


CRITERIOS DE DISEÑOS PARA PROYECTOS ELÉCTRICOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Agosto 2018

División de Ingeniería, Licencias y Obras M.T

Versiones

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
1	Versión Original	17-Mayo-2018

Tabla de contenido

1	OBJETO	4
2	ALCANCE	4
3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	4
3.1	TIPOS DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	4
3.2	SUBESTACIÓN SECUNDARIA SUPERFICIE (S)	6
3.2.1	CONVENCIONAL	6
3.2.2	ESTANDAR	7
3.2.3	COMPACTA	9
3.2.4	DOBLE CABINA.....	10
3.3	TIPO SUBTERRÁNEO	10
3.3.1	ESTANDAR	10
3.3.2	COMPACTA ESPECIAL (sumergible).....	12
3.4	TIPO POSTE	13
3.5	CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES.....	15

1 OBJETO

Establecer las consideraciones técnicas mínimas aplicable a los diseños eléctricos a desarrollar y presentar al operador de red.

2 ALCANCE

El alcance de este documento es aplicable a:

- Centros de transformación

3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

3.1 TIPOS DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los centros de distribución son los puntos de la red M.T donde se instalan transformadores MT/MT, MT/BT. Su alimentación puede ser desde red aérea o subterránea, ver niveles de tensión

Redes aéreas

http://likinormas.micodensa.com/Norma/centros_transformacion_redes_aereas_urbanos_rurales/generalidades_ctu_ctr/ctu_generalidades_centros_distribucion_redes_aereas_urbanas

Redes Subterráneas

http://likinormas.micodensa.com/Norma/centros_transformacion_redes_subterraneos/generalidades_cts/cts_generalidades_normas_construccion_centros_transformacion_redes_subterraneas

Dependiendo de la ubicación y requerimientos técnicos se establecen cuatro tipos de instalación:

Tabla 1. Tipos de instalación de Centros de Transformación

Centro de Transformación	Tipo	Características	Uso
Subestación secundaria superficie (S)	Convencional	<ul style="list-style-type: none"> Transformadores hasta 1250kVA Varias líneas MT (Entrada-Salida) Operación interna 	<ul style="list-style-type: none"> Es la opción más usada En subestaciones de local o sótano
	Estándar	<ul style="list-style-type: none"> Transformadores hasta 1250kVA Varias líneas MT (Entrada-Salida) Operación dentro de la caseta 	<ul style="list-style-type: none"> Es la opción más usada para redes subterráneas
	Compacta	<ul style="list-style-type: none"> Diseño compacto Transformadores hasta 630kVA Operación fuera de la caseta 	<ul style="list-style-type: none"> Es la opción usada para zonas urbanas alimentadas por red subterránea. Facilita la integración con el ambiente local
	Doble Cabina	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 2 Transformadores Se requiere mayor espacio 	<ul style="list-style-type: none"> Casos especiales para áreas de alta densidad de carga
Subestación secundaria subterránea (Sb)	Estándar	<ul style="list-style-type: none"> La cabina debe ser sumergible Equipos estándar 	<ul style="list-style-type: none"> Usada cuando existen restricciones de espacio en las edificaciones.
	Compacta especial	<ul style="list-style-type: none"> Todos los equipos deben ser sumergibles Operación desde afuera 	<ul style="list-style-type: none"> Casos especiales en zonas con alta probabilidad de inundación. Usar solo cuando no es posible otra solución.
Transformador en poste (P)	Un poste	<ul style="list-style-type: none"> Para redes aéreas MT Transformadores de hasta 150kVA 	<ul style="list-style-type: none"> Opción usual en redes aéreas.
	Estructura en H	<ul style="list-style-type: none"> Para redes aéreas MT Transformadores hasta 225 kVA 	<ul style="list-style-type: none"> Casos especiales en áreas rurales cuando el POT lo permita.

Nota 1: En caso de requerir la instalación de un centro de transformación diferente a los expuestos en este documento, se deben evaluar en conjunto con el operador de red antes de presentar un diseño.

Nota 2: En caso de proyección de subestaciones en pisos superiores, se deben evaluar en conjunto con el operador de red antes de presentar un diseño.

Se recomienda al ingeniero diseñador revisar las últimas actualizaciones de las normas que se referencian en este documento antes de presentar los diseños eléctricos.

A continuación se relacionan las capacidades normalizadas en la compañía.

Tabla 2. Capacidades de Transformadores normalizadas (no aplica AP) ()*

Capacidad	Primario	Secundaria	Fases	Aislamiento	Tipo instalación
kVA	kV	V	ϕ		
15	13,2	120/240	2 ϕ	Aceite	P
15	13,2	208/120	3 ϕ	Aceite	P
15	11,4	120/240	2 ϕ	Aceite	P
15	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	P
30	13,2	208/120	3 ϕ	Aceite	P
30	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	P
30	11,4	480/277	3 ϕ	Aceite	P
30	11,4	380/220	3 ϕ	Aceite	P
45	13,2	208/120	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
45	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
45	11,4	380/220	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
75	13,2	208/120	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
75	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
75	11,4	480/277	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
75	11,4	380/220	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
150	13,2	208/120	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
150	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
225	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	P/S/Sb
300	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	S/Sb
400	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	S/Sb
630	13,2	120/240	3 ϕ	Aceite	S/Sb
630	11,4	120/240	3 ϕ	Aceite	S/Sb
800	13,2	120/240	3 ϕ	Aceite	S/Sb
800	11,4	120/240	3 ϕ	Aceite	S/Sb
1000	13,2	120/240	3 ϕ	Aceite	S/Sb
1000	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	S/Sb
1250	13,2	120/240	3 ϕ	Aceite	S/Sb
1250	11,4	208/120	3 ϕ	Aceite	S/Sb

(*) Para la subestaciones tipo superficie compacta se permite el uso de transformadores hasta de 630 kVA

3.2 SUBESTACIÓN SECUNDARIA SUPERFICIE (S)

3.2.1 CONVENCIONAL

Son centros de distribución ubicados dentro de las edificaciones, los mismos deberán considerar como mínimo los siguientes componentes:

1. Celdas tipo RMU (Ring Main Unit) de MT bajo norma IEC (Para redes de uso no se permite el uso de celdas en aire).

2. Grupo de protección, medida, servicios auxiliares y telecontrol.
3. Unidad de transformador de distribución MT / BT en aceite mineral o vegetal- Bujes de media tipo codo bajo norma IEC y bujes de baja aislados (opcional).
4. Interconexiones directas por cable, de MT (11,4 kV) y BT (208/120 V).
5. Circuito de puesta a tierra.
6. Instrucciones de operación del equipo, planos de configuración e indicativo de las 5 reglas de oro.
7. No se permite transformadores secos y/o pedestales en las redes de uso del operador de red. En caso de requerirlo, se deben evaluar en conjunto con el operador de red antes de presentar un diseño.

El local para los Centros de Transformación se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior, con el fin de facilitar al personal de la compañía realizar las labores de mantenimiento, revisión e inspección, así como para la movilización de los diferentes equipos.

En locales ubicados en semisótanos y sótanos de edificaciones, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención deben ser debidamente impermeabilizadas para evitar humedad y oxidación dentro del local.

Los Centros de Transformación instalados en el interior de edificaciones deben cumplir las recomendaciones de la Norma NTC 2050 Artículo 450 respecto a la seguridad contra incendios cuando se utilicen transformadores en aceite.

El local del Centro de Transformación no puede ser ubicado en un área clasificada como peligrosa, ver norma NTC 2050 artículos 500 a 517, en los cuales cubren los requisitos de instalación donde puede existir peligro de fuego o explosión debido a líquidos, gases o vapores inflamables, polvo combustible, fibras, cenizas o sustancias volátiles inflamables. Cada área deberá ser considerada individualmente para determinar su clasificación.

Por el local del Centro de Transformación no podrán pasar tuberías diferentes a la instalación eléctrica tales como agua, alcantarillado, gas o cualquier otro tipo de instalación excepto las de los equipos de extinción de incendios.

Para detalle ver anexo 1.

Se debe garantizar que la subestación quede con acceso desde la calle, o en su defecto como mínimo los elementos de operación y maniobra, los sitios para la ubicación de los equipos eléctricos en M.T. deben tener la correspondiente aprobación de curaduría.

3.2.2 ESTANDAR

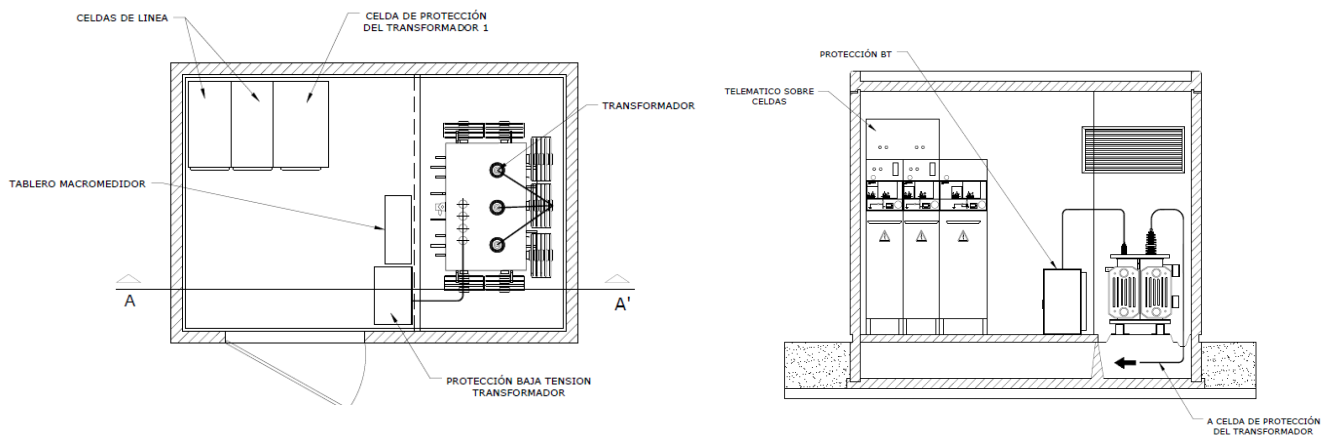
Son centros de distribución a instalar en donde las condiciones de espacio lo permitan y acorde con el POT. Los mismos deberán considerar como mínimo lo siguiente:

1. Construcción prefabricada de hormigón para exteriores
2. Sistema de ventilación
3. Ingreso mediante puertas de seguridad.
4. Bastidor (opcional)

5. Celdas tipo RMU (Ring Main Unit) de MT, incluida protección del transformador
6. Tablero de protección BT, macromedida, servicios auxiliares y telecontrol.
7. Transformador de distribución MT / BT en aceite vegetal o sintético, bujes de media con Terminal tipo codo norma IEC y bujes de baja aislados.
8. Interconexiones directas por cable, de MT (11,4 kV) y BT (208/120 V).
9. Circuito de puesta a tierra.
10. Recolector de aceite de acuerdo a la capacidad de volumen de aceite del transformador, no aplica obras civiles (foso de aceite).
11. Las instrucciones de operación del equipo, planos de configuración e indicativo de las 5 reglas de oro.

Para la instalación se debe tener en cuenta:

- Ubicación de fácil acceso para garantizar el ingreso y/o retiro mediante vehículo grúa o montacarga, con espacio o distancias para izar y transportar el transformador y celdas.
- Se debe conservar espacio para apertura de las puertas.
- La instalación del transformador debe conservar las distancias de seguridad mínimas a las edificaciones, muros, vías y árboles.
- La pantalla de los cables de media tensión, los puntos de tierra de los terminales preformados y los descargadores de sobretensión se conectará a la malla de puesta a tierra.
- El neutro del transformador se conectará a la malla de puesta a tierra.
- El aviso preventivo de riesgo eléctrico de acuerdo al Retie numeral 6.1.1, este se deberá colocar visible.



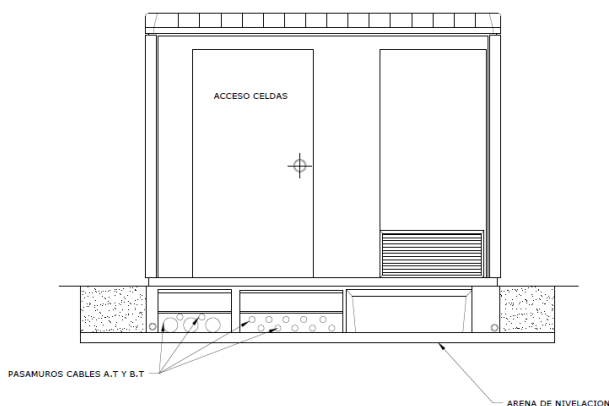


Figura 1. Tipo subestación secundaria superficie estándar

3.2.3 COMPACTA

El diseño compacto, podrá ser utilizado para reducir la superficie construida. A diferencia del diseño estándar, la operación del cuadro MT y BT será desde el exterior de la cabina, como se muestra en la Figura 2.

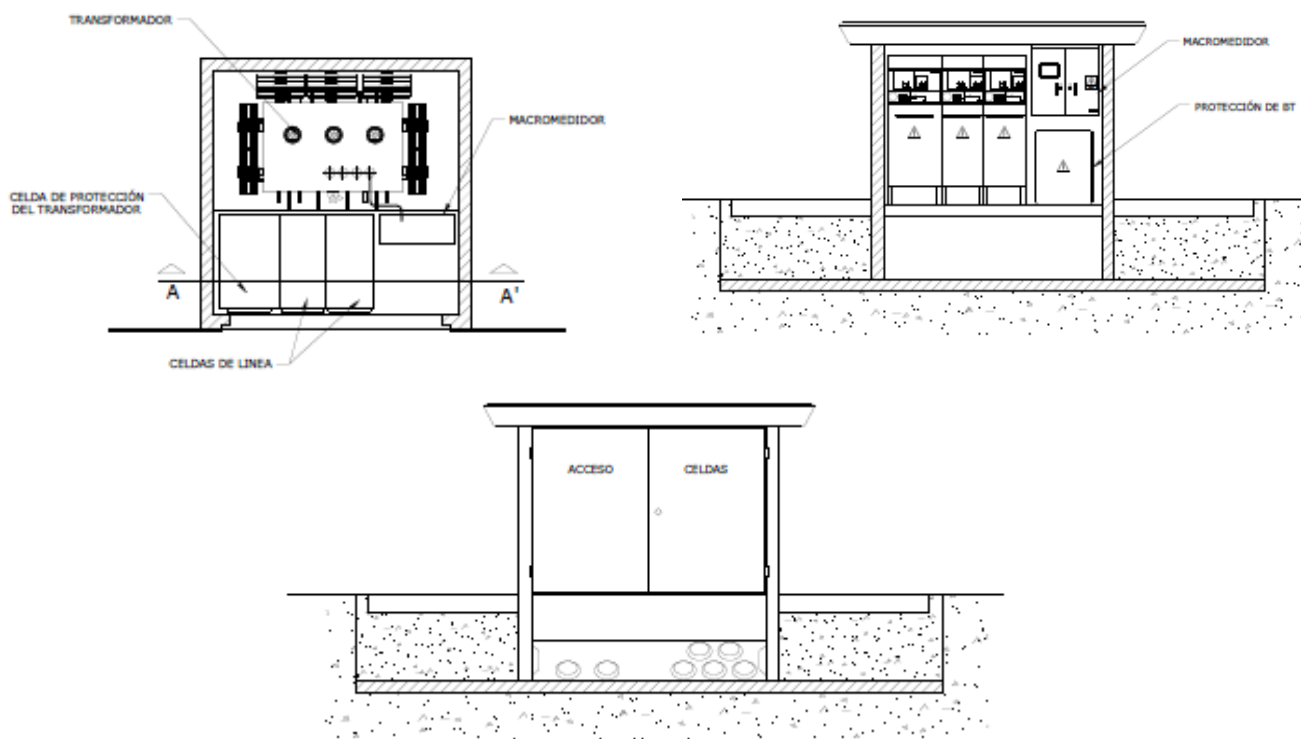


Figura 2. Tipo Subestación secundaria superficie compacta

3.2.4 DOBLE CABINA

Este centro de distribución está diseñado con dos transformadores MT/BT instalados dentro de la misma cabina. Cada transformador estará conectado de forma independiente con su protección de media tensión.

Esta solución es generalmente usada en nuevos grandes centros industriales o residenciales donde la potencia está concentrada y/o los espacios son limitados. Ver detalle Figura 3.

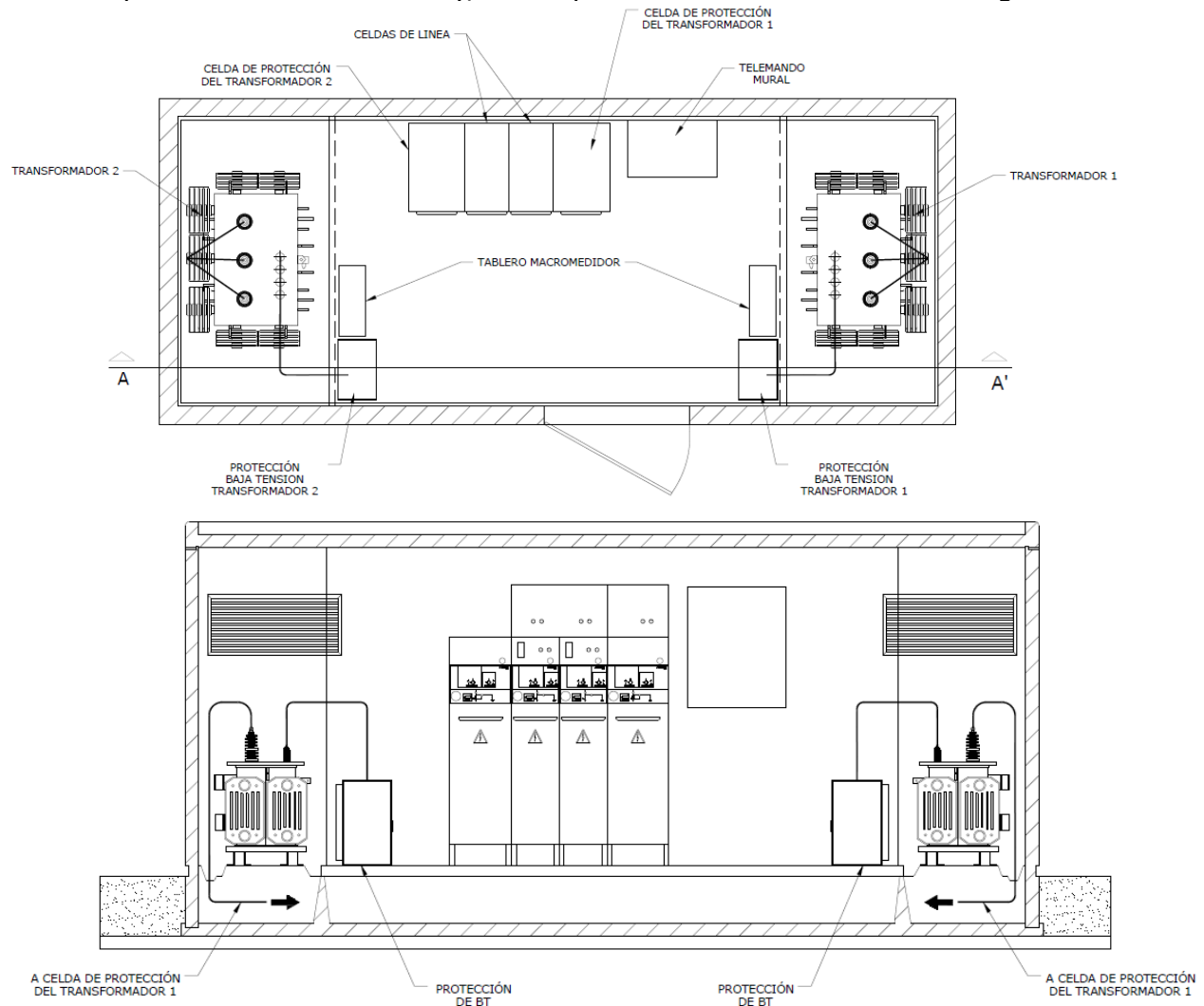


Figura 3. Tipo Subestación secundaria superficie doble cabina

3.3 TIPO SUBTERRÁNEO

3.3.1 ESTANDAR

Son centros de distribución a instalar en donde las condiciones de espacio público así lo permitan. Para esta solución se requiere disponer de los permisos de intervención del espacio ante las autoridades locales. Es necesario considerar los estudios y análisis de los siguientes puntos relevantes para la construcción y operación de este tipo de centros durante el tiempo:

- Filtración de agua y humedad consecuente.
- Ventilación natural.
- Seguridad del personal durante el acceso.
- Costos, tiempos de instalación y mantenimiento.
- Equipos estándar (no son sumergibles).

Los centros de distribución subterráneos deberán considerar como mínimo lo siguiente:

1. Construcción prefabricada de hormigón
2. Sistema de ventilación
3. Ingreso de equipos y personal por la cubierta superior
4. Bastidor (opcional)
5. Celdas tipo RMU (Ring Main Unit) de MT.
6. Grupo de protección, medida, servicios auxiliares y telecontrol.
7. Transformador de distribución MT / BT en aceite vegetal o sintético.- Bujes de media con Terminal tipo codo norma IEC y bujes de baja aislados.
8. Interconexiones directas por cable, de MT (11,4 kV) y BT (208/120 V).
9. Circuito de puesta a tierra.
10. Sistema de detección de agua.
11. Las instrucciones de operación del equipo, planos de configuración e indicativo de las 5 reglas de oro.

La disposición de los equipos se establecerá dependiendo de las condiciones de la subestación secundaria subterránea, respetando las indicaciones de seguridad y operación propias de este tipo de infraestructura.

La estructura civil debe soportar la carga de tránsito pesado, incluyendo las tapas de la cabina.

Los transformadores y celdas en el lado de media tensión deberán considerar terminales del tipo "plug-in" con la finalidad de evitar puntos energizados y optimizar las distancias y espacios al interior del centro. Ver detalle Figura 4.

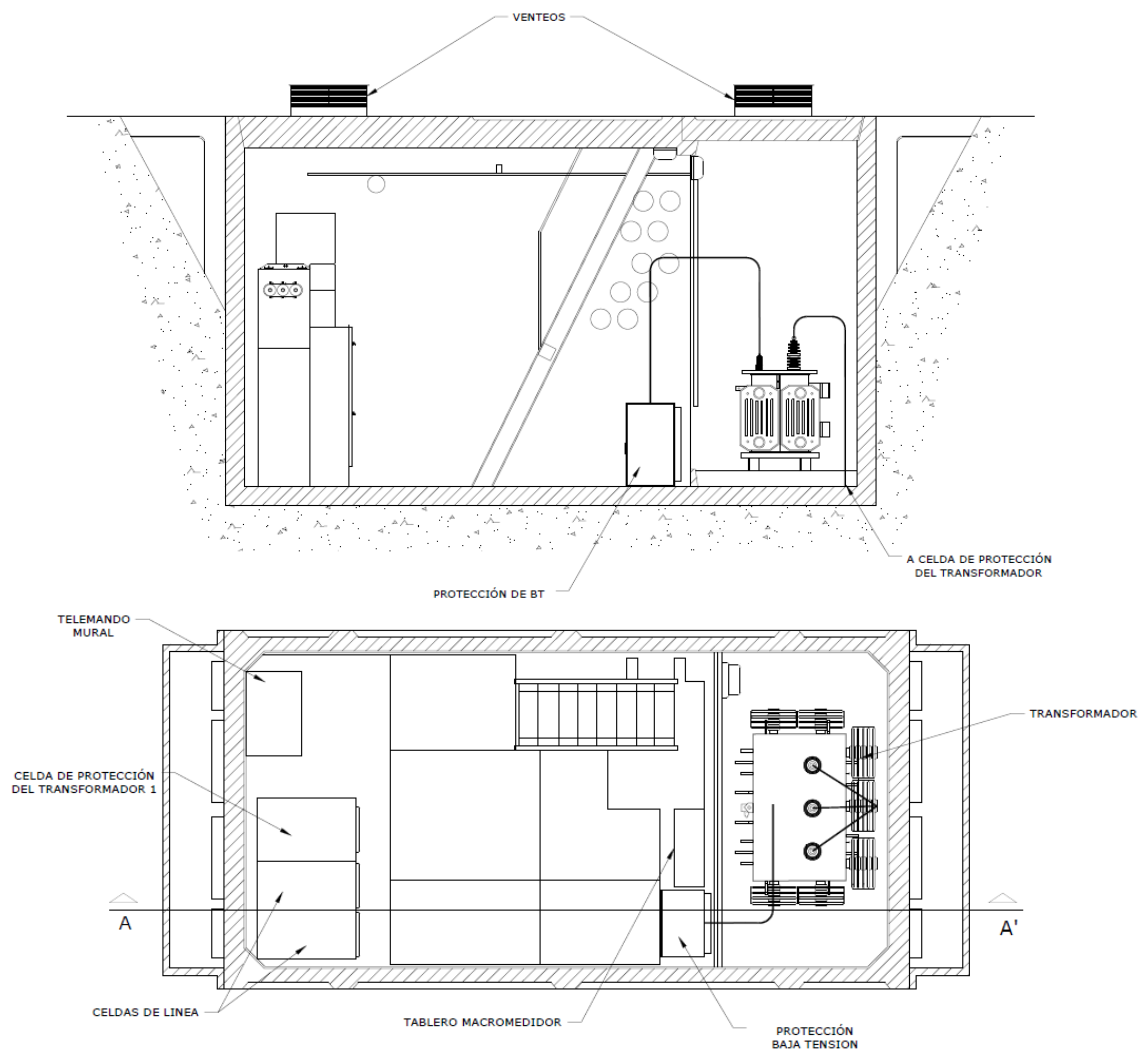


Figura 4. Tipo secundaria subterránea estándar

3.3.2 COMPACTA ESPECIAL (sumergible)

Donde se presenten restricciones muy extremas de disponibilidad de espacio y condiciones geográficas/climáticas que provocan inundaciones frecuentes se podrá considerar diseños especiales compactos subterráneos que consideran equipos del tipo "outdoor" que soporten inclusive la presencia de agua en su entorno y en esas condiciones son capaces de trabajar sin pérdida de vida útil, sin riesgo para las personas ni para la continuidad de servicio CTS-534, CTS-535, CTS 535-1, CTS 535-2. Ver detalle Figura 5.

Las diferencias con la disposición de equipos de una cabina subterránea estándar son:

- La caja de maniobra MT para uso en SF6 se podrá instalar al interior de la cabina orientado hacia la superficie, cercano a las tapas de acceso, para permitir el accionamiento manual de estas desde el exterior (CS290).

- El (los) tablero(s) BT podrá ser instalado a nivel de superficie, en un armario adecuado para este tipo de instalación

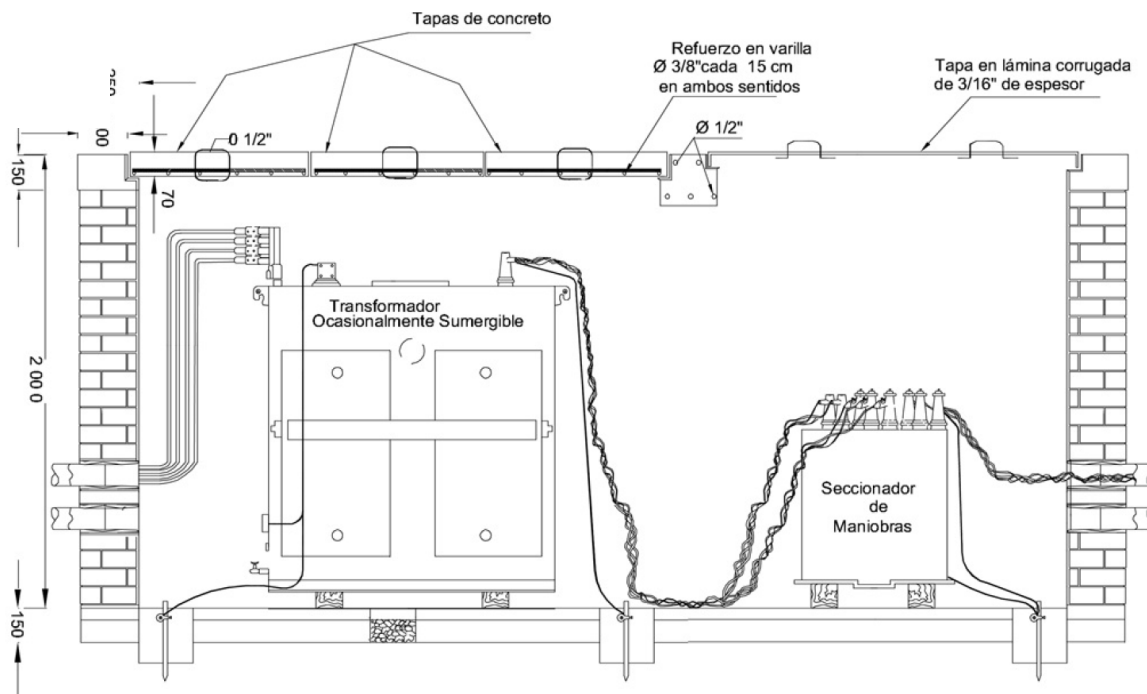


Figura 5. Tipo subestación secundaria subterráneo compacta especial

3.4 TIPO POSTE

Este tipo de instalación se usa en redes áreas en zonas rurales, industriales o en urbanizaciones. En este tipo de subestación, los transformadores pueden ser instalados en postes o estructura en H dependiendo de la capacidad. Se permite únicamente la instalación de transformadores en estructura tipo H para provisionales de obra y zonas rurales. Los diseños deben dar cumplimiento a lo establecido por el POT (Plan de Ordenamiento Territorial) de cada uno de los municipios.

Generalmente, los postes donde se instalan estos equipos son en los andenes de las vías públicas; no se permitirá el montaje de transformadores en las esquinas, en razón del alto riesgo de accidentes de tránsito que pueden afectar la confiabilidad del sistema.

A continuación se presentan los requisitos de montaje y condiciones mínima de acuerdo con el RETIE 2013, artículo 24.3 "Subestaciones tipo poste".

Los transformadores tendrán grupo de conexión Dyn5 o el que defina el diseño, sumergidos en aceite, DPS de media tensión montados sobre la estructura del transformador (instalados en la parte posterior o lateral). El transformador debe cumplir con la especificación técnica GST001: MV/LV Transformer:

<http://www.codensa.com.co/empresas/normas-electricas-corporativas>

Los requisitos de montaje en poste para transformadores de distribución son:

Tabla 3. Requisitos de Montaje en Poste de Transformadores

Capacidad [kVA]	Peso [kgf]	Tipo Poste
≤75 kVA	<600	12 m × 510 kgf – concreto
75 kVA a 150 kVA	<700	12 m × 750 kgf – concreto
		2 × 12 m × 1050 kgf – concreto ó 1 × 12 m × 750 kgf y 1×12 m x 1050 kgf
225 kVA		

Los postes a utilizar para los centros de transformación deben corresponder a la especificación técnica y normas exigidas por Codensa. Se debe garantizar certificación RETIE o RETILAP de acuerdo a su aplicación.

Para la instalación y ubicación de transformadores se debe tener en cuenta como mínimo los siguientes criterios y análisis:

- Análisis de esfuerzos para estabilidad Mecánica
- Protección contra sobrecorrientes
- Protección contra sobretensiones (DPS), la instalación debe ser cercano a los bujes del transformador y en el camino de la corriente de impulso.
- Tener punto de neutro y la carcasa sólidamente conectados a tierra.
- Cumplir con las distancias de seguridad.
- Instalación de macromedida.
- Tablero de protección en BT.
- Elementos de fijación del transformador debe soportar por lo menos 2.5 veces el peso de este.
- Las conexiones de media tensión, deben evitar movimiento o vibraciones para evitar que las ponga en contacto con partes que no se deben energizar o acercamientos que produzcan arcos eléctricos.
- Garantizar que la instalación cumpla con los requisitos de puesta a tierra, según RETIE.
- No se permitirá el uso de transformadores en poste cuando las distancias de seguridad estén por fuera del rango numeral 13 del Retie.

Las normas de montaje de CODENSA son:

Tabla 4. Normas de centros de transformación redes aéreas

Descripción	Normas	Aplicación
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PARA REDES AEREAS URBANAS Y RURALES	CTR500, CTR501, CTR502, CTR505, CTR505-1, CTR506, CTR507, CTR510, CTR600, CTR601, CTR602, CTR603, CTR604, CTR605, CTR605-1, CTR605-2, CTR606, CTR607, CTR608, CTR608-1, CTR608-2, CTR609, CTR610, CTR611, CTR612, CTR613, CTR614, CTR615, CTR616, CTR617, CTR618, CTR619, CTR619-1, CTR619-2, CTR620, CTR621, CTR622, CTR623, CTR623-1, CTR624, CTR625, CTR625-1, CTR626, CTR627, CTR628, CTR628-1, CTR629, CTR630, CTR631, CTR631-1, CTR632, CTR632-1, CTR633, CTR634, CTR635, CTR636, CTR640, CTR641, CTR642	Rural
	CTU001, CTU500, CTU500-1, CTU501, CTU502, CTU502-1, CTU502-2, CTU503, CTU504, CTU506, CTU510, CTU510-1, CTU510-2, CTU511, CTU512, CTU513, CTU514, CTU515, CTU516, CTU516-1, CTU517, CTU518, CTU520, CTU521, CTU530, CTU531, CTU600, CTU601, CTU602, CTU603, CTU604, CTU605, CTU606, CTU607, CTU608, CTU610, CTU612, CTU613, CTU614, CTU615, CTU616, CTU620, CTU621	Urbano
ALUMBRADO PUBLICO	AP651, AP401	Alumbrado publico

Para detalle del índice de las normas relacionadas en la tabla se encuentra disponible en nuestro portal web empresarial.

http://likinormas.micodensa.com/Norma/centros_transformacion_redes_aereas_urbanos_rurales/indice_centros_transformacion_redes_aereas_urbanas/indice_centros_transformacion_redes_aereas_urbanas

3.5 CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES

Codensa podrá exigir la curva de cargabilidad de los transformadores que se incorporen a su sistema. El tamaño de potencia nominal de un transformador MT/BT, en una nueva subestación, como regla general se debe considerar para clientes residenciales que la carga media diaria sea menor al 70% de la potencia nominal del transformador; esto con el objeto de asumir el crecimiento de la carga en un horizonte como mínimo de 5 años así como poder asumir posibles suplencias en baja tensión; lo anterior también teniendo en cuenta los criterios de eficiencia energética de pérdidas técnicas tales como pérdidas en carga y en vacío, vida útil e inversión inicial.

Para clientes industriales o comerciales el dimensionamiento del transformador se calcula de acuerdo con los lineamientos que define la NTC2050 normativa que es asumida de cumplimiento obligatorio en el reglamento nacional RETIE.