

# **Proyecto de Redes de Distribucion Subterránea para Condominios Horizontales**



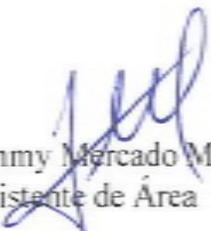


Cooperativa Rural de Electrificación Ltda.

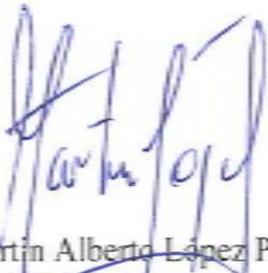
**PROYECTO DE REDES  
SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION  
PARA CONDOMINIOS**

**ESPECIFICACIÓN  
TÉCNICA  
NT CRE 036/ 01**

**ELABORADO POR:**

  
Jimmy Mercado M.  
Asistente de Área

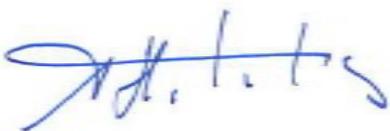
**REVISADO POR:**

  
Martín Alberto López P.  
Jefe de Logística y Normas

**VERIFICADO POR:**

  
Alberto Loyera D.  
Sub Gerente de Redes

**APROBADO POR:**

  
Fernando Haderspock E.  
Gerente de Ingeniería

**INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DEFINICIONES</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CONDICIONES GENERALES</b>	<b>6</b>
3.1	INSTALACIONES DE LAS UNIDADES CONSUMIDORAS	6
3.2	ILUMINACION PÚBLICA	6
3.3	PRESENTACION DEL PROYECTO	6
3.4	CONSIDERACIONES SOBRE PROYECTOS DE REDES SUBTERRANEA	9
<b>4</b>	<b>CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS TECNICOS – COMERCIALES</b>	<b>10</b>
4.1	ANALISIS DE VIABILIDAD	10
4.2	CUMPLIR CON DISPOSICIONES DE LA LEY MEDIOAMBIENTAL	10
4.3	RESPONSABILIDADES	10
4.4	EJECUCION DE OBRA	12
4.5	INSPECCION Y FISCALIZACION	12
4.6	ACEPTACION DE OBRA	13
4.7	PREVISION DE LA CARGA	14
4.8	INFORMACIONES DE OTROS SERVICIOS	15
<b>5</b>	<b>PROYECTO DE LA RED PRIMARIA</b>	<b>15</b>
5.1	CONCEPCION BASICA	15
5.2	CABLES DE LA RED PRIMARIA	16
5.3	TRANSICION DE LA RED AEREA PARA RED SUBTERRRANEA	17
5.4	CONSUMIDOR DE MEDIA TENSION	18
<b>6</b>	<b>PROYECTO DE LA RED SECUNDARIA</b>	<b>18</b>
6.1	CONCEPCION BASICA	18
6.2	CABLES DE LA RED SECUNDARIA	19
6.3	RAMAL DE CONEXIÓN SUBTERRANEO EN BAJA TENSION	19
6.4	RAMAL DE CONEXIÓN SUBTERRANEO EN MEDIA TENSION	20
6.5	TRAZADO DE LA RED SECUNDARIA	20
<b>7</b>	<b>UBICACIÓN DE TRANSFORMADORES PEDESTAL Y TDP</b>	<b>21</b>
7.1	CONCEPTOS GENERALES	21
7.2	TRANSFORMADOR PEDESTAL	21
7.3	TABLEROS DE DISTRIBUCION PEDESTAL – TDP	22
7.4	SALIDAS SECUNDARIAS A TRANSFORMADORES	23
	CABLES DE SALIDA DEL SECUNDARIO DE LOS TRANSFORMADORES	23
<b>8</b>	<b>ATERRAMIENTO</b>	<b>23</b>
8.1	CONCEPTOS GENERALES	23
8.2	PUNTOS QUE DEBEN SER ATERRADOS	23
<b>9</b>	<b>PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES</b>	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>IDENTIFICACION DE CABLES Y CIRCUITOS</b>	<b>24</b>
10.1	LOCALES DONDE DEBEN SER IDENTIFICADO LAS FASES DE LOS CABLES:	24
10.2	CINTAS DE IDENTIFICACION DE LAS FASES:	24
10.3	IDENTIFICACION DE CIRCUITOS;	24
<b>11</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>25</b>
11.1	CIRCUITOS PRIMARIOS	25



Cooperativa Rural de Electrificación Ltda.

**PROYECTO DE REDES  
SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION  
PARA CONDOMINIOS**

**ESPECIFICACIÓN  
TÉCNICA  
NT CRE 036/ 01**

11.2	CIRCUITOS SECUNDARIOS	25
<b>12</b>	<b>EQUIPAMIENTOS Y MATERIALES</b>	<b>25</b>
12.1	EQUIPAMIENTOS Y MATERIALES	25
12.2	LLAVES SECCIONADORAS	25
12.3	RECONECTADORES	26
12.4	REGULADORES DE TENSION	26
12.5	INDICADORES DE DEFECTO	26
12.6	ACCESORIOS DESCONECTABLES	26
12.7	PARARRAYOS	26
12.8	TABLEROS DE DISTRIBUCION Y PROTECCION - TDP	26



## 1 INTRODUCCION

Esta norma tiene por objetivo establecer los criterios básicos para la elaboración de proyectos de redes de distribución subterránea para condominios de modo a garantizar las condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones y de la calidad del servicio de energía eléctrica.

## 2 DEFINICIONES

### **Redes de Distribución Primaria Subterránea (MT)**

Parte de un sistema de distribución asociada a un alimentador primario, constituido de cables aislados, que alimenta los transformadores de distribución de la distribuidora y/o consumidores.

### **Redes de Distribución Secundaria Subterránea**

Parte de red subterránea, constituida de cables aislados que, a partir de los transformadores de distribución, conducen energía a los puntos de consumo.

### **Derivación de Distribución**

Conexión hecha en cualquier punto de una red de distribución para un ramal del alimentador, transformador o punto de entrega.

### **Alimentador Exclusivo**

Alimentador que atiende solamente a un punto de entrega.

### **Circuito Principal Secundario**

Parte principal de un circuito secundario, que deriva directamente de la barra del transformador y se caracteriza, en la mayoría de las veces, por mayor sección de conductores. Atiende la mayor parcela del circuito.

### **Ramal de Entrada**

Conjunto de conductores y accesorios instalados por el consumidor entre el punto de entrega y la medición o protección de sus instalaciones.

### **Ramal de Conexión**

Conjunto de conductores y accesorios instalados entre el punto de derivación de la red de la distribuidora y el punto de entrega.

### **Poste de Partida o Transición**

Poste de partida del cual son derivados los circuitos subterráneos primarios.

### **Transformador Pedestal**

Transformador sellado, para la utilización a intemperie, fijado sobre una base de concreto, con compartimientos blindados para conexión de cables de media y baja tensión.

### **Tablero de distribución Pedestal ( TDP)**

Conjunto de dispositivos eléctricos (llaves, barras, aisladores, etc...) montados en una caja metálica o de fibra de vidrio con poliuretano inyectado, destinados a la operación (maniobra y protección) de circuitos secundarios.

**Punto de Entrega**

El punto de entrega es la conexión del sistema eléctrico de la distribuidora con la unidad consumidora y situarse en el límite de la vía pública con la propiedad donde esté ubicada la unidad consumidora, prohibida la pasada aérea o subterránea por vías públicas y propiedades de terceros.

**Condominio**

Lotes o residencias de un local cerrado por muro o cerca, legalmente constituido, de uso común y con acceso controlado, y que, por esa razón, pertenecen a la totalidad de los propietarios que allí residen.

**Urbanizaciones**

Urbanizaciones con todos los servicios de infra-estructura (agua, energía eléctrica, teléfono, pavimentación y otros) y residencia construidas o no.

**Demanda**

Media de las potencias eléctricas instantáneas solicitadas al sistema eléctrico por unidad consumidora, durante un intervalo de tiempo especificado.

**Demanda Máxima**

Es la mayor de todas las demandas registradas o ocurridas durante un periodo de tiempo definido (un día, una semana, un año, etc.)

**Factor de Carga**

Es la relación entre la demanda media obtenida con base en el consumo y la demanda máxima de potencia durante un periodo de tiempo.

**Factor de Demanda**

Es la relación entre la demanda máxima y la carga instalada, ambas tomadas en la misma unidad.

**Factor de Diversidad**

Es la relación entre la suma de las demandas máximas individuales de un determinado grupo de consumidores y la demanda máxima real total de ese mismo grupo. Es también la relación entre la demanda máxima de un consumidor y su demanda diversificada.

**Iluminación Pública**

Servicio público que tiene por objetivo exclusivo proveer claridad de vías de circulación pública, de forma periódica y continua o eventual.

**Ducto**

Parte de un sistema de cableado cerrado de sección general circular para conductores aislados, y/o cables en instalaciones eléctricas o de telecomunicaciones, permitiendo su sustitución.

**Ducto corrugado**

Ducto cuyo perfil es corrugado a lo largo de su eje longitudinal, pudiendo ser compuesto por una o más paredes.



### **Banco de Ductos**

Conjunto de líneas de ductos instalados paralelamente, en una misma zanja.

### **Caja de Inspección**

Compartimiento enterrado con dimensiones insuficientes para que las personas trabajen en su interior, intercaladas en una o más líneas de ductos convergentes.

### **Base de concreto**

Bases utilizadas para instalación de transformadores y tableros de distribución del tipo “Pedestal”

## **3 CONDICIONES GENERALES**

### **3.1 INSTALACIONES DE LAS UNIDADES CONSUMIDORAS**

Los padrones de entrada, incluido los ramales de entrada, de las instalaciones de las unidades consumidoras deben ser construidas considerándose los procedimientos y requisitos establecidos en CRE.

### **3.2 ILUMINACION PÚBLICA**

La red de iluminación externa (vías de circulación de personas o vehículo, plazas, etc.) debe ser proyectada, construida y mantenida por el propietario del condominio. La iluminación pública debe ser negociada con la Alcaldía.

Los circuitos de iluminación pública deben ser independientes de los circuitos de la red secundaria subterránea, con cajas de paso y ductos propios, la red de alumbrado público no puede tener ningún conductor común con la red de distribución y el consumo de energía será a través de medición específica para este objetivo.

En los Tableros de Distribución en Pedestal (TDP) deberá ser reservada una llave seccionadora NH, exclusivamente para la alimentación de la medición de iluminación pública.

Los cables de la red de alumbrado público deberán ser instalados en ductos de polietileno de alta densidad (PEAD), con diámetro mínimo de 50 mm.

### **3.3 PRESENTACION DEL PROYECTO**

El proyecto de la red subterránea consistirá en memorial descriptivo, proyecto de la red primaria, proyecto de la red secundaria, proyecto civil básico y estructural, para los cuales deben ser considerados las premisas establecidas a seguir. El ingeniero proyectista debe ser habilitado por la Sociedad de Ingeniero de Bolivia para la presentación de los respectivos proyectos, o sea, que el responsable técnico del proyecto presentado debe estar vinculado al proyectista registrado en la Sociedad de Ingeniero.

#### **3.3.1 El memorial descriptivo del proyecto debe presentar:**

- a) Nombre y dirección del propietario;
- b) Nombre de la empresa contratada para la ejecución del proyecto;
- c) Área y ubicación de la urbanización (plano del condominio con la ubicación dentro del Municipio a que pertenece, en escala adecuada);



- d) Descripción básica del condominio: área total, tipo de urbanización ( Edificio / Lotes ), numero de residencias /lotes, aéreas de las residencias/lotes y otros;
- e) Plano de la urbanización con levantamiento altimétrico con indicaciones específicas de los locales y de otros servicios que pueden interferir en la ejecución de la red;
- f) Cronograma previsto para inicio y conclusión de obras;
- g) Características básicas de las edificaciones;
- h) Características de las obras previstas para las aéreas comunes(clubes, aéreas de recreación, administración, iluminación, externa, bombas, y otros) y relaciones de las cargas instaladas correspondientes;
- i) Otros servicios (agua, alcantarillado, teléfono, TV cable, etc.);
- j) Estimativas (previsiones) de cargas para dimensionamiento de la red;
- k) Cálculos eléctricos: cargas/ sección de conductores, cargas/capacidades nominales de los transformadores, llaves y fusibles de los tableros de distribución y protección (TDP), caídas de tensión en los circuitos secundarios.
- l) Relación de materiales y equipamientos.
- m) Descripción básica de materiales y equipamientos;

### **3.3.2 El proyecto de la red secundaria debe presentar:**

- a) Ramales de conexión secundarios: cantidades, tipo y ubicación de cables y accesorios (derivaciones, empalmes, conexiones, etc.);
- b) Tipo de barra de derivación aislada en cada punto de derivación.
- c) Circuito secundarios: cantidades, tipo y ubicación de cables y accesorios (derivaciones, características de los cables);
- d) Tableros de distribución y protección: modelos, números de circuitos de entrada (cantidad, características de los cables), y circuitos de salidas (Cantidad, características de los cables, capacidades de las llaves y capacidades de los fusibles);
- e) Transformadores de distribución: tipo y potencia nominales;
- f) Diagramas unifilares correspondientes a los tableros de distribución, circuitos secundarios y ramales de entrada correspondiente a cada transformador.

### **3.3.3 El proyecto de la red primaria debe indicar:**

- a) Transformadores de distribución: ubicaciones, potencias nominales, accesorios desconectables para conexión.
- b) Circuitos y ramales de entrada primarios: sección y ubicación de los cables, identificación y ubicación de los accesorios (desconectables, empalmes, terminales, indicadores de defecto, para rayos, etc.)
- c) Llaves protección y maniobra: tipo, características operativas, etc.;



- d) Postes de partida: características de los terminales y de los dispositivos de maniobras;
- e) Local de instalación, estructura de instalación básica y característica del regulador de tensión utilizado, en la(s) entrada(s) del condominio, cuando sea necesario.
- f) Protección( identificación y características básicas de los dispositivos proyectados)
- g) Estructura y herrajes normalizados.
- h) Diagrama unifilar con postes de partida (identificación, reconectador, llave NA o NC, cable (numero, sección y longitud) y transformador(identificación y potencia);

**3.3.4 El proyecto básico civil debe indicar:**

- a) Poste de partida;
- b) Memoria de cálculo;
- c) Forma;
- d) Característica del concreto;
- e) Armadura;
- f) Ductos subterráneos (ubicación, tipo, diámetro, configuración, profundidad, etc.);
- g) Cajas de inspección y de paso secundarias(tipo y dimensiones)
- h) Bases de transformadores y de los tableros de distribución (tipo y dimensiones);

**3.3.5 Los proyectos básicos eléctricos (primario y secundario) y civil deben ser elaborados considerando:**

- a) Planos de planta básicos, presentados en medio magnético (CAD) en la escala 1:250. 1:500 o 1:1000, deberán tener cuadrículas de 500mm x 500m y estar geo referenciadas con coordenadas UTM y detalladas conforme ítem 3.3.3;
- b) Planos de planta exclusivos para cada uno de los proyectos básicos(primario, secundario, y civil);
- c) Diagrama unifilar de la red primaria en un único formato(maximoA1)
- d) Todos los proyectos deben ser desarrollados sobre una misma planta básica;
- e) Detalle correspondientes a las bases de los transformadores, llaves y tableros de distribución y protección (TDP) , cajas de inspección, cajas de paso, etc., deben ser presentados en la misma escala 1:50;

Detalles referente a la sección transversales de la línea de ductos deben ser presentadas en escala 1:20.

Todas las cajas y equipamientos (transformador y llaves) deben ser identificadas en el proyecto eléctrico primario y secundario) y civil, atreves de numeración establecida por el proyectista.

Todos los planos deberán tener identificación, nombre del responsable técnico (Proyectista), número del registro de la sociedad de ingenieros.



El plazo de la vialidad de los proyectos eléctricos y civiles, después de aprobado/liberado para inicio de ejecución, es de 12 meses a partir de su aprobación.

La aprobación del proyecto estará condicionada a la aprobación de la carga.

Caso la obra no sea ejecutada dentro del cronograma aprobado, queda sujeta a nueva aprobación y adecuación del proyecto y materiales a los estándares vigente cuando presenten nuevamente el proyecto.

### **3.4 CONSIDERACIONES SOBRE PROYECTOS DE REDES SUBTERRANEA**

**3.4.1** Modificaciones o alteraciones en redes subterráneas de distribución normalmente implican en costos elevados y en trastorno a los consumidores, que pueden ser evitados con la elaboración de proyectos adecuados en su área de concesión.

**3.4.2** El dimensionamiento eléctrico de un circuito de baja tensión es hecho verificándose los parámetros principales: caída de tensión, corrientes admisibles de los cables y cumplir la norma NB 777. Las longitudes usuales de las redes secundarias subterráneas hacen con que, en la mayoría de los casos, sea suficiente el cálculo de la caída de tensión. Entretanto, en casos, especiales de circuitos muy cortos, es necesario verificar si la corriente de carga es inferior a la admisible de los cables.

**3.4.3** La elaboración del proyecto (eléctrico primario y secundario, civil) debe ser hecha considerando la previsión de carga para un periodo de 10 años sin necesidad de remplazo de materiales o de ejecución de excavaciones en vías de circulación de vehículos.

**3.4.4** Proyecto adecuado de red subterránea, además de otras ventajas, podrá proporcionar máxima vida útil de la instalación, evitando que la red de distribución tenga un envejecimiento prematuro, respondiendo al crecimiento de la carga para el cual fue dimensionado.

**3.4.5.** Todos los materiales y equipamientos previstos en los proyectos y construcción deben de estar de acuerdo con los padrones establecidos por la CRE. El propietario debe consultar a la CRE para informarse cuáles son los materiales y equipos que están homologados por CRE. Para los otros materiales que no están homologados por CRE, los mismos deberán, como mínimo, cumplir los estándares de CRE.

**3.4.6** No serán permitidas construcciones de red de distribución de energía eléctrica por etapas, o sea, aprobado un proyecto, debe ser construido totalmente antes de la energización. La energización de la red de un proyecto por etapas es terminantemente prohibida.

**3.4.7** Condominios mayores para los cuales son desarrollados varios proyectos subsecuentes, además del proyecto deben presentar:

- a) Plano de planta con la concepción de los circuitos primarios primario (proyecto primario) para alimentación de toda la urbanización y la estimativa de la carga correspondiente a un horizonte de 10 años.
- b) Memorial descriptivo, previsión de carga (10 años) y cronograma de ejecución de proyecto para todo el condominio.



**3.4.8** No serán permitidos compartir las cajas de inspección, pozos y cámaras por donde pasan los ductos de red de distribución subterránea (secundaria, primaria, y ducto de reserva), con otras empresas de servicios (TV cable, comunicación, telefonía, gas, agua, alcantarillado, etc.).

**3.4.9** Caso exista interferencia con líneas de transmisión de energía eléctrica, el proyecto deberá ser analizado por el área responsable por esta línea, pudiendo ser solicitadas alteraciones en función de esta situación.

#### **4 CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS TECNICOS – COMERCIALES**

##### **4.1 ANALISIS DE VIABILIDAD**

Deberá ser hecha una consulta preliminar a CRE (viabilidad de conexión de la red subterránea), dirigida al área de proyectos particulares, donde el proyectista presentara un plano de la urbanización con la ubicación del condominio dentro del municipio que pertenece, en escala adecuada, indicando división de lotes (cantidades de edificios, cantidades de lotes, consumo (kVa) estimado por lote y consumo (kVa) estimado por lote), trazado de las calles, plazas y ancho de la acera.

##### **4.2 CUMPLIR CON DISPOSICIONES DE LA LEY MEDIOAMBIENTAL**

Con el fin de cumplir con las disposiciones de la Ley del Medio Ambiente, que prevé responsabilidad derivada de la división de la tierra en las áreas de conservación ambiental y con el fin de evitar los problemas derivados de la posible demanda, corresponsabilidad como un delito contra el medio ambiente, antes de liberar un proyecto para su ejecución la CRE debe asegurarse que el condominio no está ubicado en una área de preservación ambiental, para esto se exige los siguientes documentos:

- a) Registro del condominio en Derechos Reales.
- b) Presentar el proyecto Urbanístico aprobado por el Plan Regulador en el Municipio al que pertenece.
- c) Licencia Ambiental, pudiendo ser: Certificado de Dispensación emitido por el órgano licenciador ambiental departamental o estadual, conforme el caso.
- d) Certificado de aprobación emitido por el Municipio (al que pertenece) para el retiro de árboles y/o poda, cuando fuera necesario.

##### **4.3 RESPONSABILIDADES**

**4.3.1.** La CRE responderá mediante carta informando la viabilidad del suministro de energía eléctrica, necesidad de obras en la red y subestación para atender el suministro de energía, conforme orientaciones del Área de Planificación del Sistema; plazos de ejecución para obras ampliación/interconexión, y demás orientaciones necesarias para la elaboración del proyecto. El estudio de viabilidad tiene validez de 90 días, después de su aprobación/ habilitación. La solicitud de atención al propietario expira después de este plazo, siendo necesaria nueva solicitud y nuevo análisis.

**4.3.2.** Todos los procedimientos que preceden a la energización del condominio deberán ser hechos con anticipación requerida, de tal forma que el pedido de interconexión de la red de energía eléctrica



del condominio debe ser solicitado a CRE, de acuerdo con el plazo informado en la carta de respuesta del ítem anterior o como mínimo 90 días de antelación en la fecha prevista de la energización.

**4.3.3.** El propietario será responsable por la elaboración del proyecto y la construcción de la red subterránea (civil y eléctrica) y de sus costos, inclusive con la instalación de las derivaciones necesarias para la conexión de las unidades consumidoras en condiciones de conexión inmediata, cuando fuera el caso.

**4.3.4.** El proyecto (eléctrico y civil) deberá ser elaborado por profesional debidamente habilitado y contratado por el interesado.

**4.3.5** En la presentación de los documentos para el análisis y aprobación del proyecto por la CRE, se debe dar especial atención para:

a) Carta de presentación del proyecto , constando:

- Datos del propietario(nombre de la empresa o propietario, responsable, carnet de identidad, email y teléfono)
- Datos de la empresa contratada para la ejecución del proyecto(nombre de la empresa, responsable técnico, dirección, certificado de la licencia de funcionamiento de la empresa, dirección, eme-mail, teléfono);
- Aéreas(total del condominio, total de lotes, aéreas comunes, verdes, institucionales, etc. y numero de lotes del condominio);
- Fechas prevista para inicio de obras de terraplén de la red eléctrica;
- Fechas prevista para inicio de ventas;
- Fecha para la conclusión del condominio(entrega de lotes/casa);
- Fecha prevista de del condominio energización.
- Fotocopia del proyecto civil del condominio aprobado por el Plan Regulad, comprobando que el condominio está dentro de las normas de las urbanizaciones de órganos públicos y ambientales.

b) Documentos de aprobación del condominio ( ítem 4.2)

c) Para los casos en que, para posibilitar la interconexión del condominio, sea necesaria la incorporación de líneas o redes particulares y con la finalidad de permitir a CRE ejecutarla, deberá ser presentada una carta en el cual el propietario exprese esa intención. Para la ejecución de esas instalaciones eléctricas se deberá regularizar las expensas por parte de los interesados.

d) Proyecto eléctrico (primario y secundario) y civil de la red en AutoCad.

e) Proyecto aprobado de cruces de carreteras, línea de transmisión, ducto de gas, puentes y otras interferencias y si es necesario las autorizaciones de los procesos de aprobación de los derechos de servidumbre.

f) Aprobación de la Sociedad de Ingenieros en Bolivia (SIB) del proyecto eléctrico.



g) Aprobación de la Sociedad de Ingenieros en Bolivia (SIB) del proyecto civil.

**Nota:** a pesar del visto de CRE, toda responsabilidad por el proyecto estructural es del proyectista/calculista responsable.

h) Copia de los registro profesionales de la SIB de los ingenieros eléctrico y civil.

**4.3.6.** Cualquier cambio en el proyecto solamente puede ser ejecutada después de que se realice la consulta y previa autorización de la CRE.

**4.3.7.** Cualquier cambio en el proyecto solamente puede ser ejecutada después de que se realice la consulta y previa autorización de la CRE.

**4.3.8.** La construcción de la red solamente deberá ser iniciada después de la habilitación oficial del proyecto por el sector competente de la CRE.

#### 4.4 EJECUCION DE OBRA

**4.4.1** El propietario deberá contratar directamente a las empresas (civil y/o eléctrica) para la ejecución de los servicios, que deben ser legalmente constituidas del punto de vista técnico, comercial, económico-financiero y jurídico-fiscal.

**4.4.2** Antes del inicio de la ejecución de las obras civiles y de implementación de la red eléctrica, el propietario deberá indicar, por escrito, los responsables por las obras (constructora / instaladora), juntamente con copias del Carnet de Registro de SIB de los profesionales técnicos responsable.

**4.4.3.** La fecha prevista para el inicio de las obras civiles y eléctricas deberá ser informada a CRE, con 5 días hábiles de anticipación, siendo que la misma se reserva el derecho de acompañar todas las etapas de la construcción, tanto civiles cuanto eléctricas, y podrá solicitar a su exclusivo criterio la paralización y/o corrección de cualquier instalación que no esté en conformidad con las normas y padrones.

#### 4.5 INSPECCION Y FISCALIZACION

**4.5.1.** Después de la conclusión de las obras civiles y eléctricas, los responsables por las mismas deberán solicitar su inspección con la finalidad de habilitarlas. Por lo tanto los responsables deberán solicitar a CRE, el pedido de inspección.

**4.5.2.** La empresa contratista deberá presentar, para la habilitación por la CRE, diseños de transformadores (dimensional, busching primarios y secundario – dimensionales e identificación del fabricante, conmutador de tensión con identificación del fabricante, placa de identificación, placa de advertencia) y tableros de distribución y de protección – TDP (dimensional, identificación de llaves y de fusibles).

**4.5.3.** Para los transformadores deberán ser presentados los ensayos, que deben ser acompañados por inspector de CRE. Los instaladores deberán informar con 5 días útiles, las fechas de ejecución de los ensayos y se responsabiliza por los costos de los ensayos. Los interesados deberán entregar a CRE, la planilla de los resultados de los ensayos.

**4.5.4.** La instalación de las derivaciones necesarias para la ejecución de las conexiones de las unidades consumidoras que se necesiten realizar inmediatamente a la energización, serán ejecutadas



por la empresa contratista conforme la orientación de la CRE, quedando la CRE solamente como responsable por la ejecución de la conexión de la caja (medidor) de entrada del consumidor.

**Nota:** para lotes sin edificios, el interesado deberá entrega la red en condiciones para futura conexión del ramal de entrada, que deberá ser hecho con material suministrado por el consumidor.

**4.5.5.** Después de la conclusión, el instalador deberá solicitar inspección de la red eléctrica, con la finalidad de verificar si la misma fue ejecutada de acuerdo con el proyecto aprobado y de acuerdo con los padrones y especificaciones de CRE. Por lo tanto el instalador deberá enviar, con anticipación, en medio magnético y presentar durante la inspección:

- a) Pedido de inspección;
- b) Fotocopia de los protocolo de ensayos y diagrama de todos los transformadores debidamente firmados por el responsable;
- c) Fotocopia de las mediciones de aterramiento de todos los puntos debidamente firmados por el responsable.

**4.5.6.** No deben ser aceptados materiales recuperados, en hipótesis alguna, inclusive transformadores.

**4.5.7.** Deberán ser claramente identificados circuitos de fases de la red primaria y secundaria.

**4.5.8** Caso sea verificada alguna irregularidad en los materiales o en la ejecución de los servicios durante la inspección, las instalaciones no serán habilitadas para la energización hasta la completa regularización de los problemas existentes.

**4.5.9** Después de la inspección de la red subterránea y antes de la energización, deben ser hechos, sobre responsabilidad de la empresa contratista y acompañados por la CRE, ensayos durante y después de la instalación de los cables primarios, conforme la norma IEC para cables aislados.

**4.5.10** La empresa contratista deberá informar con 5 días útiles de anticipación la fecha de los ensayos. El costo de la ejecución de los ensayos es responsabilidad del interesado.

#### **4.6 ACEPTACION DE OBRA**

**4.6.1.** Después de la conclusión de la red y antes de la energización el interesado deberá entregar a CRE:

- a) Planos revisados (primario, secundario, y obras civiles), indicando la situación real(as built), y con indicaciones de otras obras de infraestructura (agua, teléfono, alcantarillado, y otros). Los planos del proyecto (primario y secundario, civil básico y civil estructural) deben ser presentados en medio magnético( en AutoCad, en extensión “dwg”)
- b) Protocolo de ensayos de los transformadores;
- c) Memorial descriptivo con revisiones que lleven en consideración eventuales alteraciones efectuadas en obra;
- d) Planilla de costos de referentes a obras civiles y red eléctrica;
- e) Fotocopia de autorización para pasar por tierras de terceros,



f) Fotocopia de las autorizaciones para atravesar sobre carreteras, ferrovías, ríos, lagos, etc.;

**4.6.2.** La CRE se reserva el derecho de no energizar y/o aceptar transferencia de redes de distribución subterránea construida por los interesados:

- a) Construyeron las redes sin proyecto aprobado;
- b) Construyeron las red (obras civiles y eléctricas) sin acompañamiento de la CRE;
- c) Instalaron la red eléctrica sin aprobación de las obras civiles;
- d) Utilizaron materiales y equipamientos no homologados y/o inspeccionados por CRE;
- e) Instalaron la red utilizando herramientas inadecuadas;
- f) En los ensayos de las obras, no cumplieron los requisitos establecidos;
- g) No presentan documentación solicitada;

**4.6.3.** La energización del condominio quedara condicionado a la donación de la red eléctrica para la CRE; siendo que la CRE orientara al propietario cuales son los procedimiento a ser adoptado, aclarando los criterios y suministrando modelos de documentación.

#### 4.7 PREVISION DE LA CARGA

A continuación se presentan los valores mínimos de demandas, aceptables, en proyectos de redes de distribución subterránea:

##### Demanda por área

Área del terreno (m2)	Demanda Individual
Hasta 500 m2	9 KVA
De 500 a 1000 m2	15 KVA
De 1001 a 1500 m2	21 KVA
De 1500 Mayor que 2000 m2	23 KVA

La responsabilidad de la previsión de las cargas, que será utilizado en el dimensionamiento de las cargas, e influenciara en los costos correspondientes, es de responsabilidad del proyectista.

El proyectista debe estimar el consumo mensual por residencia en función del área prevista construida, de las cargas previstas y de acuerdo con la **norma NB 777**

Para la definición del ramal de entrada (sección conductor, tipo de conexión, etc.) las demandas deben ser estimadas de acuerdo a los padrones de CRE para entradas de consumidores.



## **4.8 INFORMACIONES DE OTROS SERVICIOS**

**4.8.1** El proyecto de la red eléctrica debe ser desarrollado considerando la existencia de otros servicios (teléfono, Tv a cable, agua, alcantarillado) que también pueden ser subterráneos.

**4.8.2.** La distancia mínima entre ductos de energía eléctrica y ductos de comunicaciones debe ser como mínimo 75 mm para líneas de ductos de concreto y de 300 mm para líneas de ductos de tierra compactadas. Entre ductos de energía eléctrica de redes de gas y otros combustible debe ser de, como mínimo, 300 mm.

**4.8.3.** Las distancias establecidas arriba están de acuerdo con el National Electrical Safety Code (NESC).

## **5 PROYECTO DE LA RED PRIMARIA**

### **5.1 CONCEPCION BASICA**

**5.1.1.** Los circuitos primarios subterráneos deben ser trifásicos.

Configuraciones típicas para los nuevos condominios pueden ser observados en las figura 1, 3, 5 y 7, que ilustran la alimentación de un condominio a través de uno o dos alimentadores primarios, respectivamente, derivando de redes aéreas o subterráneas. Los unifilares de estas configuraciones están mostrados en las figuras 2 y 4 o 6 y 8, respectivamente.

**5.1.2.** Cuando la demanda (10 años) prevista para el condominio sea superior a 2,5 MVA, deben ser proyectados más de un circuito para atender el área. Sin embargo, la configuración de cada circuito debe estar de acuerdo con las topologías indicadas en las figuras 1, 3, 5 y 7.

**5.1.3.** En la configuración mostrada en las figuras 1 y 3 (anillo abierto) el circuito es alimentado por un único alimentador primario, aéreo o subterráneo. Esta configuración está limitada a atender demandas de hasta 1 MVA, inclusive. En estas condiciones, (hasta 1 MVA ) caso existan cargas que necesiten de alta confiabilidad ( hospitales, centro bancarios, etc.) la configuración de la red debe ser alterada para el tipo radial con recurso, de acuerdo con las topologías indicadas en las figuras 5 y 7.

**5.1.4.** Para la configuración en anillo abierto, cuando el circuito subterráneo fuera alimentado a partir de una red aérea, en el poste de partida (última estructura externa al condominio) se debe instalar un reconectador para proteger el circuito. Después del reconectador se debe instalar una llave subterránea, sumergible, o pedestal (equipos homologados), de tres vías, con tres llaves, para permitir el cierre del anillo, aterramiento y maniobra del circuito. Ver detalle figuras 1 y 2.

**5.1.5.** En el caso de utilizar la configuración anillo abierto derivado de una red subterránea, se debe instalar una llave su subterránea, sumergible, o pedestal (equipos homologados), de tres vías, con tres llaves y dos interruptores de falla, conforme se muestra en la figura 3 y 4, para permitir la protección , cierre del anillo, aterramiento y maniobra del circuito.

**5.1.6.** La configuración de las figuras 5 y 7 (radial con recurso) la alimentación del condominio, debe ser hecha por dos alimentadores diferentes, que pueden ser de una misma subestación, En esta configuración la demanda máxima, por circuito, debe ser de 2,5 MVA.



**5.1.7.** Para la configuración radial con recurso, alimentado a partir de redes aéreas de distribución, en cada poste de transición debe ser instalado un reconectador para proteger el circuito. Después del reconectador se debe instalar una llave su subterránea, sumergible, o pedestal (equipos homologados), de dos vías, dos llaves para permitir aterramiento y maniobra del circuito. Ver detalles en las figuras 5 y 6.

**5.1.8.** En el caso del circuito en la configuración radial con recurso, alimentado a partir de redes subterráneas de distribución, debe ser instalada, en cada fuente, una llave su subterránea, sumergible, o pedestal (equipos homologados), de dos vías, dos llaves y un interruptor para permitir protección, aterramiento y maniobra del circuito. Ver detalles en las figuras 7 y 8.

**5.1.9.** Para configuración radial con recurso debe ser instalada una llave de maniobra, subterránea, sumergible, o pedestal (equipos homologados), de dos vías y dos llaves, que posibiliten dividir y aterrizar el circuito en dos trechos don demandas similares. Ver detalles en las figuras 5 y 7.

**5.1.10.** Ramales de circuito primario subterráneo radial pueden ser construidos desde que alimenten una única instalación (consumidor primario) y la distancia no supere 120 metros; ver figura 11. En este caso, se debe utilizar una llave de tres vías, siendo una de ellas con disyuntor para proteger al ramal. La llave debe posibilitar el aterramiento del ramal y del tronco.

**5.1.11** El ducto debe ser del tipo corrugado de polietileno de alta densidad (PEAD), homologado por CRE.

**5.1.12.** El ducto debe ser de PEAD con diámetro mínimo 125 mm2.

**5.1.13.** En el cálculo de la longitud de los cables secundarios debe ser considerado un aumento en la longitud de 5 metros.

## **5.2 CABLES DE LA RED PRIMARIA**

**5.2.1** El dimensionamiento de los circuitos primarios deben ser efectuados considerándose la corriente de carga prevista para 10 años después de la energización.

**5.2.2** Los cables primarios para circuitos de 15 KV en la configuración anillo abierto deben ser de diámetro 50 mm<sup>2</sup> y en la configuración radial con recurso de diámetro 120 mm<sup>2</sup>. Para los circuitos 24,2 KV, independiente de la configuración, debe ser utilizado el cable de diámetro 50 mm<sup>2</sup>. En el caso de ramales para atender una única instalación, debe ser utilizado el cable de diámetro 50 mm<sup>2</sup>, para las dos tensiones. El rayo mínimo de curvatura do cabo es de 12 veces el diámetro externo nominal del mismo.

**5.2.3** Los circuitos de media tensión deberán ser construidos de cables con conductores que se detallan a continuación:

- a) Para clase 15 KV, de Cu: 50 y 70 mm<sup>2</sup>.
- b) Para clase 25 KV, de Cu: 50mm<sup>2</sup>.

**5.2.4.** En las instalaciones de los cables deben ser considerados los rayos de curvatura mínimos admisible de 12 veces el diámetro externo nominal del cable.

**5.2.5.** El neutro (conductor de protección) de la red primaria debe ser de cobre con aislación XLPE, clase 750 V, instalado en un ducto exclusivo, y tener sección de 70 mm<sup>2</sup> cuando el circuito primario



sea de diámetro 120mm<sup>2</sup> y de 35mm<sup>2</sup> cuando el circuito primario sea de 50mm<sup>2</sup>. El neutro debe ser conectado a todos los puntos de aterramiento existentes en el circuito.

**5.2.6.** La tensión primaria de los transformadores debe ser de, como mínimo, 0,97 pu. En el punto de conexión de la red subterránea con la red aérea debe ser instalado un banco de regulador de tensión a modo de garantizar la tensión, mínima, de 1 pu en ese punto, mismo en condiciones de contingencias.

Nota: Caso que se compruebe que no es necesario la aplicación de reguladores de tensión, la CRE a su criterio, puede liberar la no instalación de estos equipos.

**5.2.7.** En el poste de transición deben ser instalados un juego de pararrayos tipo MOV ( uno en cada fase), de acuerdo a la especificación de NTCRE 015/04.

**5.2.8** En transformador pedestal alimentado por un ramal subterráneo exclusivo, derivado de circuito aéreo, con longitud superior a 100 metros, debe ser instalado pararrayos tipo desconectables acoplados al busching del transformador.

**5.2.9** En puntos de seccionamiento de circuitos primarios (llave seccionadora operando normalmente abierta) deben ser instalados pararrayos desconectables acoplados en el busching del transformador.

Se deben instalar indicadores de defecto en los cables primarios, conforme se detalla a continuación:

- a) En el circuito principal después de cada derivación;
- b) En el punto de derivación;
- c) En la entrada y salida de cada transformador;
- d) En cajas de inspección intermediarias, si hubiera;

### **5.3 TRANSICION DE LA RED AEREA PARA RED SUBTERRRANEA**

**5.3.1.** La transición de la red aérea para red subterránea debe ser hecha en un poste con instalación de terminales modulare externo, para rayos de media tensión óxido de zinc, etc., de acuerdo a la Estructura para Instalación de Reconectores en Derivaciones de Redes de Distribución, conforme manual de estructura de CRE:

**5.3.2.** En cada poste de transición debe apenas haber una derivación de circuito subterráneo.

**5.3.4.** El propietario es responsable por la instalación de los postes de transición (derivación) y de la instalación del reconector, incluido equipamientos y materiales.

**5.3.5.** Los postes de transición deben ser ubicados externamente al condominio que será alimentado exclusivamente para la red subterránea.

**5.3.6.** El electro-ducto externo, para bajada junto al poste de transición /derivación , debe ser de acero-carbono zincado por inmersión a caliente, con diámetro interno mínimo 100mm, altura de 5 metros por encima del suelo y ser asegurado al poste con fleje metálico, ajustables. Todos los cable que hacen parte de un mismo circuito, deben ser instalados en el mismo electro-ducto, esos electro-ductos deben ser vedados en las extremidades con masa o espuma para intemperie, para evitar entrada de agua, insectos, etc. El cable neutro debe ser instalado y aterrado en el tubo de PVC del poste de concreto.



#### **5.4 CONSUMIDOR DE MEDIA TENSION**

Para consumidores de media tensión deben ser instaladas, en el tronco del alimentador, una llave seccionadora de tres vías, tres llaves y un interruptor de conforme mostrado en la figura 1 y 8.

### **6 PROYECTO DE LA RED SECUNDARIA**

#### **6.1 CONCEPCION BASICA**

**6.1.1.** Los circuitos secundarios deben ser trifásicos, en cables de cobre, 4 hilos (3 + neutro), radiales con el neutro del mismo diámetro de las fases.

**6.1.2.** El suministro de energía es efectuado en la siguiente tensión secundaria: 220 / 380, sistema trifásico, estrella con neutro multi-aterrado, frecuencia 50Hz;

**6.1.3.** En los cruces de las calles el circuito secundario debe tener, como mínimo, un ducto reserva. El ducto de reserva debe ser del mismo diámetro del ducto en el cual serán instalados los cables de BT.

**6.1.4.** Esquema unifilar simplificado correspondiente a una red secundaria alimentada por un transformador puede ser observada en la figura 9.

**6.1.5.** Deben ser instaladas cajas de inspección próximas a la frontera de cada lote para el montaje de la conexión del ramal al ramal de entrada de los consumidores.

**6.1.6.** Los ductos deben ser de PEAD 125 mm<sup>2</sup> homologado por CRE.

**6.1.7.** Los ductos deben ser instalados en paseos y veredas considerando una profundidad mínima de 600 mm, en cruces de calles y avenida la profundidad mínima es 800mm.

**6.1.8.** En las cajas de inspección deben ser instaladas barras de derivación aisladas, para la conexión de las redes a los ramales de conexión de los consumidores. Deben ser dejadas holguras en los cables del circuito de BT de forma a permitir la retirada de las barras fuera de las cajas.

**6.1.9** Las cargas deben ser distribuidas entre las fases de modo a equilibrar la corriente del circuito.

**6.1.10** El número máximo de derivaciones para atender a los consumidores, por caja de inspección es 6(seis).

**6.1.11** Derivaciones de los ramales de entrada, en cajas de inspección, deben ser hechas utilizando barras aisladas.

**6.1.12** En las cajas de inspección para conectar los ramales de conexión se deben instalar una barra de derivación por fase y uno para neutro. El número de circuitos debe estar de acuerdo con el número de consumidores a ser conectados, debiendo haber, por lo menos un circuito de reserva.

**6.1.13** La longitud máxima del ramal admitida para los ramales de conexión es de 30 metros, medidos a partir del punto de derivación de la red subterránea hasta la medición.

**6.1.14** Son admitidos cruces de ramales de conexión sobre vía pública (paseos, veredas, vía de circulación de vehículos).

**6.1.15** Los ramales de conexión, en la parte externa a la propiedad del consumidor (paseos, veredas), deben ser instalados en ductos de PEAD directamente enterrados en los paseos /calzadas. El ducto



entre la caja de la red más próxima y la caja de inspección (punto de entrega) del consumidor debe ser, como mínimo, 125mm.

**6.1.16** En las instalaciones de los cables deben ser considerados los rayos de curvatura mínimos admisible de 6 veces el diámetro externo nominal del cable.

**6.1.17** La distancia máxima de red secundaria debe ser de 150 metros.

**6.1.18** A cada transformador deberá corresponder un único tablero de distribución tipo pedestal.

**6.1.19** Para las salidas de circuitos secundarios, en frente del tablero de distribución, se debe prever una caja de inspección.

**6.1.20** Cada transformador deberá corresponder un único tablero de distribución tipo pedestal.

**6.1.21** En todo los finales de red en las extremidades de cables subterráneo de red secundaria deben ser vedadas por medio de un tapón termo-contráible o cinta auto-fusión.

## **6.2 CABLES DE LA RED SECUNDARIA**

**6.2.1** Los cables normados por CRE para redes secundarias son de clase 0,6/ 1 KV, unipolares, constituidos de cobre aislado .

**6.2.2** Los circuitos secundarios deberán ser construidos de cables con conductores de cobre (sección 120 mm<sup>2</sup>)

**6.2.3** Los cables de interconexión del transformador y el TDP (Tablero de Distribución Pedestal) deben ser de cobre flexible con diámetro 240mm<sup>2</sup>.

**6.2.4** Todos los cables de un circuito secundario (3 fases + neutro) deben ser del mismo diámetro.

**6.2.5** Cada circuito secundario (3 fases + neutro) debe ser instalado en un ducto exclusivo.

**6.2.6** La selección del cable debe ser hecho en función de la carga estimada a 10 años, y debe llevar en consideración las corrientes admisibles y los límites de caída de tensión en los puntos de entrega de energía, de acuerdo con la legislación en vigor.

**6.2.7** La caída de tensión entre la salida del transformador y la caja de inspección (punto de entrega) debe ser igual o inferior a 3 %.

**6.2.8** En el cálculo de la longitud de los cables secundarios debe ser considerado un aumento en la longitud de 5 metros.

**6.2.9** En el cálculo de la longitud de los cables del ramal de conexión debe ser considerado un aumento en la longitud de 1 metro.

## **6.3 RAMAL DE CONEXIÓN SUBTERRANEO EN BAJA TENSION**

**6.3.1.** El ramal de conexión subterráneo debe cumplir las siguientes exigencias:

**6.3.2.** Los conductores fase y neutro deben ser cables unipolares de cobre, aislados con XLPE para 0,6/1KV.



**6.3.4** El conductor neutro debe ser marcado de forma indeleble, para diferenciarlo de los demás conductores.

**6.3.5** Las conexiones de las fases del ramal de la conexión de la red secundaria aislada deben ser ejecutadas mediante barra aislada definida por la CRE.

**6.3.6** El dimensionamiento de los conductores y respectivos electro ducto se detallan a continuación:

- a) Conexión monofásica, carga instalada hasta 10 KVA, cable de cobre 25 mm<sup>2</sup>, ducto de 50 mm.
- b) Conexión Trifásica, demanda hasta 25 KVA, cable de cobre 25 mm<sup>2</sup>, ducto de 50 mm.
- c) Conexión trifásica, demanda hasta 38 KVA, cable de 50 mm<sup>2</sup>, ducto de 50 mm.
- d) Conexión trifásica, demanda hasta 50 KVA, cable de 70 mm<sup>2</sup>, ducto de 50 mm.

Nota: Ramales con cables de 50 mm<sup>2</sup> y 70 mm<sup>2</sup> requieren la construcción del padrón de entrada con medición indirecta.

**6.3.7** Cuando el ramal es constituido por más de un conductor por fase, debe ser distribuido en los electro ductos de tal forma que en cada electro ducto pase un circuito trifásico completo (fase A, B, C y neutro)

#### **6.4 RAMAL DE CONEXIÓN SUBTERRANEO EN MEDIA TENSION**

Además de los requisitos generales el ramal de conexión de la red subterránea de media tensión, para atender edificaciones con demanda superior a 50 KVA, debe cumplir las siguientes exigencias:

**6.4.1** Los conductores de fase deben ser unipolares de cobre, sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>, aislados con XLPE- 90 °C para 15 KV y 25 KV, dotados de blindaje semiconductor, metálicas y con capa externa de PVC o polietileno.

**6.4.2.** En las extremidades de estos conductores debe ser utilizado terminaciones y accesorios desconectables pre-moldados para la conexión a la red de este transformador.

**6.4.3** Blindaje metálica del aislamiento de este conductor debe ser conectada al neutro del conductor.

**6.4.4** El conductor neutro debe ser de cobre, sección 70 mm<sup>2</sup>, este conductor debe interconectar el neutro de la red de la CRE con a la malla de aterramiento del transformador.

**6.4.5** El electro-ducto para la instalación del ramal de media tensión debe tener diámetro nominal 100 mm (4").

#### **6.5 TRAZADO DE LA RED SECUNDARIA**

**6.5.1** El trazado de los circuitos secundarios debe ser hecho considerando:

- a) Preferencialmente los paseos/veredas;
- b) Distancia máxima entre cajas de inspección 80m;
- c) Longitud máximo (trechos entre TDP y la última caja) de 150 m;



**6.5.2.** Interconexión de los secundarios de dos transformadores adyacentes:

- a) Cuando la distancia entre las extremidades de los circuitos sea menor a 50 m el circuito de mayor diámetro debe ser extendido hasta la caja de inspección del circuito adyacente y mantenido aislado con cinta auto fusión y PVC.
- b) Para trechos superiores a 50 metros, pero inferiores a 100 metros deben ser previsto un ducto de interconexión con diámetro mínimo de 125 mm<sup>2</sup>, sin instalación de cables;
- c) Para distancia superiores a 100 metros no se necesita la previsión de interconexión de circuitos secundarios.

**6.5.3** El cálculo de caída de tensión, en el circuito secundario, debe ser hecho considerando:

- a) Demanda de los consumidores para horizonte de 10 años.
- b) Cargas trifásicas equilibradas.
- c) Factor de potencia 0,85.

**7 UBICACIÓN DE TRANSFORMADORES PEDESTAL Y TDP**

**7.1 CONCEPTOS GENERALES**

**7.1.1** Los transformadores en pedestal y los tableros de distribución y protección (TDP) deben ser instalados internamente al condominio en plazas, islas o otros locales donde haya espacio libre para acceso de vehículos pesados (camiones). Debe ser evitada la instalación de transformadores en pedestal en frente a los lotes.

**7.1.2** Cada transformador debe tener su propio TDP. Cada TDP debe tener, como mínimo, 4 circuitos de baja tensión.

**7.1.3** El TDP debe ser instalado del lado derecho del transformador pedestal, tomando como referencia la puerta frontal del transformador, a una distancia mínima de 1 metro y máxima de 3 metros, de forma a permitir circulación de personal para mantenimiento y inspección de la instalación conforme figura 10.

**7.2 TRANSFORMADOR PEDESTAL**

**7.2.1** En la alimentación de más de un edificio de uso colectivo (alimentación en baja tensión), el transformador pedestal y el TDP deben ser instalados, preferentemente, en terreno del consumidor, siendo que las puertas de los terminales de AT y BT deben estar adyacente a la línea divisora entre la propiedad del consumidor y la vía (vía de circulación de vehículos), conforme ilustra la figura 11 y 12. El acceso al transformador debe ser hecho sin necesidad de acceso al área interna del edificio.

**7.2.2** Cuando el transformador pedestal y el TDP fueran instalados en el terreno del consumidor, figura 11 y 12 debe ser obtenido el derecho de servidumbre por escrito a través de un Termino Concesión.



**7.2.3** El ducto entre punto de entrega y el padrón de entrada debe estar de acuerdo con lo establecido en el punto 6.3.

**7.2.4** Transformadores pedestal no deben ser instalados internamente en los edificios.

**7.2.5** Es permitida la alimentación de dos más edificios por un mismo transformador pedestal, ubicado en un área externa a estos, conforme ilustrado en la figura 12, siendo que en este caso debe ser considerado:

- a) El transformador debe ser ubicado de acuerdo con la figura 12.
- b) Deben ser instaladas cajas de inspección próximas a las fronteras de cada lote para instalación de la conexión del ramal de conexión al ramal de entrada a los consumidores.

**7.2.6** La potencia de los transformadores en pedestal a ser utilizados deben ser de 45, 75 y 150 KVA.

Nota: La ubicación del transformador en pedestal debe llevar en consideración la posibilidad de su instalación/retirada a través de camión con grúa.

**7.2.7** El transformador en pedestal deben ser ubicados en aéreas libres sin ninguna construcción sobre el equipo.

### 7.3 TABLEROS DE DISTRIBUCION PEDESTAL – TDP

**7.3.1** Los tableros de distribución deben ser utilizados con base en la siguiente tabla, de acuerdo a la potencia del transformador:

**Dimensionamiento Eléctrico de los Tableros de Distribución**

Tipo del TDP	Potencia del Transformador (kVA)	Corriente Llave (A)	Cantidad de Llaves	Corriente de Los Fusibles	Corriente de la Barra
1	45	160	3	100	384
2	75	250	3	200	384
3	150	400	4	250	1180

**Nota:** Los TDP de los transformadores de 45 y 75 KVA deberán tener 4 llaves.

**7.3.2** La corriente máxima de cada circuito no debe ser superior a 80 % de la capacidad del fusible indicada en la tabla de Dimensionamiento Eléctrico de los Tableros de Distribución. .

**7.3.3** Todo TDP debe ser dejado un espacio físico para instalación de un circuito trifásico, reserva, de 160 A para la ejecución de servicios de emergencia.



## 7.4 SALIDAS SECUNDARIAS A TRANSFORMADORES

7.4.1 El secundario de los transformadores tipo pedestal debe ser conectados a las barras del TDP por intermedio de cables de cobre normalizados, conforme se detalla a continuación:

### CABLES DE SALIDA DEL SECUNDARIO DE LOS TRANSFORMADORES

Transformador (kVA)	Tipo	Numero de circuitos
45	Pedestal	1 X [3 # 120 (120) ] mm <sup>2</sup>
75	Pedestal	1 X [3 # 120 (120) ] mm <sup>2</sup>
150	Pedestal	2 X [3 # 120 (120) ] mm <sup>2</sup>

## 8 ATERRAMIENTO

### 8.1 CONCEPTOS GENERALES

8.1.1 En los locales de instalación de transformadores y llaves subterráneas debe haber una malla de tierra.

8.1.2 El aterramiento del transformador pedestal debe ser hecho de acuerdo con el Manual de Estructuras Subterránea NT CRE 019.

8.1.3 El blindaje del cable de red primaria debe ser aterrado en todos los empales y terminaciones.

8.1.4 La máxima resistencia de aterramiento admisible, tanto en cajas como en instalaciones del transformador es de 10 Ohms.

8.1.5 El aterramiento del neutro del transformador debe ser ejecutado con el cable 120mm<sup>2</sup>.

### 8.2 PUNTOS QUE DEBEN SER ATERRADOS

- a) Empalmes;
- b) Terminaciones(desconectable tipo codo, desconectable recto, modulo básico)
- c) Blindaje de los cables de media tensión;
- d) Herrajes;
- e) Terminales del neutro de los transformado;
- f) Equipamientos (Terminales de tierra).

Nota: El aterramiento de los empalmes fijos o desconectables debe ser hecho de acuerdo a las instrucciones del fabricante.



## **9 PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES**

- a) En las transiciones de la red aérea para subterránea deben ser instalados pararrayos.
- b) En todos los transformadores tipo pedestal deben ser instalados pararrayos desconectables.
- c) En puntos de seccionamiento de circuitos primarios llave seccionadora operando normalmente abierta) deben ser instalados pararrayos desconectables, acoplados al busching primario correspondiente a cada vía abierta.

## **10 IDENTIFICACION DE CABLES Y CIRCUITOS**

### **10.1 LOCALES DONDE DEBEN SER IDENTIFICADO LAS FASES DE LOS CABLES:**

- a) Postes de transición;
- b) Entrada y salida de los circuitos primarios y secundarios en cajas de inspección;
- c) Conexiones de circuitos y secundarios de los transformadores pedestal;
- d) Conexiones de circuitos y secundarios en los tableros de distribución y protección;

### **10.2 CINTAS DE IDENTIFICACION DE LAS FASES:**

- a) Fase "A" – color blanca;
- b) Fase "B" – color amarilla;
- c) Fase "C" - color roja;
- d) Neutro – color azul.

#### **Notas:**

- La identificación de las fases de los circuitos primarios y secundarios debe ser hecha considerando como mínimo 3 vueltas de cinta aislante sobrepuesta; envolviendo todo el diámetro del cable.
- Cuando hay más de un circuito primario en caja de inspección todos ellos deben ser identificados.

### **10.3 IDENTIFICACION DE CIRCUITOS;**

La identificación de los circuitos primarios, secundarios y ramales de conexión deben ser hechas de acuerdo orientaciones a ser entregadas por el área de proyecto.



## **11 OBRAS CIVILES**

### **11.1 CIRCUITOS PRIMARIOS**

- a) Los circuitos primarios deben ser instalados en ductos de PEAD directamente enterrados y normalmente ubicados en vías de circulación de vehículos.
- b) Los circuitos deben ser instalados en vías de circulación de vehículos a una profundidad mínima de 900mm.
- c) Los circuitos primarios deben tener, como mínimo, un ducto de reserva.(Eliminar)

### **11.2 CIRCUITOS SECUNDARIOS**

- a) Los circuitos secundarios deben ser instalados en ductos de PEAD directamente enterrados y normalmente ubicados en veredas o paseos.
- b) Los circuitos deben ser instalados en vías de circulación de vehículos a una profundidad mínima de 600mm.
- c) La base del transformador pedestal debe estar de acuerdo al Manual Estructura NT CRE 019.

## **12 EQUIPAMIENTOS Y MATERIALES**

### **12.1 EQUIPAMIENTOS Y MATERIALES**

- a) Todos los transformadores utilizados en las redes subterránea de distribución deben ser del tipo pedestal (Pad-Mounted), con seis busching primarios, conectados a la media tensión por medio de accesorios desconectables tipo load break.
- b) En el caso de transformadores instalados en ramales, los busching no utilizados deben ser aislados con receptáculo aislante blindado (RIB).
- c) Los transformadores deberán atender la especificación técnica de CRE.

### **12.2 LLAVES SECCIONADORAS**

- a) En circuito primario subterráneo, cuando la capacidad instalada de los transformadores sea superior a 2 MVA, llave(s) seccionadora (s) trifásica (s) de dos vías(entrada y salida) debe ser instaladas para dividir el circuito en trechos cuya suma de las capacidades instalada no supere el limite citado. El trecho donde eventualmente ocurra un defecto, debe ser aislado y las cargas de los demás trechos del circuito, donde se encuentra el defecto, deben ser transferidas, a través de las llaves de maniobras, operadas en carga, sin implicar interrupciones en otros consumidores de otros circuitos.
- b) Las llaves utilizadas deben ser del tipo pedestal o sumergible con número de vías adecuada a la aplicación. Cuando sea necesario, como en el caso de derivación, debe tener vía apropiada para protección.
- c) Cada vía debe considerar tres posiciones: abierta, cerrada y tierra.



- d) Las llaves seccionadoras homologadas por CRE consideran interrupción en vacío y medio aislante SF6.
- e) Las llaves deben tener terminales desconectables tipo loadbreak, ser automatizadas y atender las especificaciones técnicas de CRE - Llaves interruptoras tripolares tipo pedestal o sumergibles a gas SF6 para redes de distribución subterránea.
- f) Los terminales de las llaves seccionadoras deben ser constituidos con busching para 200 A.
- g) Las llaves seccionadoras en pedestal deben ser instaladas sobre una base de concreto.

### **12.3 RECONECTADORES**

Los reconectores utilizados deben estar preparados para automatización y cumplir con la especificación técnica NTCRE 15/07 Reconector Trifásico.

### **12.4 REGULADORES DE TENSION**

Los reguladores de tensión instalados en la entrada del condominio, deben tener potencia suficiente para atender la demanda total del circuito, debiendo la potencia mínima ser de 76 KVA y cumplir con la especificación de CRE.

### **12.5 INDICADORES DE DEFECTO**

Los indicadores de defectos del circuito primario deben:

- a) Mantener la indicación de defecto por un periodo mínimo de 4 horas y estar situado a 15 metros de los sensores de corriente.
- b) Rearmar después de la restauración del circuito, automáticamente.
- c) Operar para corrientes de 30 A o más.

### **12.6 ACCESORIOS DESCONECTABLES**

Los accesorios desconectables deben ser del tipo load break, con corriente nominal de 200 A, y estar de acuerdo con la especificación técnica NT CRE 005/03.

### **12.7 PARARRAYOS**

Los pararrayos desconectables deben estar de acuerdo a la especificación de CRE NTCRE 005/03.

### **12.8 TABLEROS DE DISTRIBUCION Y PROTECCION - TDP**

Los TDP deben estar de acuerdo con la especificación técnica de CRE.

FIGURA 1

CONFIGURACION ANILLO ABIERTO – PRIMARIO AEREO

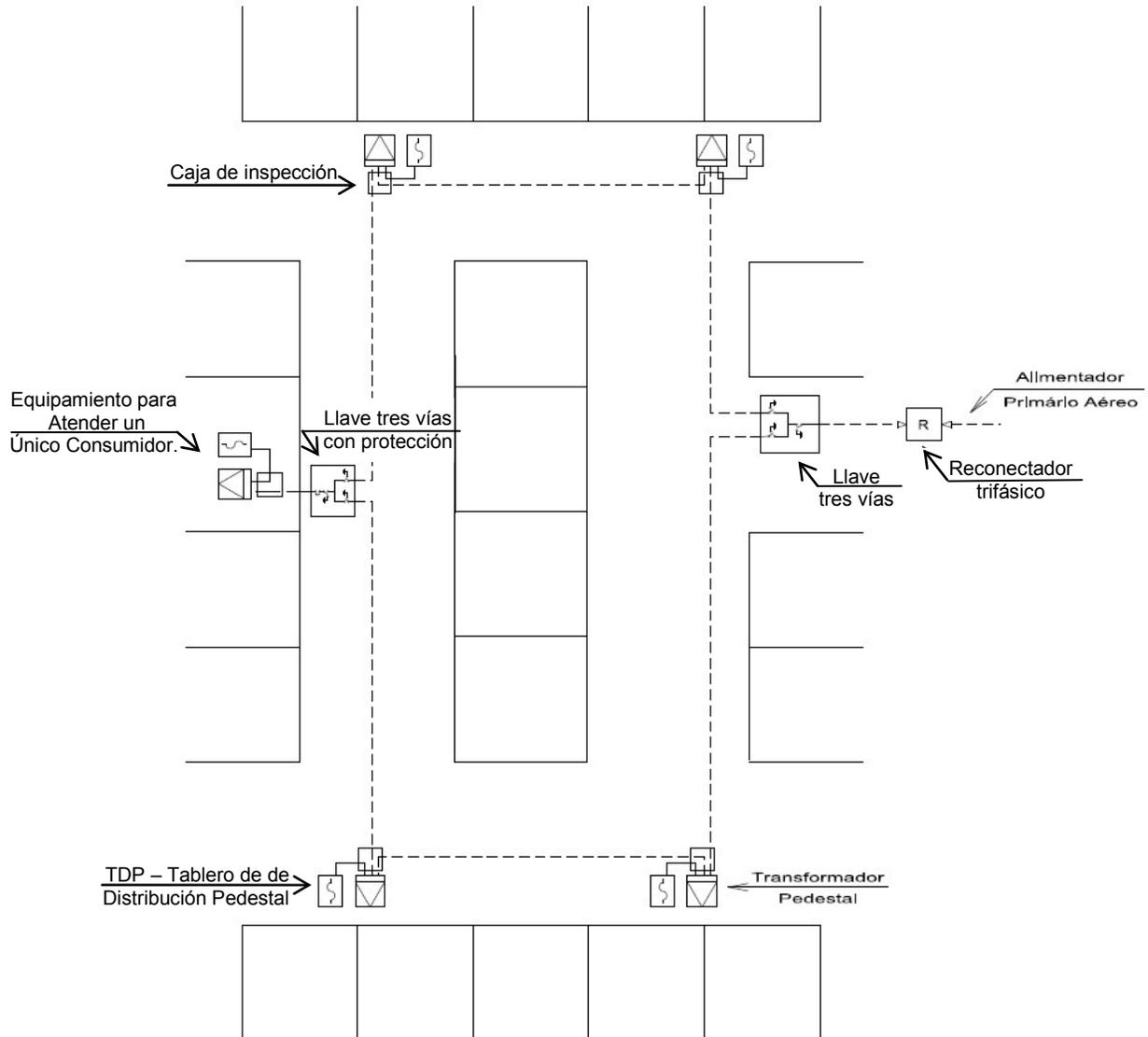


FIGURA 2

UNIFILAR ANILLO ABIERTO – PRIMARIO AEREO

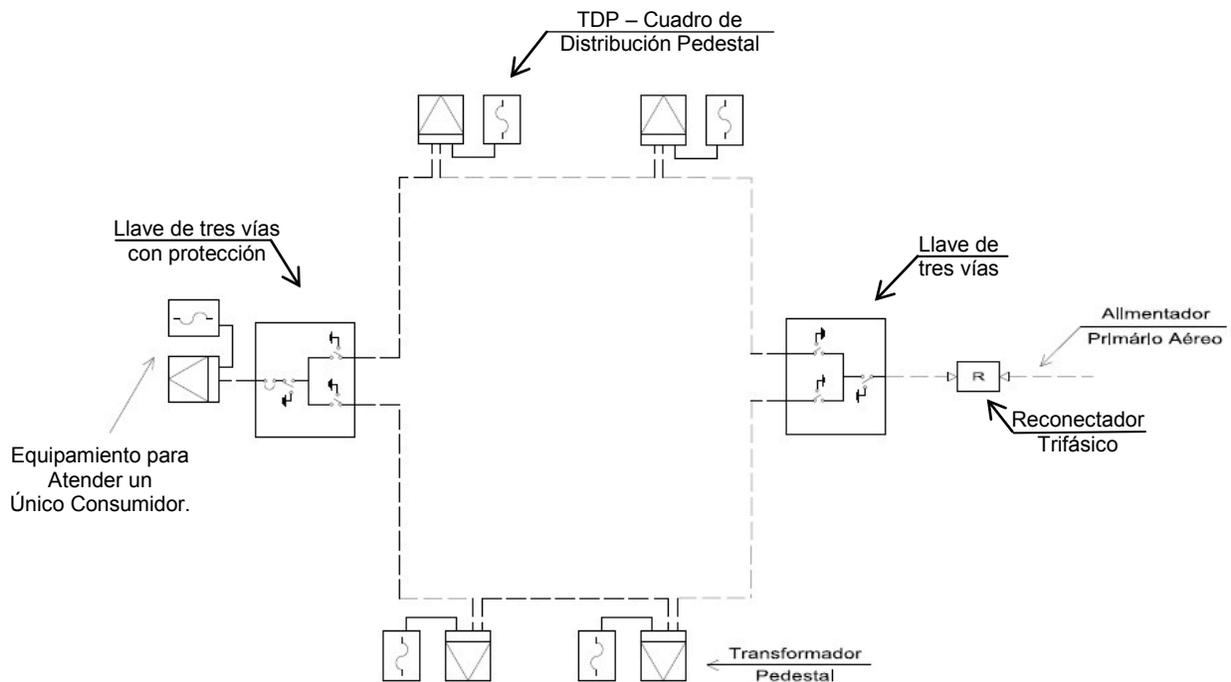


FIGURA 3

CONFIGURACION ANILLO ABIERTO – PRIMARIO SUBTERRANEO

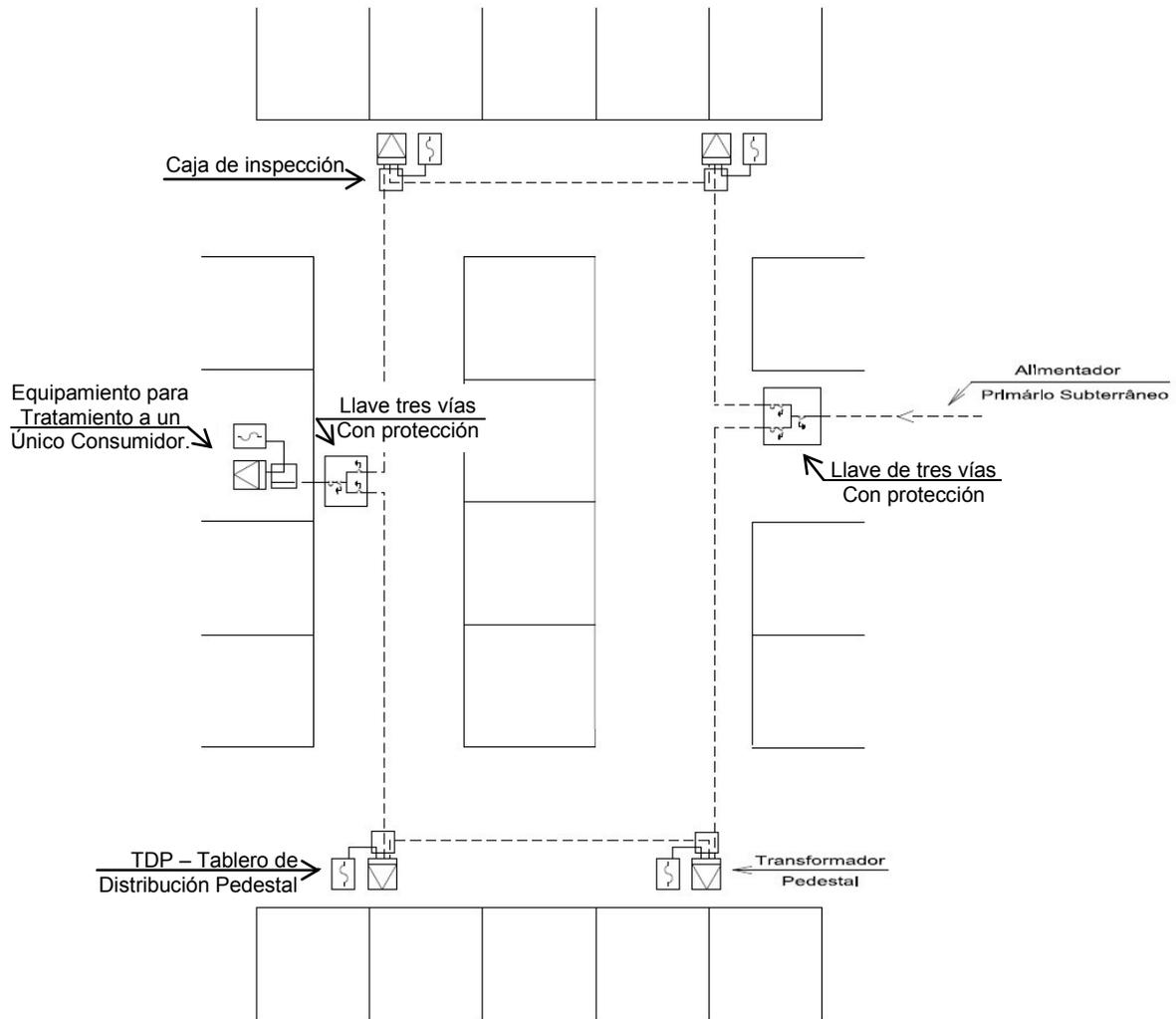


FIGURA 4

UNIFILAR ANILLO ABIERTO – PRIMARIO SUBTERRANEO

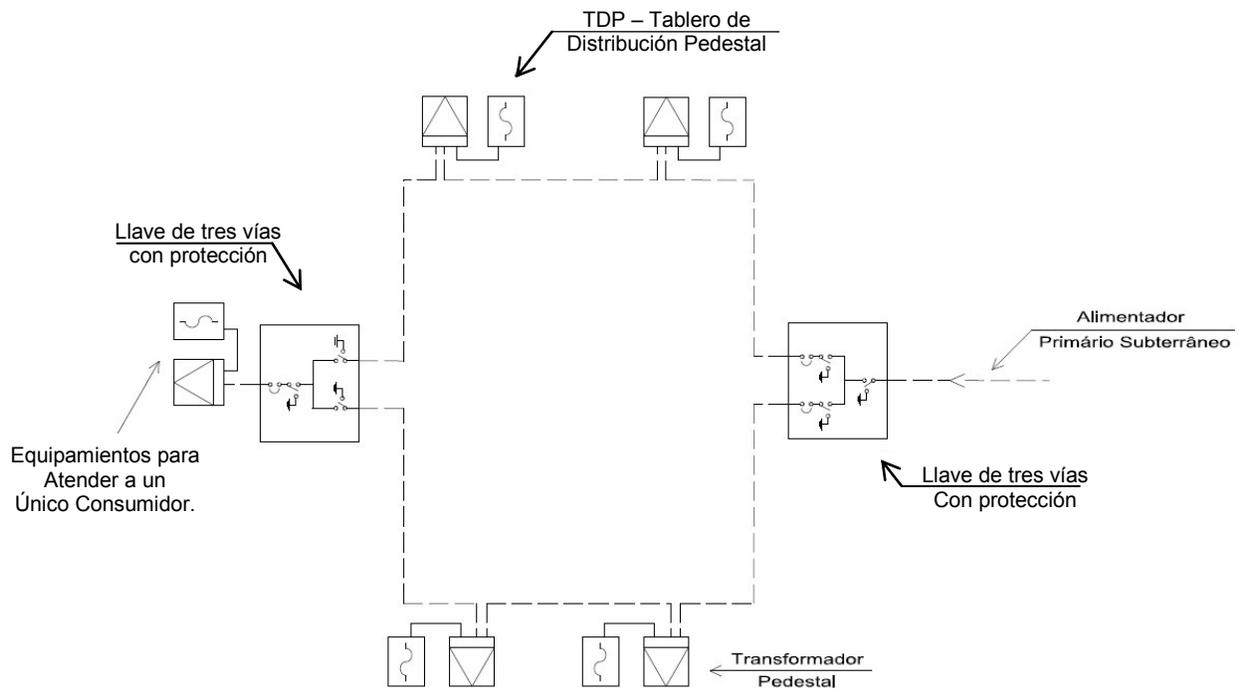


FIGURA 5

CONFIGURACION CON RECURSO RADIAL – PRIMARIO AEREO

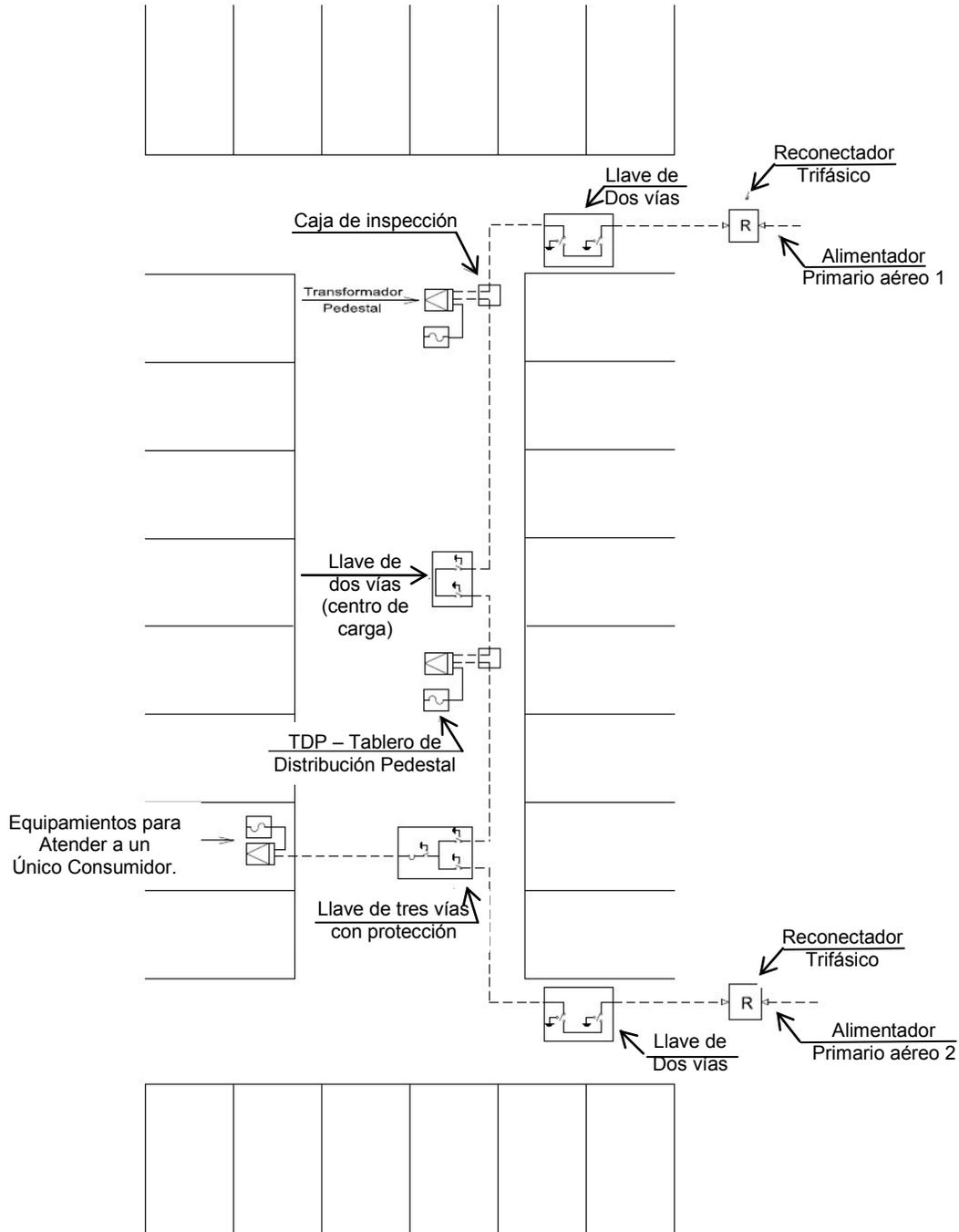


FIGURA 6

UNIFILAR CON RECURSO RADIAL – PRIMARIO AEREO

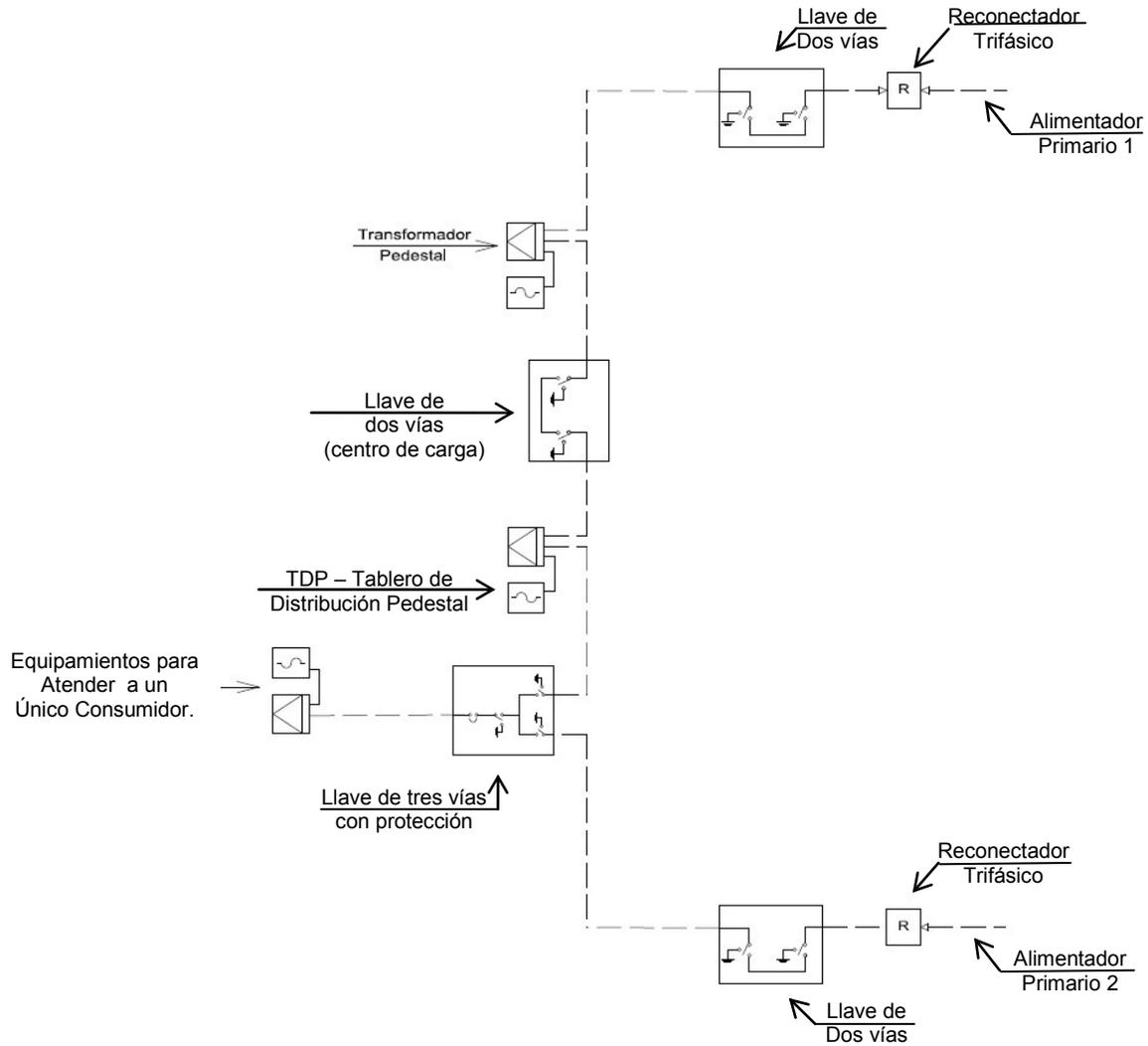




FIGURA 7

CONFIGURACION CON RECURSO RADIAL – PRIMARIO SUBTERRANEO

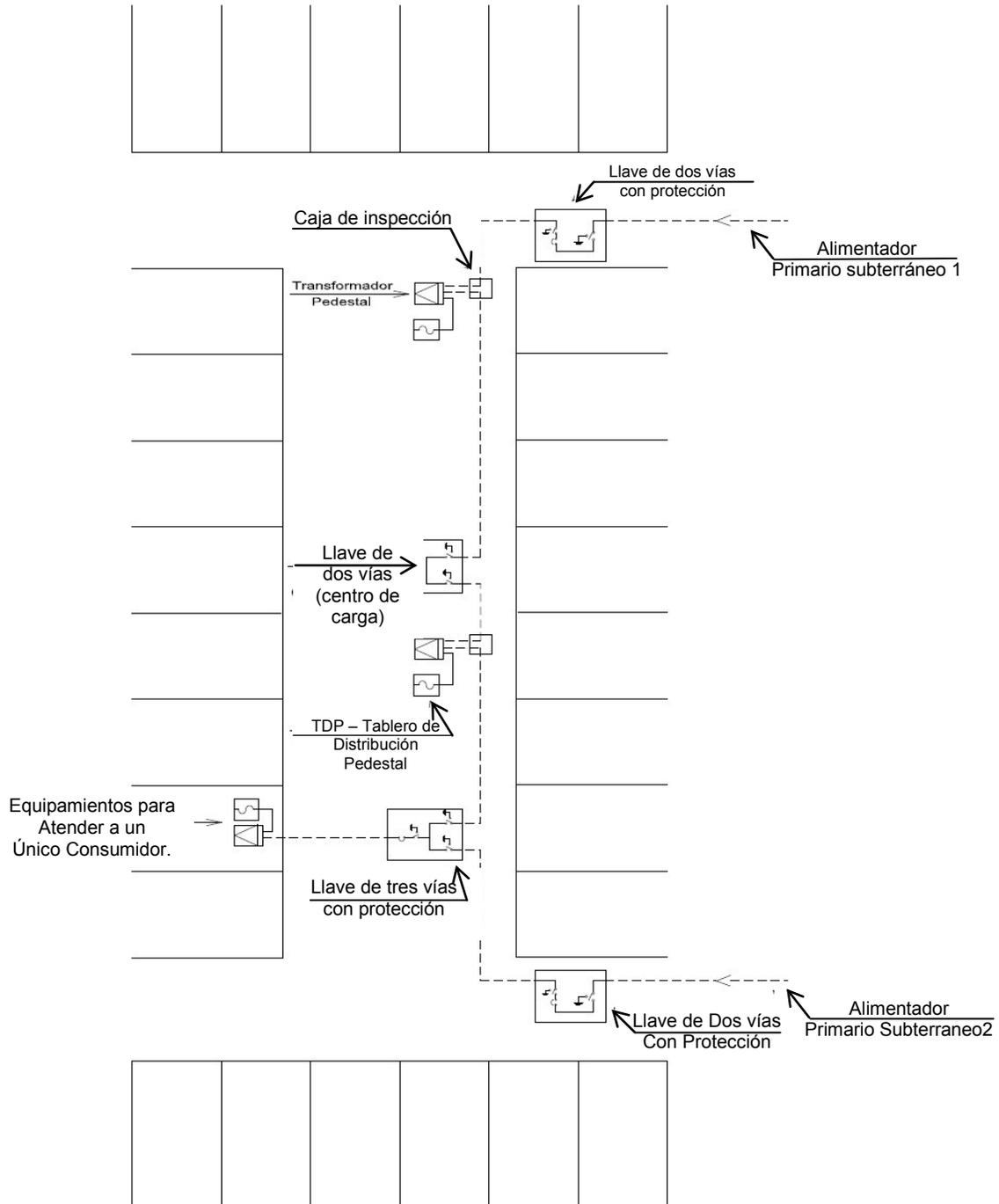
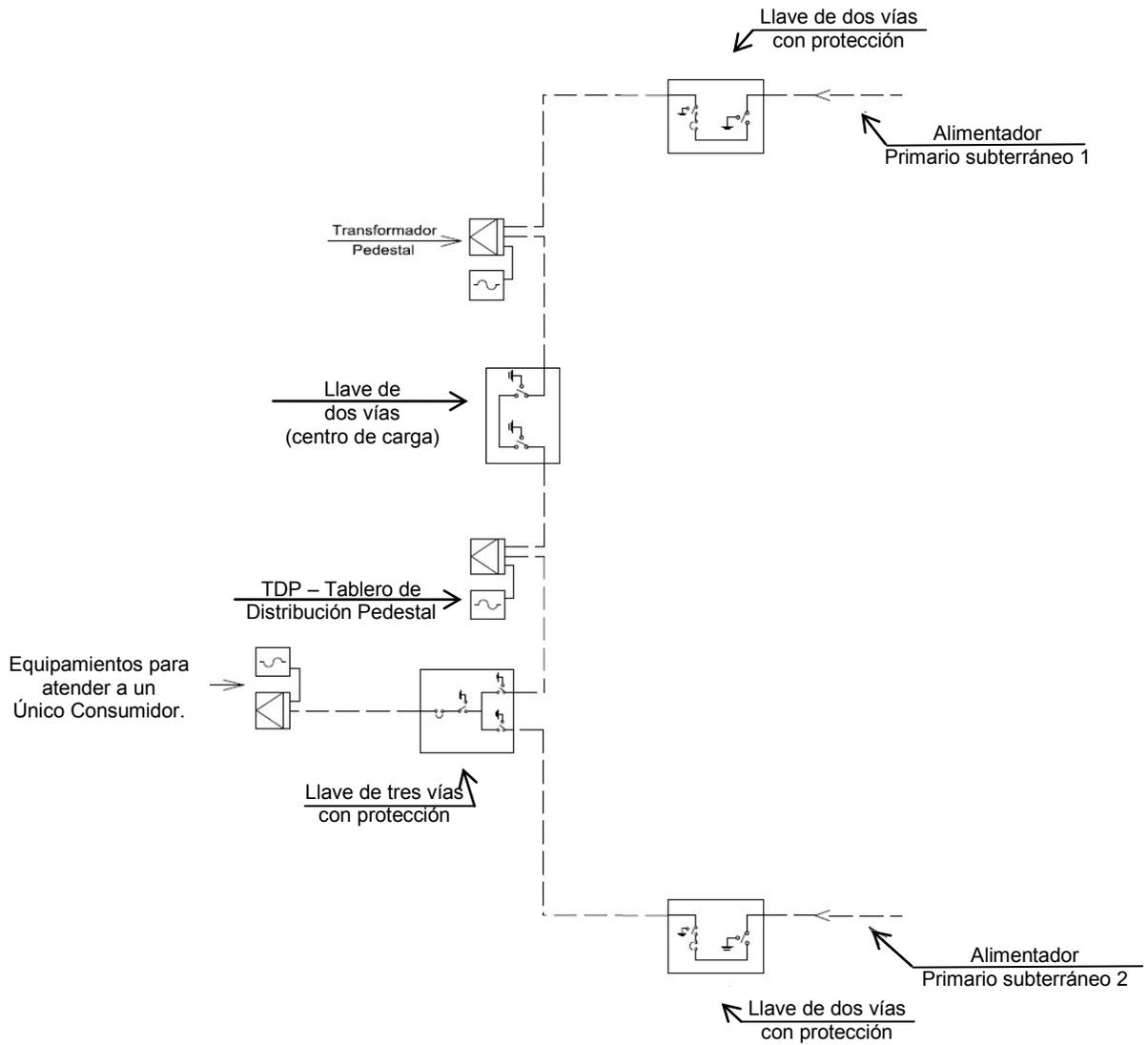
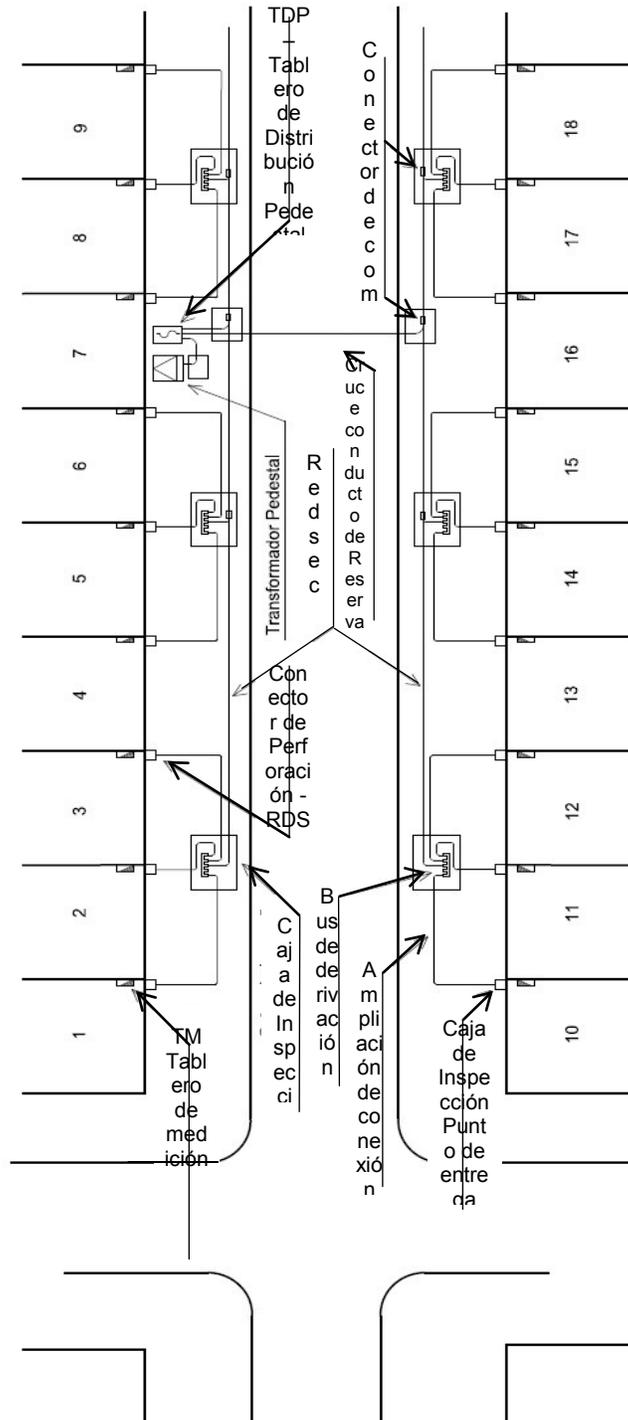


FIGURA 8

UNIFILAR CON RECURSO RADIAL – PRIMARIO SUBTERRANEO



**FIGURA 9**  
**CONFIGURACION SECUNDARIA DE RED**



**FIGURA 10**

**UBICACIÓN DE TRANSFORMADOR Y TABLERO DE DISTRIBUCION EN PEDESTAL**

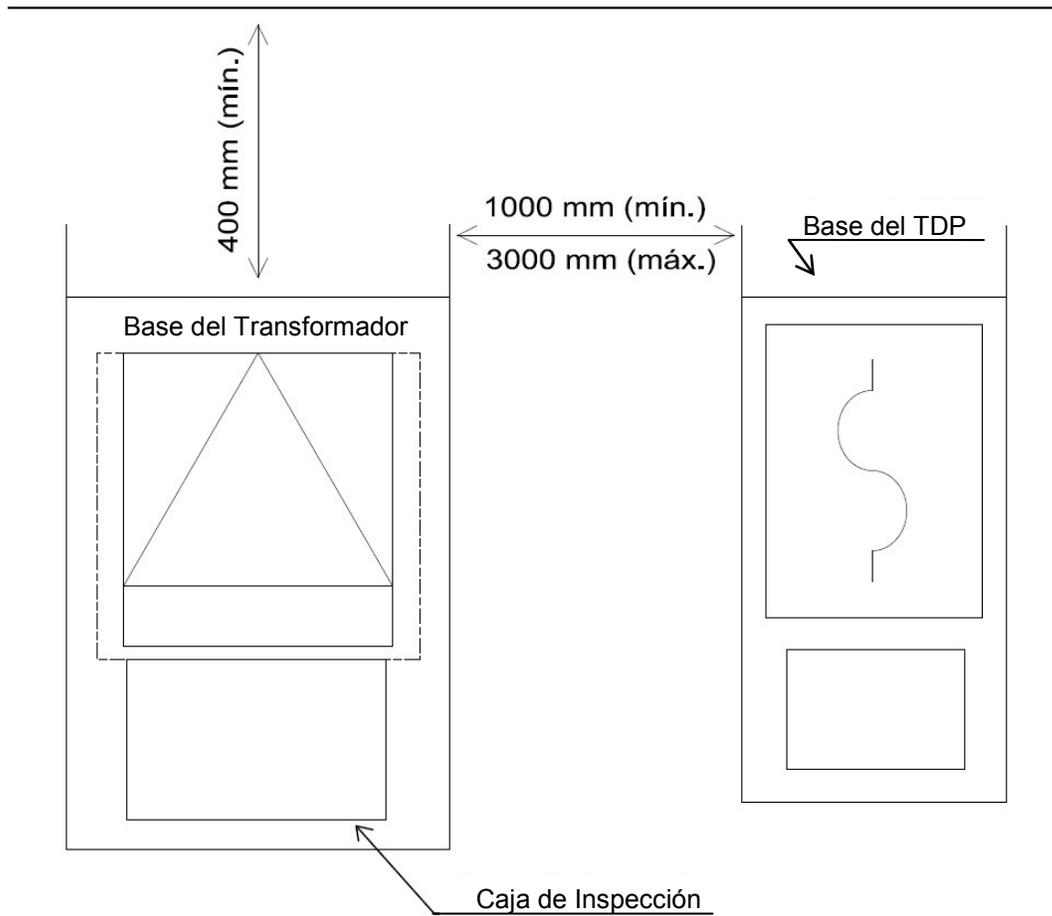
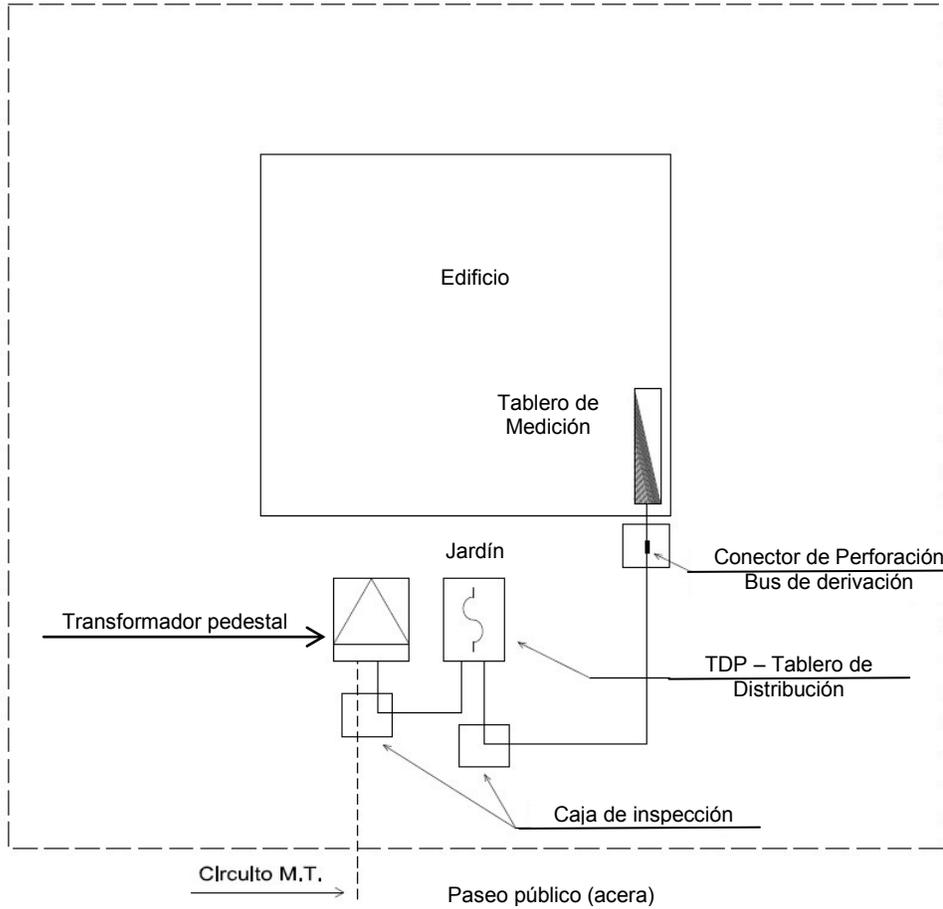


FIGURA 11

INSTALACION DE TRANSFORMADOR PEDESTAL Y TABLERO DE DISTRIBUCION  
PEDESTAL EXCLUSIVOS PARA UN EDIFICIO

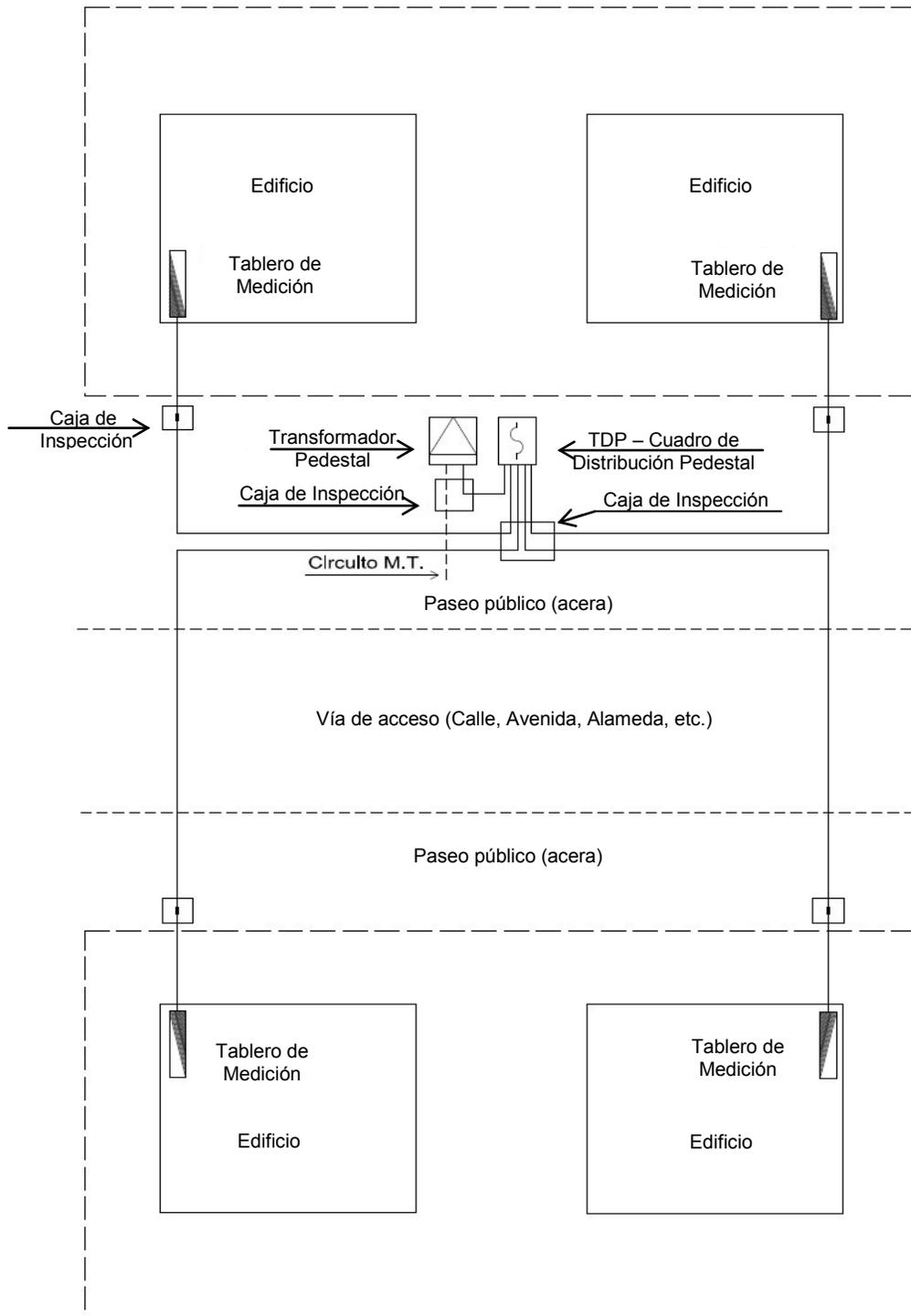


Vía de acceso (Calle, Avenida, Alameda, etc.)

Paseo público (acera)



**INSTALACION DE TRANSFORMADOR PEDESTAL Y TABLERO DE DISTRIBUCION DE PEDESTAL EXCLUSIVOS PARA ATENDER MAS DE UN EDIFICIO**





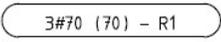
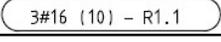
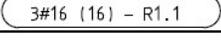
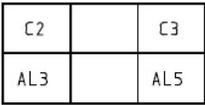
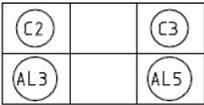
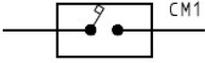
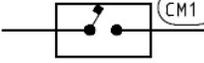
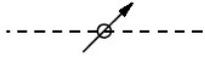
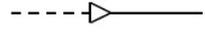
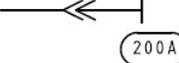
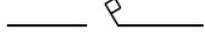
## SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA

DESCRIPCION	SÍMBOLOS	
	EXISTENTE	PROYECTADO
EXTREMO DE UN CONDUCTOR NO CONECTADO		
CRUCE DE CONDUCTORES SIN CONEXION		
CONDUCTOR DEL GRUPO DE CONDUCTORES		
EMPALME DE CONDUCTORES		
EMPALME PREMOLDADA "MBT" CONDUCTOR DE M.T. - 400mm <sup>2</sup>	A	
EMPALME PREMOLDADA "MBT" CONDUCTOR DE M.T. - 120mm <sup>2</sup>	B	
EMPALME PREMOLDADA "MBT" CONDUCTOR DE M.T. - 50mm <sup>2</sup>	C	
EMPALME PREMOLDADA "MBT" CONDUCTOR DE M.T. - 185mm <sup>2</sup>	D	
EMPALME PREMOLDADA "MBT" CONDUCTOR DE M.T. - 240mm <sup>2</sup>	E	
EMPALME PREMOLDADA DESCONECTABLE (TDC/TDR) CONDUCTOR DE M.T. - 120mm <sup>2</sup>	b	
EMPALME PREMOLDADA DESCONECTABLE (TDC/TDR) CONDUCTOR DE M.T. - 50mm <sup>2</sup>	c	
EMPALME PREMOLDADA PRIMARIA, COMPUESTA POR 2 CONDUCTORES AL, 400mm <sup>2</sup> (MBT) Y UN CONDUCTOR AL, 120mm <sup>2</sup> (DESCONECTABLE)		
BUS DE DERIVACION (COBRE / ALUMINIO) 600 V		
BUS DE DERIVACION (COBRE / ALUMINIO) 600 V		
BUS DE DERIVACION (COBRE / ALUMINIO) 600 V		
BUS AISLADO (COBRE / ALUMINIO) 600 V		
BUS TRIPLEX AISLADO PARA 15 / 25 kV - 200 A		
BUS CUADRUPLIX AISLADO PARA 15 / 25 kV - 200 A		



DESCRIPCION	SÍMBOLOS	
	EXISTENTE	PROYECTADO
TUBO DE COMPRESION BIMETALICA 240 mm2 Cu / 240 mm2 - AL		
FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE PARA PROTECCION DE CABLE DE COBRE - 240 mm2		
FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE PARA PROTECCION DE CABLE DE ALUMINIO - 240 mm2		
FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE PARA PROTECCION DE CABLE DE COBRE Y ALUMINIO - 240 mm2		
INTERRUPTOR DE B.T.		
PRESENTACION DE 2 CIRCUITOS PRIMARIOS - ALIMENTADORES 01 Y 02 - EN CABLES AISLADOS PARA 15 kV, CONDUCTORES FASES EN ALUMINIO, CALIBRE 400 mm2 Y NEUTRO EN COBRE NU DE 70mm2	2[3#400(70)]-13,8kV ----- Al. 01 e 02	2[3#400(70)] - 13,8kV ----- Al. 01 e 02
PRESENTACION DE CIRCUITOS SECUNDARIOS - C1 Y C2 - EN CABLES AISLADOS PARA 0,6 kV, CONDUCTORES FASES EN ALUMINIO, CALIBRE 240 mm2, NEUTRO EN COBRE NU DE 70mm2	3#240(70) - C1	3#240(70) - C1
	<u>2[3#240(70)]</u> C1 - C2	<u>2[3#240(70)]</u> C1 - C2
PRESENTACION DE CIRCUITOS SECUNDARIOS - C1 Y C2 - EN CABLES AISLADOS PARA 0,6 kV, CONDUCTORES FASES EN ALUMINIO, CALIBRE 240 mm2, NEUTRO EN ALUMINIO AISLADO DE 240mm2	3#240(240) - C1	3#240(240) - C1
	<u>2[3#240(240)]</u> C1 - C2	<u>2[3#240(240)]</u> C1 - C2
PRESENTACION DE UNA EXTENCION SECUNDARIA, - R1 - DERIVADO DE UN CIRCUITO C1, EN CABLES AISLADOS PARA 0,6 kV, CONDUCTORES FASES EN ALUMINIO CALIBRE 70mm2, NEUTRO EN COBRE NU DE 35mm2.	3#70 (35) - R1	3#70 (35) - R1



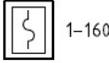
DESCRIPCION	SÍMBOLOS	
	EXISTENTE	PROYECTADO
PRESENTACION DE UNA EXTENCION SECUNDARIA, - R1 - DERIVADO DE UN CIRCUITO C1, EN CABLES AISLADOS PARA 0,6 kV, CONDUCTORES FASES EN ALUMINIO CALIBRE 70mm <sup>2</sup> , NEUTRO EN ALUMINO AISLADO DE 70mm <sup>2</sup> .	3#70 (70) - R1	
PRESENTACION DE UNA EXTENCION SECUNDARIA, - R1 - DERIVADO DE UN CIRCUITO C1, EN CABLES AISLADOS PARA 0,6 kV, CONDUCTORES FASES EN ALUMINIO CALIBRE 240mm <sup>2</sup> , NEUTRO EN COBRE NU DE 35mm <sup>2</sup> .	3#240 (35) - R1	
PRESENTACION DE UNA EXTENCION SECUNDARIA, - R1 . 1 - DERIVADO DE UN CIRCUITO R1, EN CABLES AISLADOS PARA 600 V, CONDUCTORES FASES EN ALUMINIO CALIBRE 16mm <sup>2</sup> , NEUTRO EN COBRE NU DE 10mm <sup>2</sup> .	<u>3#16 (10) - R1.1</u>	
PRESENTACION DE UNA EXTENCION SECUNDARIA, - R1 . 1 - DERIVADO DE UN CIRCUITO R1, EN CABLES AISLADOS PARA 600 V, CONDUCTORES FASES EN ALUMINIO CALIBRE 16mm <sup>2</sup> , NEUTRO EN ALUMINIO AISLADO 16mm <sup>2</sup> .	<u>3#16 (16) - R1.1</u>	
POSICION DE DOS CIRCUITOS, EN BANCOS DE DUCTOS DE TIPO 2 x 3.		
LLAVE CUCHILLA, ABERTURA CON CARGA, CON TERMINAL " T " PARA 600 A, INSTALADA EN CAMARA DE MANIOBRA.	 NA OU NF - 600A	 
INDICADOR DE MAL FUNCIONAMIENTO		
TERMINAL DE CABLE DE M.T. (MUFLA) (CONVERSION DE RDA PARA RDS)		
TERMINAL DESCONECTABLE TIPO CODO TDC - 15 / 25k - 200 A.		
BUSCHING AISLADO BLINDADO PIB - 15 / 25Kv. 200 A.		
TERMINAL DESCONECTABLE ACOPLADO A UN BUSCHING AISLADO BLINDADO INSTALADO EN EQUIPAMIENTOS		
LLAVE SECCIONADORA APERTURA CON CARGA		
LLAVE DE TRANSFERENCIA (M.T.)		



Cooperativa Rural de Electrificación Ltda.

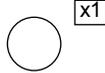
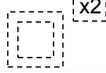
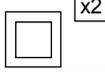
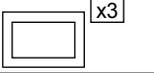
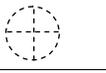
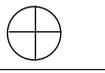
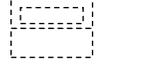
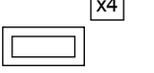
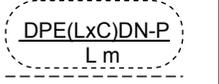
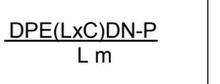
**PROYECTO DE REDES  
SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION  
PARA CONDOMINIOS**

**ESPECIFICACIÓN  
TÉCNICA  
NT CRE 036/ 01**

DESCRIPCION	SÍMBOLOS	
	EXISTENTE	PROYECTADO
TABLERO DE DISTRIBUCION PEDESTAL - QDP		
TRANSFORMADOR DE POTENCIA		
TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD-MOUNTED) - CEMIG		
TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD-MOUNTED) - PARTICULAR		



## SIMBOLOGÍA CIVIL

DESCRIPCION	PROYECTADO	EXISTENTE
CAMARA DE INSPECCION ( 1 )	 x1	 x1
CAMARA DE PASO SECUNDARIA (2)	 x2	 x2
CAMARA DE PASO SECUNDARIA CON DERIVACION (3)	 x3	 x3
CAJA DE INSPECCION DE ATERRAMIENTO - CIA		
BASE TRANSFORMADOR CON CAMARA FRONTAL - BTPC		
BASE DE CONCRETO PARA TABLERO DE DISTRIBUCION EN PEDESTAL (4)	 x4	 x4
BANCO DE DUCTOS DE PEAD DIRECTAMENTE ENTERRADOS - DPE-(LxC)DN-P (6)		

**NOTAS:**A-X1 : CODIGO DE IDENTIFICACION

- CI-1: CAMARA DE INSPECCION 2m. x 2m.
- CI-2: CAMARA DE INSPECCION 4m. x 4m.

C-X2: CODIGO DE IDENTIFICACION

- CS-1: CAMARA DE PASO SECUNDARIA (0,62 x 0,62 x 1.00m.) DE ALBAÑILERIA CON TAPA DE METALICA.



---

*Calle Honduras esquina Av. Busch*

*Teléfono: 336 7777*

*Consultas y emergencias 166*

*Email: [cre@cre.com.bo](mailto:cre@cre.com.bo)*

*C o o p e r a t i v a   R u r a l   d e   E l e c t r i f i c a c i ó n*