pruebas deben ser realizadas de acuerdo con el estándar IEEE C.57.90, y además, todas las pruebas deberán ser hechas en fábrica solamente. La lista de pruebas para transformadores sumergibles monofásicos con potencias hasta 167 kVA y menor, deberá estar de acuerdo con la tabla No 19 del estándar C.57.12.00.

### **3.3.5 Garantía.**

Cuando el transformador sea cedido a la empresa distribuidora de energía eléctrica, los términos y condiciones del manejo de las garantías serán de acuerdo a lo establecido para la aceptación de obras por la empresa distribuidora.

### **3.3.6 Normativa**

Esta especificación está basada en el estándar ANSI/IEEE C57 “ Distribution, Power and Regulating Transformers”, por lo tanto, cualquier duda, omisión o ambigüedad será aclarada en función de lo establecido por dicho estándar en sus diferentes capítulos.



**Ubicación de los conectores y terminales de bajo y alto voltaje**



### 3.4 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO SUMERGIBLE

#### 3.4.1 Condiciones de servicio.

##### 3.4.1.1 General.

Los transformadores contemplados bajo la norma ANSI C57.12.24, son para operación externa con enfriamiento natural (OA) hasta un rango de potencia de 2500 kVA desde las condiciones de servicio que se detallan.

##### 3.4.1.2 Temperatura.

La temperatura ambiente de operación no debe exceder los 50° C y la temperatura promedio de aire de enfriamiento por un periodo cualquiera de 24 horas no debe exceder los 40° C.

##### 3.4.1.3 Altitud

La altitud de operación será de 1,000 m.s.n.m.

##### 3.4.1.4 Humedad Relativa

Serán para operación con una humedad relativa del 100 %.

#### 3.4.2 Características eléctricas

##### 3.4.2.1 Frecuencia

La frecuencia de operación será 60 Hz.

##### 3.4.2.2 Fases

Los transformadores serán del tipo trifásico.

##### 3.4.2.3 Rangos de potencias

Las potencias normalizadas en kVA serán las siguientes: 75, 150, 225, 300, 500, 750, 1,000, 1,500, 2,000 y 2,500.

##### 3.4.2.4 Tensiones nominales de operación

La tensión nominal para alta tensión es 34,500 voltios. Las tensiones nominales para baja tensión son: 120/208 voltios, 277/480 voltios.

##### 3.4.2.5 Corriente de excitación

La corriente de excitación no deberá ser mayor de 2 % de la corriente nominal  $I_0$ .

##### 3.4.2.6 Conexiones

La conexión en media tensión debe ser en estrella sólidamente aterrizada. La

conexión en baja tensión debe ser estrella sólidamente aterrizada, excepto que se especifique otra conexión. Además, el núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque y ser de 4 ó 5 columnas certificadas de fábrica.

### 3.4.2.7 Componentes para funcionamiento en lazo

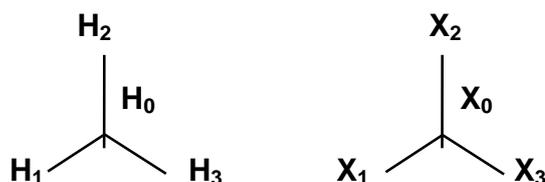
Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajo carga, capaces de llevar una corriente permanente de 200 A máxima y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kA durante 0.17 segundos.

### 3.4.2.8 Derivaciones (Taps)

Los transformadores serán provistos con cinco derivaciones en el lado de media tensión, que permitan una variación de +/- 5 % del voltaje nominal.

### 3.4.2.9 Desplazamiento angular

El desplazamiento angular entre media tensión y baja tensión debe ser cero grados, como lo muestra la figura 4.4.



**Desplazamiento angular.**  
Tomado de: ANSI C57.12.24-1992.

### 3.4.2.10 Marcación de terminales

La marcación de las terminales primarias deberá ser: **H1A, H2A y H3A, H1B, H2B, H3B y H0**. Y las secundarias, **X1, X2, X3 y X0** como se muestra en la figura 4.5.

### 3.4.2.11 Impedancia

La impedancia deberá estar comprendida entre el rango de 3 al 6 %, medida a corriente y frecuencia nominales, de acuerdo con las diferentes capacidades indicadas en el punto No. 4.4.2.3 de potencias nominales.

### 3.4.2.12 Total de pérdidas

Las pérdidas permitidas son las mismas que las indicadas en la tabla del punto 4.1.4.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 47/145</b>	

#### **3.4.2.13 Niveles de aislamientos**

El nivel de impulso básico (BIL) en el lado de media tensión será de 150 kV, en el lado de baja tensión, de 30 kV.

#### **3.4.2.14 Elevación de temperatura.**

a) Por carga

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 55° C sobre la temperatura ambiente, y la máxima elevación de temperatura no deberá exceder los 70° C sobre la temperatura ambiente. El detalle de los límites desde los cuales rigen estas elevaciones de temperatura deben ser consultados en el apartado 5.11 de la norma IEEE C.57.12.00.

b) Por cortocircuito

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250° C para conductor de cobre, 200 C para el aluminio.

#### **3.4.2.15 Requerimientos de cortocircuito.**

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuito de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.109 para transformadores clase II y III.

#### **3.4.2.16 Aceite aislante.**

El aceite aislante deberá ser nuevo, sin usar, del tipo mineral y que reúna los requerimientos de la norma ASTM D3487-88.

#### **3.4.2.17 Material de los devanados**

El material de los devanados podrá ser cobre o aluminio.

#### **3.4.2.18 Aislamiento de los conductores**

El aislamiento de los conductores debe ser compatible con el aceite del transformador, además, sus características dieléctricas, químicas, mecánicas, etc, ser adecuadamente seleccionadas para el buen funcionamiento de la unidad.

#### **3.4.2.19 Protecciones**

Los transformadores deben tener por fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos fusibles deben estar sumergidos en aceite en el interior del tanque los cuales se describen a continuación:

- a) Fusible de expulsión "FE" de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna que pueden ser reemplazados exteriormente por medio de una pértiga.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 48/145</b>	

- b) Fusible limitador de corriente “FLC” de arena plata de rango parcial.
- c) Pararrayos secundario de 20 kA, tipo MOV (Oxido de Zinc), éste deberá venir con el transformador y se colocará en el lado, no sumergible más cercano al transformador.

#### **3.4.2.20 Seccionamiento**

Con el fin de poder obtener seccionamiento ya sea del transformador o en ambos lados del lazo que alimenta el transformador, éste deberá ser provisto de un seccionador tipo LBOR (Loadbreak Oil Rotary) de cuatro posiciones en “T” con las siguientes características eléctricas:

- a) Voltaje máximo de operación: 38 kV.
- b) Corriente nominal máxima 200 A.
- c) Corriente momentánea máxima 10 kA.

El seccionador tipo LBOR deberá ser operable desde el exterior mediante una manija de operación manual.

### **3.4.3 Características mecánicas**

#### **3.4.3.1 Construcción**

El transformador sumergible trifásico debe consistir en un tanque con terminales de media y baja tensión como se muestra en la Fig. 2 Este transformador debe incluir conectores de media tensión de acuerdo con lo especificado en el punto 2 de esta sección. Los componentes tales como: cambiadores de derivaciones, conectores separables, fusible reemplazables, diseñados para operación una vez que el transformador está en el sitio de funcionamiento, deben ser localizados en el transformador, de tal forma, que puedan ser operados desde arriba por medio de una pértiga. La construcción de la unidad debe ser tal que ésta pueda ser, subida o bajada verticalmente en una cámara o foso, construida en la vía pública o propiedad del abonado. Las dimensiones para los transformadores sumergibles contemplados desde esta norma, no deberán exceder las dimensiones mostradas en la Fig. 4, y el tanque del transformador, la tapa y todos los accesorios externos deben ser resistentes a la corrosión. La base del transformador tiene que ser montada sobre dos barras o algún elemento similar, resistente a la corrosión. La mínima altura de la barra o elemento similar deberá ser de 3.81 cm, siendo esta altura la separación libre que debe quedar entre el piso del tanque y el suelo, con esquinas salientes libres para levantamientos. Para efectos de localización de las terminales y de los elementos de operación de la unidad, se da una vista de planta (ver figura 4.5). Las



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 49/145</b>	

agarraderas de levantamiento deben ser colocadas para proveer un balance distribuido para un levantamiento en dirección vertical de todo el transformador completamente armado. Además, ofrecer un factor de seguridad mecánico de levantamiento de 5. La unidad debe ser provista con cuatro ganchos para el levantamiento por medio de cuatro cables a un ángulo máximo de 30 grados con respecto de la vertical. Estos ganchos deben estar libres de filos o superficies cortantes y cada uno tener al menos un hueco para el aseguramiento del perno de enganche su colocación debe obedecer al resultado de una distribución balanceada del levantamiento vertical. La manija del mecanismo del cambiador de derivaciones deberá estar en la tapa del transformador con una entrada de 5.08 cm NPT, con cinco posiciones de enclavamiento claramente enumerados 1-2-3-4-5 o A, B, C, D, E, operables con pértiga mecánica y con su respectiva clavija de aseguramiento para la posición de operación permanente. Para el accionamiento del mismo, la unidad debe estar completamente desenergizada y contar además, con la siguiente lista de accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno (ver Fig.4).
- c) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- d) Termómetro (Referencia Qualitrol 151-010-01).

### **3.4.3.2 Conectores y terminales.**

Los conectores de media tensión podrán ser: boquilla tipo pozo, boquilla tipo pozo e inserto o pasatapa integral en 35 kV para operación en un sistema de 200 Amp con su respectivo zócalos de descanso (parking stand), uno por cada conector. Los conectores de baja tensión podrán ser del tipo espiga (stud) o tipo paleta. En el caso del terminal tipo paleta, será necesario colocar elementos aislantes, tales como mangas o cobertores termocontraíbles, con el fin de poder mantener durante todo momento un secundario de “frente muerto” y garantizar la hermeticidad de la terminal contra el agua, deberán ser de acuerdo con lo señalado en el punto 7.2.1.3 de la norma C57.12.24, con las características de rosca y dimensiones siguientes:



### DIMENSIONES DE ESPIGA EN LOS TERMINALES DE BAJA TENSIÓN

<i>Capacidad (kVA)</i>	<i>Tamaño de Rosca ( mm )</i>	<i>Longitud mínima ( mm )</i>
75 – 150	15.875( 5/8 pulg.) - II UNC-2 <sup>a</sup>	31.75
225 – 300	25.4(1 pulg.) 14 INS-2 <sup>a</sup>	44.45
500	31.75 (1 ¼ pulg.) 12 UNF-2 <sup>a</sup>	66.54

Para transformadores con potencias mayores a 500 kVA, se debe utilizar conector tipo platina rectangular plana de 6 ó 10 huecos dependiendo de la potencia de la unidad. El terminal neutro de baja tensión tiene que ser completamente aislado con un enlace de tierra en la superficie exterior del tanque.

#### 3.4.3.3 Placa de datos

La placa de datos debe ser colocada en el lado de baja tensión, y ser leída aún con los cables en su lugar, construida con un material durable resistente a la corrosión e indeleble y colocada en una parte no removible del transformador. Además, contener la información descrita en las placas tipo C de acuerdo con el estándar IEEE C.57.12.00.

#### 3.4.3.4 Preservación de aceite

El transformador debe ser de construcción de tanque sellado, llenado de un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula Schreder (ver figura 4.2) con el fin de aislar el aceite dieléctrico de la atmósfera y a la vez desplazar el posible oxígeno que se encuentre dentro del tanque y así, evitar la acción de humedad. Una válvula reemplazable debe ser provista para evacuar cualquier sobrepresión que se produzca y estar ubicada en la tapa del transformador, además, ser manual y automática calibrada para operar entre 50 y 62 kPa. El puerto de entrada de la válvula debe ser de 13mm (½ pulgada) tipo NPT y de un tamaño especificado para un rango mínimo de flujo, ésta deberá estar provista de un anillo de jalado capaz de soportar una fuerza de tracción de 11.34 Kg durante un minuto sin sufrir deformación permanente. Las partes de la válvula expuestas al ambiente tienen que ser resistentes a la corrosión.

Asimismo los empaques lineales y de anillos resistentes al vapor del aceite y a una temperatura de 105°C de operación continua.



Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV	Versión 1	Código 44.02.001.2008
	Página 51/145	

### 3.4.3.5 Tanque

El tanque deberá ser de acero inoxidable tipo 304 y lo suficientemente fuerte para resistir presiones que no sobrepasen 50 kPa, sin deformación permanente y debe ser probado a una presión de 50 kPa durante un mínimo de 6 horas con el fin de verificar posibles fugas. Además, estar provisto con dos terminales para aterrizamiento con hueco de derivación de ½ a 13 UNC y una profundidad de 11.11 mm hasta 500 kVA, arriba de 500 kVA dos terminales de cobre o acero inoxidable de 2 x 89 mm con dos huecos espaciados a 44.45 mm para rosca 1/2-13 UNC. Estas terminales deben estar en la tapa del transformador. Todas las roscas en acero tienen que ir acompañadas con tornillos no corrosivos, con el fin de prevenir la oxidación durante el almacenaje y el interior del tanque estar libre de basura, rebaba o cualquier otro elemento extraño, visible a simple vista, que se deposite en el fondo del tanque, en las bobinas o quede suspendido en el aceite. El tanque deberá tener en su interior una marca visible del correcto nivel de líquido a 25 °C y el tanque y los compartimentos tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5 y debe ser realizado en tres etapas:

- a) Limpieza química y pretratamiento.
- b) Colocación de base epóxica por efecto de electrodeposición.
- c) Colocación de capa final de poliuretano

Las características de pintura deben ser iguales o superiores a las descritas en la norma ANSI C57.12.28.

### 3.4.3.6 Almacenamiento e Instalación.

**Almacenamiento:** el transformador debe ser almacenado en posición vertical y permanecer esencialmente en esa posición todo el tiempo, tanto cuando es transportado como durante su instalación.

**Instalación:** El equipo fabricado desde esta especificación debe ser instalado en áreas donde las condiciones ambientales y climáticas no permitan variación en los ángulos de inclinación respecto de la horizontal.

### 3.4.4 Pruebas.

A menos que se especifique otra situación todas las pruebas deben ser hechas de acuerdo con la estándar IEEE C.57.90, y además, todas ser hechas en fábrica solamente. La lista de pruebas para transformadores de pedestal trifásicos con potencias hasta 2500 kVA deberá estar de acuerdo con la tabla No 19 del estándar C.57.12.00 y serán solicitadas a la hora de llegar a nuestro taller de transformadores en el caso de los aportes y posterior a la adjudicación en el caso de las licitaciones.

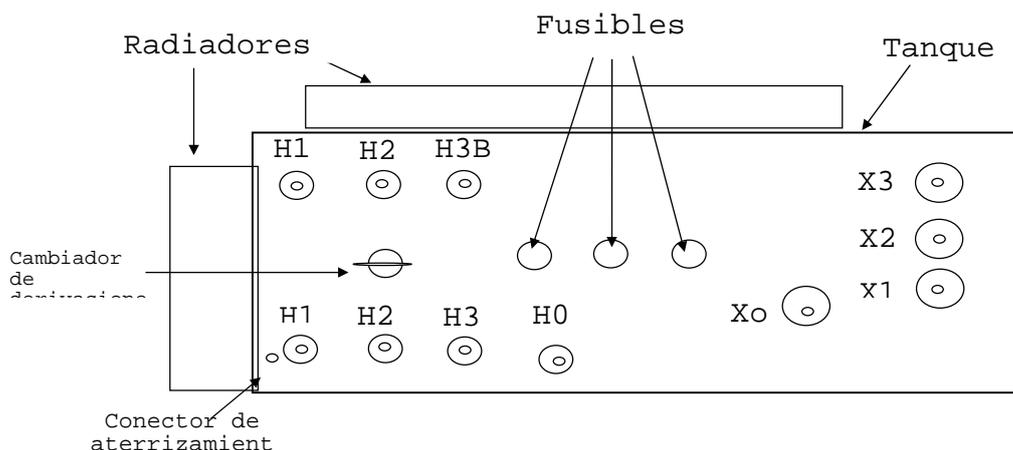
### 3.4.5 Nivel de ruido.

Para transformadores trifásicos, se permitirán niveles de ruido descritos en la siguiente tabla:

Potencia (kVA)	Nivel de ruido promedio (dB) 35 kV
75	51
150	55
225	55
300	55
500	56
750	57
1 000	58
1 500	60
2 000	61
2 500	62

### 3.4.6 Garantía

Cuando el transformador sea cedido a la empresa distribuidora de energía eléctrica, los términos y condiciones del manejo de las garantías, serán de acuerdo a lo establecido para la aceptación de obras por la empresa distribuidora.



### Localización de conectores en transformadores trifásicos sumergibles. Tomada de: ANSI C.57.12.24



**Manual para Redes de Distribución Eléctrica  
Subterránea 19.9/34.5 kV**

**Versión 1**

**Página  
53/145**

**Código  
44.02.001.2008**



## CAPÍTULO 4. CONDUCTORES.

### 4.1 ESPECIFICACIONES DE CONDUCTORES PARA MEDIA TENSIÓN

#### 4.1.1 ESPECIFICACIONES GENERALES.

Se establecen las características técnicas y requisitos de calidad que deben cumplir los conductores de potencia para media tensión, los cuales serán del tipo unipolar con el conductor de cobre, bloqueado contra penetración de humedad, material del aislamiento EPR para un nivel de tensión clase 35 kV, la pantalla metálica estará conformada por hilos de cobre y su cubierta exterior se construirá en polietileno color negro de alta densidad. Deberán cumplir con las normas internacionales que aquí se indiquen y las especificaciones particulares que se presentarán seguidamente:

Sección transversal del conductor: 240 mm<sup>2</sup> (500 MCM), 120 mm<sup>2</sup> (250 MCM), 50mm<sup>2</sup> (1/0 AWG).

Material del conductor: Cableado de cobre recocido sin estañar, redondo comprimido.

Pantalla metálica (neutro): Hilos de cobre.

Aislamiento: Goma Etilopropilénica (EPR) al **100%** para el calibre de 50mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y **133 %** para los calibres de 120 mm<sup>2</sup> (250 MCM) y 240 mm<sup>2</sup> (500 MCM).

Pantallas de bloqueo humedad: Longitudinal y transversal.

Cubierta protectora exterior: Polietileno de color negro alta densidad.

Tipo de conductor: Monopolar.

Temperaturas máximas: 90°C operación, 130°C sobrecarga 250°C corto circuito

Proceso de curado: En seco



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 55/145</b>	

#### **4.1.2 NORMAS.**

La fabricación, pruebas de calidad y aceptación deberán cumplir con las normas **ICEA S-94-649**, para conductores con calibres denominados mediante AWG, alternativamente se usará la norma **IEC-60840** para conductores de calibres denominados en mm<sup>2</sup>. Las normas deben estar vigentes a su última revisión.

### **4.2 CONSTRUCCIÓN.**

#### **4.2.1 Conductor.**

Cableado de cobre recocido sin estañar, redondo trenzado o comprimido.

#### **4.2.2 Proceso de construcción de pantallas semiconductoras y aislamiento.**

Sobre el conductor con un proceso de triple extrusión simultánea real, se aplicará una capa semiconductoras de homogenización interna, el aislamiento y la capa semiconductoras de homogenización externa.

#### **4.2.3 Pantalla metálica (Neutro).**

La pantalla metálica deberá estar conformada por hilos de cobre, con un área de sección equivalente al **33 %** de la sección del conductor de fase y será utilizada como neutro en sistemas monofásicos con una capacidad instalada de hasta 750 kVA, o en sistemas trifásicos.

Las empresas distribuidoras velarán porque los abonados o usuarios de tipo industrial y general, con servicios trifásicos, ajusten sus instalaciones con el fin de que la distorsión armónica de la corriente en el punto de entrega se encuentre dentro de los límites establecidos en la Norma Técnica: Calidad de Voltaje de suministro (AR-NTCVS) de la ARESEP.

#### **4.2.4 Pantallas de bloqueo contra penetración de humedad.**

Entre espacios de los alambres del conductor de fase, se aplicará un compuesto bloqueador en forma longitudinal que evite la penetración y migración de agua a lo largo del conductor. Además, sobre la pantalla metálica se deberá aplicar un compuesto, hilos o cinta higroscópica bloqueadora para evitar la penetración de humedad en forma radial hacia el aislamiento del conductor.



#### 4.2.5 Cubierta exterior.

Sobre la pantalla de bloqueo exterior (radial) se deberá colocar una cubierta de protección exterior de polietileno de alta densidad color negro, con un espesor mínimo de 2 mm.

#### 4.2.6 Curado.

El proceso de curado del cable deberá ser en seco. No se aceptarán conductores con curado al vapor. En el protocolo de pruebas, el fabricante deberá certificar el proceso de curado que utilizó.

#### 4.2.7 Identificación

Los conductores deberán llevar a lo largo de toda su cubierta, una nota a intervalos máximos de 50 centímetros con letras en bajo relieve, que indiquen lo siguiente:

- Nombre del fabricante
- Tipo de aislamiento
- Sección del conductor en mm<sup>2</sup> (MCM, AWG)
- Material del conductor (Cu)
- Tensión nominal (35 kV)
- Año de fabricación
- Numeración progresiva a cada metro de la longitud

En proyectos especiales la empresa distribuidora se reserva el derecho de solicitar el cable con las siglas de la empresa.

### 4.3 PRUEBAS EN FÁBRICA

El cable deberá cumplir con las pruebas tipo, rutina y aceptación de acuerdo con la norma ICEA o IEC que se estableció en el punto 4.1.2.

### 4.4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN PARA EL CONDUCTOR DESPUÉS DE INSTALADO

Una vez instalado el conductor, con sus respectivos terminales, empalmes y accesorios, se realizarán las pruebas de aceptación. Las pruebas serán efectuadas por una empresa autorizada por la empresa distribuidora. La empresa que realice las pruebas emitirá el protocolo de éstas con sus resultados, las cuales serán presentados ante la empresa distribuidora como requisito previo a la energización del sistema. La empresa distribuidora



podrá realizar adicionalmente sus propias pruebas de verificación.

Las pruebas por realizar serán las siguientes:

#### 4.4.1 Aislamiento.

La resistencia de aislamiento medida debe ser mayor o igual a la resistencia calculada por medio de la siguiente fórmula:

#### FÓRMULA PARA EL CÁLCULO RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MÍNIMO

$$R = K \cdot f_c \cdot \log \left( \frac{D}{d} \right) \cdot L$$

Donde:

- R:** Resistencia del aislamiento en Mega ohm.
- K:** Constante de aislamiento para el EPR igual a 20.000 Megaohm - km. @ 15.6 °C
- D:** Diámetro sobre el aislamiento en milímetros
- d:** Diámetro bajo el aislamiento en milímetros
- L:** Longitud del conductor en km.
- f<sub>c</sub>:** Factor de corrección por temperatura (ver gráfico No. 1)

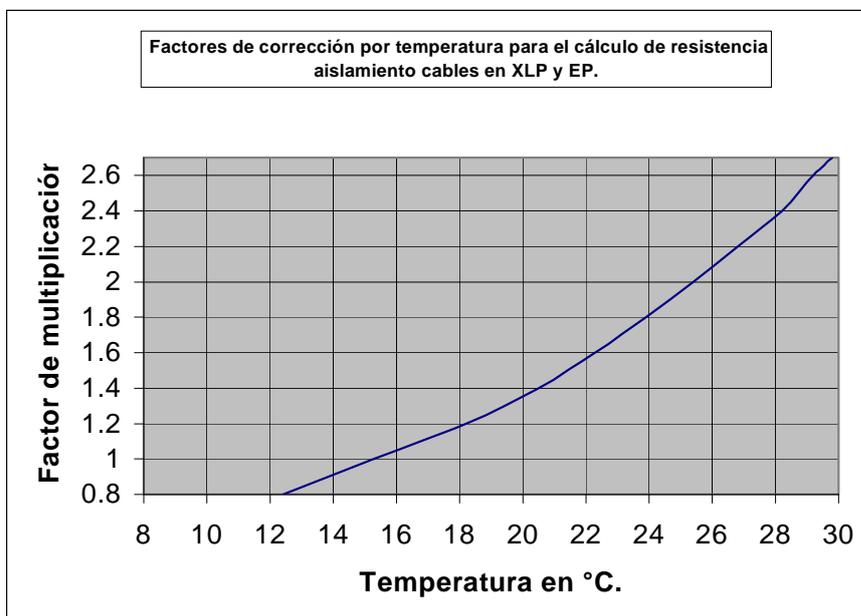


Gráfico No. 1

#### 4.4.1.1 Prueba de Potencial aplicado DC.

Se aplicará una tensión de corriente directa 100 kV., incrementándolo en etapas y manteniéndolo durante un período de 15 minutos desde el procedimiento establecido por la norma IEEE-400.

#### 4.4.2 Otras pruebas.

Las siguientes pruebas serán realizadas por la empresa distribuidora cuando lo considere necesario.

##### 4.4.2.1 Prueba Factor de Potencia de Aislamiento.

Se aplicará 10 KV a 60 Hz para determinar el factor de potencia o factor de disipación y medición de pérdidas del conductor. El valor mínimo aceptado deberá ser igual o menor al establecido por la norma correspondiente.

##### 4.4.2.2 Prueba de Reflectometría.

A cada conductor se le realizará una prueba de reflectometría, la que representará la huella del cable y queda en el historial como una fotografía de la oscilografía y podrá ser comparada con una nueva prueba, ante cualquier avería.



#### 4.4.2.3 Prueba de descargas parciales.

Esta prueba se realizará mediante el procedimiento que establecen las normas indicadas en el punto 4.1.2.

#### 4.4.3 Otras condiciones

**Condiciones de entrega y traslado de carretes:** cada largo de cable o tramo se entregará en la obra en un carrete separado, identificado como mínimo con la información indicada en el punto "Identificación". Los carretes deberán tener la rigidez mecánica suficiente como para soportar la exigencia del transporte sin que el cable sufra deformaciones u otros daños. Los extremos de cable deberán estar siempre protegidos contra la penetración de humedad, mediante un capuchón termocontráctil. Para calibres iguales o superiores a 120 mm<sup>2</sup> (250 MCM) el constructor debe incluir y utilizar un dispositivo de tracción (perno de tracción) para el jalado del cable.

### 4.5 GARANTÍA

El cable deberá tener una garantía mínima de 2 años.

### 4.6 INFORMACIÓN TÉCNICA

El contratista deberá presentar la siguiente documentación completa a la empresa distribuidora:

- 4.6.1 Curvas de intensidades máximas admisibles en el cable, en función del tiempo, para corrientes de cortocircuito entre 0,1 y 5 segundos.
- 4.6.2 Curva de intensidades máximas admisibles en la pantalla en función del tiempo, para corrientes de cortocircuito entre 0,1 y 5 seg.
- 4.6.3 Tensión máxima de jalado en kg y tramo máximo, para ambos métodos de instalación con (malla para cables hasta 50 mm<sup>2</sup> ( 1/0 AWG) o perno de tracción cables mayores o iguales a 120 mm<sup>2</sup> (250 MCM).
- 4.6.4 Protocolo de pruebas en fábrica.
- 4.6.5 Información de características físicas (dimensiones, peso, número y calibre de hilos en pantalla, etc.).
- 4.6.6 Información de características eléctricas de acuerdo con la disposición del conductor (intensidad admisible en carga normal, intensidad en condiciones de emergencia, resistencia c.a., capacitancia por fase).



**Manual para Redes de Distribución Eléctrica  
Subterránea 19.9/34.5 kV**

**Versión 1**

**Página  
60/145**

**Código  
44.02.001.2008**



## 4.7 CABLES BAJA TENSIÓN

### 4.7.1 General

Se especifica y establecen las características técnicas y requisitos de calidad que deben cumplir los cables de baja tensión para uso en instalaciones comerciales, residenciales e industriales, etc, colocados en forma subterránea en conductos, cable tipo unipolar, material cobre suave, con aislamiento termo fijo aislado en polietileno de cadena cruzada (XLPE). El cable deberá ser igual o superior a RHH / RHW – 2 / USE – 2, para tensiones de 0.6 KV y temperatura de operación 90 °C, cumplir con las pruebas según UL-44 y UL-854, o IEC 502 para cables de 0,6/1 kV, clase 2.

### 4.7.2 Cables de Baja Tensión.

Las secciones transversales de los conductores serán diseñadas de acuerdo con las características particulares del proyecto y justificadas en la memoria de cálculo presentada. La empresa distribuidora se reserva el derecho de modificar o corregir los diseños de acuerdo con la normativa establecida por ARESEP (ver apartes 5.8.4 y 5.8.7), así como el Código Eléctrico (NEC).

- a) Material del conductor: Cobre recocido
- b) Suministro del cable: Monopolar

Los calibres para el caso de la distribución pública general a usar serán de 120 mm<sup>2</sup> (250 MCM) para los ramales distribuidores y 35 mm<sup>2</sup> (2 AWG) o 50 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) para las acometidas.

## 4.8 PRUEBAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

4.8.1 Las pruebas deberán estar de acuerdo con la norma IEC o U.L.

4.8.2 Las derivaciones de circuitos o de acometidas, se podrán realizar desde los terminales secundarios del transformador con conectores de frente muerto, dentro de las cajas de registro secundarias, utilizando regletas de derivación para uso sumergido (moles), los cuales deberán cumplir con las siguientes normas: ANSI C119.4, y ASTM D543.

4.8.3 Los circuitos tendrán una configuración radial, ya sea con conexión en regleta o en armario y como máximo saldrán cuatro ramales de cada transformador.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 62/145</b>	

- 4.8.4** Las caídas de tensión en el transformador, registros, en los puntos más lejanos de cada circuito y en las acometidas, deberán cumplir con la reglamentación establecida por ARESEP en la norma AR-NTCVS-2002 "Calidad del voltaje de suministro" Resolución N° RRG-2441-2001 de las 8:20 horas de 21 de diciembre de 2001.
- 4.8.5** El neutro se deberá aterrizar en todas las cajas en donde existan derivaciones y en el transformador.
- 4.8.6** El neutro en el lado secundario del transformador o en la carcasa del equipo que se trate y en las puestas a tierra de los pararrayos, se deberá conectar y generalizar en un nodo común en el tanque del transformador. De este punto, se deberá conectar dentro de la fosa a la malla de tierras.
- 4.8.7** Los sistemas de puesta a tierra y los valores de resistencia en ohmios para instalaciones de media tensión y baja tensión, deberán cumplir con lo establecido en la norma de ARESEP AR-NTACO-2002 "Instalación y equipamiento de acometidas", Resolución N° RRG-2444-2001 de las 8:50 horas de 21 de diciembre de 2001.

## **5 CAPÍTULO 5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y ACCESORIOS**

### **5.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO**

La empresa distribuidora determinará la utilización de los equipos de protección y seccionamiento necesarios de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto.

Los sistemas de protección y seccionamiento para las redes de distribución subterráneas serán los siguientes:

- a) Cortacircuitos y fusible eslabón
- b) Fusible limitador de corriente
- c) Cuchillas seccionadoras
- d) Interruptor (Llave Seccionadora)
- e) Pararrayos
- f) Interruptor tipo poste
- g) Regleta de derivación

### **5.2 CORTACIRCUITOS**

Voltaje nominal de operación: 19.9 / 34.5 kV.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 63/145</b>	

Voltaje máximo: 38 kV.

Nivel Básico de Impulso (BIL): 170 kV. (Mínimo)

Capacidad interruptiva (mínimo): 12 kA. Simétricos (Venteo sencillo)

Capacidad nominal: 100 A Operable bajo carga con cámaras de extinción de arco

Distancia de fuga: 660 mm (mínimo)

Normas: ANSI C.37-40, C.37-41, C.37-42 y NEMA 5G-2

### **5.3 FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE**

Fusible limitador de corriente para redes eléctricas de media tensión con una tensión de servicio 34.5 Grd/19.92 kV, de uso exterior en redes de distribución subterráneas, para ser colocado en serie con cortacircuitos convencionales tipo abierto de 100 amperios en el lado de la fuente del cortacircuito. Para ello, deberá tener los herrajes necesarios que permitan una fácil conexión de la línea y el cortacircuito, entre los cuales deberá ir colocado. Construido según norma ANSI C37.40, con capacidad máxima de despeje de fallas de 50 kA simétricos. La información técnica del mismo le será solicitada a cada ingeniero consultor.

### **5.4 CUCHILLA SECCIONADORA**

En caso que la empresa distribuidora lo considere necesario, se utilizarán cuchillas seccionadoras en la transición aéreo subterráneo. Las características y suministros de este dispositivo serán establecidos por las empresas distribuidoras.

### **5.5 INTERRUPTOR (LLAVE SECCIONADORA)**

#### **5.5.1 Descripción General**

Interruptor para la protección y seccionamiento (al vacío o bajo carga) tipo pedestal o sumergible, de frente muerto. Este equipo consiste en un tanque hermético lleno de gas hexafluoruro de azufre (SF6) a baja presión, o aislamiento sólido, el cual funcionará como dieléctrico, tendrán cámaras al vacío para la interrupción de corrientes de cortocircuito.

La protección de cortocircuito deberá disponer de un relevador de sobre corrientes del tipo estado sólido, con capacidad para ser programado en el sitio a través de un teclado o



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 64/145</b>	

por medio de una micro computadora. Deberá tener los dispositivos para la medición de corrientes e interrogación remota.

### 5.5.2 Normas

Deberá cumplir con las normas de acuerdo con la última revisión:

- ANSI / IEEE C.37.60 - C.37.63 - C.37.71 – C.37.72 – C 37. 73
- C 57.12.28
- ANSI / IEEE 386
- ASTM D 2472
- IEC 56 – IEC 265 – 1

### 5.5.3 Características particulares

Voltaje nominal:	35 kV
Voltaje de operación máximo:	38 kV
Tensión aplicada en 1 minuto:	50 kV
Nivel básico de impulso mínimo:	150 kV
Capacidad de corriente servicio continuo en barras:	600 A
Capacidad de maniobra con carga: (configuración)	200 ó 600 A (según se indique para cada configuración)
Frecuencia:	60 Hz
Medio aislante:	SF <sub>6</sub> o aislamiento sólido
Medio de interrupción del cortocircuito:	Cámara de vacío
Número de vías: proyecto.	De acuerdo con las necesidades del proyecto.
Puesta a tierra de contactos:	Los interruptores deberán ser de tres posiciones en los contactos: abierto, cerrado y aterrizado.
Capacidad interruptiva mínima:	12 kA Simétricos
Material del tanque y/o gabinete:	Acero inoxidable tipo AISI 304. Los de



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 65/145</b>	

tipo pedestal serán pintados de color verde oliva, similar a Munsel 7.0GY3.29/1.5.

Boquillas o insertos: Debe cumplir con la norma ANSI/IEEE 386, con apertura bajo carga para los dispositivos de 200 A.

Zócalos de descanso: Debe contar con un zócalo de descanso por cada boquilla de 200 A.

Indicador de presión de gas SF6: Mediante un manómetro con indicación del nivel de presión y colores para presión normal y baja presión.

#### **5.5.4 Especificaciones del control**

Las entradas o salidas que deban tener protección, requieren de un relevador de sobre corriente construido con tecnología basada en microprocesadores, programable directamente en el sitio por medio de una computadora personal o por teclado. Las curvas de operación tiempo-corriente deberán ser del tipo tiempo inverso, extremadamente inverso o instantáneas con capacidad para ser modificadas.

El diseño del proyecto deberá prever la alimentación de corriente alterna para el control.

#### **5.5.5 Características Particulares del Control Electrónico.**

- Selector de disparo tripolar y monopolar
- Apertura manual
- Selección de corrientes de disparo por fase, ajustables en un rango comprendido entre 30 y 600 A
- Selección de corriente mínima de disparo por desbalance
- Retardo de disparo por corriente de magnetización
- Medición de corriente por cada fase y para cada salida protegida
- Indicador de fallas por fase o tierra de la magnitud de corrientes, con fecha y hora del evento
- Selección de curvas de disparo tiempo – corriente.
- Registro de operaciones.
- Pantalla de visualización y consulta de datos
- Disponer de un puerto de comunicaciones. En caso de que el protocolo de



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 66/145</b>	

comunicación y el software de interrogación sean del tipo propietario deberá entregarse al menos una licencia de éstos.

- Para equipos de pedestal, el gabinete del control será totalmente hermético, con un grado mínimo de protección IP 65 o equivalente. En caso de equipos tipo sumergible el gabinete, también, deberá ser sumergible.
- Para equipos tipo sumergibles, el gabinete no deberá estar adosado al equipo.

## **5.6 PARARRAYOS.**

### **5.6.1 Pararrayos para la transición aéreo-subterráneo.**

Todo punto de transición aéreo-subterráneo debe usar pararrayos de uso pesado. Estos serán encapsulados en hule siliconado de tipo óxido metálico para un MCOV de 22 kV y un rango de pararrayo de 27 kV, 10kA, de acuerdo con la norma NEMA ANSI C-62.11.

### **5.6.2 Tipo Codo.**

Se deberá utilizar, en cada fase del último equipo de cada ramal, un pararrayos tipo codo de óxido metálico (M.O.V.E.), clase 35 kV, norma ANSI / IEEE 386 para 27 kV, 22 kV MCOV. de acuerdo con la norma NEMA ANSI C-62.11.

## **5.7 INTERRUPTOR PRINCIPAL DE ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN.**

Cuando por efectos de carga o coordinación de protecciones la colocación de corta circuito no sea viable, deberá colocarse un interruptor en la acometida del nuevo sistema. Las características de este equipo serán aportadas por la empresa distribuidora.

## **5.8 REGLETAS DE DERIVACIÓN.**

Se aceptará el uso de las regletas de derivación, cuando se cumplan las siguientes condiciones: para uso de servicios generales y de alumbrado público, en sistemas de media tensión de conexión monofásica, longitudes no mayores de 150 m, y una potencia máxima de conexión de 50 kVA.

## **5.9 TERMINALES PARA LA TRANSICIÓN AÉREO - SUBTERRÁNEO**

### **5.9.1 Especificaciones Generales.**



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 67/145</b>	

Los terminales que se especifican a continuación, se usarán en la transición del sistema aéreo a subterráneo, en redes monofásicas o trifásicas que operan a un voltaje nominal de 19.9 / 34.5 kV. Deberán ser resistentes a la radiación ultravioleta, contaminantes tales como niebla salina, lluvia ácida, polvos abrasivos o minerales, contaminantes biológicos, capaz de operar en forma continua en ambientes con humedad relativa de hasta 95 %.

### **5.9.2 Normas.**

Deberán cumplir con los requisitos que establecen las normas IEEE 48, según la última revisión.

### **5.9.3 Especificaciones particulares.**

Deberán ser del tipo contraíble en frío o termocontraíble. El aislamiento deberá ser hule siliconado y cumplir con:

- ✓ Voltaje nominal: 35 kV.
- ✓ Nivel Básico de Impulso (BIL): 200 kV.
- ✓ Para usarse en los cables establecidos en esta norma.
- ✓ Uso exterior
- ✓ Cada terminal deberá traer su respectivo soporte para uso exterior galvanizado o anodizado resistente a la corrosión.

## **5.10 EMPALMES**

### **5.10.1 Especificaciones generales**

El diseño del proyecto deberá realizarse de tal forma que no utilice empalmes en tramos de conductores menores a 450 metros. Cuando estos sean necesarios deberán darle al conductor continuidad y uniformidad en todas sus capas, además, ser totalmente herméticos no permitiendo la penetración de humedad, polvos o contaminantes y resistentes a los ambientes corrosivos. Serán usados en redes monofásicas o trifásicas que operan a un voltaje nominal de 19.9 / 34.5 KV a 60 Hz.

### **5.10.2 Normas**

Deberán cumplir con los requisitos que establecen las normas IEEE 404 según la última revisión.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 68/145</b>	

### 5.10.3 Especificaciones particulares

Deberán ser del tipo contráctil en frío o termocontraíble para utilizarse en los conductores especificados en esta normativa. Los empalmes deberán cumplir con:

- ✓ Voltaje nominal: 35 kV.
- ✓ Nivel Básico de Impulso (BIL): 200 kV.
- ✓ Para usarse en los cables establecidos en esta norma.
- ✓ Venir con sus respectivos conectores de cobre estañado para el calibre estipulado en el requerimiento.

### 5.11 PUESTAS A TIERRA EN MEDIA TENSIÓN

En la base del poste de la transición aéreo-subterráneo, se instalará una puesta a tierra en una dirección diferente a la que posea la canalización de media y baja tensión, ésta se realizará con varillas recubiertas de cobre de 2.44 metros de largo y 19 milímetros de diámetro, normativa UL/CSA, interconectadas con conductor de cobre desnudo, calibre mínimo 1/0 AWG, el cual se conectará al neutro del sistema aéreo y a la pantalla de neutro del cable de media tensión expuesto en la base de la Terminal por medio de un conductor sólido de cobre calibre 4 AWG. El valor de puesta a tierra en este punto no será mayor de 10 ohmios. El tubo metálico de protección para la acometida en media tensión, deberá quedar aterrizado con una abrazadera y conector adecuados para ese uso.

Cada transformador, equipo de protección y derivación, contará con una puesta a tierra compuesta por varillas recubiertas de cobre de 2,44 metros de largo y 19 milímetros de diámetro, normativa UL/CSA, enterradas en la fosa o cerca del equipo por conectar e interconectadas con conductor de cobre desnudo con una sección mínima igual a la sección del área del conductor, donde se conectará el neutro del sistema. Se permite, también, que el sistema de puesta a tierra se instale fuera de la caja de registro, dejando las previstas de tubería correspondientes. El valor de puesta a tierra en este punto no será mayor de 10 ohmios.

En fosas que contengan equipo sumergible (regletas de derivación, llaves seccionadoras y otros equipos de múltiples salidas, etc.), se deberá utilizar una barra de cobre sólido, sobre la longitud mayor de la fosa, montada sobre aisladores plásticos contra las pared interna de la fosa, en esta barra, se generalizarán todos los puntos de puesta a tierra de los elementos (pantallas de los cables, codos, tanques, estructuras metálicas y la conexión de la puesta a tierra de las varillas). Las dimensiones mínimas de la barra serán 76.2 mm. de ancho por 6.35



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 69/145</b>	

mm. de espesor, el largo será variable según las dimensiones interiores de la fosa.

En caso de no lograrse el valor de resistencia a tierra mínimo indicado, se deberán utilizar métodos alternativos de mejoras en puestas a tierra hasta lograr el valor de 10 ohmios.

## **5.12 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN CIRCUITOS SECUNDARIOS.**

El punto de derivación colocado en el aislador secundario del transformador (X0), se deberá conectar al sistema de puesta a tierra del transformador.

Cada acometida deberá estar aterrizada en el pedestal de medición. La conexión se hará en el interruptor principal, por medio de una varilla a tierra, cumpliendo con la normativa establecida por la ARESEP.

## **5.13 PUNTOS DE ENTREGA Y MEDICIÓN**

### **5.13.1 Residencial**

- a) Para la entrega de energía de cada servicio residencial, hasta 200 A, se requiere construir un pedestal de medición de concreto colocado en el límite de propiedad y frente a vía pública. En caso de contarse con un muro o que la construcción se encuentre hasta el límite de la propiedad, la instalación del equipo de medición se hará a una altura mínima de 1,70 m.
- b) En la base del pedestal de medición, se colocará una caja de registro en concreto para acceso de la acometida secundaria cuando la caja de derivación de la acometida o el transformador del cual se deriva ésta, se encuentre a más de 40 metros.
- c) El medidor será instalado a 800 mm de altura sobre el nivel del suelo frente a vía pública. En la parte posterior del pedestal, se instalará el interruptor principal cuya capacidad será definida por el diseñador. La base del medidor quedará cubierta con una tapa de material plástico, construida expresamente para esta función, que no permita el ingreso de humedad o contactos accidentales.
- d) Para entregas de energía con corrientes mayores a 200 A (medición indirecta), el medidor se instalará en un pedestal de concreto a 800 mm de altura donde llegarán los cables de las señales de corriente y de voltaje a su respectiva regleta.
- e) Los transformadores de corriente podrán ser ubicados en el lado secundario del transformador.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 70/145</b>	

## 5.13.2 Medición en media tensión

### 5.13.2.1 Características

- a) Pedestal de medición en media tensión, clase 200 ó 600 Amperios, para instalación en un sistema subterráneo de 35 kV trifásico, con transformadores de medición (T.C. y P.T.) de uso exterior, conexión en estrella aterrizada, frecuencia 60 Hz, voltaje nominal 19.9/34.5 kV, 150 kV nivel básico de impulso (BIL).
- b) El pedestal de medición deberá ser construido de acero inoxidable tipo 304, de frente muerto acceso frontal y trasero con puertas que permitan su operabilidad (abrir o cerrar) mediante la manipulación de tornillos de bloqueo y candados. Dos o tres transformadores de potencial y tres transformadores de corriente, suministrados por el ICE. Los cuales deben ser diseñados y fabricados de acuerdo con las normas ANSI C 57.13, cumpliendo además, con los siguiente requisitos:
  - ✓ Nivel de aislamiento 34.5 kV (para usar en un sistema 19.9/34.5 kV estrella aterrizada).
  - ✓ La precisión en la medición de corriente y potencial de los transformadores será de: 0.3%
  - ✓ Los transformadores de corriente mantendrán el mismo nivel de precisión para cualquiera de las siguientes cargas: B 01 hasta B 05.
  - ✓ Los transformadores de potencial mantendrán el mismo nivel de precisión para cualquiera de las siguientes cargas: W, X, Y.
  - ✓ El factor de sobrecarga continua de los transformadores de corriente será de 1.5
  - ✓ Frecuencia nominal de operación de 60 Hz.
  - ✓ Aislamiento tipo seco, moldeado en resina, para usar a la intemperie.
  - ✓ Dispondrán de marcas de polaridad claras e indelebles.
  - ✓ Cajas de conexiones secundaria sellada y con los accesorios necesarios para colocar sellos o marchamos.
  - ✓ Base de material inoxidable y diseñado para montar en estructura metálica.
  - ✓ El pedestal deberá tener en el lado de A. T. terminales de acceso frontal tipo codo de 200 ó 600 amperios, clase 35 kV, de acuerdo con la carga y al cable utilizado.
  - ✓ Placa de identificación de acero inoxidable que contenga toda la información según la norma ANSI, con iniciales del ICE.

### 5.13.2.2 Pruebas en cada unidad:



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 71/145</b>	

- a) Nivel de impulso BIL: 150 KV.
- b) Pruebas de tensión aplicada.

#### **5.14 ACCESORIOS EN MEDIA TENSIÓN**

Se muestran en las figuras en el Anexo 1.

### **6 CAPÍTULO ALUMBRADO PÚBLICO**

#### **6.1 ALUMBRADO PÚBLICO**

**6.1.1** Se considerará alumbrado público al que se destine por iluminar calles públicas, bulevares en proyectos residenciales, desarrollos turísticos, etc.

**6.1.2** El sistema de alumbrado público requiere un diseño eléctrico que contemple protección por sobre corriente en la base de cada poste. Para todos los casos, se debe incorporar un conductor de puesta a tierra desde el electrodo del sistema secundario de donde se deriva el circuito. El sistema podrá ser alimentado por circuitos exclusivos para ese propósito (en cuyo caso el conductor de puesta a tierra deberá ser instalado desde el transformador respectivo) o energizarse a través de acometidas individuales desde un circuito secundario de uso general.

**6.1.3** Se deberá entregar memoria de los cálculos fotométricos, curvas, etc.

**6.1.4** El mantenimiento del alumbrado público estará a cargo de la empresa distribuidora, una vez que se reciba la red.

**6.1.5** Las características y especificaciones de las luminarias por utilizar serán aportadas por la empresa distribuidora. (Ver anexos)

#### **6.2 ESPECIFICACIONES DE LUMINARIAS PARA ZONAS SERVIDAS POR ICE**

**6.2.1** Las luminarias por utilizar, para el alumbrado público, tendrán las siguientes especificaciones:

- a) Potencia: 150 vatios



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 72/145</b>	

- b) Voltaje: 120 voltios
- c) Frecuencia: 60 Hz.
- d) Balastro tipo reactor de alto factor de potencia (mínimo 0.8)
- e) Lámpara de sodio de alta presión (HPS).
- f) El refractor usado como dispositivo para el cambio de dirección y control de los rayos luminosos, deberá ser de cristal prismático y transparente tipo III o asimétrico para calles o bulevares y tipo V o simétrica para parques.
- g) El cabezote consistirá de una armadura de aluminio fundido libre de porosidades con espesor de pared mínimo de 4 milímetros.
- h) Reflector de aluminio pulido clase A.
- i) Cada lámpara deberá contar con su respectiva fotocelda, ubicada en su parte superior o en la cúspide del poste.
- j) Fotocelda controlada por un relé electromecánico o térmico con contacto normalmente cerrado, activado por medio de un elemento foto sensor resistente a la luz ultravioleta y sellada contra la penetración de humedad y disponer de un pararrayo tipo expulsión encapsulado para 2kV y 10kA mínimo. La fotocelda deberá cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

Tipo pesado:	Para usar en lámparas de alumbrado público en redes subterráneas.
Normas aplicables:	ANSI C 136.10
Tipo de fotocontrol:	Tipo botón
Rango de voltaje de operación:	105 –130 V.
Voltaje nominal:	120 V.
Frecuencia:	60 Hz.
Capacidad:	1000 vatios como mínimo
Vida útil de contactos:	5000 operaciones mínimo
Sistema óptico:	De sulfuro de cadmio (Cds), químicamente sellada y



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 73/145</b>	

	resistente a los efectos de la humedad, polvos y contaminantes.
Ventana:	Acrílica de color claro.
Carcasa:	Polycarbonato resistente a los rayos ultravioleta (UV), de color negro.
Requisitos ambientales:	Temperatura de 10 a 65 grados centígrados, humedad relativa de 95%.
Relevador:	Electromecánico o térmico tipo bimetálico SPST , normalmente cerrado.
Protección contra rayos:	Un pararrayos de óxido metálico (MOV) mínimo 150 Joules, 5 kA.

**6.2.2** En proyectos cercanos a zonas protegidas en donde se produzca el desove de tortugas marinas (quelonios), el diseño del alumbrado público deberá contemplar el efecto de la iluminación sobre las tortugas, con el fin de minimizar su impacto en su orientación. Se deberá contactar al funcionario responsable del área de redes subterráneas de la región, para que defina lo que corresponda.

**6.2.3** El poste para el montaje de las lámparas, podrá ser de aluminio tubular, acero galvanizado, hierro fundido tipo columna. Diámetro del tubo 76.2 mm, espesor mínimo 3 mm y altura comprendida en un rango de 4 a 6 metros.

**6.2.4** Tipo de bombillo ED ½, largo 197 mm, color claro, voltaje de operación 55 V A.C, vida útil mínimo según promedio estimada 24000 horas, con rosca tipo mogul.

**6.2.5** El portalámparas ("socket"), tipo cañón con entrada mogul, para mínimo 1500 vatios y aislamiento de 600 voltios.

### **6.3 ESPECIFICACIONES DE LUMINARIAS PARA ZONAS SERVIDAS POR CNFL.**

#### **6.3.1 Descripción.**

Luminaria especialmente diseñada para iluminación de calles residenciales, tipo ornamental, para montaje punta poste o mediante brazo de soporte, para operar con lámpara de 150W en vapor de sodio de alta presión, 100 voltios, incluido con la luminaria, con grado de protección del sistema eléctrico y óptico IP 55 como mínimo, distribución asimétrica con reflector y refractor o difusor translúcido.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 74/145</b>	

### 6.3.2 Especificaciones Técnicas.

- a) Deberá entenderse por luminaria el conjunto formado por el chasis o carcasa, el sistema óptico reflector, difusor, equipo eléctrico, balastro, capacitor, ignitor, cables, conectores y portalámparas (socket).
- b) La carcasa deberá ser de aluminio inyectado a alta presión, sin porosidades, de espesor uniforme, a prueba de oxidación, corrosión, pintado al horno mediante pintura en polvo depositada electrostáticamente o construida con policarbonato estabilizado o poliamida reforzada con fibra de vidrio, protegida contra el envejecimiento por radiaciones ultravioletas, de espesor uniforme no menor a 3 milímetros. Dispondrá de un sistema de cierre conveniente que asegure la hermeticidad, IP 55 como mínimo. Para el montaje tipo punta poste la carcasa tendrá una entrada para la espiga o poste de 76.2mm (3") de diámetro como máximo, debiendo tener un mecanismo que le permita ajustarse hasta un diámetro externo de 60 milímetros sin que pierda verticalidad. Para el montaje mediante brazo de montaje la carcasa contará con un mecanismo ajustable que permita sujetar el cuerpo del cabezote a un tubo de metal de 42 a 77 mm, que asegure la resistencia de la carcasa y su fijación al brazo en forma rígida.
- c) El balastro de la luminaria será del tipo reactor de alto factor de potencia, 90% como mínimo, para trabajar con lámpara tubular de vapor de sodio a alta presión de 150 wats, para un voltaje de alimentación nominal de 240V CA, con regulación del  $\pm 5\%$ , para funcionar a una frecuencia de 60Hz. Su construcción deberá evitar sobrecalentamiento, vibración y corrosión  
Los balastos de las luminarias deberán tener las siguientes características.

<b>Característica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Solicitado</b>
Tensión Nominal	Voltios	240
Tipo de Circuito	Reactor	H-HPF
Factor de Potencia (mínimo)	%	90
Distorsión armónica total (THD) (menor que)	%	20
Regulación Voltaje de línea	%	$\pm 5$
Corriente de línea ( $\pm 10\%$ )		
- Operación	Amperios	0.83
- Circuito Abierto	Amperios	4.40
- Arranque	Amperios	4.00
Pérdidas máximas	%	17
Potencia nominal	Watts	150

Cada balastro deberá tener una placa resistente al calor con la siguiente



información:

<b>Balastro</b>
<b>Información de requerida en la placa</b>
Marca del Fabricante
Número de catálogo
Año de fabricación
Corriente de línea (A)
Potencia (W)
Diagrama de conexión
Tipo de capacitor
Frecuencia (Hz)
Tensión de línea (V)

El balastro deberá venir alambrado a la regleta de conexión y al portalámparas de tal manera que para su instalación y funcionamiento sólo sea necesario conectar las líneas de alimentación a la regleta. La regleta o bornera de conexión debe estar sólidamente fijada a la carcasa, y contar con tres terminales bien identificados: dos para las fases y uno para tierra para la conexión de la luminaria a los cables de alimentación externos. La capacidad de la bornera será para conductores N° 8 AWG, un voltaje mínimo de operación de 240 voltios y una corriente de operación no menor a 20 amperios.

Los datos sobre las pérdidas de operación del equipo eléctrico deben ser suministrados por el fabricante para su evaluación.

- d) El refractor deberá ser fabricado en cristal de borosilicato tipo pyrex, prismático, o en material acrílico certificado con un laboratorio independiente y reconocido internacionalmente garantizándolo por no menos de diez años y que está estabilizado contra los Rayos Ultra Violeta. El refractor debe ser resistente al calor, a los altos impactos, a la abrasión y con un alto factor de transmisión de luz, con una transmitancia superior al 90 %.
- e) Los soportes que sujetan el refractor a la carcasa deberán ser de material anticorrosivo.
- f) El portalámparas o socket será de porcelana, tipo cañón con entrada mogúl E-39 o E40, para 1500 watts, posición vertical, 600 voltios y con terminales de tornillo.



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 76/145</b>	

- g) El reflector estará ubicado en la parte superior interna del cuerpo de la luminaria, será de una sola pieza independiente del cuerpo de ésta, de aluminio súper pulido, brillado químicamente, protegido por oxidación anódica y antiempañable, o será alternativamente de material termoplástico sobre la base de sulfuro de Polifenilio (PPS) reforzado con fibra de vidrio y aluminizado por vaporización en alto vacío.
- h) El conjunto reflector - refractor - portalámparas, deberá formar un sistema óptico completamente sellado, hermético preferiblemente, con empaque especial que permita la respiración y además, filtre las impurezas del aire. Asimismo, tener grado de Hermeticidad contra polvo y chorro de agua IP-55 mínimo o equivalente. Se debe entregar certificado de laboratorio independiente (reconocido internacionalmente) que avale lo anterior.

El conjunto reflector, refractor y portalámparas, deben cumplir los siguientes grados de hermeticidad:

<b>Característica</b>	<b>Grado de Hermeticidad (Valores Mínimos)</b>
	<b>Ornamental</b>
Conjunto Eléctrico	IP-55
Conjunto Óptico	IP-55

- i) La lámpara bombillo será de vapor de sodio de alta presión de 150 watt, para uso en posición universal, para un voltaje nominal de operación de 100 voltios, rosca mogul E-40, acabado claro, tipo ED-23½, 14.400 lúmenes mantenidos y 24.000 horas de vida promedio. Código ANSI S55SC-150.
- j) La luminaria deberá producir una distribución estándar de luz
- k) Cada luminaria deberá tener una tarjeta adhesiva, imborrable y resistente a la intemperie, en la que se indica lo siguiente.

<b>Luminarias</b>
<b>Información requerida en la tarjeta adhesiva</b>
Diagrama de conexiones
Tensión nominal (V)
Corriente de línea (A)
Número de Catálogo
Marca del Fabricante
Potencia de línea (W)



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 77/145</b>	

Distribución fotométrica
Año de fabricación

- 1) El control de encendido y apagado de las luminarias será fotoeléctrico, del tipo de giro y traba (twislock) o del tipo botón. El tipo giro y traba tendrá protección sobre tensiones, con pararrayos tipo expulsión encapsulado, multivoltaje (105-305 V), 60 Hz. , 1000 W/1800 VA, 5000 operaciones ON/OFF mínimo, encendido nominal  $1.5 \pm 0.5$  FC, celda de sulfuro de cadmio, herméticamente sellada, resistente a la luz ultravioleta, a la penetración de humedad y altas temperaturas. Debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Voltaje de línea:	120 V.
Rango Voltaje de Operación:	105 a 305 V.
Frecuencia:	60 Hz.
Capacidad nominal:	1000 W/1800 VA.
Conmutador Unipolar:	Una vía y normalmente cerrado.
Vida a carga nominal:	5000 operaciones ON/OFF.
Nivel de Encendido:	$1.5 \pm 0.5$ FC.
Resistencia dieléctrica:	5.0 kV mínimo.
Pararrayos:	Expulsión encapsulado (Cerrado).
Límites de temperatura:	-55 °C a + 70°C.
<b>Características mecánicas</b>	
Cubierta:	Polipropileno estabilizado contra la luz ultravioleta.
Chasis:	Fenólico, moldeado por compresión.
Clavijas:	Bronce sólido, tres polos, giro y traba (twislock).
Empaque:	Polietileno reticulado.
<b>Consumo del relé</b>	
A 120 VAC:	1.0 W, máximo.
A 240 VAC:	3.20 W, máximo.
Capacidad del relé:	30 Amperios
Resistencia a la humedad:	98 %, mínimo.
Celda:	Sulfuro de Cadmio, herméticamente sellada.

El tipo botón cumplirá con las siguientes especificaciones:

Característica	Unidad	Valor Solicitado	
		Botón	Convencional
Tipo		Electrónica	Electrónica
Voltaje de Línea	Voltios	240	240
Rango de Operación	Voltios	105-300	105-385
Frecuencia	Hz	60	60
Capacidad Nominal	W/VA	1.000 / 1.800	1.000 / 1.800
Vida a Carga Nominal	On/Off	5.000	5.000



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 78/145</b>	

Nivel de Encendido	Lux	15.0	15.0
Resistencia Dieléctrica	KV	5.0	5.0
Tipo de Pararrayos		MOV de 100 julios	MOV de 180 julios
Resistencia a la Humedad	%	96.0 mín	96.0 mín
Consumo del relé (240V)	Watts	1.0	1.25
Opción de retardo	Seg.	5 a 10	5 a 10
- Calibre alambrado		AWG #18	AWG #18
Material de la Celda		Silicona	Silicona
Norma		ANSI C136.10	ANSI C136.10

- m) Para protección del personal de mantenimiento, la carcasa deberá venir sólidamente conectada a tierra.
- n) El aislamiento eléctrico de todos los componentes que transportan corriente deberá ser de 600 voltios como mínimo y satisfacer las pruebas ANSI correspondientes.
- o) Los componentes eléctricos se ubicarán en una sola unidad robusta, que no produzca vibraciones ni sobrecalentamientos, de fácil conexión y desconexión, desmontable y de fácil acceso, de manera que permita el fácil reemplazo en el sitio donde se encuentre instalada, sin que sea necesario, bajar toda la luminaria. Dichos componentes eléctricos deberán estar protegidos por fusibles con la capacidad adecuada, y tener grado de Hermeticidad contra polvo y chorro de agua (IP-55 mínimo) o equivalente
- p) Todos los contactos eléctricos, así como la tornillería, deberán ser de material no ferroso y totalmente anticorrosivo.
- q) La altura mínima de montaje en poste de la luminaria será de 3.5 metros, medida hasta la base de la luminaria o su soporte

### 6.3.3 Diseño del Proyecto de Iluminación (Aplicable CNFL – ICE).

El espacio mínimo entre postes no será mayor que 5 veces la altura de montaje, relación 5:1, lo cual debe estar debidamente garantizado por el fabricante.

El oferente deberá suministrar el diseño de iluminación por computadora por el método Punto a Punto, utilizando curva de distribución de las luminarias en archivos IES bajo lo recomendado en la Norma CIE 132-1999, donde se muestren los cálculos en iluminancia Lux o alternativamente en luminancia  $cd/m^2$  para la calzada. El diseño del proyecto garantizará el cumplimiento de los parámetros que se indican a continuación:



Información requerida del cálculo de iluminación
Iluminación horizontal a nivel del suelo, punto a punto, uniformemente distribuido sobre la calzada.
Iluminación promedio mantenida a nivel del suelo ( $E_{prom}$ ). Valor mínimo aceptable de 10 luxes ó 0,75 cd/m <sup>2</sup> .
Uniformidad global $U_0$ es el valor mínimo aceptado $U_0 = L_{min} / L_{med} = 0.4$ . $U_0 = E_{min} / E_{prom} : 0.2$ $L_v = L_{máx} / L_{prom} : 0.4$
Se deberá indicar el factor de mantenimiento utilizado.
Se suministrará la información sobre las curvas fotométricas del equipo ofrecido.

Para efectos de cálculo, deberá considerarse lo siguiente.

Consideraciones para el cálculo iluminación
La altura de Montaje mínima será de 3.5 metros.
Indicar el ancho de la calzada, la acera y de los dos carriles.
Indicar la posición de la luminaria.
Ubicación de postes en forma unilateral.
Factor de Mantenimiento (LLF) de 0.81
Espaciamiento mínimo entre postes será un múltiplo del ancho de los lotes.
Tipo de vía: M4 (Vía de acceso a zonas residenciales)
Tipo de carretera: M4
Tipo de Asfalto: R3.

### 6.3.3.1 Normativa

Para los efectos de cumplimiento de normas, se requiere que el diseño de iluminación cumpla con las siguientes recomendaciones de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) 132-1999.

#### 6.3.4 Condiciones Generales.

6.3.4.1 Se deberá proporcionar, la información que se solicita en la planilla de "Datos Técnicos Garantizados" adjunta.

6.3.4.2 El producto deberá tener una garantía mínima de dos años.

6.3.4.3 Todas las luminarias estarán certificadas o registradas por un laboratorio independiente reconocido internacionalmente como UL, CSA u otro similar reconocido



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 80/145</b>	

internacionalmente.

### **6.3.5 Postes Decorativos.**

#### **6.3.5.1 Descripción.**

Poste especialmente diseñado para iluminación decorativa en parques, plazas o bulevares y calles residenciales, fabricado en aluminio o acero, en lámina de cuatro (4) milímetros de espesor como mínimo.

#### **6.3.5.2 Especificaciones Técnicas**

- a) Fuste acanalado o liso de un diámetro exterior uniforme de 76.2 milímetros  $\pm$  5%, o bien, incrementarse hasta un diámetro exterior de 139.7 milímetros en la parte inferior (5.5 pulgadas), es decir, formado de un tramo de sección troncocónica circular hueca.
- b) La base tendrá una altura entre 290 y 432 milímetros (43 pulgadas) y su diámetro en la base será entre 290 y 432 milímetros (17 pulgadas). La base del poste debe ser troncocónica y de forma circular en una sola pieza.
- c) La espiga para sujetar la luminaria tendrá una saliente de 70 milímetros como mínimo y 76 milímetros como máximo y un diámetro externo de 73 milímetros como mínimo y 75 milímetros como máximo.
- d) La altura total mínima será de 3500 milímetros (11.5 pies) o según diseño en planos.
- e) La altura será de 4877 milímetros como mínimo y 5181 milímetros (17.0 pies) como máximo en caso de requerirse postes de 5, 0 metros, según diseño en planos.
- f) El poste contará con sus respectivos pernos de anclaje en forma de "L". Serán 4 pernos de 19 milímetros por 457.2 milímetros como máximo y 14 milímetros por 300.0 milímetros como mínimo de longitud, con tuerca, contratuerca y doble arandela, los cuales deberán venir galvanizados 100% en caliente. Los pernos cuyo diámetro sea inferior a 16 milímetros y sus respectivas tuercas podrán someterse a un zincado en vez de galvanizado en caliente.
- g) Tendrá caja de registro para conexiones y tornillos antivandálicos inoxidables.
- h) El poste debe soportar, en promedio, un peso de luminaria de 18 Kilogramos.
- i) Podrá venir recubierto con 2.5 milímetros de material aislante Clase II del tipo poliamida con fibra de vidrio, pigmentada en la masa de color negro (RAL 9011), con tratamiento tropicalizado de garantía contra el envejecimiento por radiación ultravioleta.
- j) Cada poste deberá utilizar una guía o plantilla durante el proceso de instalación de los pernos de anclaje, que puede ser desechable.

#### **6.3.5.3 Especificaciones generales:**



<b>Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 19.9/34.5 kV</b>	<b>Versión 1</b>	<b>Código 44.02.001.2008</b>
	<b>Página 81/145</b>	

- a) En el diseño del proyecto de iluminación, se incluirán detalles de la espiga de sujeción de la luminaria, del poste, la base, los pernos de anclaje, la caja de conexiones, la tapa de seguridad, el medio de acceso de los cables de alimentación a la base del poste entre otras cosas.
- b) La garantía que tendrán los materiales ofrecidos será de al menos 2 años.
- c) El producto debe tener certificado de calidad de un ente reconocido en nivel internacional.
- d) El oferente deberá considerar todos los aspectos relacionados con el peso del equipo por instalar: el personal de mantenimiento, la fuerza y velocidad de vientos, actividad sísmica y otros factores que se consideren relevantes para preservar la integridad de los postes; todo conforme lo establecen los códigos, normas y/o reglamentos, nacionales e internacionales, que rigen esa materia y que se encuentran vigentes a la fecha de presentar la oferta.
- e) Junto con el diseño del Proyecto de Iluminación se entregará llena la Planilla Datos técnicos garantizados que se indica a continuación:



Ítem	Descripción	Unidad	Solicitado	Ofrecido
<b>1</b>	<b>Condiciones generales</b>			
	1.1 Representante			
	1.2 País de origen			
	1.3 Fabricante			
	1.4 Número de catálogo			
	1.5 Normas de fabricación			
<b>2</b>	<b>Características Técnicas</b>			
<b>2.1</b>	<b>Cuerpo de luminaria</b>			
	2.1.1 Material		Aluminio	
	2.1.2 Proceso de fabricación		Inyectado preferiblemente	
	2.1.3 Espesor (promedio)	Mm		
	2.1.4 Color			
	2.1.5 Para usar con poste (Ø exterior)	Mm	76,2	
	2.1.6 Fabricante			
<b>2.2</b>	<b>Balastro (+)</b>			
	2.2.1 Tensión nominal	Voltios	240	
	2.2.2 Tipo de circuito		HX-HPF	
	2.2.3 Factor de Potencia mínimo	%	90	
	2.2.4 Regulación del voltaje de línea	%	±5	
	2.2.5 Corriente de línea (Máxima)			
	a. Operación	Amperios	0.83	
	b. Circuito Abierto	Amperios	1.40	
	c. Arranque	Amperios	1.00	
	2.2.6 Potencia de línea (máxima)	Watt	188	
	2.2.7 Pérdidas máximas	Watt		
	2.2.8 Fabricante			
	2.2.9 Catálogo			
<b>2.3</b>	<b>Lámpara (bombillo) sodio alta presión</b>			
	2.3.1 Potencia	Watt	150	
	2.3.2 Tensión de operación	Voltios	55	
	2.3.3 Tipo		ED-23½	
	2.3.4 Base		Mogol	
	2.3.5 Acabado		Claro	
	2.3.6 Lúmenes mantenidos (mín)	Lumen	14.400	
	2.3.7 Vida promedio	Horas	24.000 +	
	2.3.8 Fabricante			
	2.3.9 Catálogo			
<b>2.4</b>	<b>Refractor Prismático</b>			
	2.4.1 Distribución		IES-II	
	2.4.2 Material		Cristal (pyrex) o acrílico	
	2.4.3 Fabricante			
	2.4.4 Catálogo			
<b>2.5</b>	<b>Control Fotoeléctrico</b>			
	2.5.1 Voltaje de línea	Voltios	1207240	
	2.5.2 Rango de Voltaje de Operación	Voltios	105 a 285	
	2.5.3 Frecuencia	Hertz	60	
	2.5.4 Capacidad nominal	W/VA	1000/1800	
	2.5.5 Conmutador Unipolar		Una Vía y Normalmente cerrado	
	2.5.6 Vida a Carga Nominal	ON/OFF	5000	
	2.5.7 Nivel de Encendido	FC	1.0 ± 0.25	
	2.5.8 Resistencia dieléctrica	Voltios	5000	
	2.5.9 Pararrayos			
	2.5.9.1 Tipo Cerrado		Expulsión Encapsulado	



2.5.9.2 Formación de Arco	Voltios	2000 mínimo	
---------------------------	---------	-------------	--

Ítem	Descripción	Unidad	Solicitado	Ofrecido
	2.5.9.3 Corriente subsiguiente	Amperios	10000	
	2.5.10 Límites de Temperatura	°C	-55 a 70	
	2.5.11 Resistencia a la Humedad	%	98 mínimo	
	2.5.12 Características Mecánicas			
	2.5.12.1 Cubierta		Polipropileno estabilizado contra luz ultravioleta	
	2.5.12.2 Chasis		Fenólico moldeado por compresión	
	2.5.12.3 Clavijas		Bronce sólido, 3 polos, giro y traba (twistlock)	
	2.5.12.4 Empaque		Poliuretano reticulado	
	2.5.13 Consumo del relé (Máximo)			
	2.5.13.1 a 120 V AC	Watt	0.8	
	2.5.13.2 a 240 V AC	Watt	3.2	
	2.5.14 Celda		Sulfuro de Cadmio	
	2.5.15 Grabado sobre el cobertor		Iniciales CNFL	
	2.5.16 Normas de fabricación			
	2.5.17 Fabricante			
	2.5.18 Catálogo			
<b>2.6</b>	<b>Portalámparas</b>			
	2.6.1 Material		Porcelana	
	2.6.2 Tipo de entrada		Mogúl	
	2.6.3 Capacidad	Watt	1500	
	2.6.4 Aislamiento	Voltios	600	
	2.6.5 Terminales		Tornillo	



## 5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Se utilizaron los mismos anotados en Documentos aplicables

## 6. CONTROL DE CAMBIOS

APARTADO	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
	No aplica para la primera versión

## 7. CONTROL DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORÓ	DEPENDENCIA
Ing. Juan Vicente Bolaños Sequeira	CIEMI
Ing. Luis Fernando Andrés Jácome	
Ing. Róger Méndez Víquez	
Ing. Hansel Mora Monge	
Ing. Erick Jiménez Mora	
Ing. Carlos Runnebaum Madriz	
Ing. Warner Pineda Rodríguez	
Lic. Jorge Chaverri Ramírez	
Ing. Roy Guzmán Ramírez CNFL	CNFL
Ing. Giovanni Barrantes Zúñiga CNFL	
Ing. Rafael Alpízar Salas / ICE	ICE
Ing. José Monturiol Le Roy / ICE	
Ing. Jorge González Calderón / ICE	
Ing. Luis Ulloa Peñaranda / ICE	



REVISÓ	FIRMA	FECHA
Jesús Sánchez Ruiz UEN SERVICIO AL CLIENTE ICE		

APROBÓ	FIRMA	FECHA
MBA Carlos López Molina UEN Servicio al Cliente Electricidad- ICE		
Ing. José Joaquín Azofeifa Saavedra Subgerencia Sector Electricidad		
Ing. Pedro Pablo Quirós Cortés Presidente Ejecutivo del ICE con recargo de la Gerencia General		



Manual para Redes de Distribución Eléctrica  
Subterránea 19.9/34.5 kV

Versión 1

Página  
86/145

Código  
44.02.001.2008

## **ANEXO Nº 1. SIMBOLOGÍA Y ACCESORIOS**

ELEMENTOS	SIMBOLO
LINEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSION TRIFASICA	—•••—•••—•••—
LINEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSION MONOFASICA	—•—•—•—
LINEA SUBTERRÁNEA SECUNDARIA TRIFASICA	— // — —
LINEA SUBTERRÁNEA SECUNDARIA MONOFASICA	— — / — —
ACOMETIDA SUBTERRÁNEA BAJA TENSION TRIFASICA	— // — —
ACOMETIDA SUBTERRÁNEA BAJA TENSION MONOFASICA	— — / — —
CIRCUITO DE ALUMBRADO	—•••••—
POSTE EXISTENTE	●
POSTE FUTURO	○
INTERRUPTOR PARA TRANSICIÓN DE AEREO A SUBTERRÁNEO	IAS
CORTACIRCUITOS FUSIBLES - ROMPECARGA	
PUESTA A TIERRA	
LINEA AEREA MEDIA TENSION	— — — — —
PARARRAYOS PARA TRANSICIONES DE AEREO- SUBTERRÁNEO	
PARARRAYOS PARA LINEAS MEDIA TENSION SUBTERRANEAS	
INTERRUPTOR TIPO PEDESTAL - SUMERGIBLE MEDIA TENSION	M+##
CODO DERIVADOR 600 A ( Bol-T )	
TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL T + ###	

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:	
	SIMBOLOGIA 1	SIMBOLOGIA				COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: SIN ESCALA
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

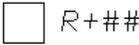
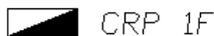
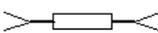
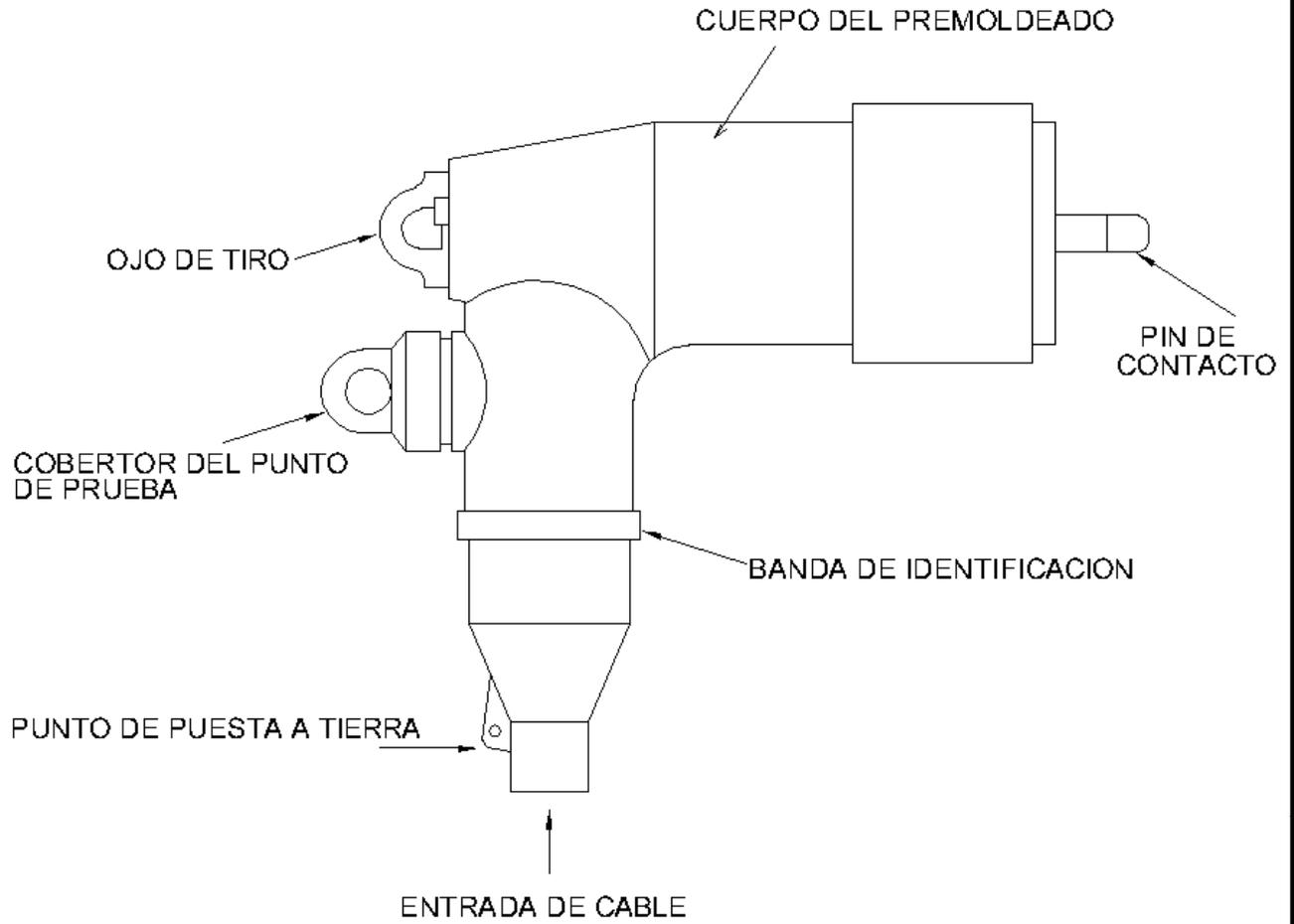
ELEMENTOS	SIMBOLO
CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION (R + ##)	 R+##
CAJA DE DERIVACION PRIMARIA TRIFASICA	 CRP 3F
CAJA DE DERIVACION PRIMARIA MONOFASICA	 CRP 1F
CAJA DE DERIVACION DE BAJA TENSION	 RBT+##
FOSA PARA TRANSFORMADOR (T + ##)	
FOSA PARA SECCIONADOR (T + ##)	 200 ó 600 Amperios
REGLETA DERIVACION DE BAJA TENSION (Indicar N° de Vías)	
REGLETA DE DERIVACION MEDIA TENSION (Indicar N° de Vías)	 200 ó 600 amps.
CODOS APERTURA BAJO CARGA DE 200A	 200
CONECTOR DE MEDIA TENSION	 600
INDICADOR DE FALLAS PARA CODOS	
EMPALME MEDIA TENSION RECTO	
EQUIPO DE MEDICION	
LAMPARA VAPOR DE SODIO	
PEDESTAL PARA MEDICION PRIMARIA	

  	FIGURA	NOMBRE	REVISO Y MODIFICO:				
	SIMBOLOGIA 2	SIMBOLOGIA	COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
			APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
			FECHA: AGOSTO 2006 ESCALAS: SIN ESCALA				
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

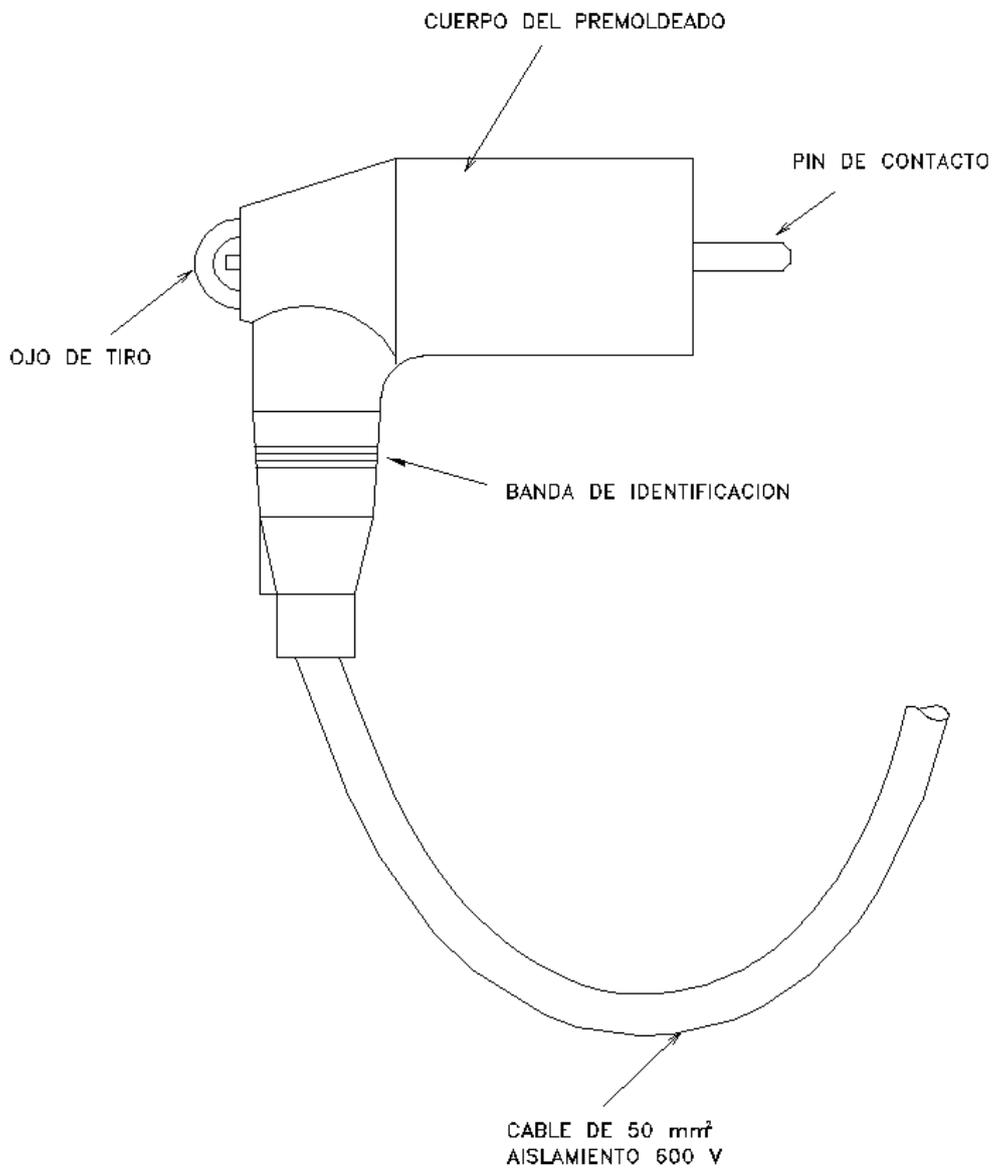
ELEMENTOS	SIMBOLO
TAPONES AISLADOS PARA BOQUILLA INTEGRAL	
TAPONES AISLADOS PARA BOQUILLA TIPO POZO	
TAPONES P/PUESTA A TIERRA EN BOQUILLA INTEGRAL	
TAPONES P/PUESTA A TIERRA EN BOQUILLA TIPO POZO	
BOQUILLA PARA DERIVACION ( Feedthru )	
CODO PUESTA A TIERRA	
BOQUILLA DE PARQUEO ( Standoff Bushing )	
REGLETA DERIVACION PORTATIL	
TERMINAL DE CABLE AISLADO DE MEDIA TENSION	

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	SIMBOLOGIA 3		SIMBOLOGIA		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2008 ESCALAS: SIN ESCALA		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



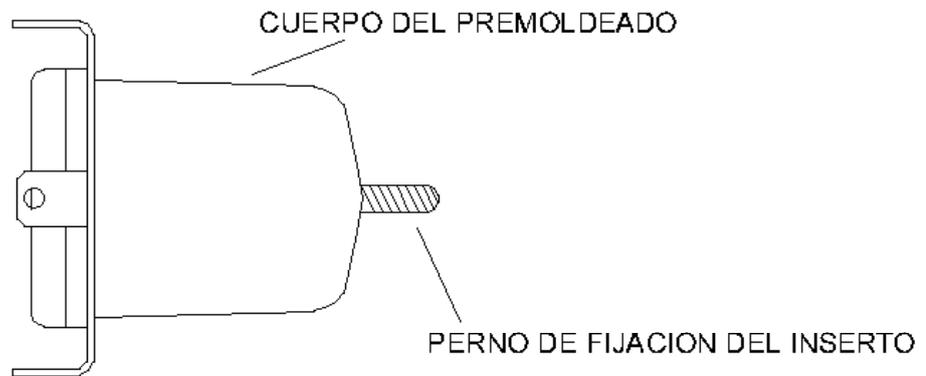
LA TERMINACION DEL NEUTRO CONCENTRICO DEBERA SELLARSE MEDIANTE UNA MANGA TERMOCONTRAIBLE O CONTRAIBLE EN FRIO DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ANSI/IEEE std. 386

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	TTC200	TERMINAL TIPO CODO CLASE 35KV 200A			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



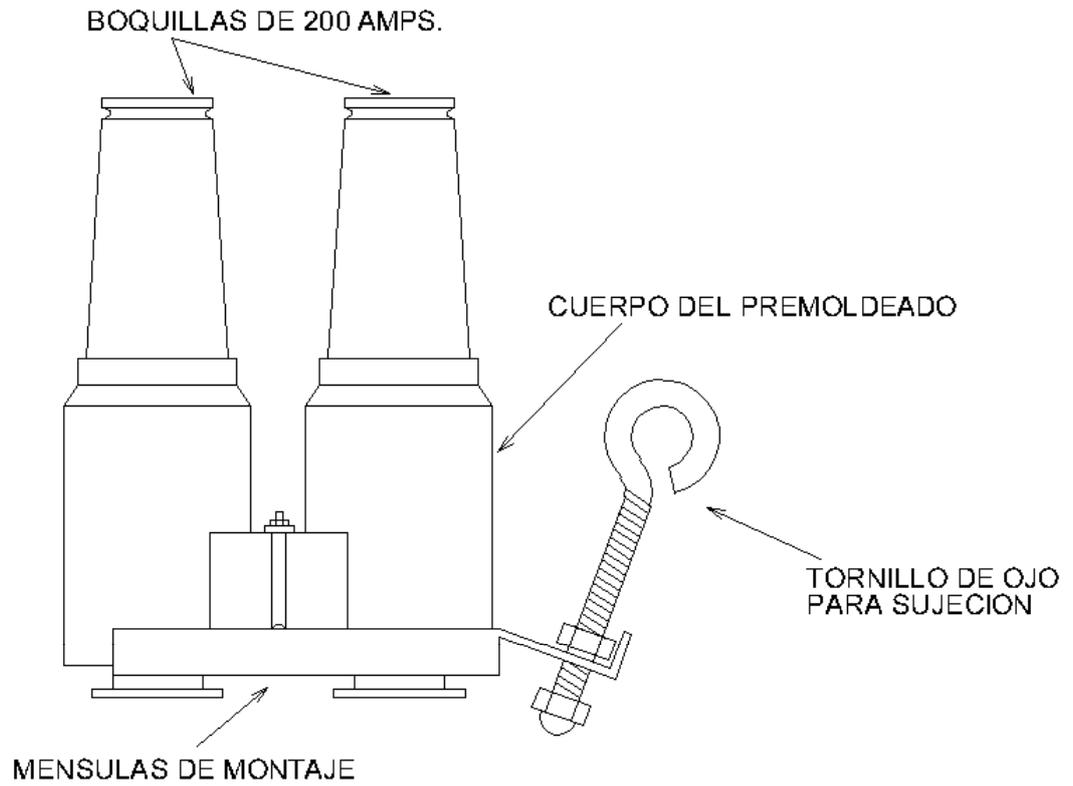
Deberá cumplir con la norma ANSI/IEEE Std. 386

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	TCT-200A	TERMINAL TIPO CODO DE PUESTA A TIERRA			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					ACTUALIZACION: J.GARRIDO CORDERO / LFAJ		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: JUNIO 2006		ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



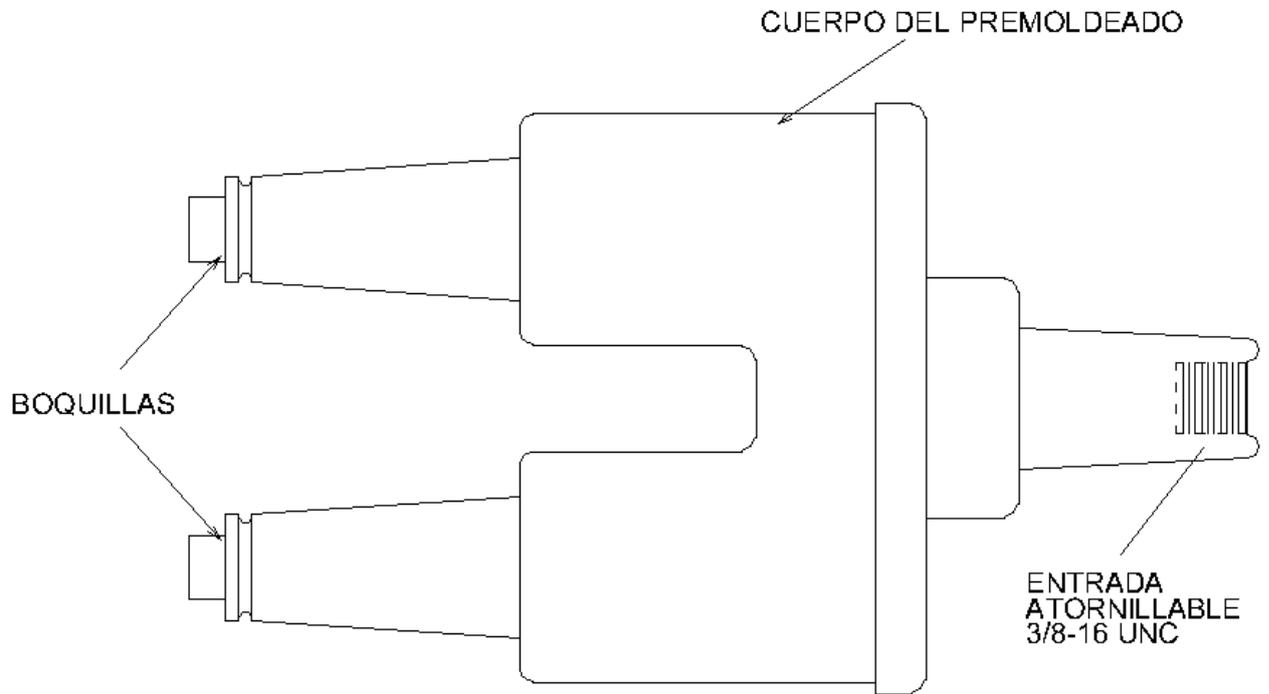
DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ANSI/IEEE std. 386

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	BTP	BOQUILLA TIPO POZO CLASE 35KV 200A			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: SIN ESCALA
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



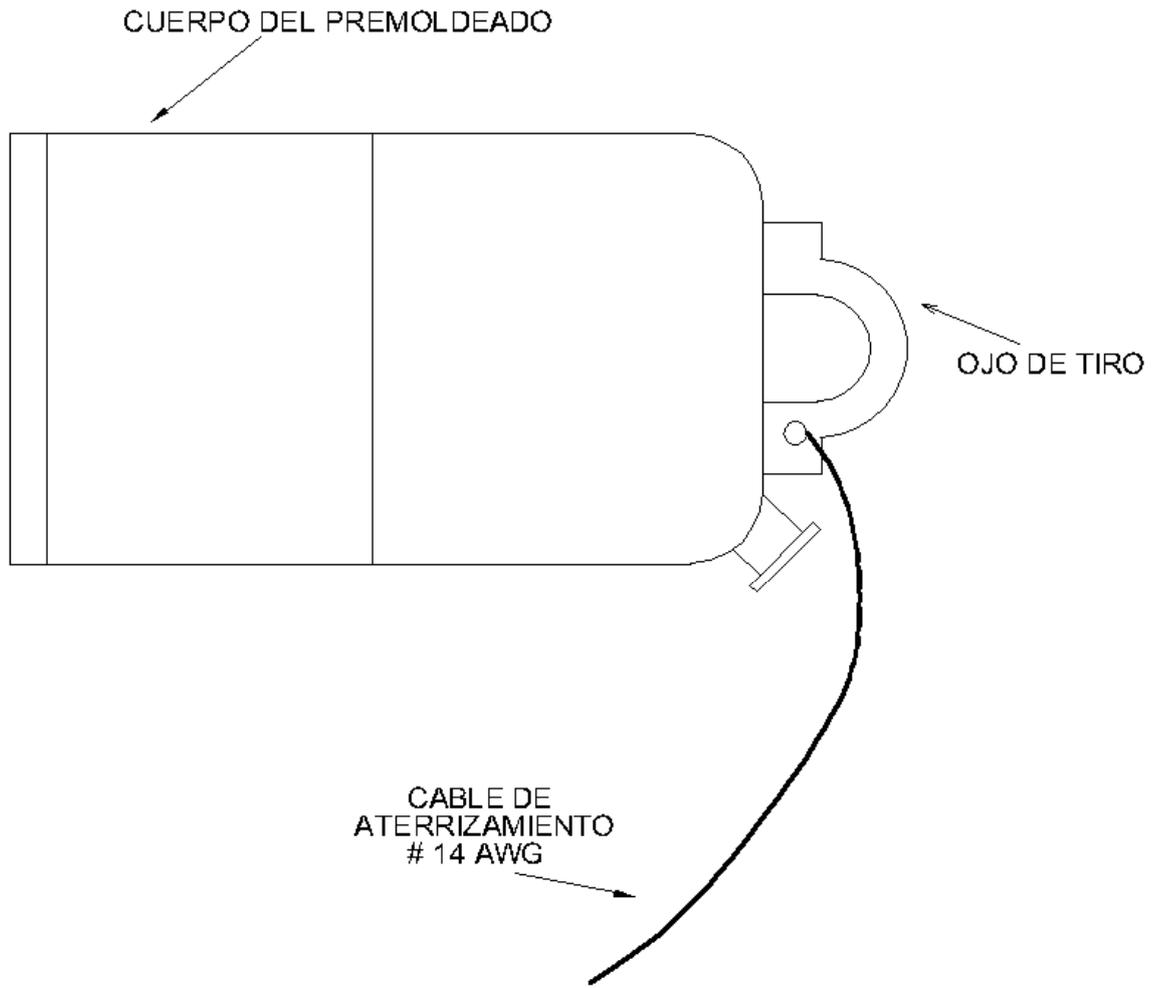
DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ANSI/IEEE Std. 386

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	BED35	BOQUILLA ESTACIONARIA (FREEDTHRU) DOBLE CALSE 35KV 200A			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006    ESCALAS: SIN ESCALA		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



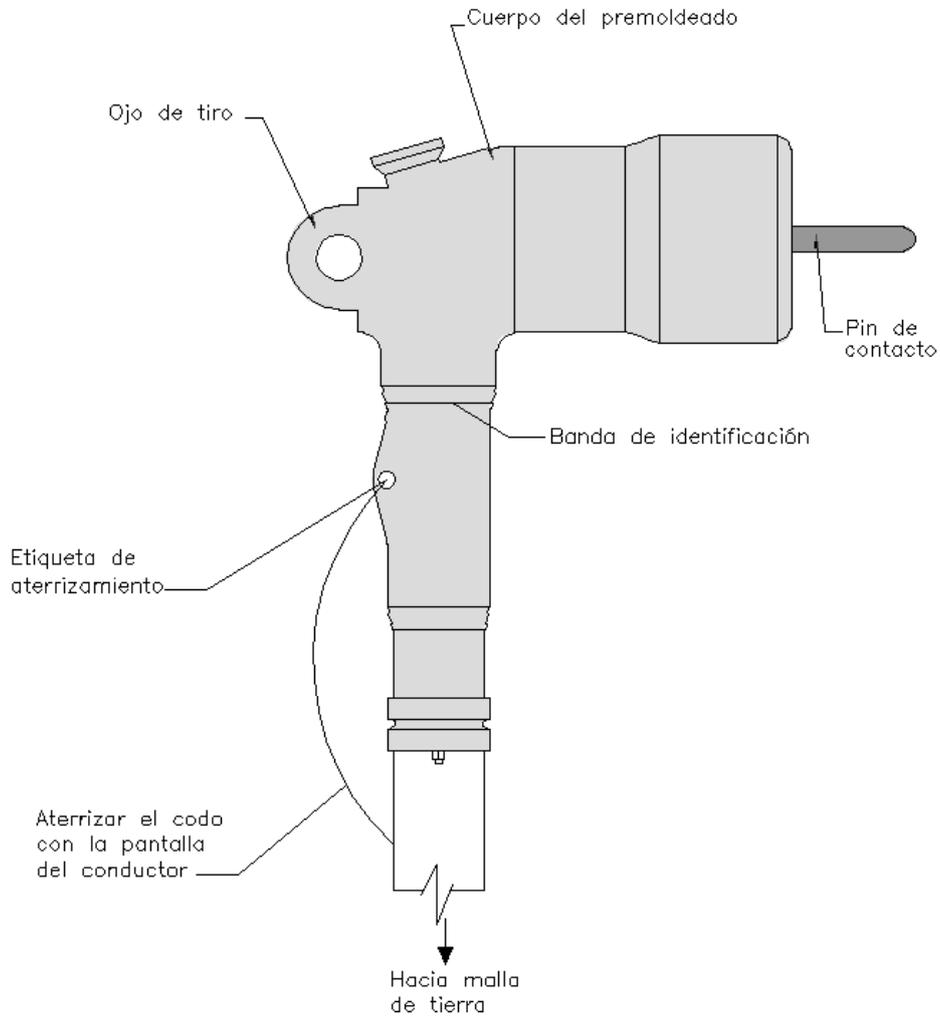
DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ANSI/IEEE Std. 386

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	BDTI	BOQUILLA DOBLE TIPO INSERTO CLASE 35KV 200A			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006    ESCALAS: SIN ESCALA		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



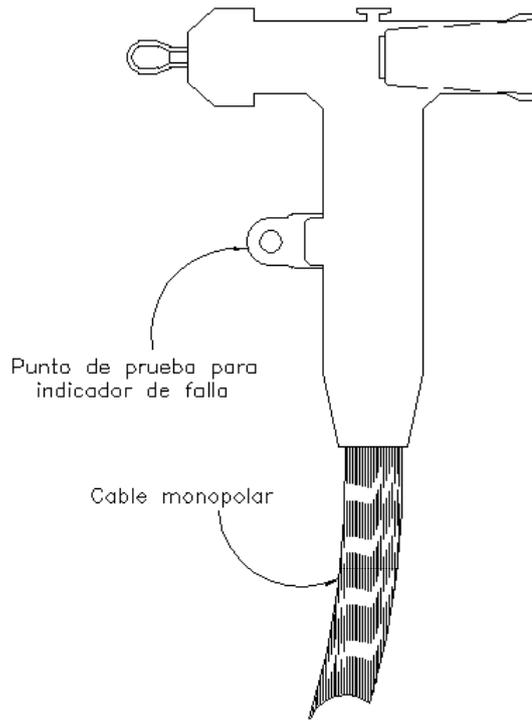
DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ANSI/IEEE std. 386

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	TA35	TAPON AISLADO CLASE 35KV 200A			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: SIN ESCALA
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



Sin escala

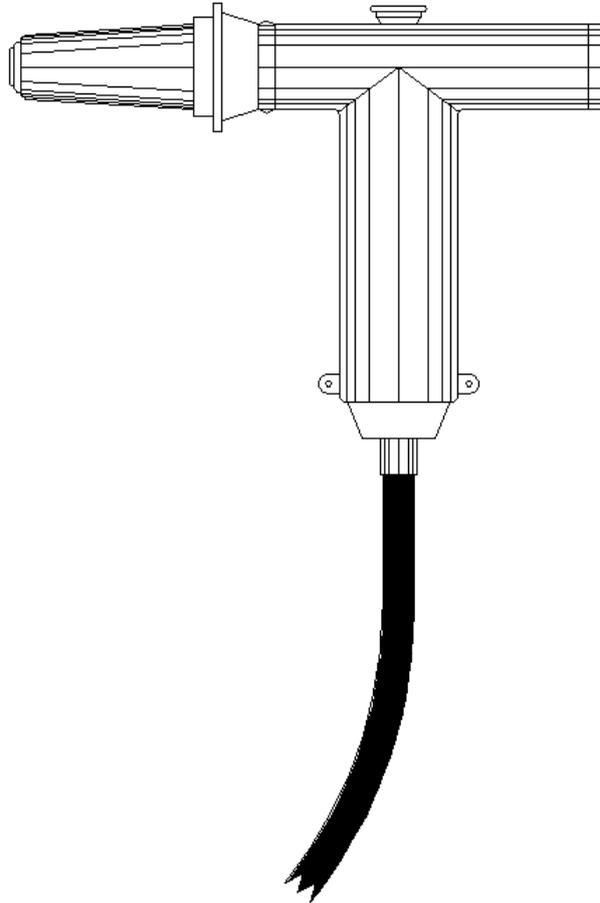
	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	PC-27	PARARRAYOS TIPO CODO MCOV - 27 KV			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					ACTUALIZACION: J.GARRIDO CORDERO / LFAJ		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
					FECHA: JUNIO 2006	ESCALAS: 1:20	



Sin escala

Según norma ANSI/IEEE STD 386

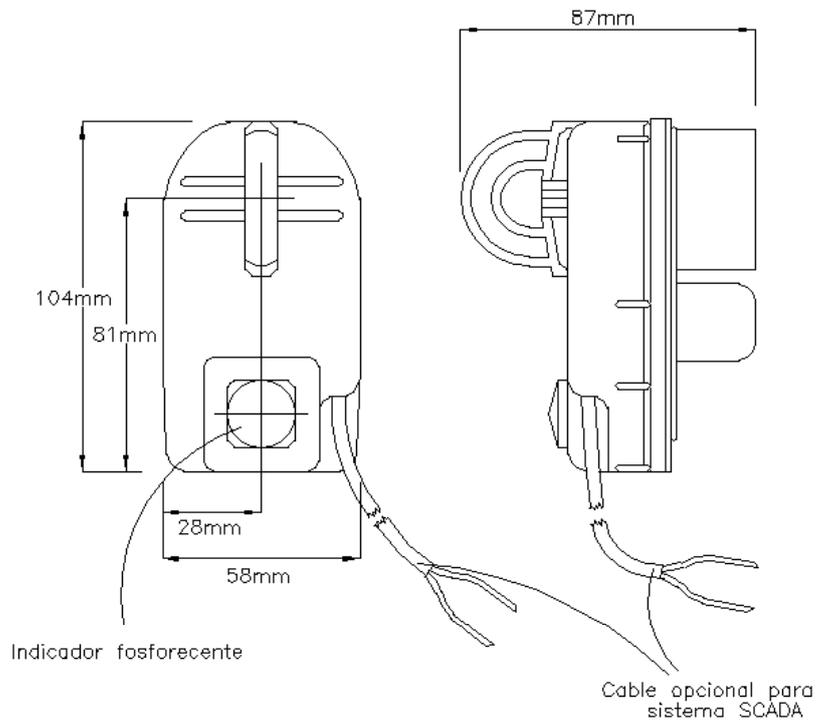
	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	TC-600		TERMINAL TIPO CODO 600A		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					ACTUALIZACION: J.GARRIDO CORDERO / LFAJ		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
					FECHA: JUNIO 2006		ESCALAS: 1:20



Sin escala

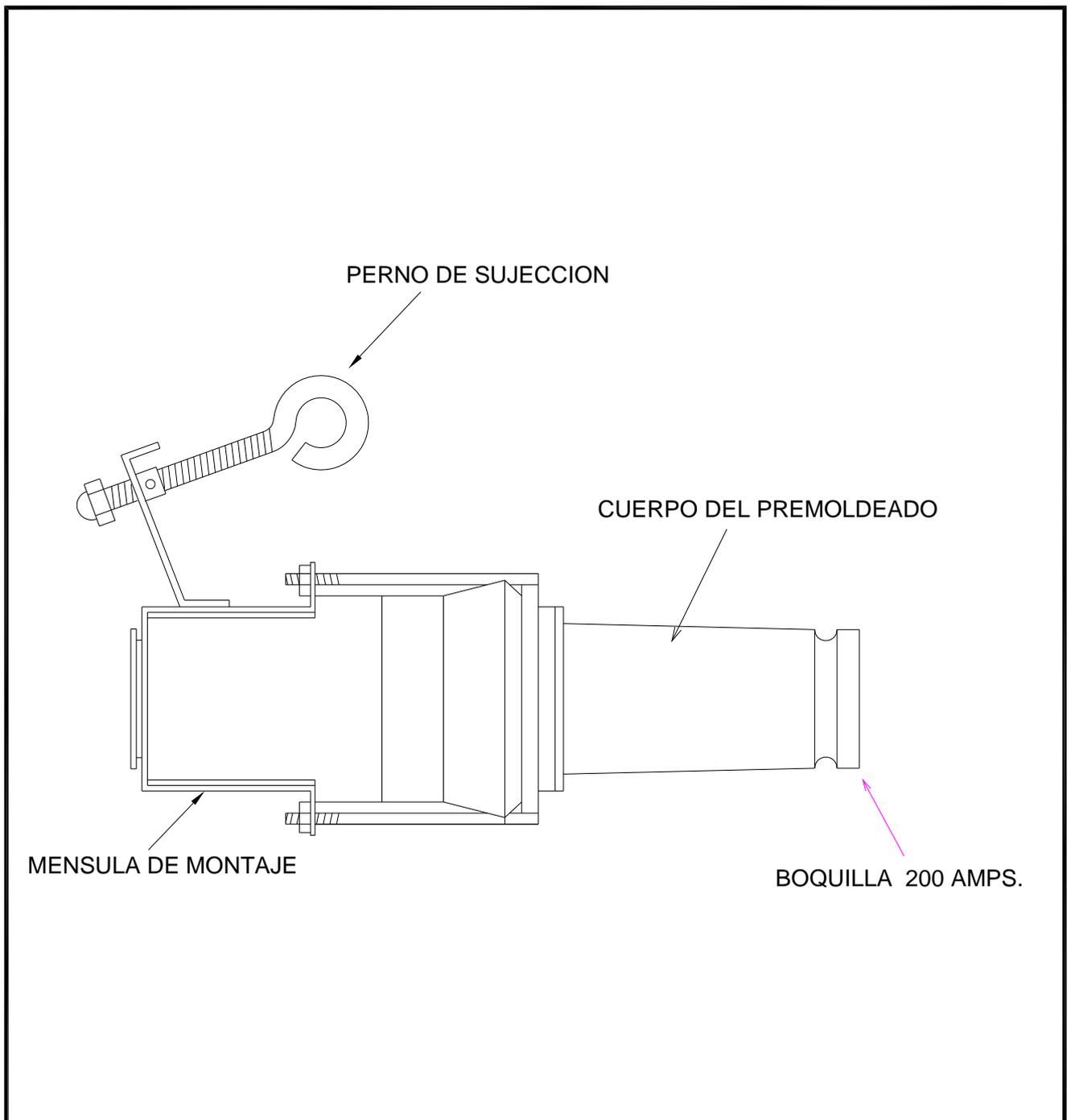
Según norma ANSI/IEEE 386

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	TC-600-D	TERMINAL TIPO CODO 600A CON DERIVACIÓN 200A			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					ACTUALIZACION: J.GARRIDO CORDERO / LFAJ		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
FECHA: JUNIO 2006		ESCALAS: 1:20					
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



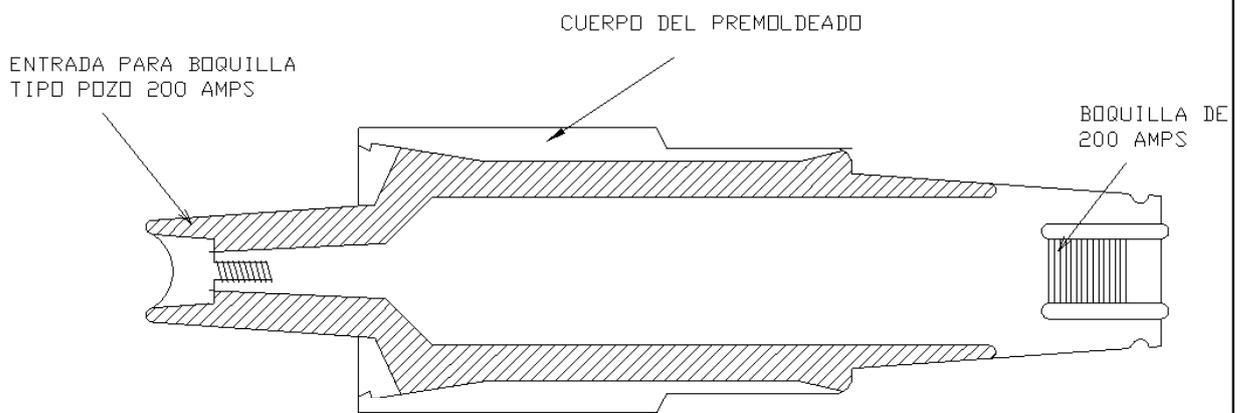
Sin escala

	FIGURA		NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:	
	IF	INDICADOR DE FALLA			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					ACTUALIZACION: J.GARRIDO CORDERO / LFAJ		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
FECHA: JUNIO 2006		ESCALAS: 1:20					
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



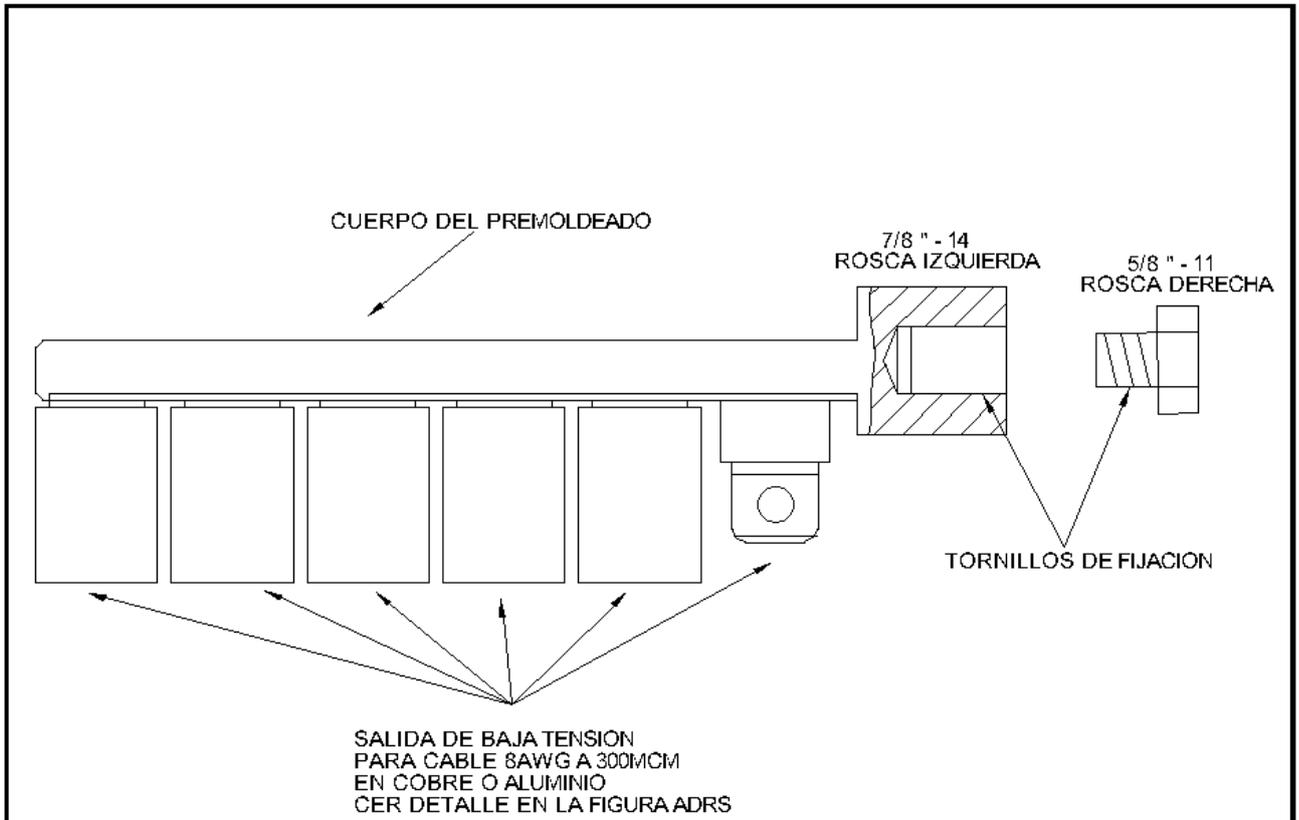
DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ANSI/IEEE std. 386

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	BES 35	BOQUILLA ESTACIONARIA SENCILLA (STANDOFF BUSHING) CALSE 35KV, 200A			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: SIN ESCALA	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



Deberá cumplir con la norma ANSI/IEEE Std. 386

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:		
	BTI200	BOQUILLA TIPO INSERTO CLASE 35 Kv 200A				COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
						FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	



NOTAS:

- DE ACUERDO A NORMA ANSI C119.4, ASTM D543
- AMPACIDAD MINIMA, 500 AMPERIOS A 90°C
- SEGUN NORMA ANSI C119.1 SECCION 3.3

FIGURA COMO REFERENCIA Y FINES ILUSTRATIVOS

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	RDT-600	REGLETA DE DERIVACION SECUNDARIA PARA TRANSFORMADORES 600 AISLAMIENTO 600V			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: SIN ESCALA
FECHA REMISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



MANGA TERMO CONTRACTIL O CONTRAIBLE EN FRIO



CONECTOR DE COMPRESION

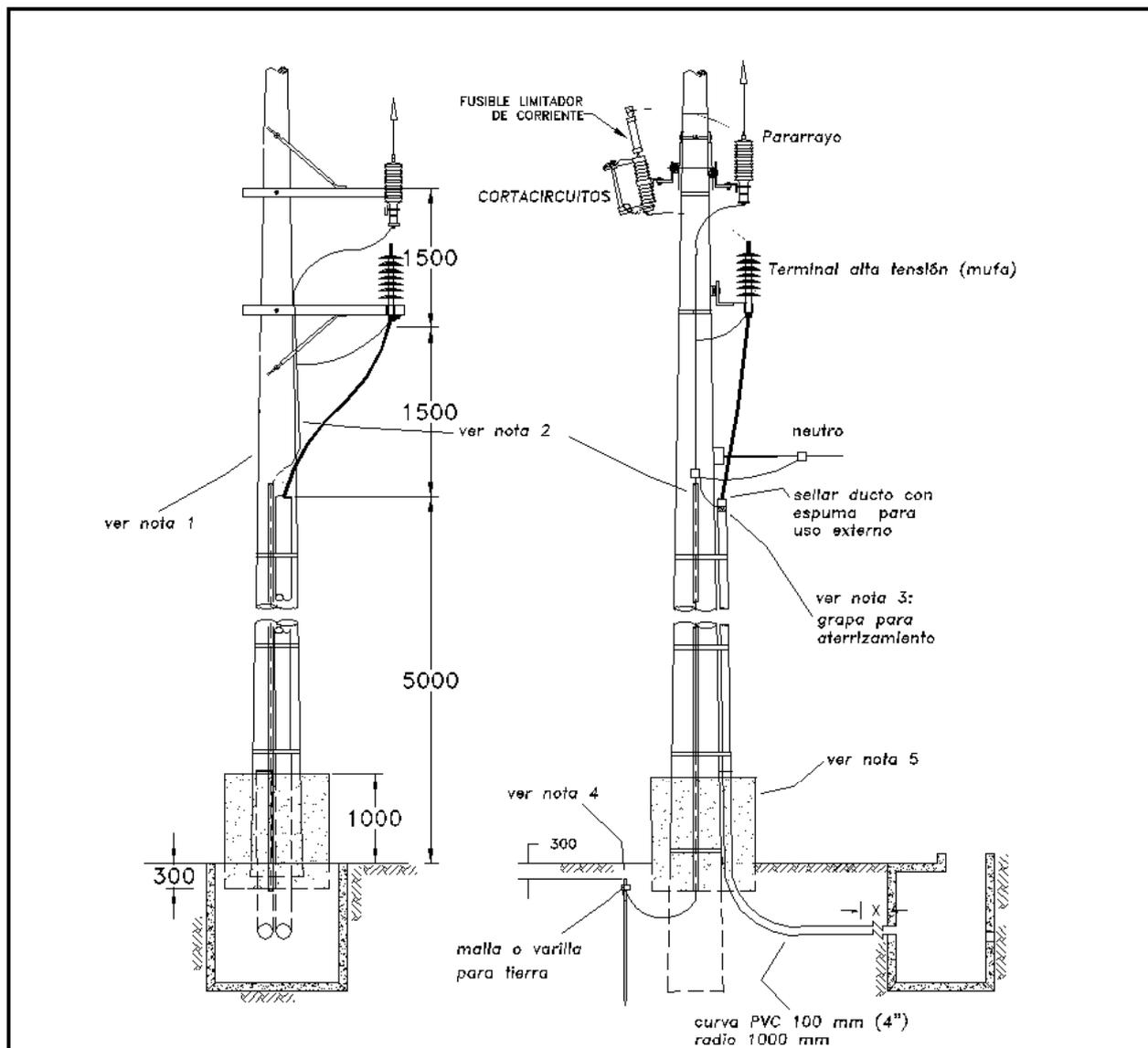


TORNILLO DE FIJACION

PARA USAR EN REGLETAS DE DERIVACIÓN DE BAJA TENSIÓN  
DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ANSI/IEEE std. 386

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	ADRS		ACCESORIOS PARA REGLETA DE DERIVACION SECUNDARIA AISLAMIENTO P. 600 V		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006      ESCALAS: SIN ESCALA		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

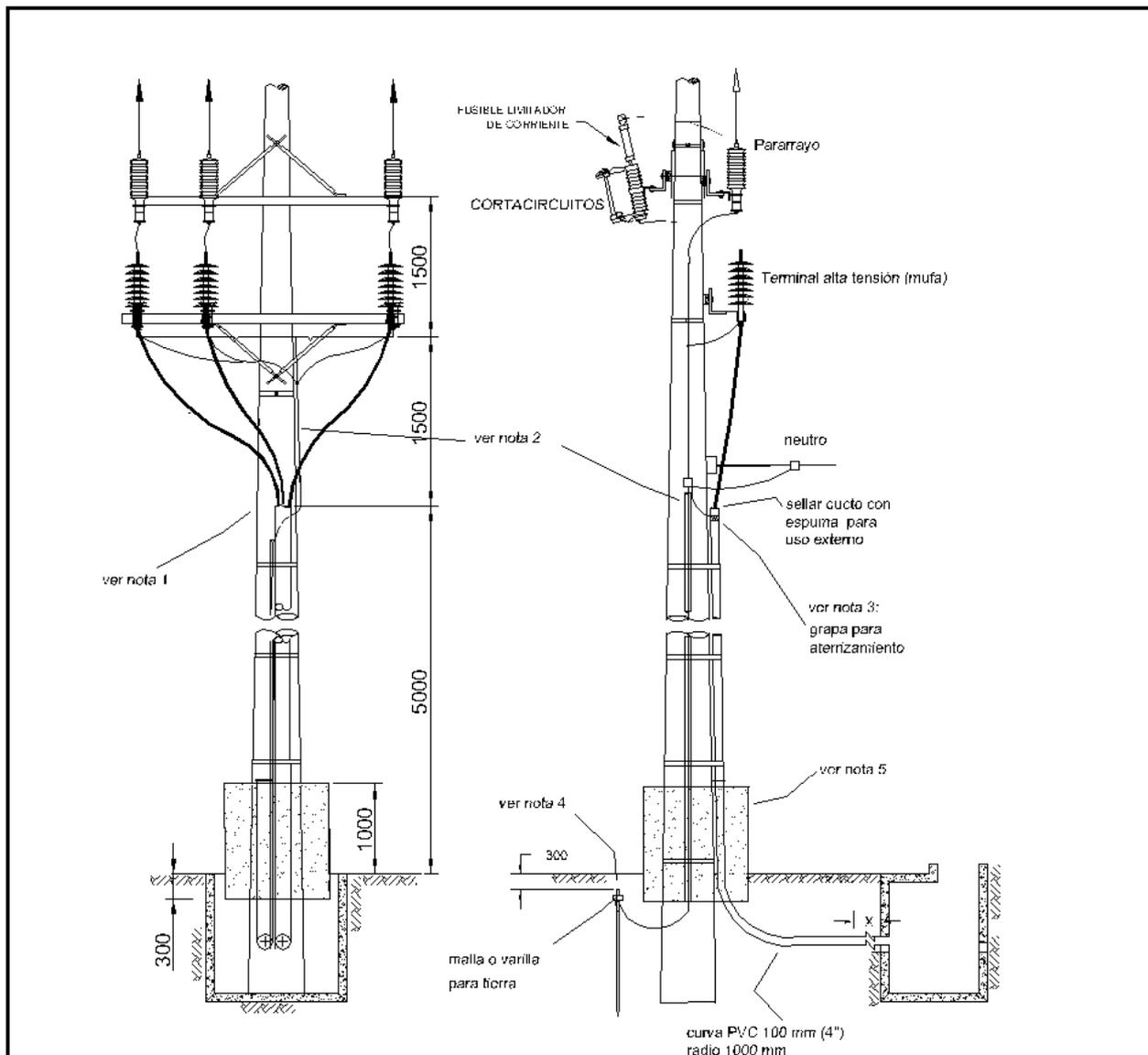
***ANEXO N° 2. FIGURAS***



- NOTAS:
- 1-POSTE DE CONCRETO DE 13m
  - 2-BAJANTE EN CABLE DE COBRE DESNUDO CALIBRE 1/0AWG 19HILOS  
INSTALADO EN TUBO ENT DE 3/4". CUMPLIR NORMAS ASTM B1, B2, B3 Y B8
  - 3-UTILIZAR GRAPAQ DE ATERRIZAMIENTO, VER FIGURA TR-D
  - 4-CONECTOR DE COMPRESION PARA VARILLA A TIERRA, VER FIGURA TR-D
  - 5-DETALLE PEDESTAL DE CONCRETO, VER FIGURA TR-G

DIMENSIONES EN MILIMETROS

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:	
	TR1	TRANSICION MONOFASICA AEREA - SUBTERRANEA MONTAJE PARA EL ICE				COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: SIN ESCALA
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

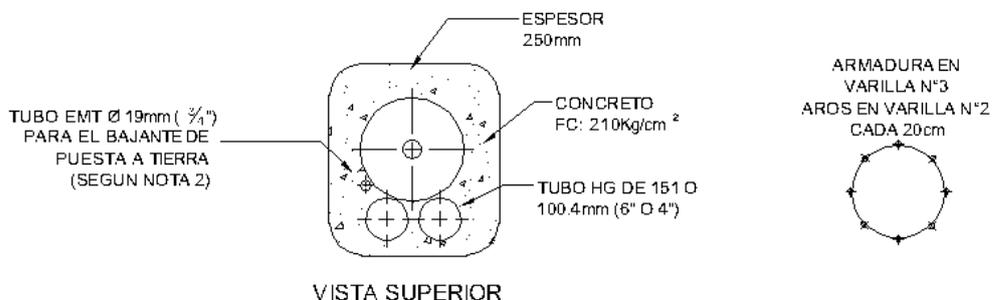


- NOTAS:
- 1-POSTE DE CONCRETO DE 13m
  - 2-BAJANTE EN CABLE DE COBRE DESNUDO CALIBRE 1/0AWG 19HILOS  
INSTALADO EN TUBO ENT DE 3/4". CUMPLIR NORMAS ASTM B1, B2, B3 Y BB
  - 3-UTILIZAR GRAPAQ DE ATERRIZAMIENTO, VER FIGURA TR-D
  - 4-CONECTOR DE COMPRESION PARA VARILLA A TIERRA, VER FIGURA TR-D
  - 5-DETALLE PEDESTAL DE CONCRETO, VER FIGURA TR-G

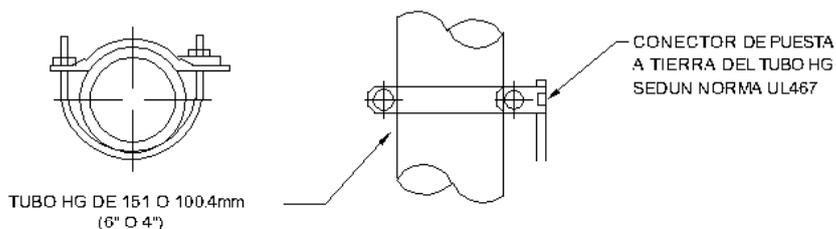
DIMENSIONES EN MILIMETROS

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	TR3	TRANSICION TRIFASICA AEREA - SUBTERRANEA MONTAJE PARA EL ICE			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: SIN ESCALA	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**PEDETAL DE CONCRETO  
(SEGUN NOTA 5 DE LA FIGURA TR1Ø Y TR3Ø)**



**GAZA CON CONECTOR P/ ATERRIZAR  
EL TUBO GALVANIZADO  
(SEGUN NOTA 3 DE LA FIGURA TR1Ø Y TR3Ø)**



NOTA: SIMILAR A CAT. BURNDY  
GAR 3905 P/ HG 100.4mm(4")  
GAR 3606 P/ HG 151mm(6")

**CONECTOR DE COMPRESION P/ VARILLA DE PUESTA A TIERRA  
(SEGUN NOTA 4 DE LA FIGURA TR1 Ø Y TR3Ø)**



NOTA: SIMILAR A CAT. BURNDY, YGHP34C26, SEGUN NORMA IEEE-837

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	TR-D		DETALLES EN LAS TRANSICIONES MONOFASICAS Y TRIFASICAS PARA EL ICE Y CNFL		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006 ESCALAS: SIN ESCALA		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

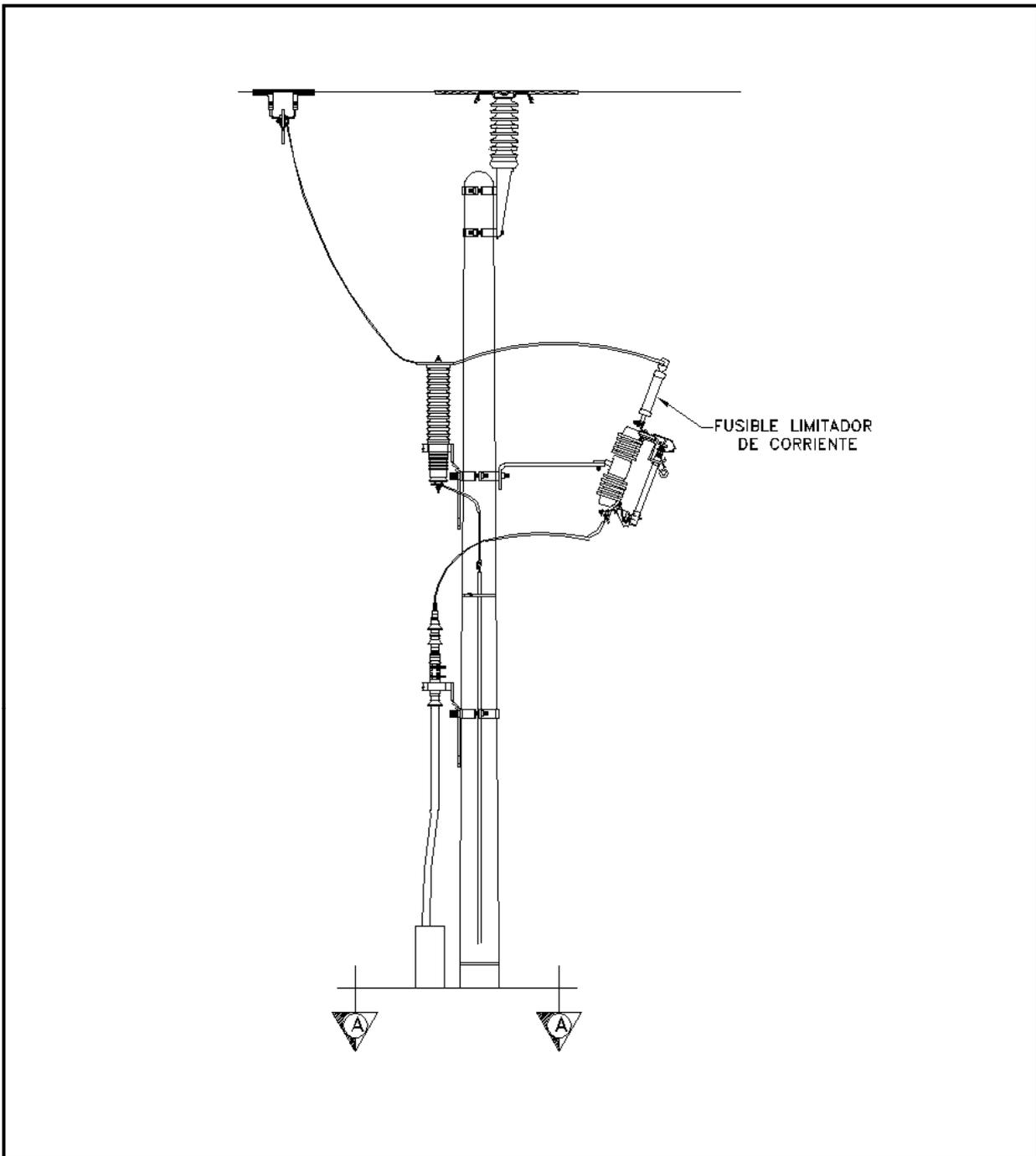


	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	AMTM - 1	ACOMETIDA DE MEDIA TENSION MONOFASICA			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:25
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

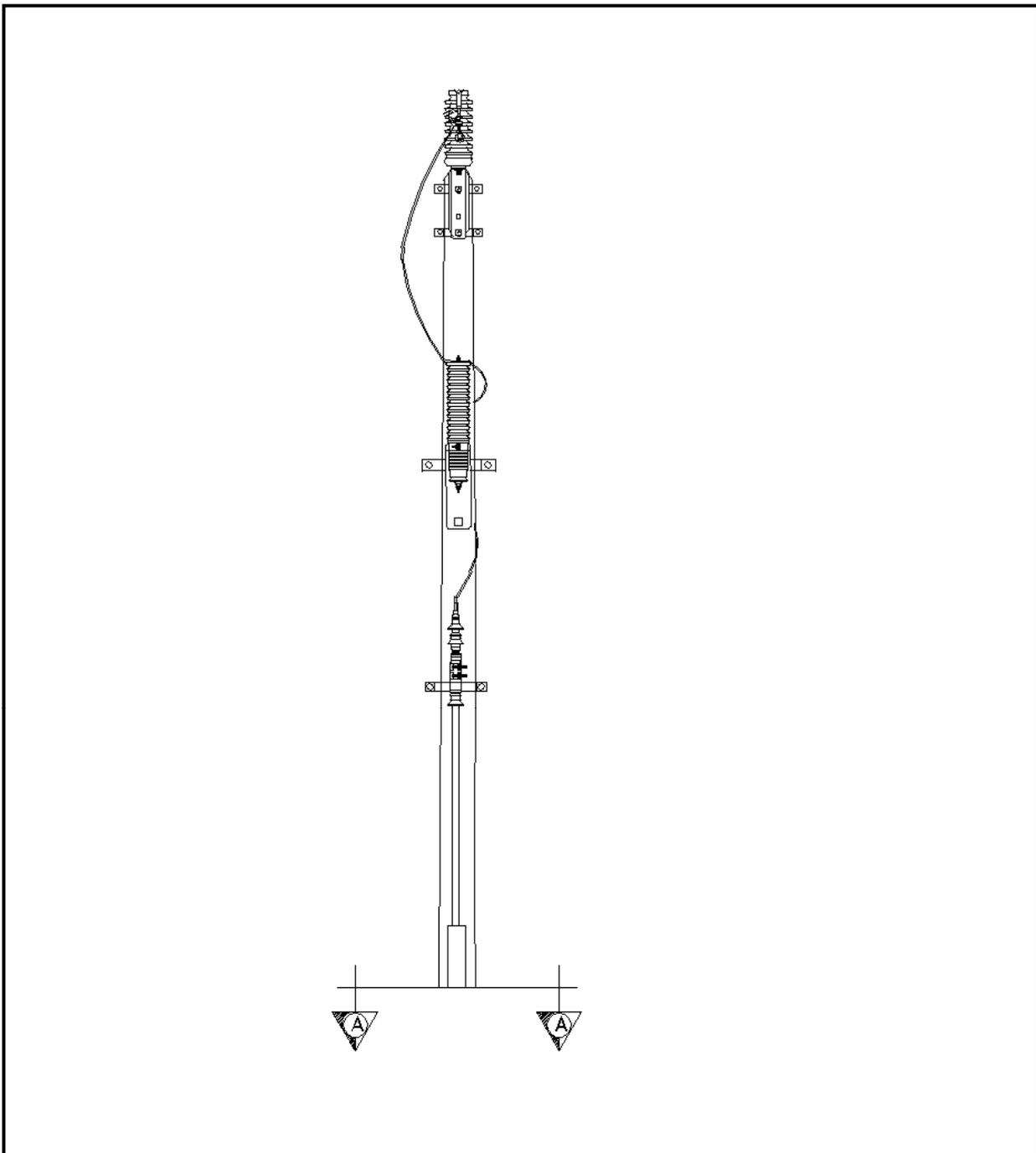


	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	AMTM - 2		ACOMETIDA DE MEDIA TENSION MONOFASICA		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006    ESCALAS: 1:25		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

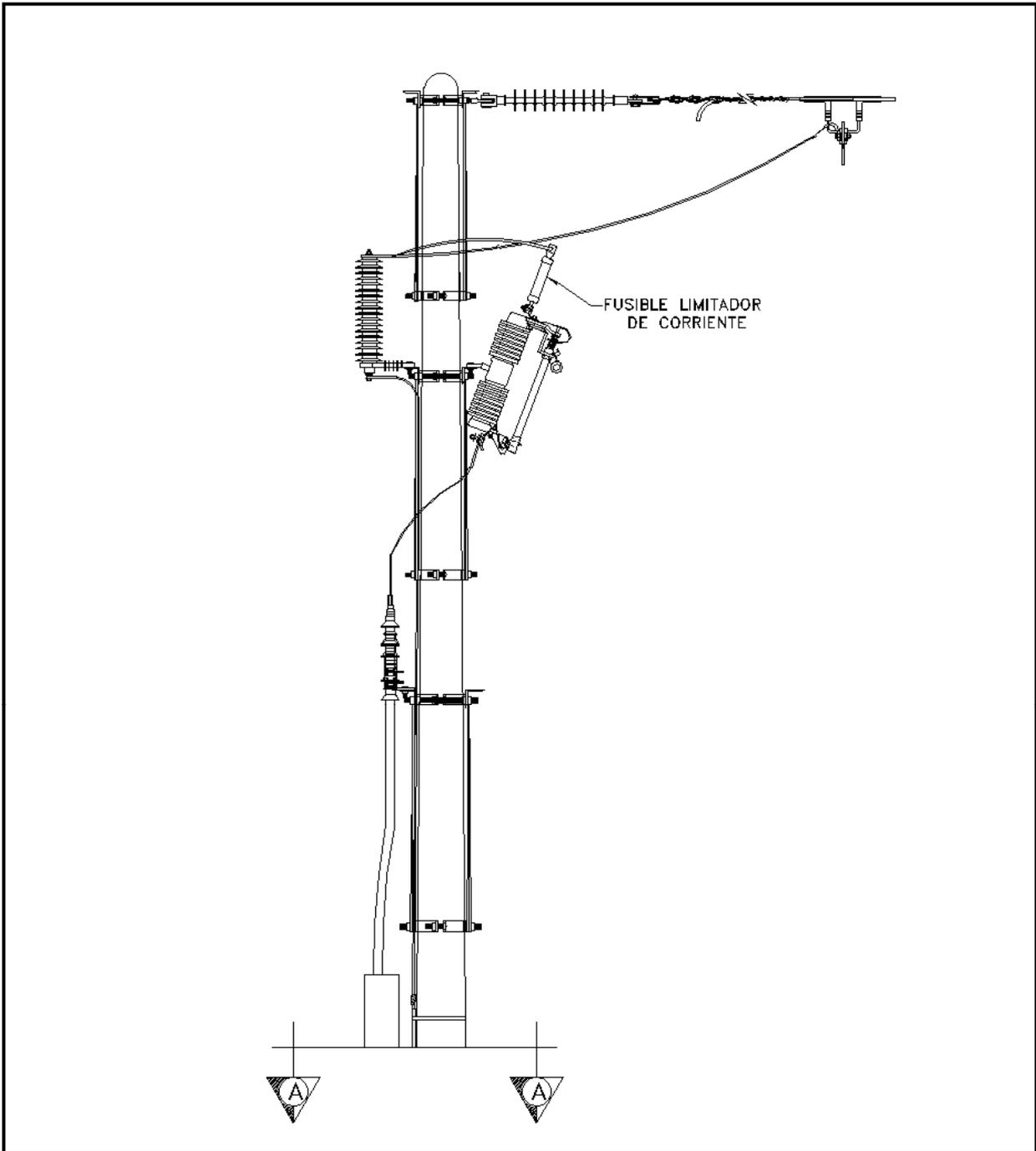
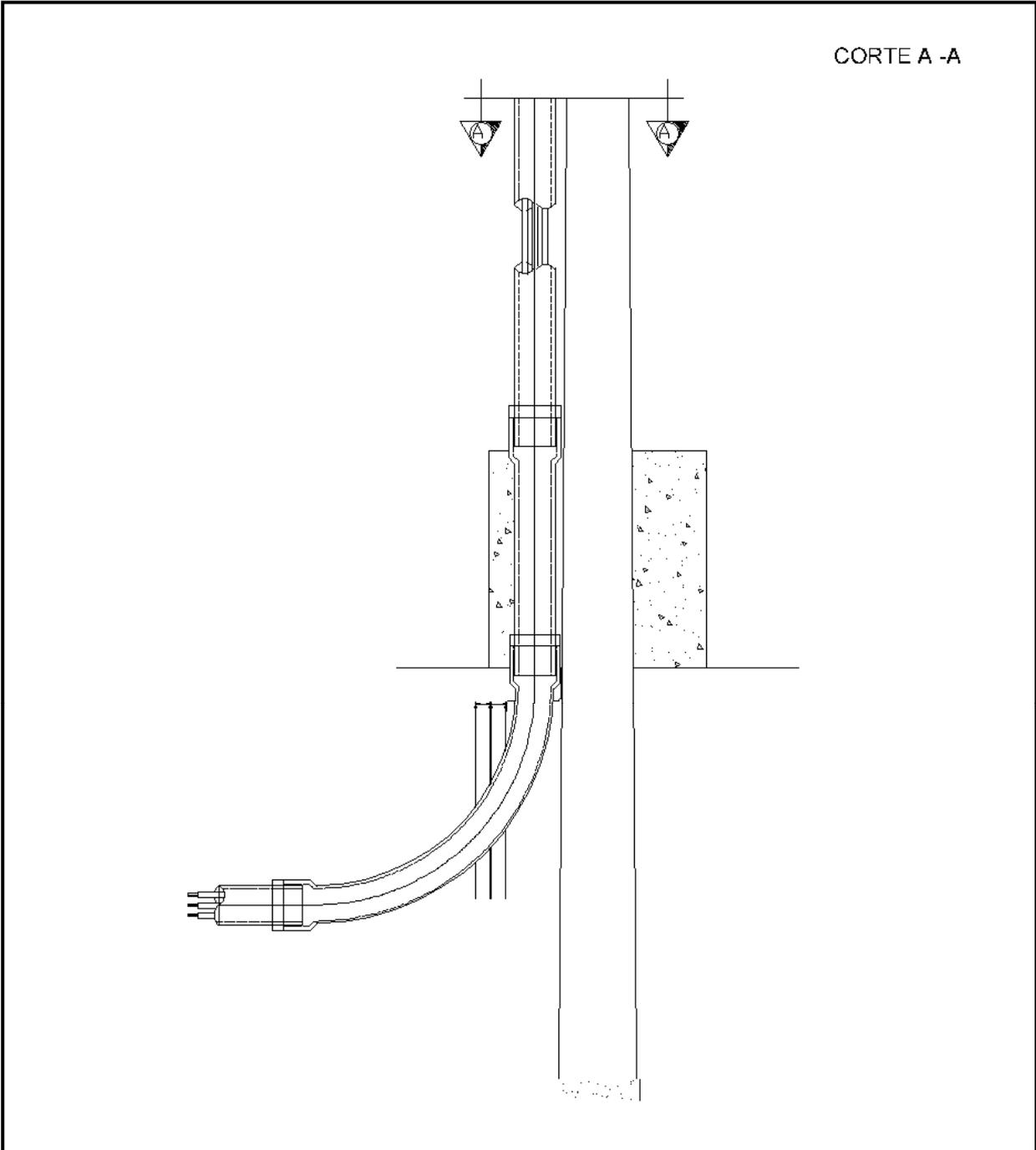


	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	AMTT - 1		ACOMETIDA DE MEDIA TENSION TRIFASICA		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006    ESCALAS: 1:25		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



CORTE A - A

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	AMTT - 1		ACOMETIDA DE MEDIA TENSION TRIFASICA		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006    ESCALAS: 1:25		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

XXXX

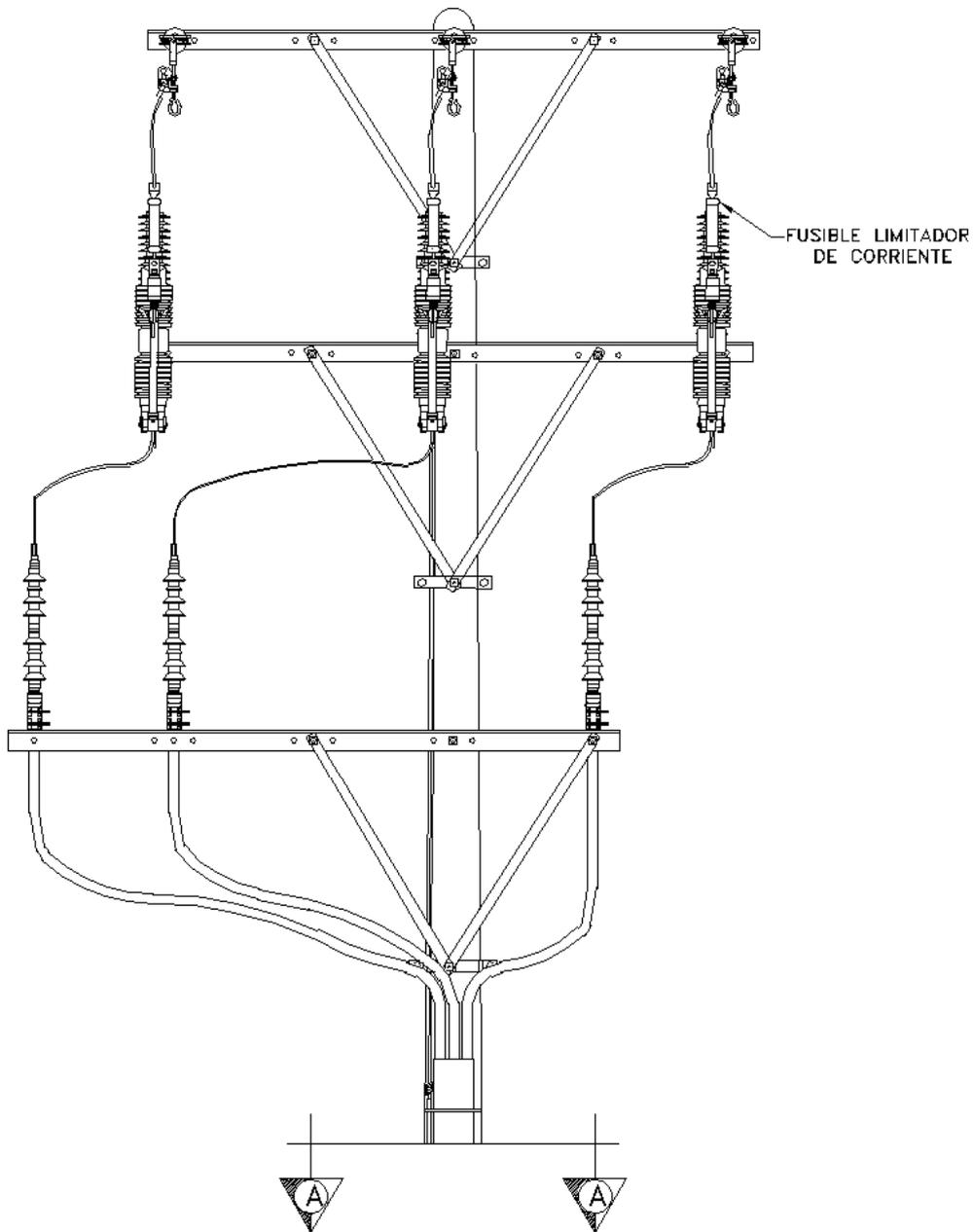


	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	AMTT - 2		ACOMETIDA DE MEDIA TENSION TRIFASICA		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:25
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

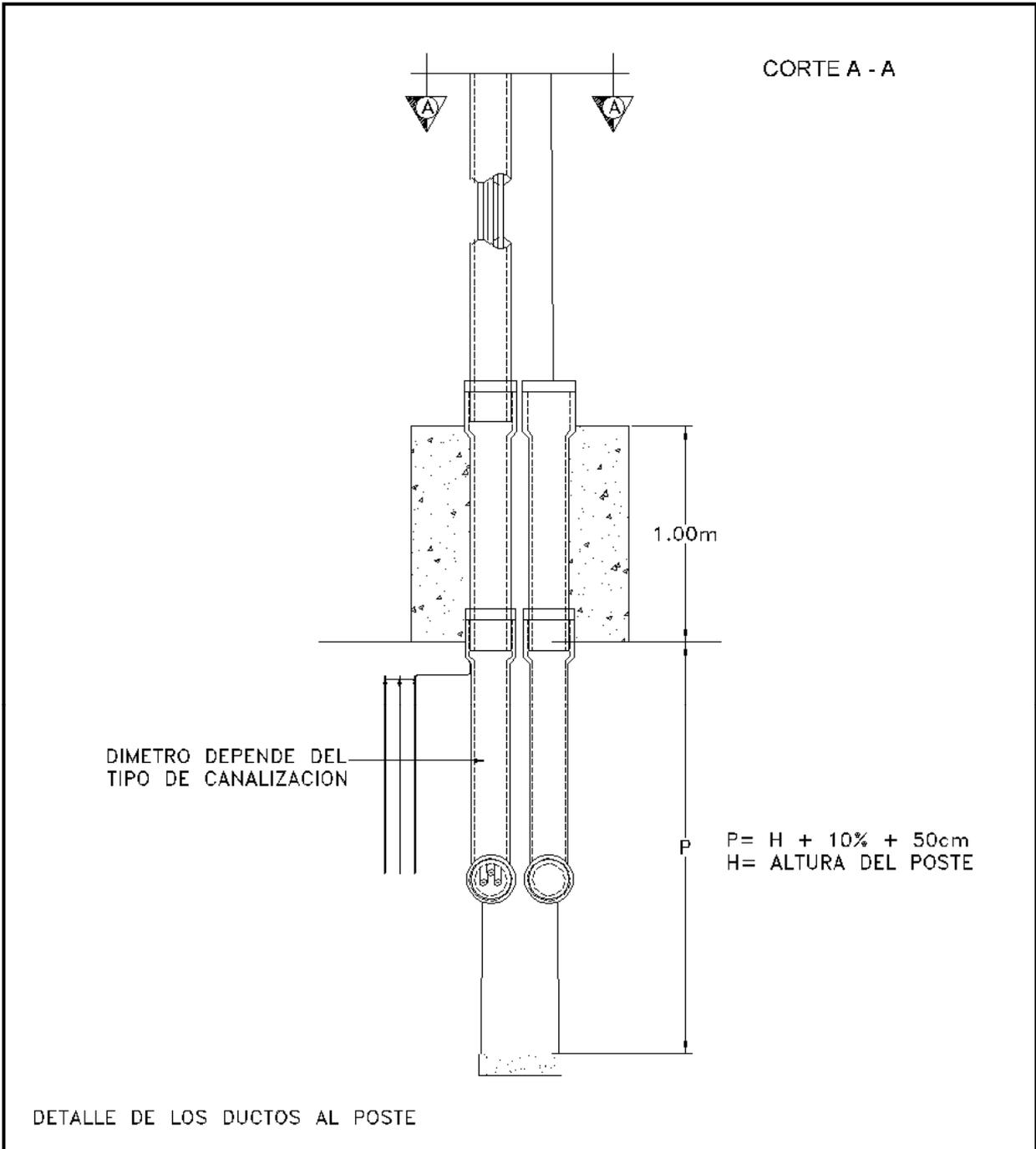
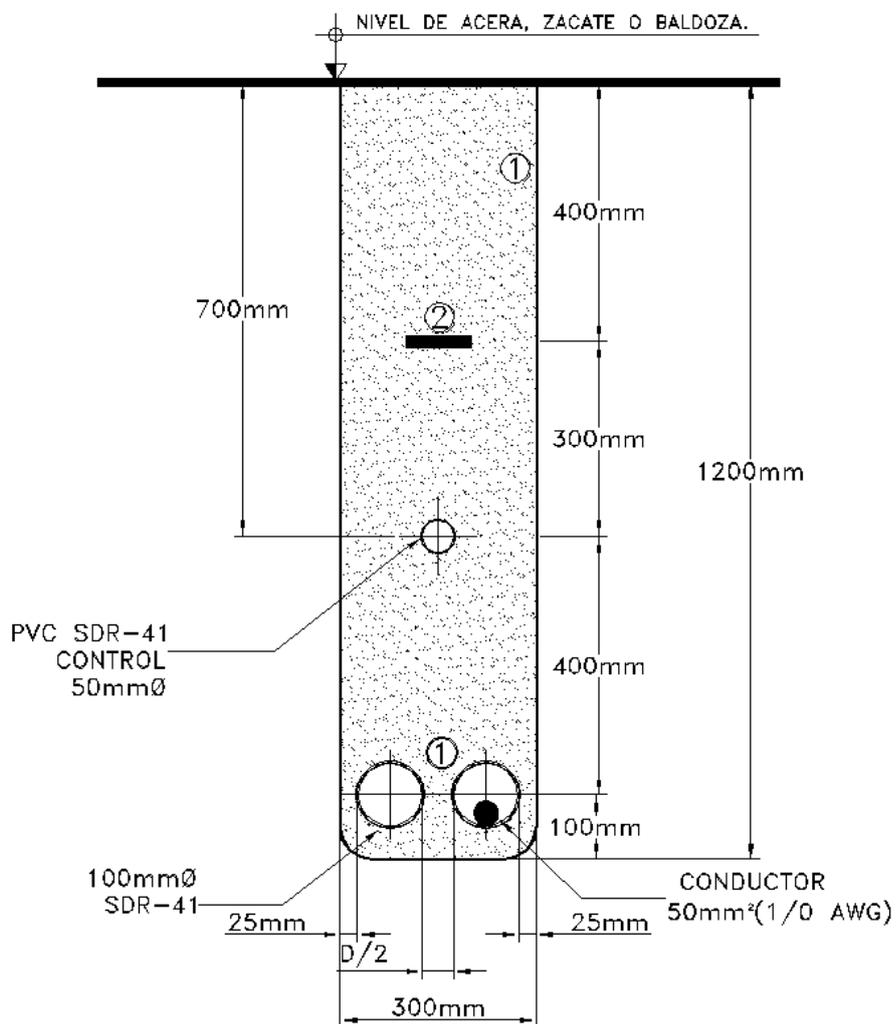


	FIGURA	NOMBRE	REVISO Y MODIFICO:				
	AMTT - 2	DETALLE ACOMETIDA DE MEDIA TENSION TRIF. Y MONOF.	COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
			APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
			FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:25		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

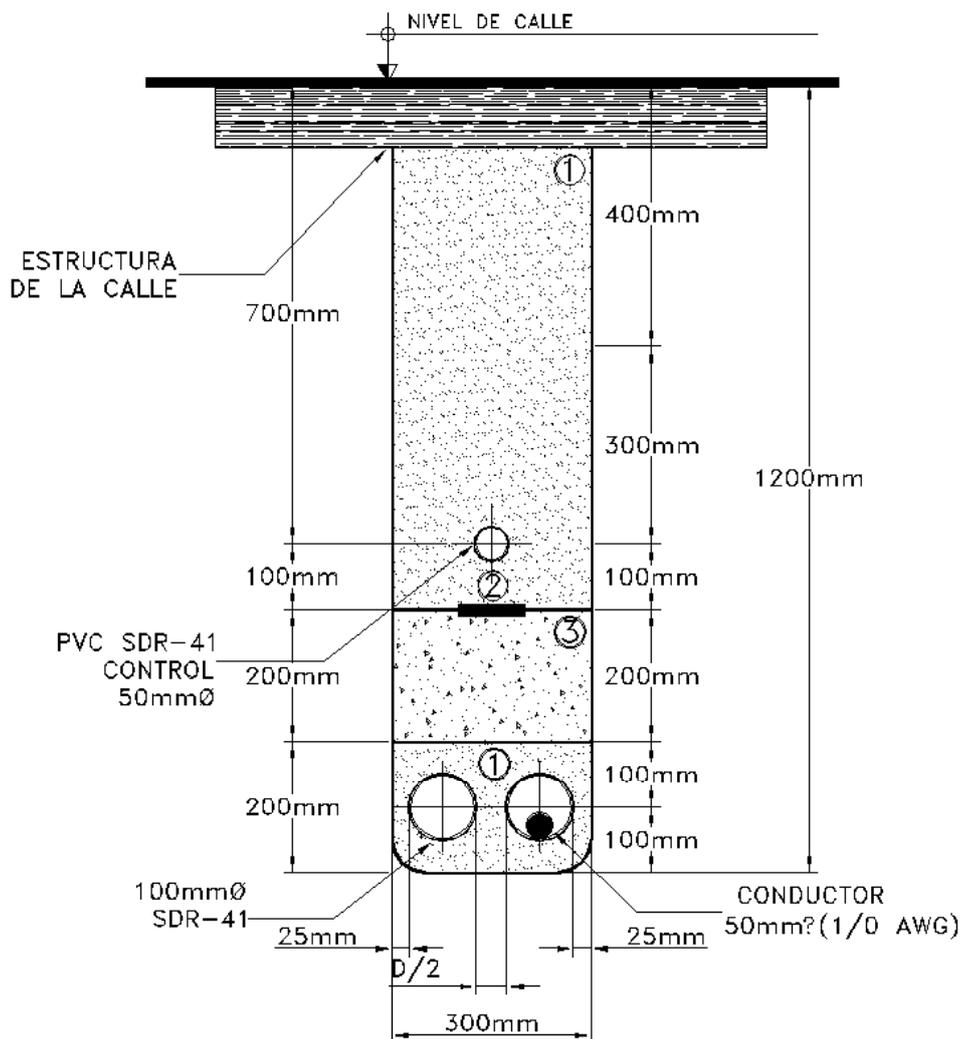


D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	CMTM-100-A		CANALIZACION MEDIA TENSION MONOFASICA (DUCTOS DE 100mmØ) EN LA ACERA O ZONAS VERDES		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006 ESCALAS: 1:20		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



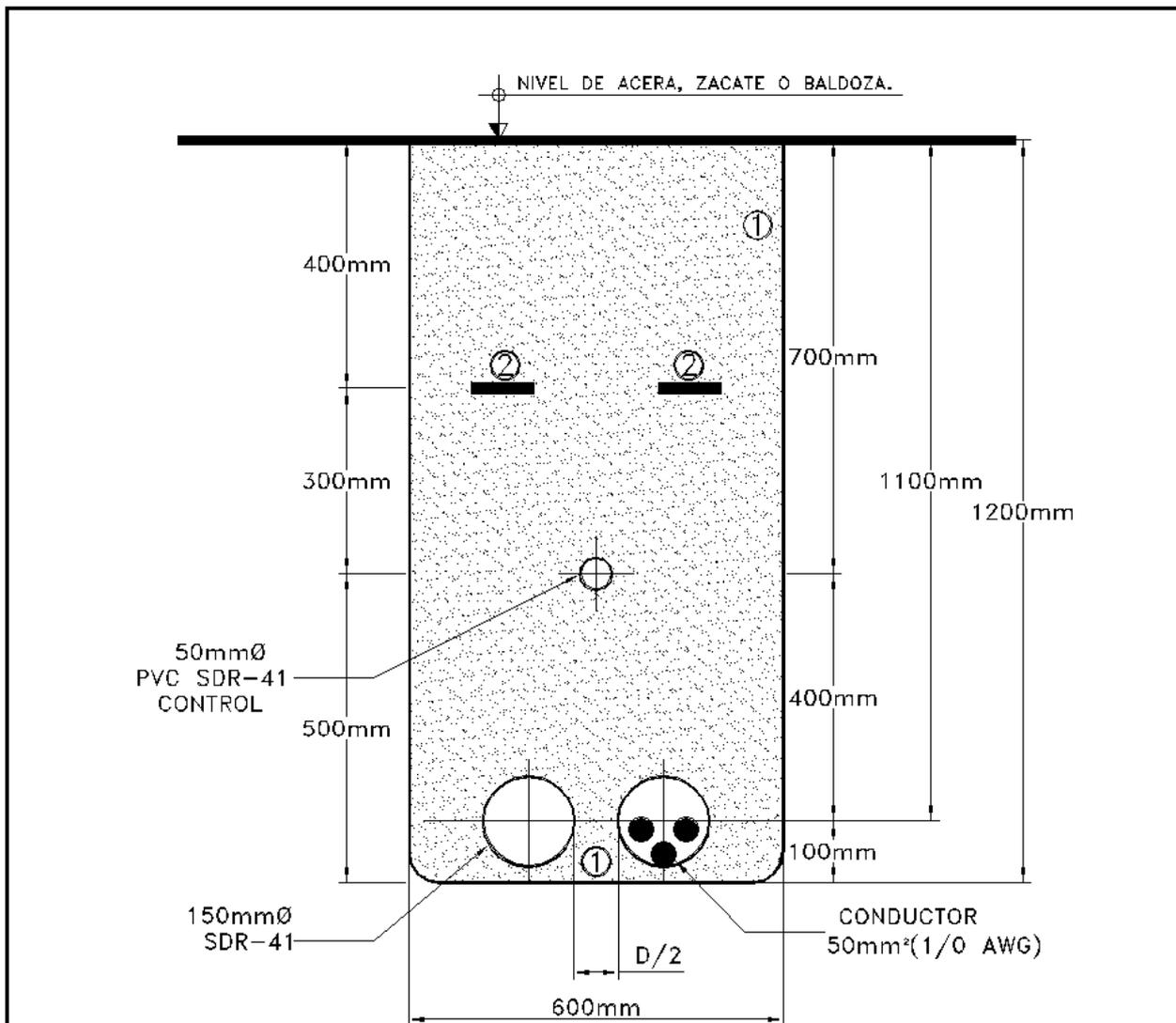
① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

③ TOBACEMENTO 105Kg/cm<sup>2</sup>

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	CMTM-100-C	CANALIZACION MEDIA TENSION MONOFASICA (DUCTOS DE 100mmØ) EN LA CALLE			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

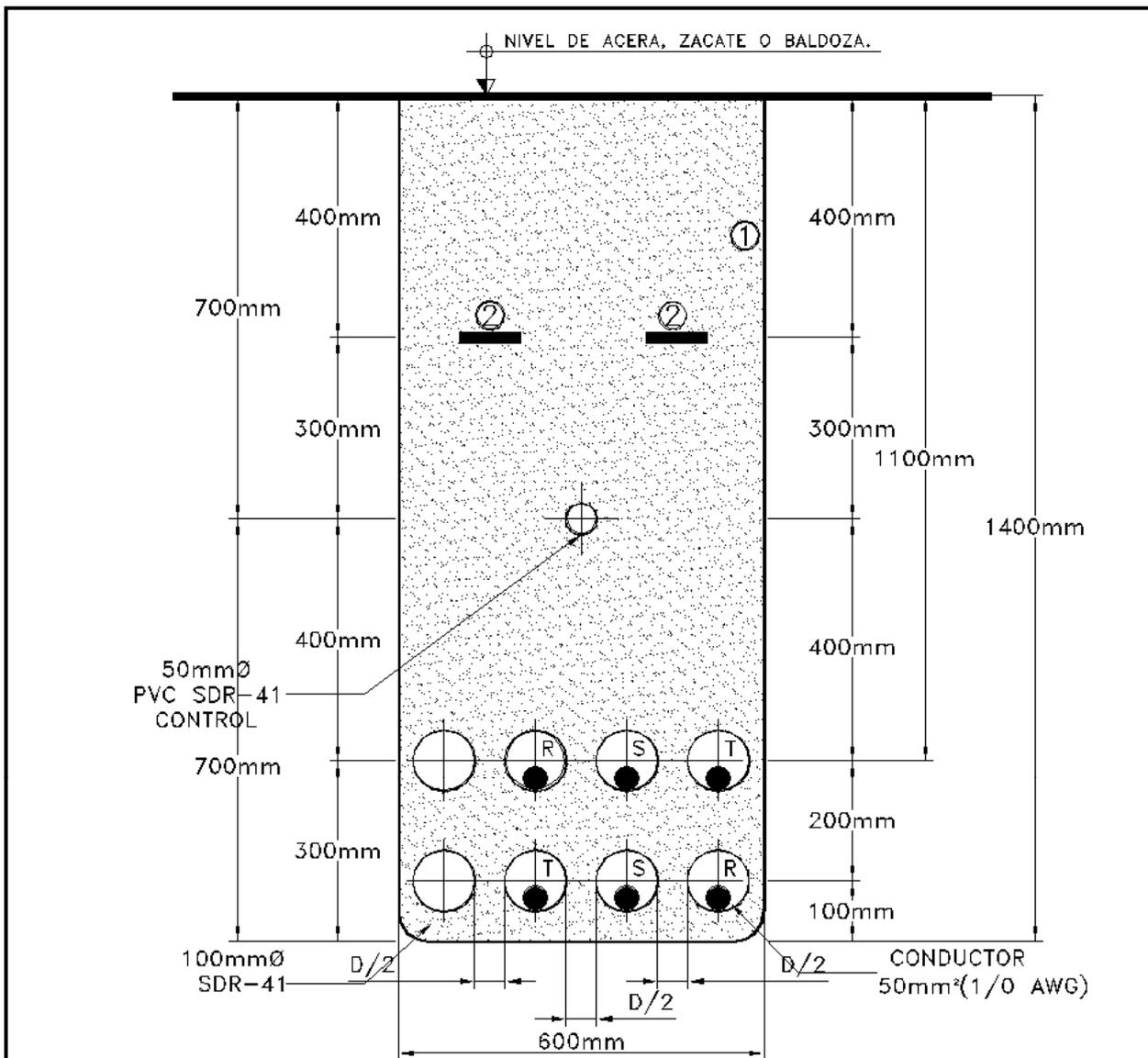


D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

- ① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.
- ② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	CMTT-150-A	<b>CANALIZACION MEDIA TENSION TRIFASICA</b> PARA DISTANCIAS NO MAYORES DE 30M (DUCTOS DE 150mmØ) EN ACERAS O ZONAS VERDES			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)





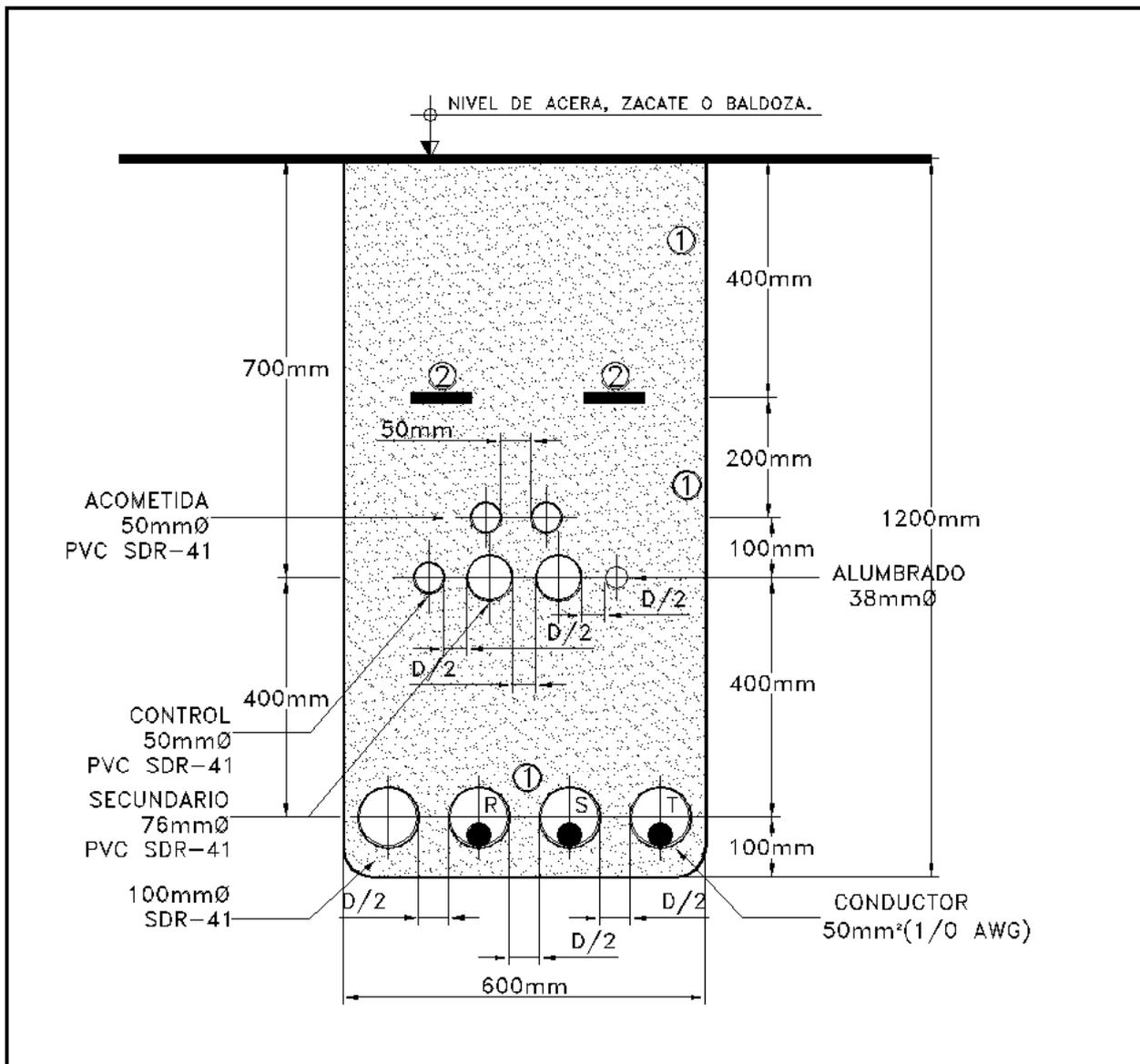
D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	CMTT-DC-100-A	CANALIZACION MEDIA TENSION TRIFASICA CON DOBLE CIRCUITO (DUCTOS DE 100mmØ) EN LA ACERA O ZONAS VERDES			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



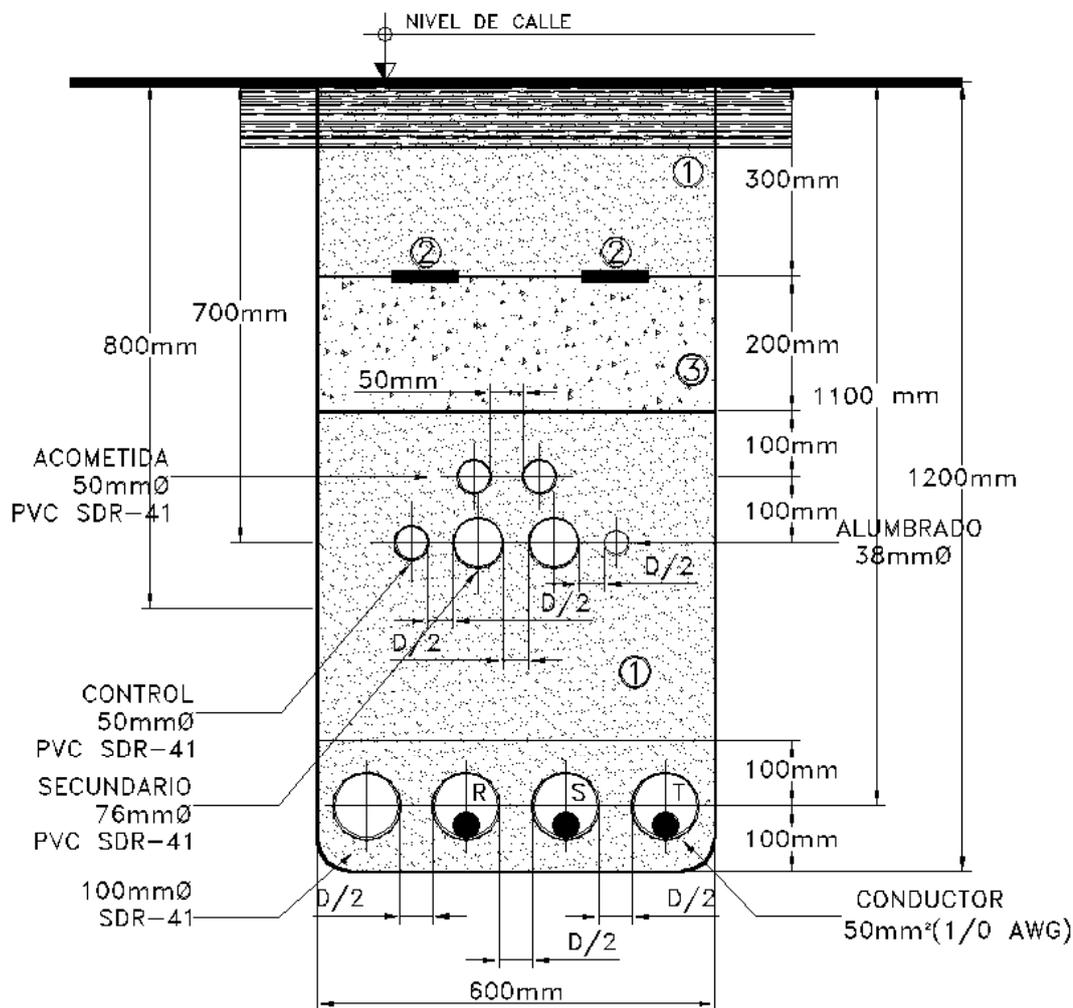


D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:	
	CMTT-S-100-A	CANALIZACION MEDIA TENSION TRIFASICA Y SECUNDARIA (COINCIDENTE) (DUCTOS DE 100mmØ) EN LA ACERA O ZONAS VERDES				COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



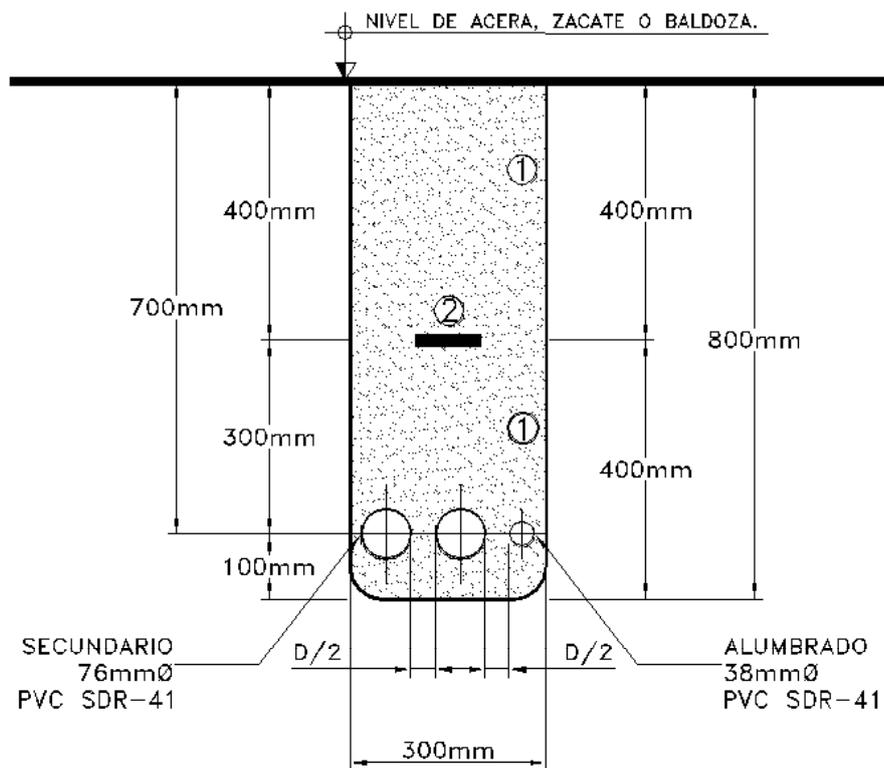
① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

◎ TOBACEMENTO 105Kg/cm<sup>2</sup>

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:	
	CMTT-S-100-C	CANALIZACION MEDIA TENSION TRIFASICA Y SECUNDARIA (COINCIDENTE) (DUCTOS DE 100mmØ) EN LA CALLE				COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

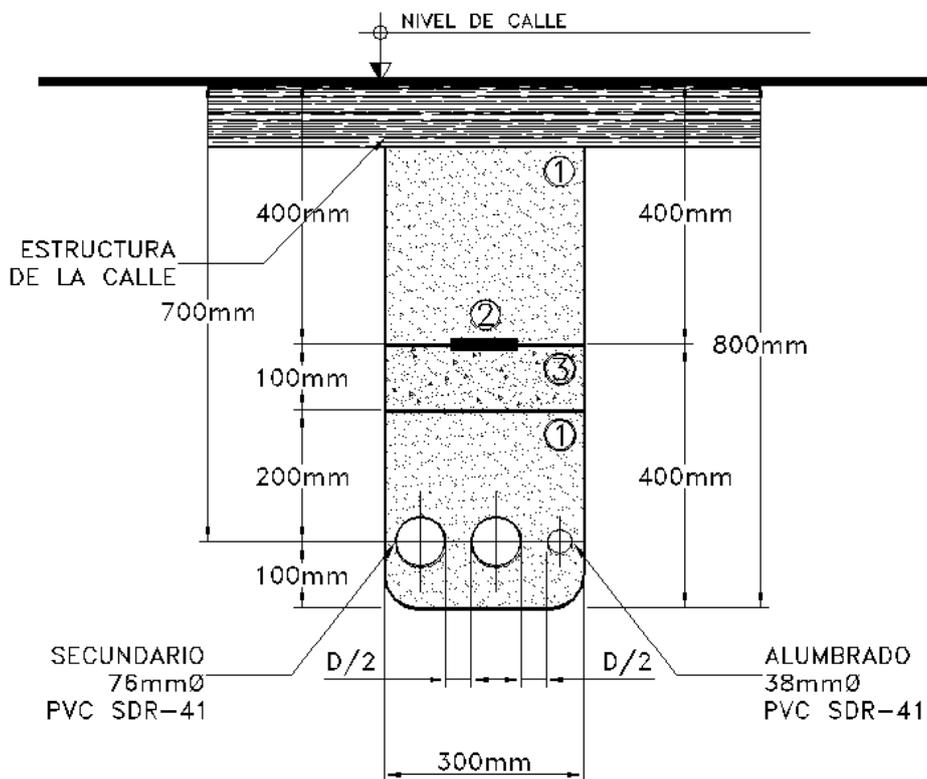


D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	CBT-AP-A		CANALIZACION BAJA TENSION ALUMB. PUBLICO (COINCIDENTE) EN LA ACERA O ZONAS VERDES		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006    ESCALAS: 1:20		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



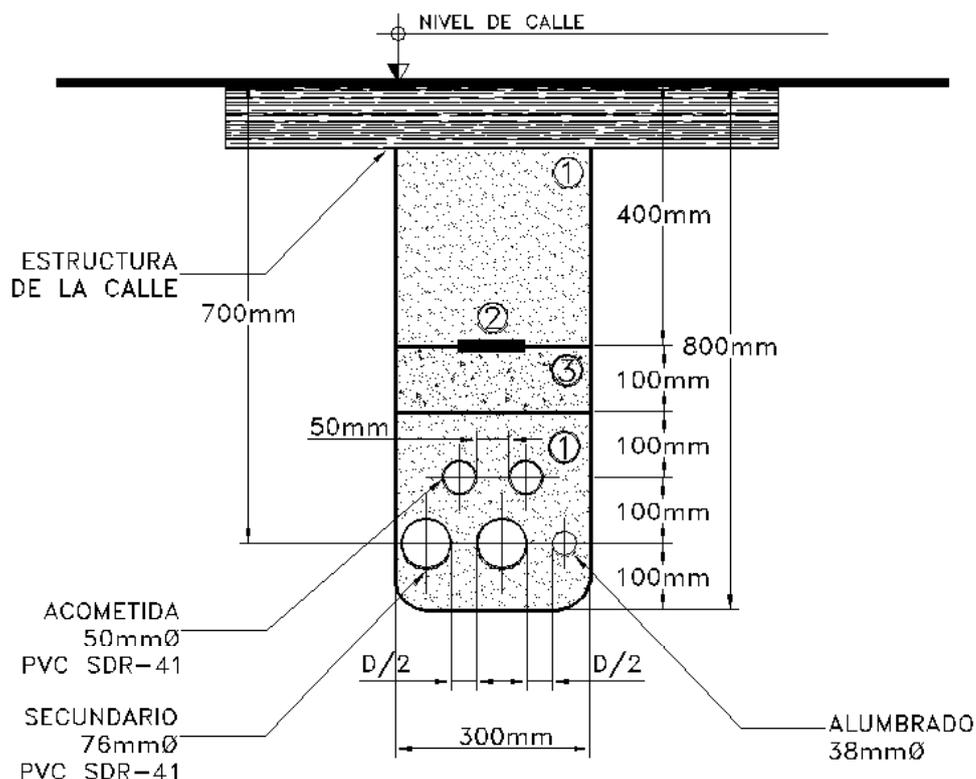
① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

③ TOBACEMIENTO 105Kg/cm<sup>2</sup>

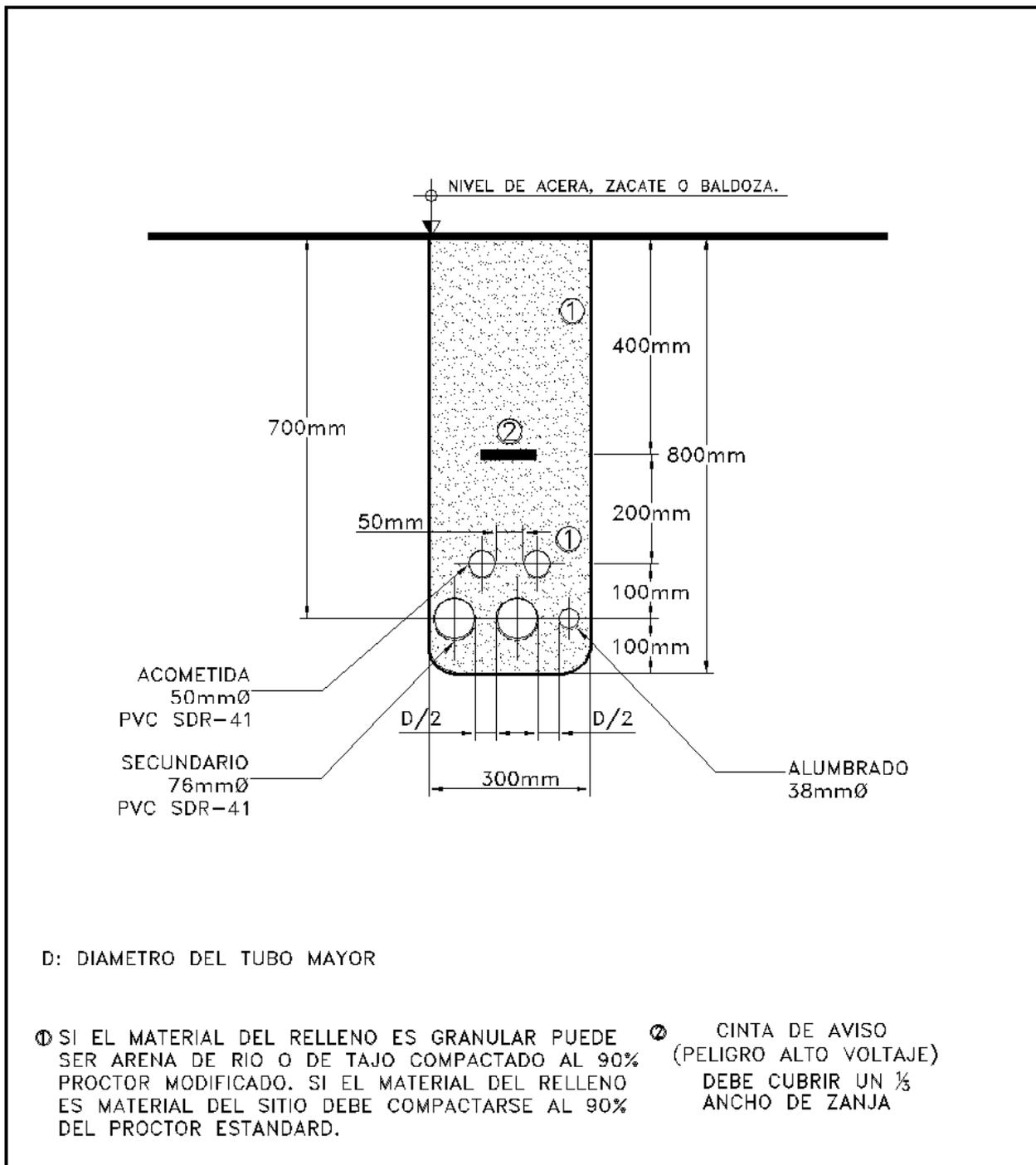
D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:	
	CBT-AP-C	CANALIZACION BAJA TENSION ALUMB. PUBLICO ( COINCIDENTE) EN LA CALLE				COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



- ① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.
  - ② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA
  - ③ TOBACEMENTO 105Kg/cm<sup>2</sup>
- D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	CBT-AP ACO-C	CANALIZACION BAJA TENSION ALUMB. PUBLICO Y ACOMETIDA (COINCIDENTE) EN LA CALLE			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)



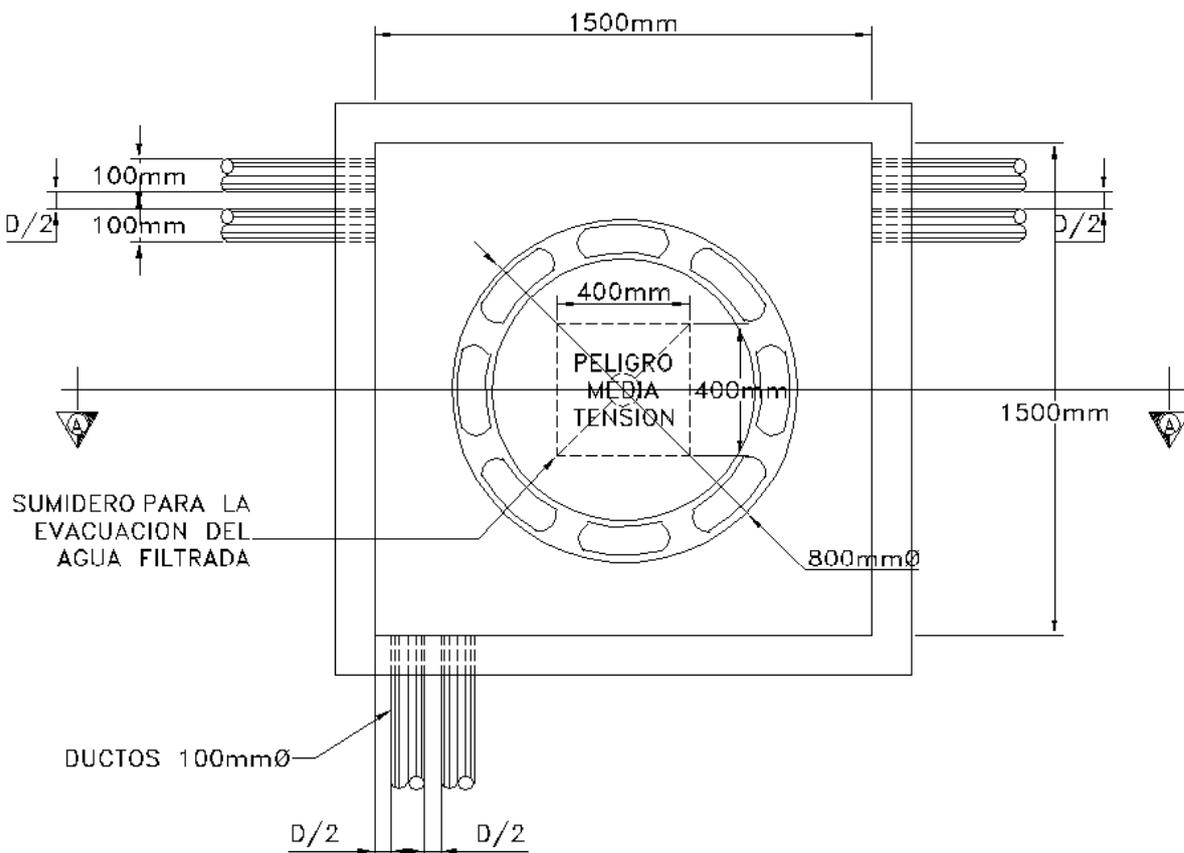
D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

- ① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.
- ② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	CBT-AP ACO-A		CANALIZACION BAJA TENSION ALUMB. PUBLICO Y ACOMETIDA (COINCIDENTE) EN LA ACERA O ZONA VERDE		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE PARED = 0.12m.



**NOTAS:**

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

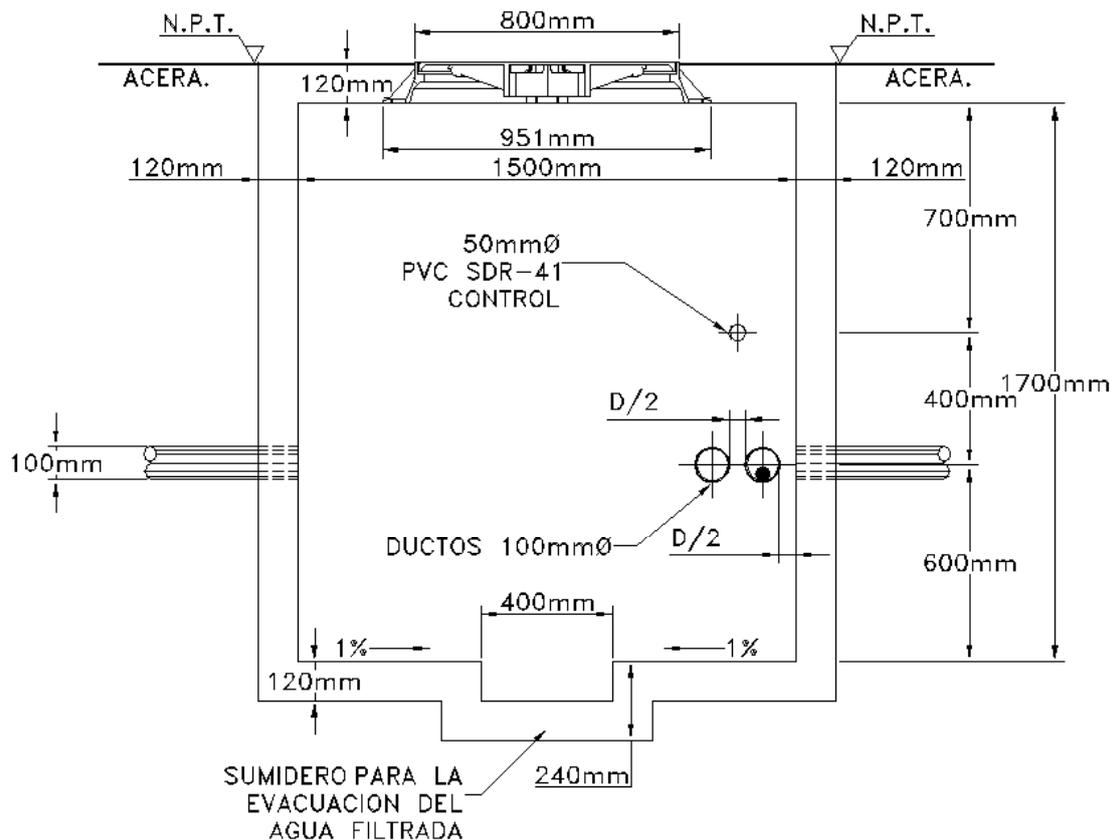
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8”), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:	
	RMTM-100	CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION MONOF. PARA CABLE 50mm <sup>2</sup> (1/0 AWG)			COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
	LAMINA: 1/2				APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
					FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) (7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

**CORTE A-A**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



**NOTAS:**

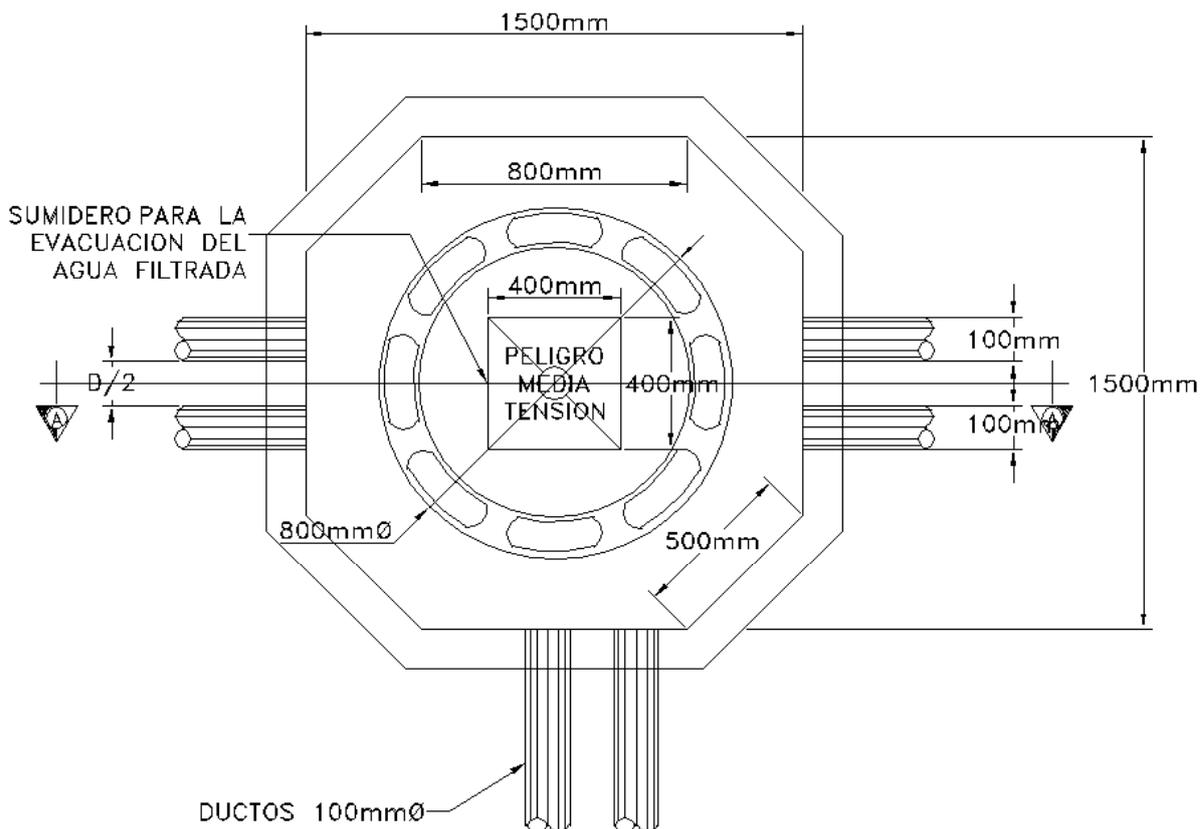
D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8”), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	RMTM-100		CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION MONOF. PARA CABLE 50mm <sup>2</sup> (1/0 AWG)		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
	LAMINA: 2/2				APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006 ESCALAS: 1:20		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE PARED = 0.12m.



D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

**NOTAS:**

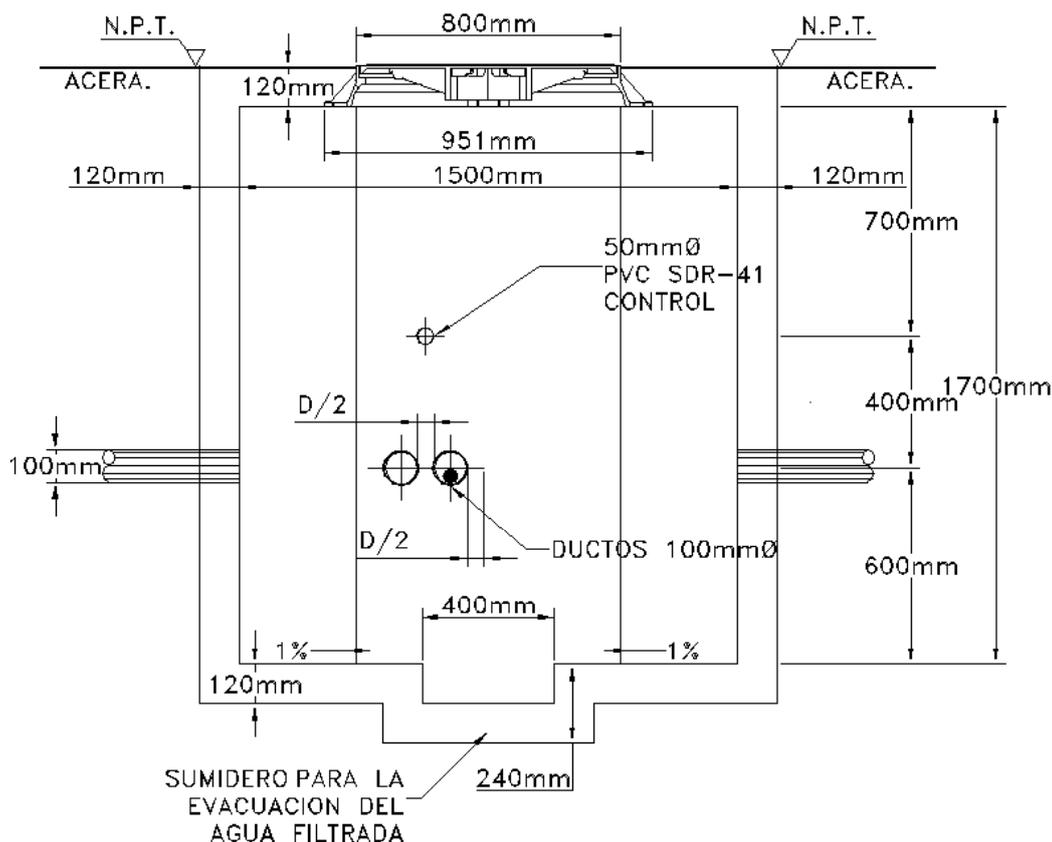
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA		NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:	
	RMTM OC-100		CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL MEDIA TENSION MONOFASICA (DUCTOS DE 100mmØ)			COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
	LAMINA 1/2					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
	FECHA REVISION:		FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:20		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	

**DIMENSIONES INTERNAS:**

**CORTE A-A**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



**NOTAS:**

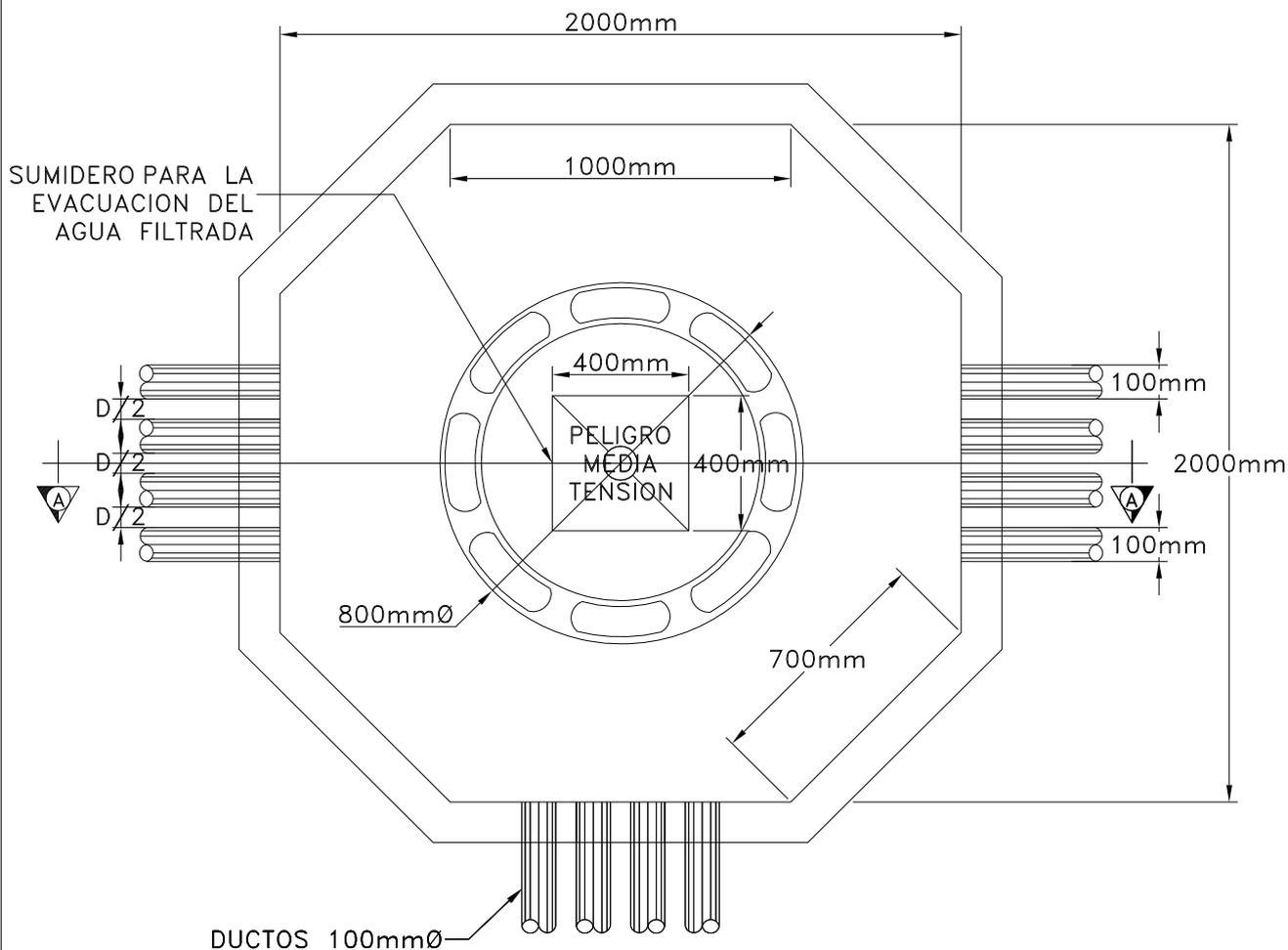
D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	RMTM OC-100	CAJA DE REGISTRO OPCIONAL MEDIA TENSION MONOFASICA (DUCTOS DE 100mmØ)			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
	LAMINA 2/2				APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
	FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
					FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20	

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 2.00m.
2. ANCHO = 2.00m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.012m.



**NOTAS:**

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

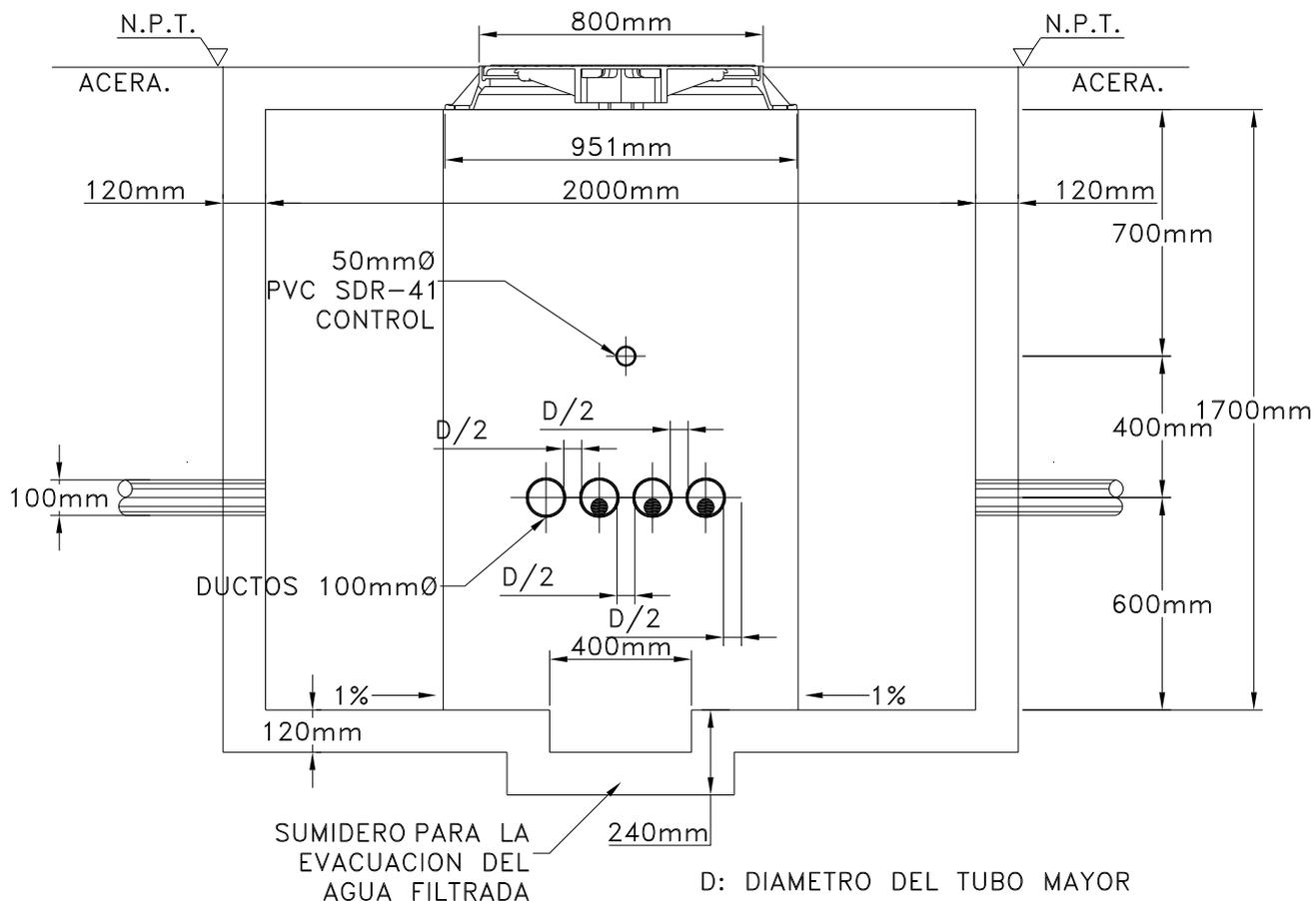
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8”), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LO DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO

	FIGURA		NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:	
	RM TT OC-100		CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 100mmØ)			COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
	LAMINA: 1/2					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						FECHA: AGOSTO 2006 ESCALAS: 1:20	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

**CORTE A-A**

1. LARGO = 2.00m.
2. ANCHO = 2.00m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE PARED = 0.012m.



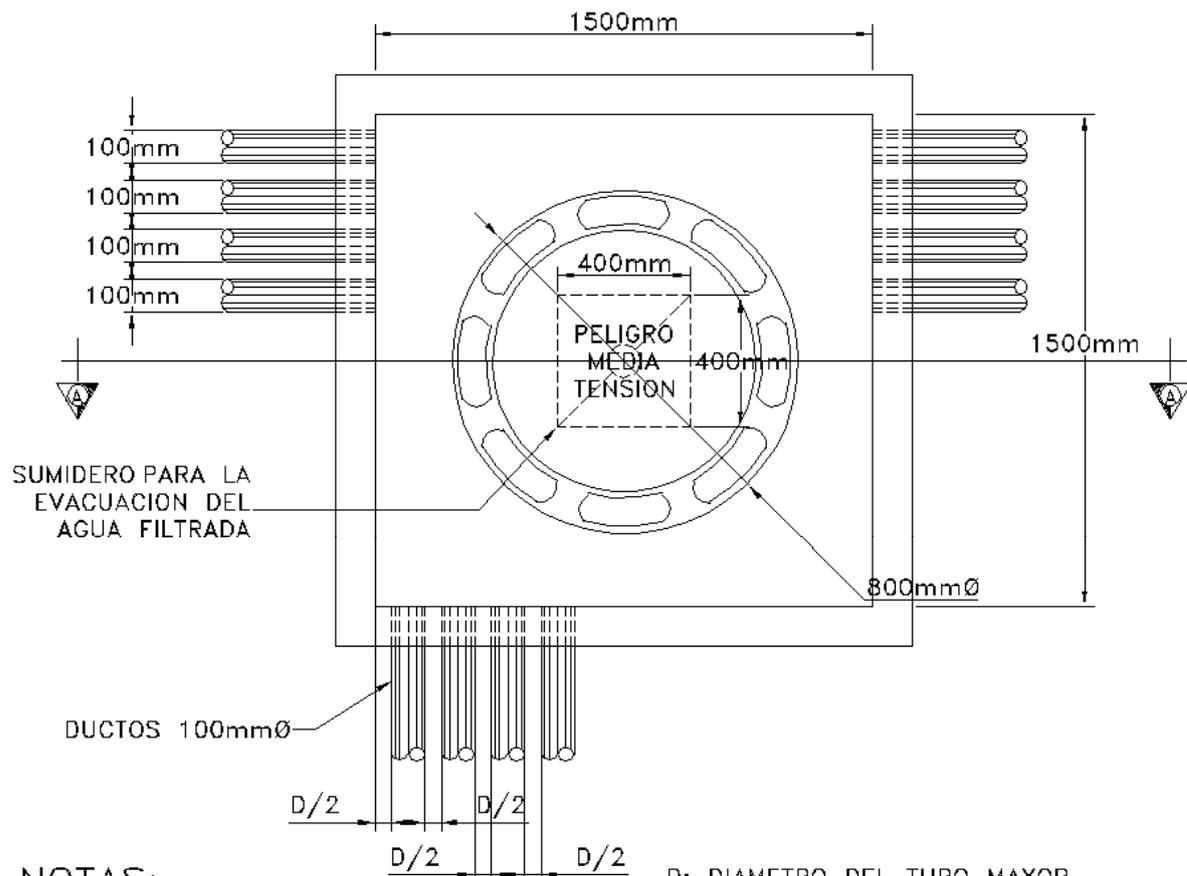
**NOTAS:**

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8”), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA	NOMBRE	REVISO Y MODIFICO:				
	RM TT OC-100	CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 100mmØ)	COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
	LAMINA: 2/2		APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
			FECHA: AGOSTO 2006 ESCALAS: 1:20				
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



**NOTAS:**

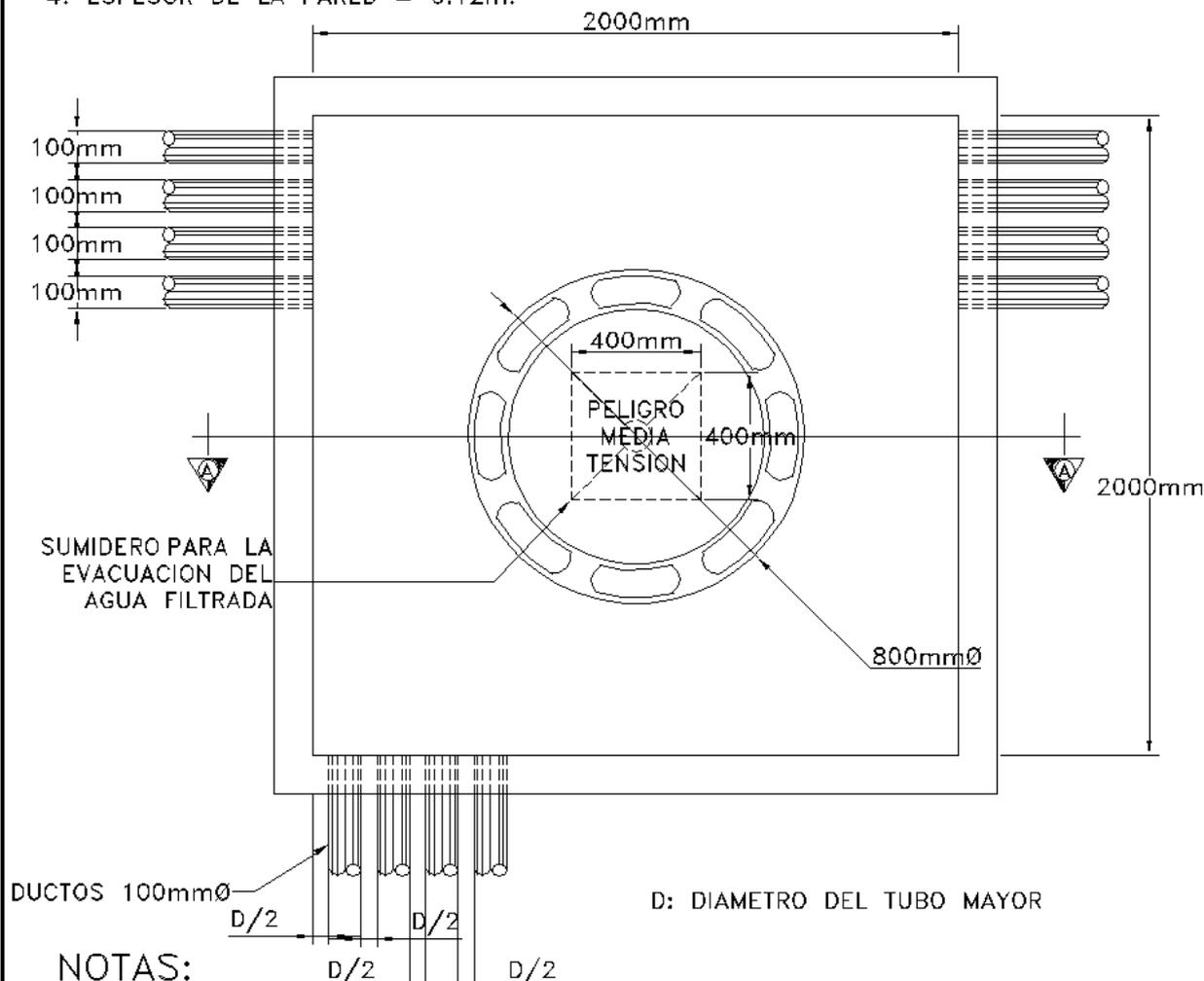
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:	
	RMTT-100	CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIF. PARA CABLE 50mm <sup>2</sup> (1/0 AWG)				COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
	LAMINA: 1/2					FECHA: AGOSTO 2008	ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 2.00m.
2. ANCHO = 2.00m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



**NOTAS:**

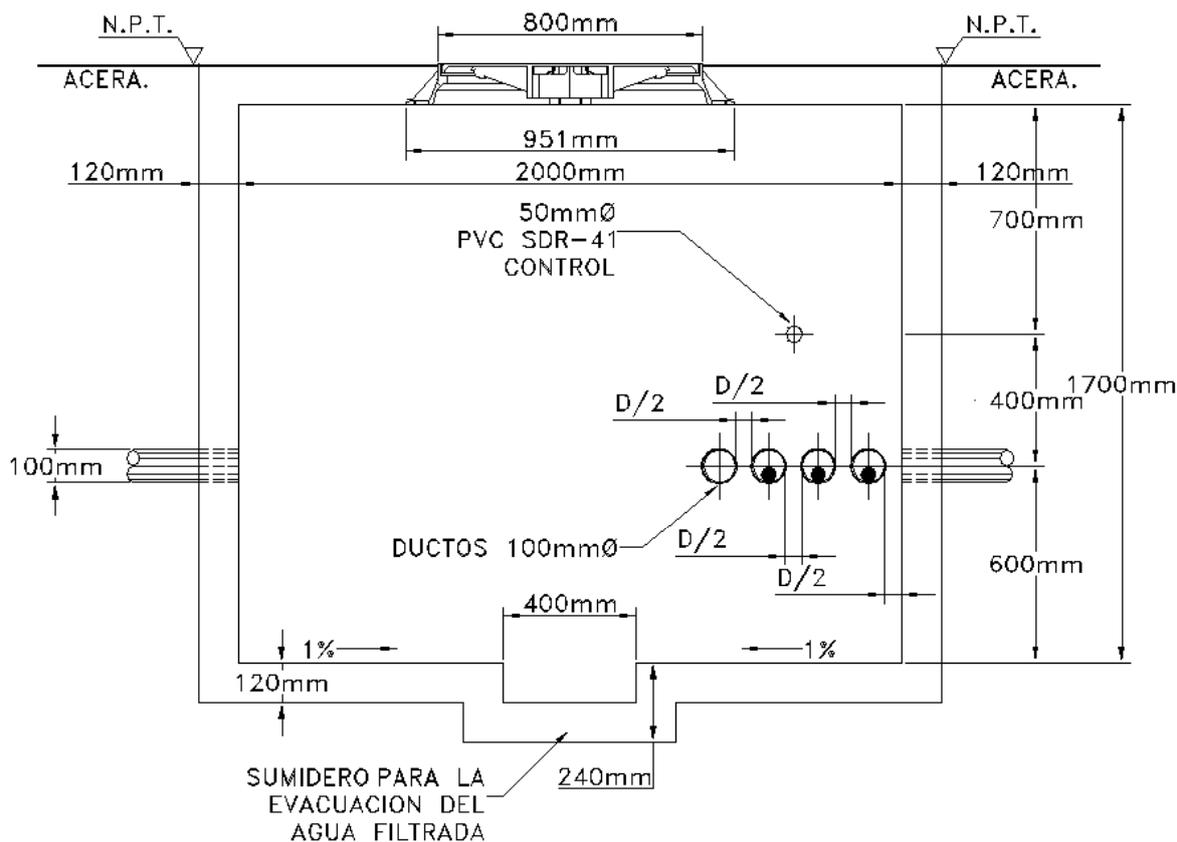
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	RM-TT-240-100		CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA PARA CABLE 120 Y 240mm <sup>2</sup> (DUCTOS DE 100mmØ)		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
	LAMINA: 1/2				APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2008 ESCALAS: 1:20		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

**CORTE A-A**

1. LARGO = 2.00m.
2. ANCHO = 2.00m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



**NOTAS:**

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.



FIGURA  
RMTT-240-100  
LAMINA: 2/2

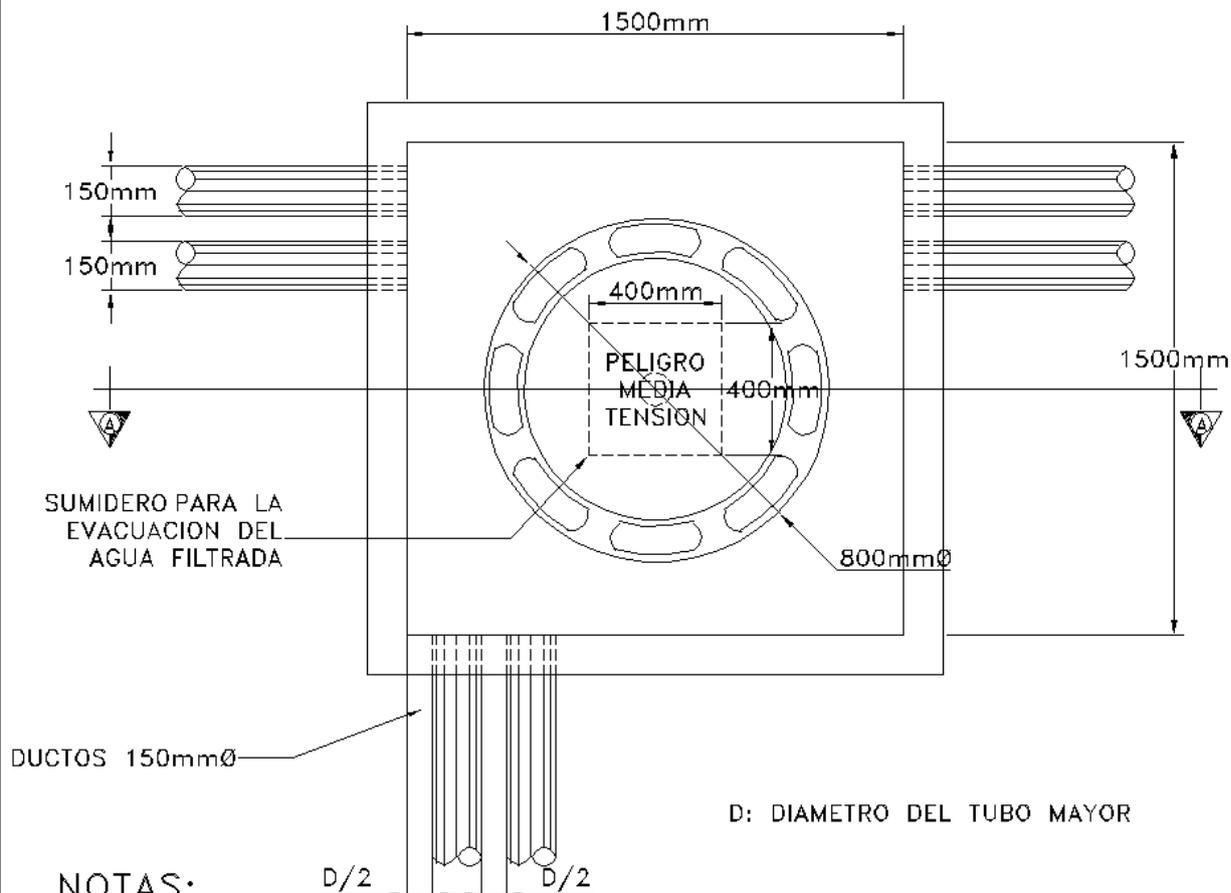
NOMBRE  
**CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA PARA CABLE 120 Y 240mm<sup>2</sup> (DUCTOS DE 100mmØ)**

REVISO Y MODIFICO:  
COMISION ICE - CIEMI - CNFL  
APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL  
FECHA: AGOSTO 2008 ESCALAS: 1:20

FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

**NOTAS:**

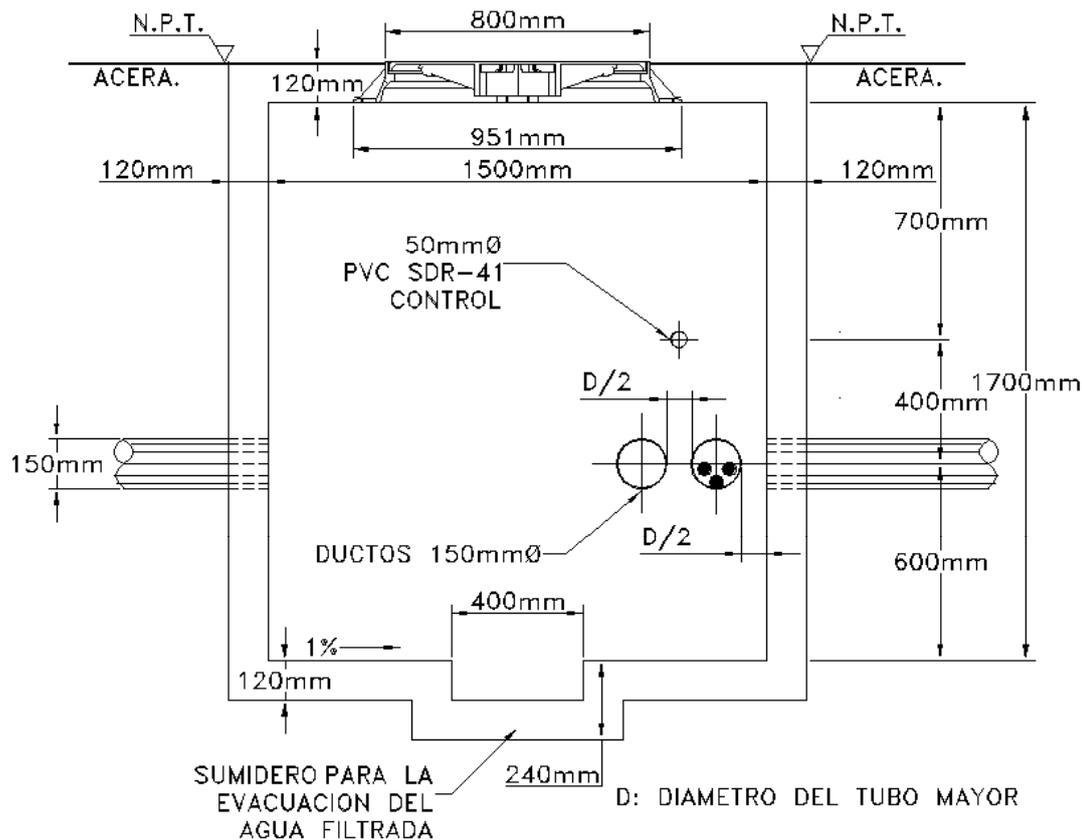
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR  
EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.
- ESTA CAJA DE REGISTRO SE UTILIZARAN PARA DISTANCIAS NO MAYORES A 30m.

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:	
	RMTT-150	CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 150mmØ)				COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
	LAMINA: 1/2					FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

**CORTE A-A**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE PARED = 0.12m.



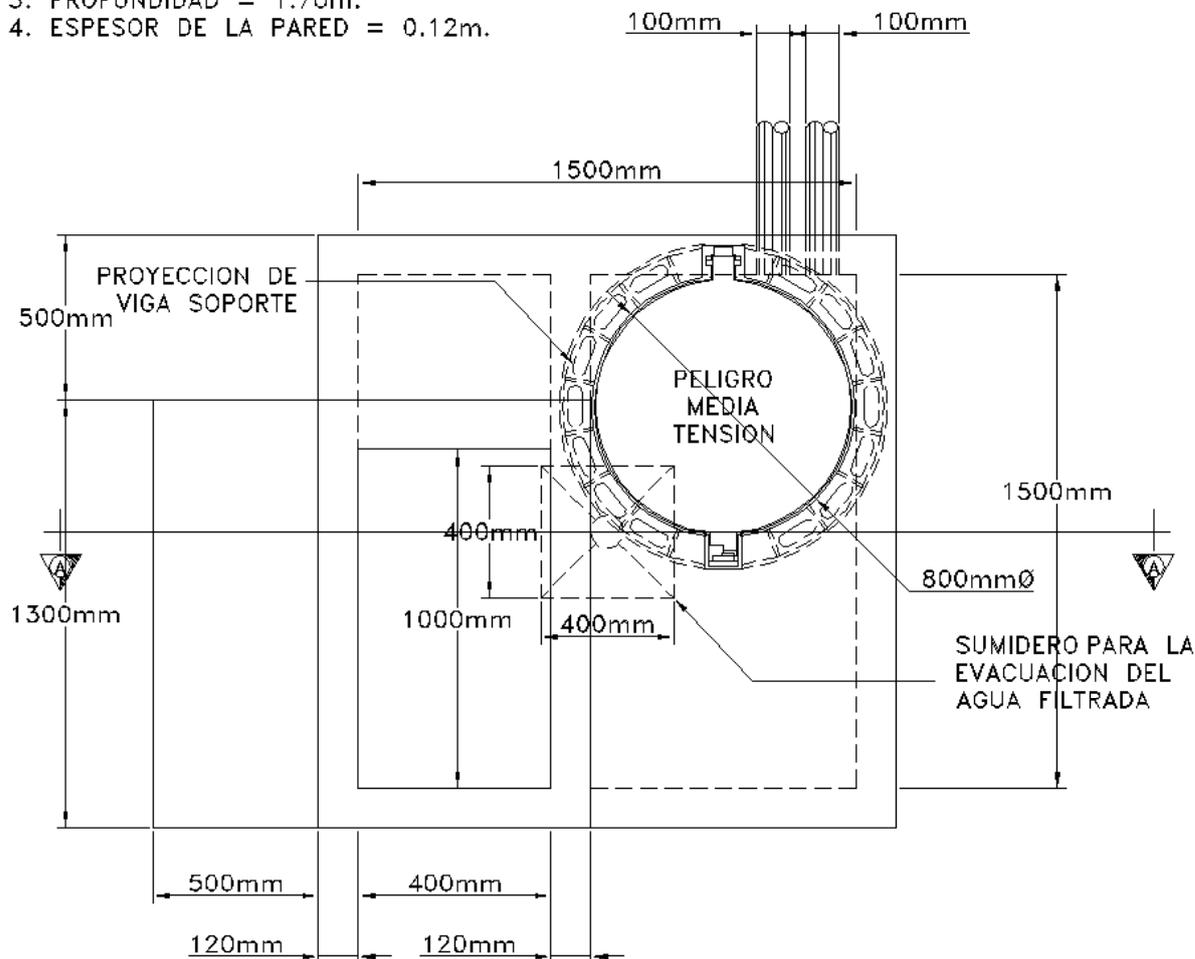
**NOTAS:**

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR  
EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.
- ESTA CAJA DE REGISTRO SE UTILIZARAN PARA DISTANCIAS NO MAYORES A 30m.

	FIGURA		NOMBRE		REVISO Y MODIFICO:		
	RMTT-150		CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 150mmØ)		COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
	LAMINA: 2/2				APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
	FECHA REVISION:				FECHA: AGOSTO 2008 ESCALAS: 1:20		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



**NOTAS:**

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR F'C = 210KG/CM<sup>2</sup>, CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ÉSTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.



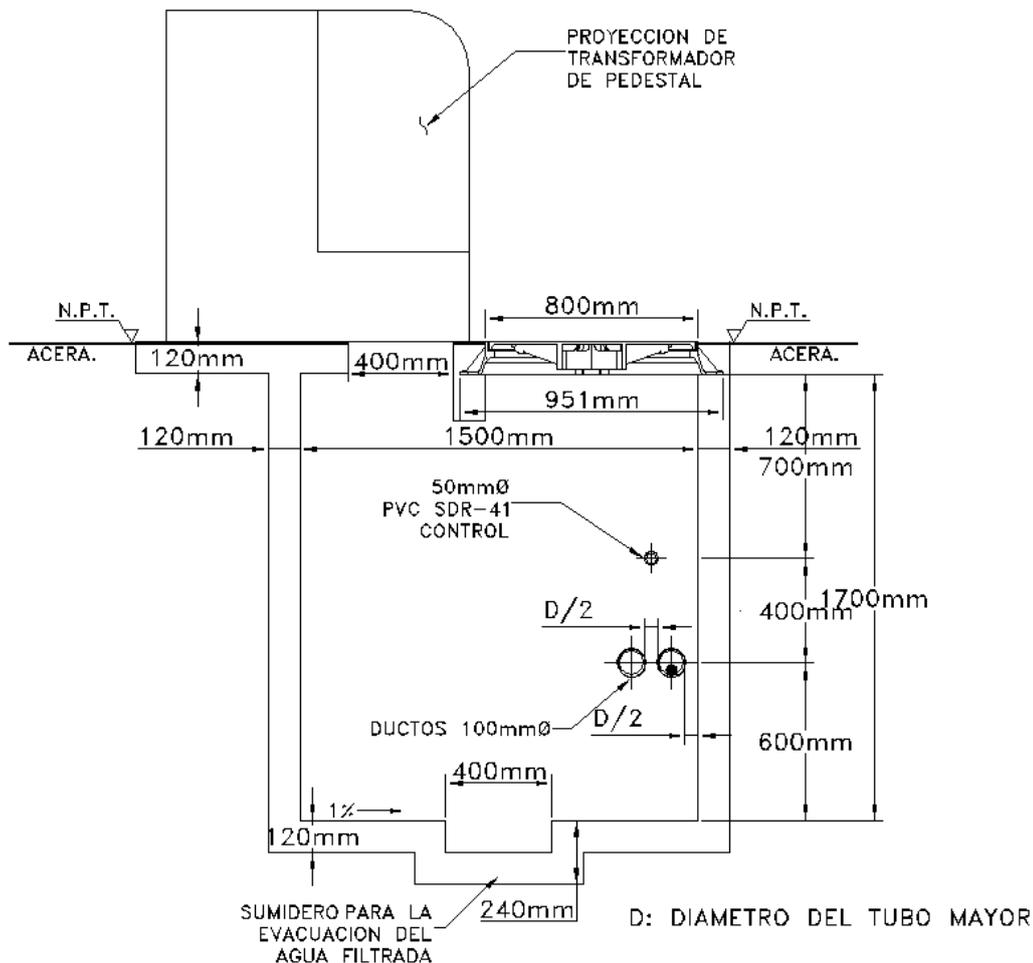
FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:		
FTPM-100	FOSO PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100mmØ)				COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
LAMINA: 1/2					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:20

FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**DIMENSIONES INTERNAS:**

**CORTE A-A**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



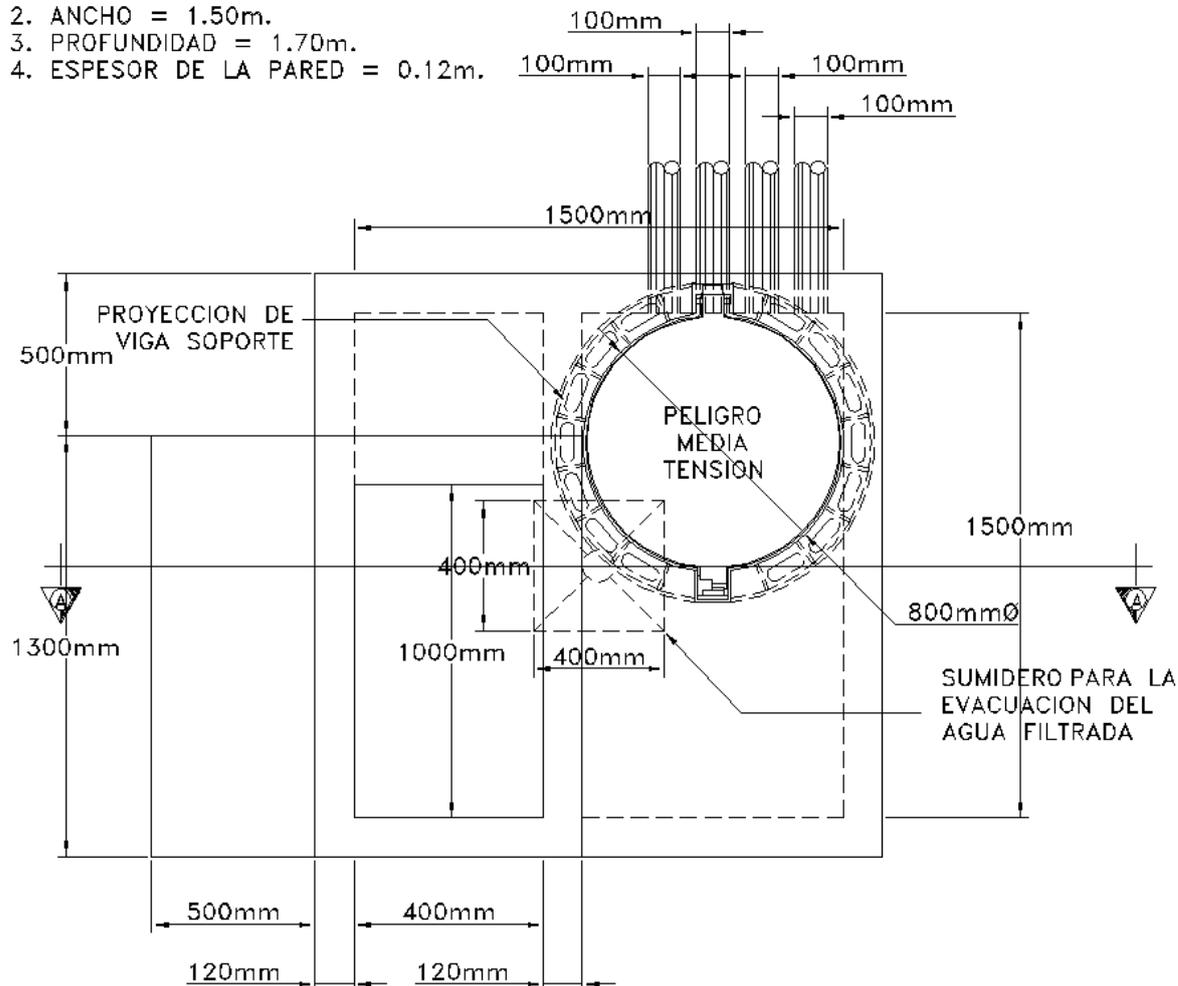
**NOTAS:**

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR F'C = 210KG/CM<sup>2</sup>, CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ÉSTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:	
	FTPM-100	FOSO PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100mmØ)				COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
	LAMINA: 2/2					FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



**NOTAS:**

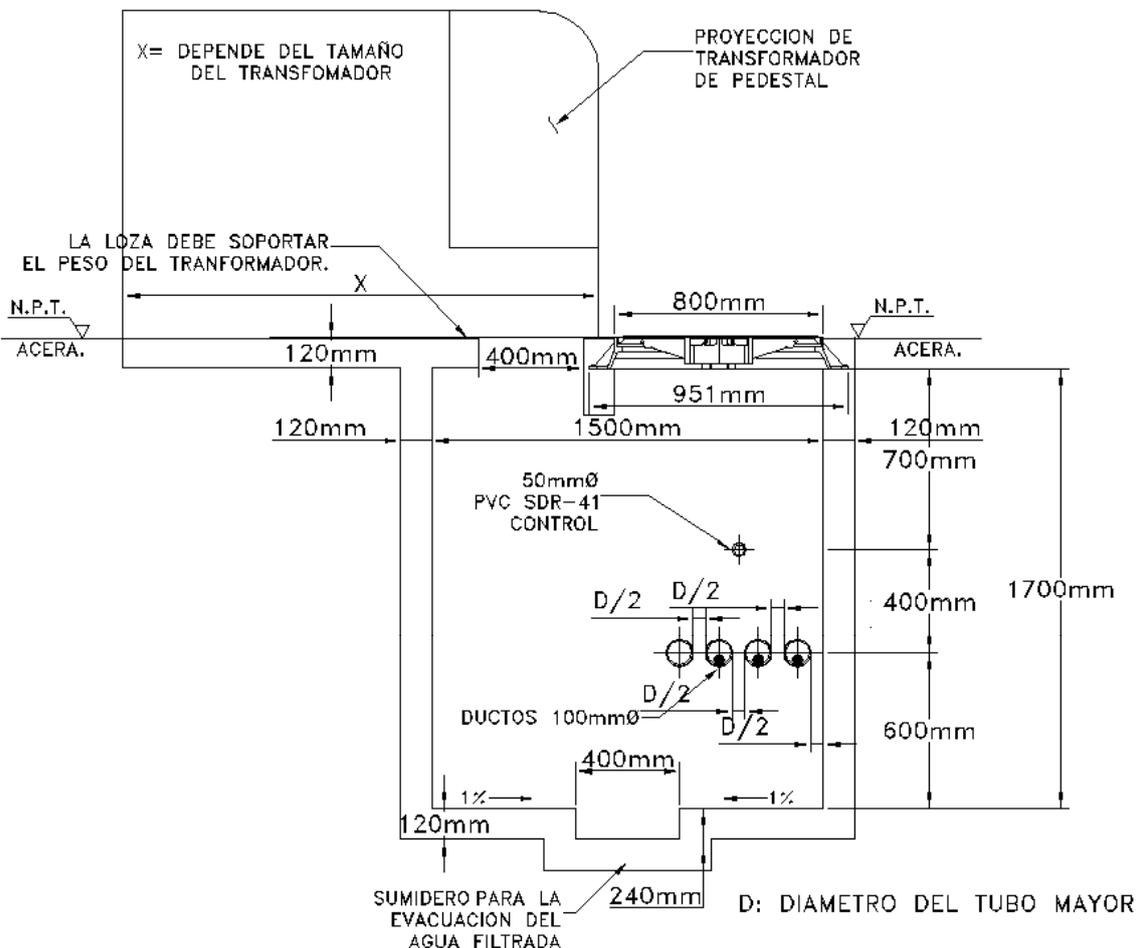
- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR F'C = 210KG/CM<sup>2</sup>, CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ESTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTO DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA	NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:	
	FTPT-100	FOSO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100mmØ)				COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
	LAMINA: 1/2					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						FECHA: AGOSTO 2006 ESCALAS: 1:20	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

**CORTE A-A**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



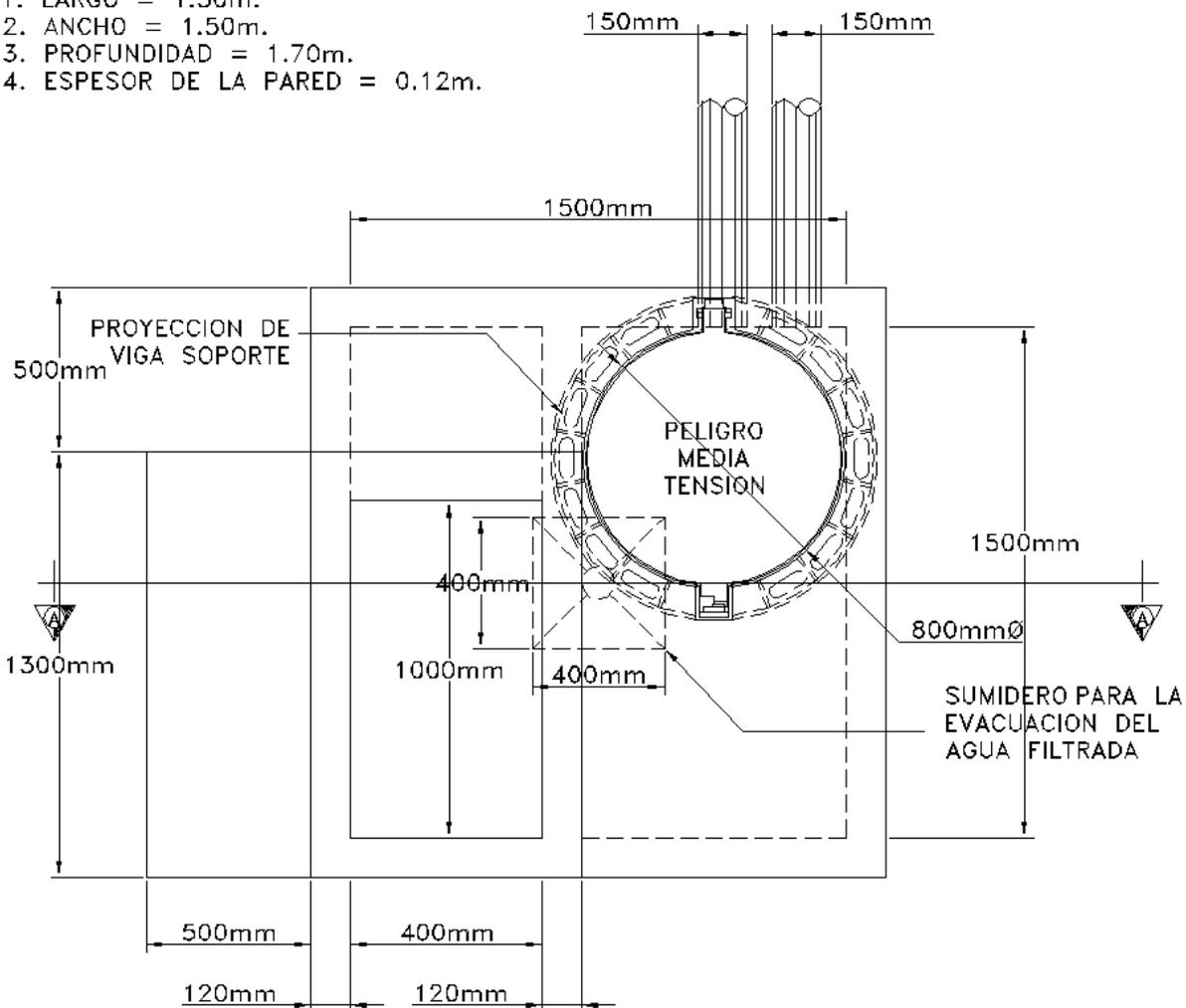
**NOTAS:**

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR F'C = 210KG/CM<sup>2</sup>, CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ESTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA	NOMBRE	REVISO Y MODIFICO:				
	FTPT-100	FOSO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100mmØ)	COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
			APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
	LAMINA: 2/2			FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:20	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.



**NOTAS:**

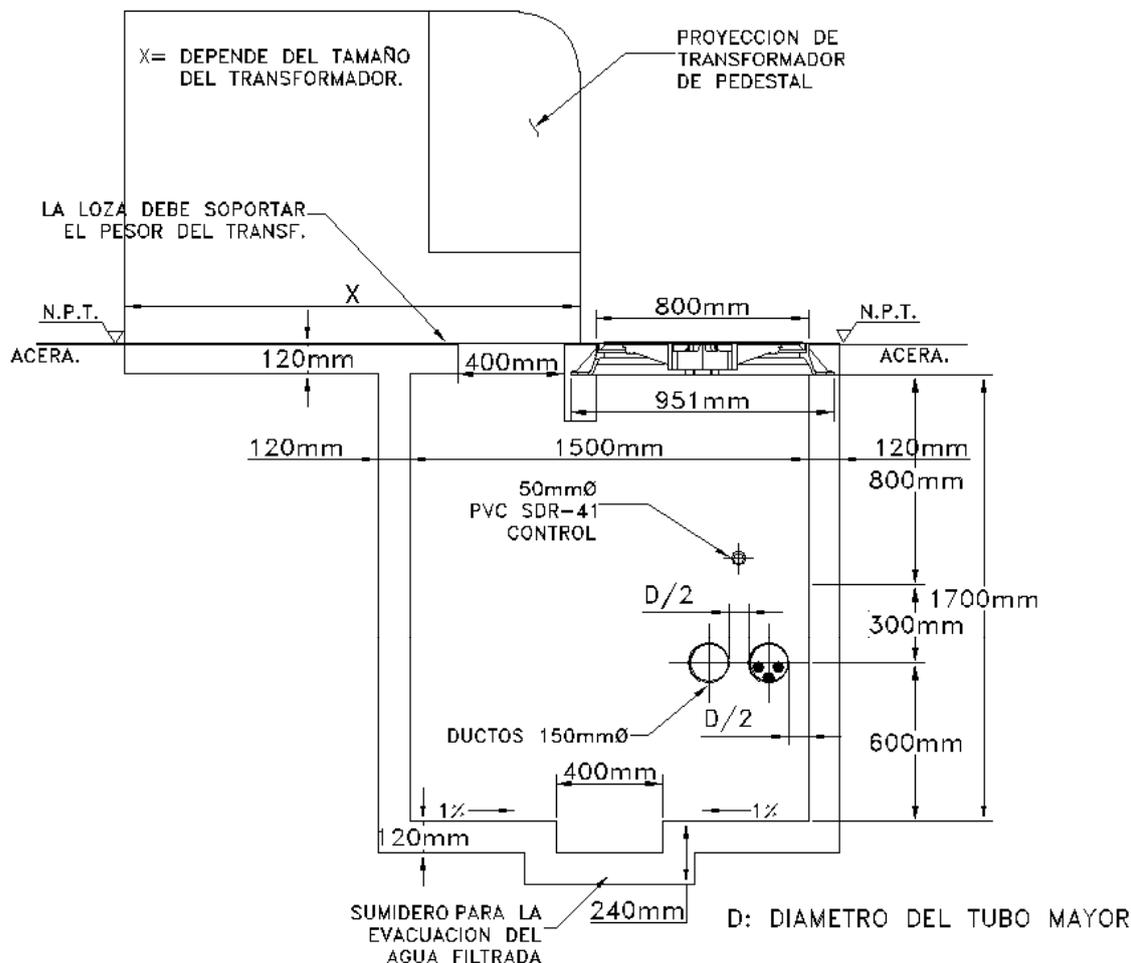
- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR F'C = 210KG/CM<sup>2</sup>, CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ÉSTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	FTPT-150	FOSO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 150mmØ)			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
					APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
	LAMINA: 1/2				FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

**CORTE A-A**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PAREDE = 0.12m.



**NOTAS:**

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR  $f'c = 210\text{KG}/\text{CM}^2$ , CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ÉSTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	FIGURA	NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:		
	FTPT-150	FOSO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 150mmØ)			COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
	LAMINA: 2/2				APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
	FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
						FECHA: AGOSTO 2006	ESCALAS: 1:20

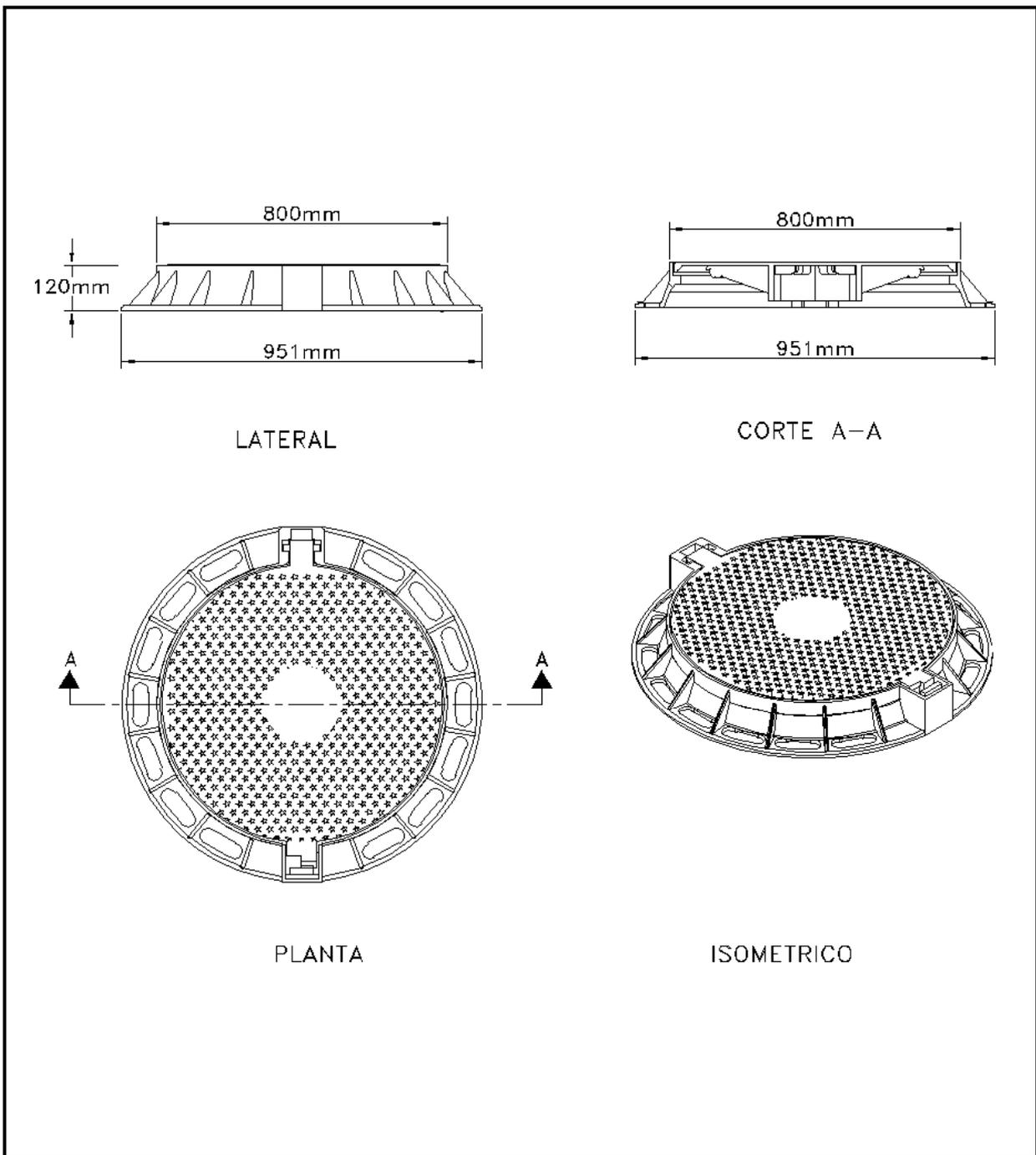
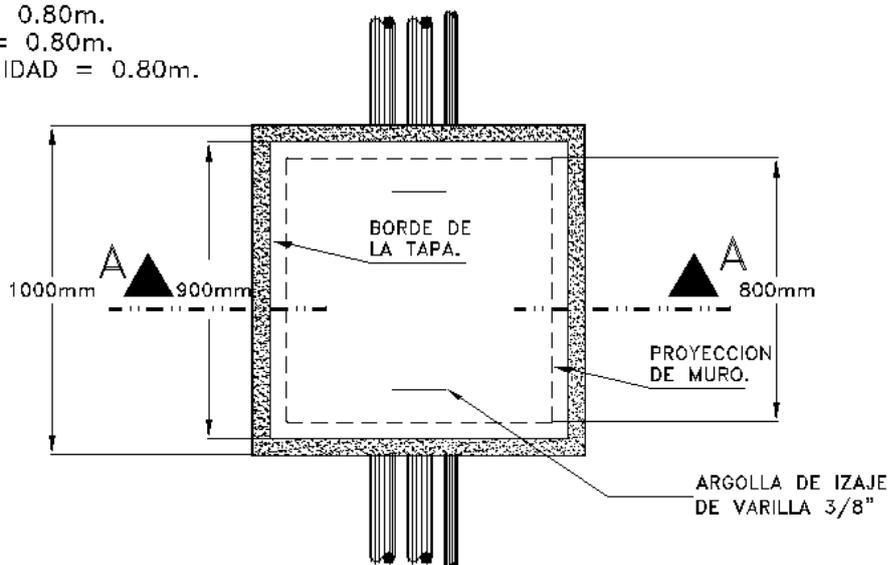


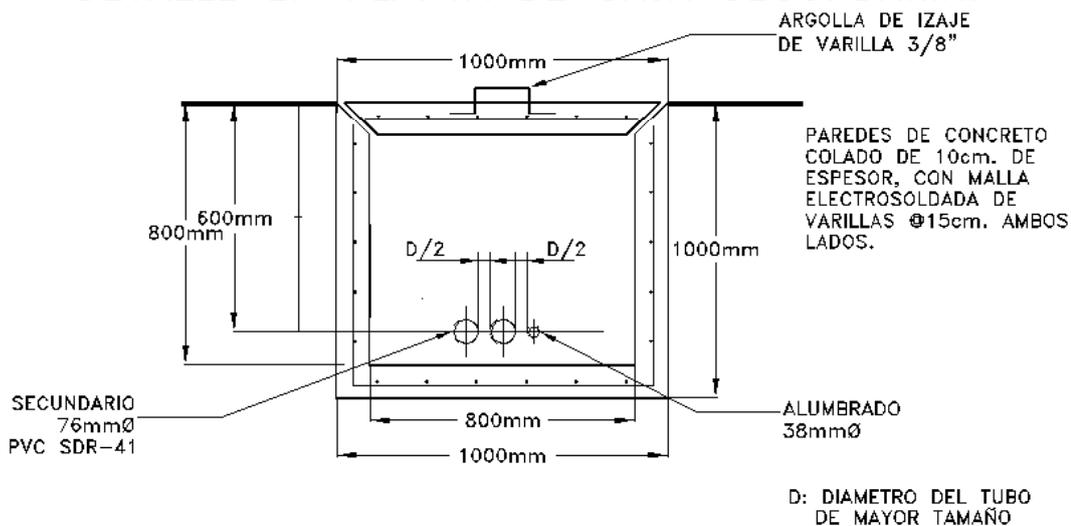
	FIGURA		NOMBRE				REVISO Y MODIFICO:		
	TAPA		TAPA Y MARCO ABATIBLE				COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
							APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL		
							FECHA: AGOSTO 2008		ESCALAS: 1:15
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 0.80m.
2. ANCHO = 0.80m.
3. PROFUNDIDAD = 0.80m.



**DETALLE EN PLANTA DE CAJA SECUNDARIA.**



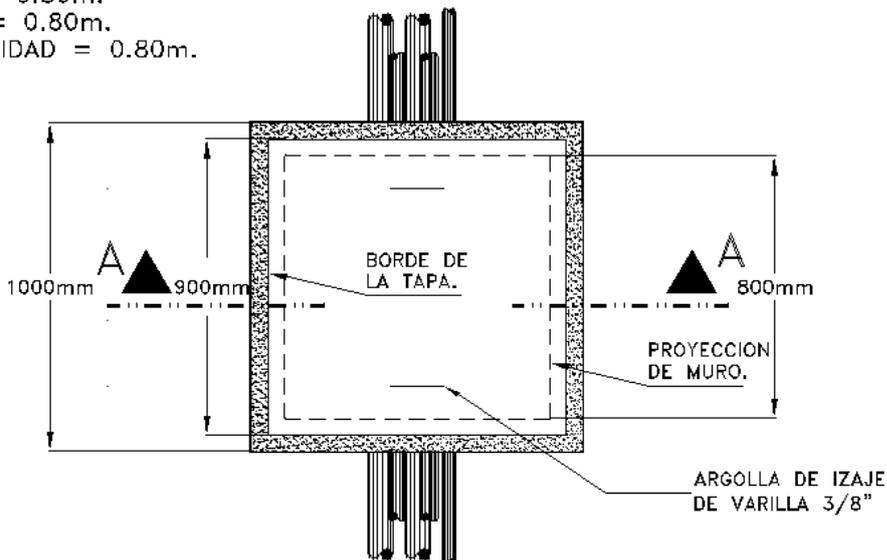
**SECCION POR A-A.**

**DETALLE EN ELEVACION DE CAJA SECUNDARIA.**

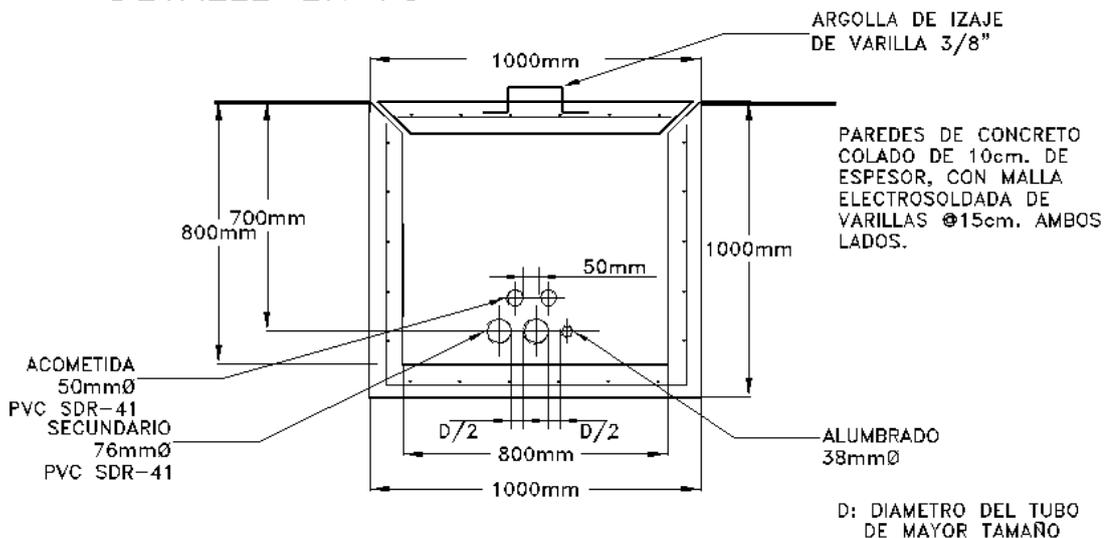
	FIGURA	NOMBRE	REVISO Y MODIFICO:				
	RBT-AP	CAJA DE REGISTRO DE BAJA TENSION ALUMB. PUBLICO (COINCIDENTE)	COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
			APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL				
			FECHA: AGOSTO 2006		ESCALAS: 1:20		
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 0.80m.
2. ANCHO = 0.80m.
3. PROFUNDIDAD = 0.80m.



**DETALLE EN PLANTA DE CAJA SECUNDARIA.**



**SECCION POR A-A.**

**DETALLE EN ELEVACION DE CAJA SECUNDARIA.**

	FIGURA		NOMBRE			REVISO Y MODIFICO:	
	RBT-AP-ACO		CAJA DE REGISTRO DE BAJA TENSION, ALUMB. PUBLICO Y ACOMETIDA ( COINCIDENTE)			COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						APROBO: COMISION ICE - CIEMI - CNFL	
						FECHA: AGOSTO 2008 ESCALAS: 1:20	
FECHA REVISION:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)