

## ARTICULO

### DISEÑO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN MT/BT EN INMUEBLES Y LA RESOLUCIÓN ENRE N° 114/2005.

**Autor: Miguel Angel Scotillo**

**Ingeniero Electricista – Matricula N° 1008247**

Instalar una sala de suministro y transformación (CCTT) dentro de un inmueble responde a la necesidad de ir adaptando la configuración de la red de distribución de BT de acuerdo a los requerimientos por nuevos clientes / aumentos de potencia contratadas (a esto se suma la Resolución ENRE N° 0215/2015 para suministros mayores a 60 kVA), siendo la red de distribución eléctrica una estructura dinámica con equilibrios operativos transitorios.

Si hoy nos encontramos con una red equilibrada cumpliendo con los parámetros eléctricos y con un radio eléctrico acorde a la densidad de carga, al incorporarse una demanda incremental, **si la misma no fue técnicamente incorporada a la estructura de la red**, provoca desequilibrios operativos en la operación.

**Esta demanda incremental se traduce en fallas potenciales y cortes de suministros sistemáticos.**

Esta particularidad se manifiesta en ciudades cuya urbanización cambian sustancialmente, tal es el caso de la ciudad de Buenos Aires (y otras capitales del interior del país) donde se construyen edificios o se instalan comercios con demandas importantes en reemplazos de viviendas unifamiliares en el mismo predio, alterando los parámetros de comportamiento de la estructura de la red tanto a nivel de distribución de carga entre los alimentadores (salidas de cables desde el centro de transformación) y de los parámetros de calidad de servicio en cuanto a los niveles de caída de tensión.

Una red de distribución que evoluciona sin una reestructuración planificada (ampliación de la estructura de la red MT/BT acorde a la demanda y a su renovación por obsolescencia operativa) es una red que en el corto tiempo colapsa, tal lo sucedido en la ciudad de Buenos Aires en el verano del 2014.

#### **A) INTRODUCCION**

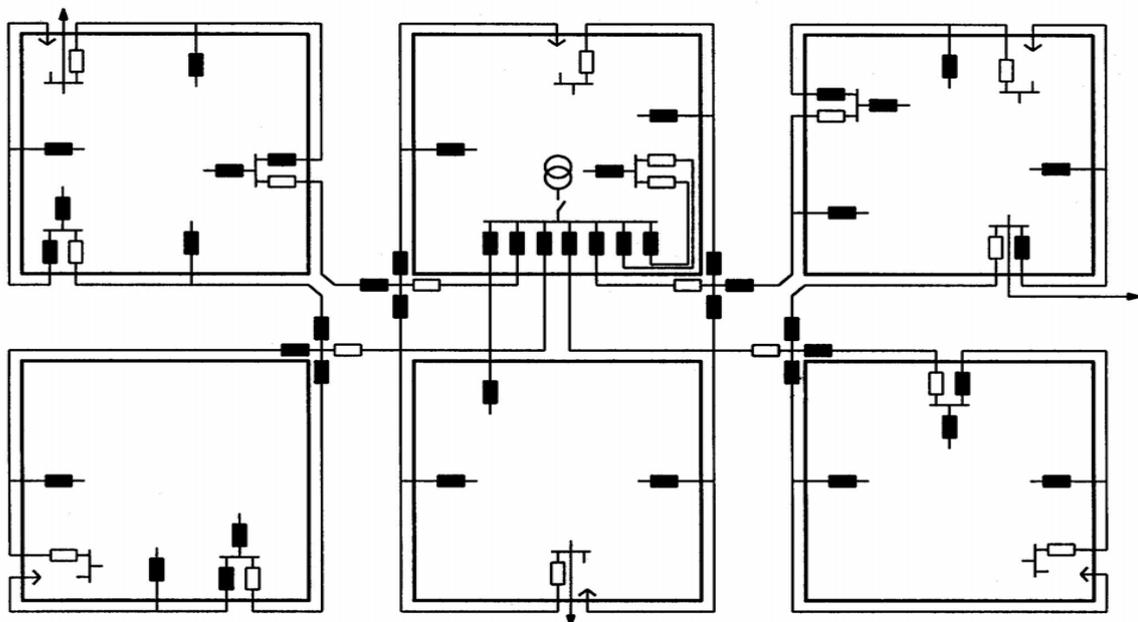
Previo a introducirnos en los diseños y características constructivas de los centros de transformación MT/BT (en adelante CCTT), resulta importante describir en primer lugar como son las estructuras de la red de distribución eléctrica en nivel BT, y la importancia que reviste la incorporación de un transformador de potencia en tiempo y en forma.

Las pautas utilizadas para realizar los estudios técnicos-económicos de una estructura de red de distribución en MT/BT, se basan en primer término en definir la demanda a distribuir (**MVA/km<sup>2</sup>**) y en segundo término, el radio eléctrico acorde (**Momento eléctrico=kW.km**).

Los 2 parámetros nombrados, permite seleccionar una estructura de red de tal forma:

- Distribuir las cargas entre los alimentadores respetando los Momentos Eléctricos y selección de la potencia nominal de transformador de potencia.
- Determinación de la sección de cables (en red subterránea se mantiene la misma sección en todo su recorrido).
- Analizar situaciones de contingencias para prestación de N-1 alimentadores.
- Cantidad de elementos de maniobras para el cierre y reordenamiento de la red. respondiendo a las exigencias de cada contrato de concesión (calidad de servicio=cantidad y duración de cortes + calidad de producto=Tensión) y permitir consecuentemente la redistribución de carga en caso de una contingencia.

**DENSIDAD = 6 MVA / km<sup>2</sup>**  
**POTENCIA DEL TRANSFORMADOR = 500 KVA**  
**CANTIDAD DE MANZANAS POR CENTRO = 6**  
**4 SALIDAS A LA RED GENERAL**



- Puente
- Fusible
- ↑ División Red
- ↑ Vinculación con otra malla

Figura 1

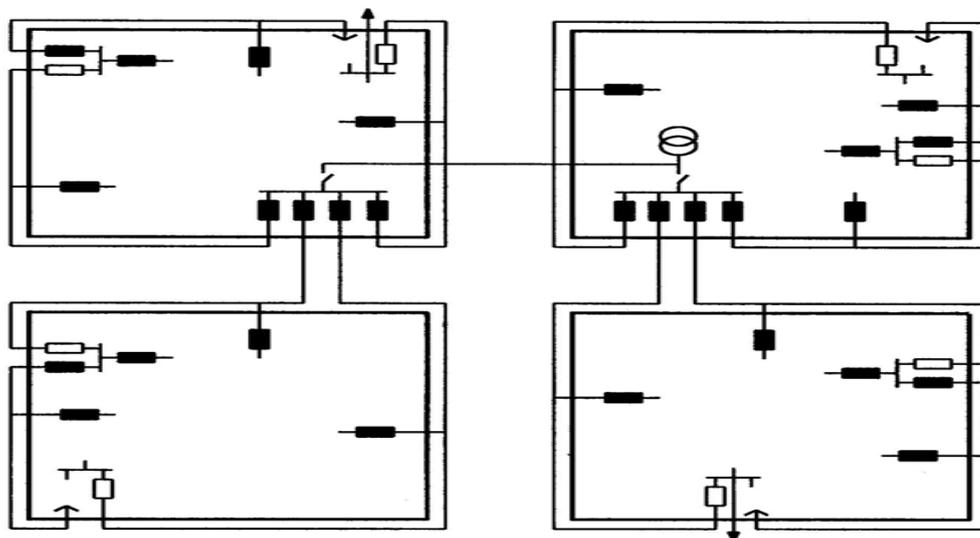
La sectorización y el recorrido de los alimentadores partiendo del CCTT contempla adicionalmente el estudio de las ubicaciones de elementos de maniobras y protección. En la figura 1 se observa una estructura de red anillada por alimentador y vinculación entre alimentadores mediante gabinetes con fusibles NH de calibración escalonada a los efectos de mantener la selectividad y el despeje de fallas por tramos.

Originalmente, estos CCTT se instalaban tanto en inmuebles como en la vía pública, esta última alternativa actualmente resulta muy complicada de instalar, producto de la ocupación del espacio físico subterráneo en vereda por la diversidad de instalaciones de otras empresas de servicios, lo que limita obtener un espacio para instalar los transformadores y sus elementos de maniobras bajo nivel de vereda (centros subterráneos).

Podemos observar que para mayor densidad de carga, los radios eléctricos de cada transformador se acortan y por lo tanto, implica la necesidad de incorporar nuevos transformadores (más potencia en la red de BT) intercalándola en la red propiamente dicha. (la ciudad de Bs As cuenta con densidades de 6 a 25 MVA/km<sup>2</sup>).

En la figura N°2 se observa una estructura de red para una densidad mayor, la configuración tiene un alcance menor radio y los anillos de los alimentadores, por cuestiones operativas y N-1, no están vinculados entre sí (carga a distribuir).

**MALLA POR CENTRO CON OPERACION RADIAL**  
**DENSIDAD = 12 (16) MVA / km<sup>2</sup>**  
**POTENCIA DEL TRANSFORMADOR = 800 (1000) KVA**  
**CANTIDAD DE MANZANAS POR CENTRO = 4**  
**8 SALIDAS A LA RED GENERAL**



- Puente
- Fusible
- ↑ División Red
- ↑ Vinculación con otra malla

Figura 2

En el año 1981, el Digesto de la Ciudad de Buenos Aires, reglamentó en el artículo 4.8.4.4 la necesidad de cesión de espacios para alojar CCTT en inmuebles según la superficie a

construir / potencia a requerir. A partir de esa fecha, se impone la formalidad de requerir factibilidad de suministro ante las distribuidoras como paso previo a la presentación de la documentación de obra en las dependencias del municipio respectivo.

El diseño del espacio físico para la conformación electromecánica en CCTT estuvo basado inicialmente en experiencias puestas en prácticas por profesionales de cada distribuidora y su actualización en el tiempo, según el avance tecnológico del equipamiento MT/BT. Actualmente se requieren menos superficies para el montaje de los equipos electromecánicos.

En su momento, las empresas SEGBA y sus antecesoras fueron modelando alternativas constructivas civiles y sumado a las normativas de AyE, han permitido desarrollar **una ingeniería particular de diseños**, que aún hoy se utiliza en las construcciones civiles de CCTT en el ámbito de la Capital Federal y Gran Buenos Aires.

En el año 2006, la AEA publica la reglamentación AEA N° 95401 **“Sobre Centros de Transformación y Suministro en Media Tensión”** para establecer condiciones mínimas para el diseño en instalaciones de CCTT destinados a la distribución pública de energía eléctrica, pudiendo ser extensivo para instalaciones particulares en inmuebles lado cliente hasta tanto sea desarrollado el documento normativo específico.

Esta normativa establece condiciones mínimas ORIENTATIVAS para el diseño y puesta en servicio de **“salas confinadas de MT/BT”** definiendo las siguientes pautas (entre los puntos más relevantes):

- **Por clausula 6.5**, la configuración civil estará diseñada suficientemente sólida, impermeable, resistencia al fuego (en proporción a la carga del fuego instalada según tecnología de equipamiento instalado), con sistema de ventilación adecuado según el nivel de montaje y cumplimiento de condiciones climáticas y ambientales según el lugar de instalación.
- **Por clausula 6.7**, establece acceso para personal calificado BA4 y BA5, y restringido para el acceso de todo Tercero no capacitado en el tema.
- **Por clausula 6.9**, todo CCTT deberá contar con un proyecto de diseño realizado por profesionales matriculados habilitados para instalaciones de MT.
- **Por clausula 7.1**, clasifica los CCTT según su emplazamiento y modalidad de construcción por el cual, cada uno de ellos en función de tipos de centros deberán cumplir con distintas pautas operativas y restrictivas. **(Para la presente nota, se hará referencias solamente a CCTT en inmuebles dada su particularidad y complejidad de diseños).**
- **Por clausula 7.2**, describe los tipos de instalaciones construidos con equipamiento individual indicando distancias de seguridad operativas (distancias mínimas a puntos con tensión y alturas) según las modalidades de montajes y los niveles de Tensión operativos.
- **Por clausula 7.3**, especifica el dimensionamiento de pasillos internos circulación y operación, paso de ronda en Transformadores y su accesibilidad -importante para mantenimiento-, diseño de contención de líquido aislante, criterios y diseños de ventilación, criterios y diseños civiles.

- **Por clausula 7.7**, detalla los requisitos básicos a cumplimentar para la selección del equipamiento de maniobra y protección, tanto en lado MT como primera protección lado BT.
- **Por clausula 8**, disposiciones, requisitos particulares y diseños de esquemas de Tierra teniendo en cuenta la configuración de la red de MT que alimenta al CCTT, puestas de servicios y de protección propias, y su vinculación con la PAT del cliente de acuerdo al tipo de construcción civil y la distancia entre los distintos sistemas.
- **Por clausula 11**, requisitos a cumplimentar por seguridad en la vía pública por afectación a Terceros. Esta cláusula incorpora las pautas de diseños elaborada por el ENRE **según la resolución N° 114/2005** por la cual establece nuevas pautas en los diseños de cámaras para instalaciones de salas CCTT pertenecientes a las distribuidoras de energías eléctricas.

-

A partir de dicha resolución, (un antes y un después de la misma) se han incorporado nuevas medidas en los diseños de cámaras (en relación a la seguridad pública, especialmente con la modalidad de evacuación de humos y gases) conforme a lo establecido en la norma IRAM 3528, la ley de Seguridad 19587 – anexo VII y especificadas **en el reglamento AEA N° 95401 clausula 7.8**. (Evaluación del riesgo de incendio=Carga de Fuego por Método de Pourt).

## **B) DISEÑOS CONSTRUCTIVOS**

Sobre el particular, nos introduciremos en los diseños civiles y eléctricos habitualmente utilizados para la construcción de centros de transformación en Inmuebles.

Estos CCTT, de acuerdo al reglamento AEA n° 95401 serán las construcciones tipos según la clasificación de la norma en

Tipo B – Centros A nivel en todas sus variantes (B1, B2 y B3)

Tipo C – Centros Subterráneos con acceso desde la vía pública.

De acuerdo a la carga de fuego involucrada dentro del recinto de la CCTT, hay 2 grupos que definen las características constructivas

- a) Centros de transformación en MT /BT por el cual se requiere el montaje de un transformador de potencia y un tablero de BT como salida de alimentadores.
- b) Centros de suministro y medición, en este caso la sala solo cuenta con elementos de maniobras y protección en MT, equipamiento de celdas de MT para alimentar a cliente según la demanda a requerir (desde 300 kW y superior).

La suma de la carga de Fuego de los elementos que conforma la estructura operativa eléctrica nos permite seleccionar el diseño civil de los CCTT.

### **b.1) Consideraciones Civiles**

Toda sala eléctrica debe responder básicamente a las características constructivas descriptas en la Ley de Seguridad N° 19587- Anexo VI artículo 3 haciendo referencias a las normativas que imparta sobre la materia la AEA.

Para el estudio de la presente, **nos basaremos en la reglamentación AEA N° 95401 la cual cumplimenta el aspecto legal enmarcado en la citada Ley para el diseño y conformación operativa de los CCTT hasta niveles de tensión en 33 kV.**

Teniendo en cuenta que el equipamiento como tal representa una exposición ante evoluciones de fallas eléctricas y su carga de fuego, uno de los parámetros a considerar será su conformación civil, determinación, selección y espesor de paredes y carpinterías metálicas.

En el Anexo VII de la citada Ley de Seguridad, establece definiciones y parámetros en relación a la carga de fuego que involucra los elementos electromecánicos que conforman la instalación de los CCTT. En dicho anexo, define la “**resistencia al fuego**” como la propiedad que se corresponde con el tiempo en minutos durante un ensayo de incendio por el cual el material bajo estudio pierde capacidad resistente o funcional.

A tales fines establece pautas de diseños en función:

- De los niveles de riesgos según la Actividad predominante en donde se encuentra instalada el CCTT (ver tabla 2.1 del Anexo VII) clasificando los riesgos en 7 niveles.

| ACTIVIDAD PREDOMINANTE        | CLASIFICACION DE MATERIALES SEGÚN SU COMBUSTION |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|
|                               | RIESGOS   |    |    |    |    |    |    |
|                               | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| RESIDENCIAL/ADMINISTRATIVO    | NP  | NP | R3 | R4 | -- | -- | -- |
| COMERCIAL/INDUSTRIAL/DEPOSITO | R1  | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 |
| ESPECTACULO/CULTURA           | NP  | NP | R3 | R4 | -- | -- | -- |

NOTAS :  
 RIESGO 1: EXPLOSIVO / RIESGO 2 : INFLAMABLE / RIESGO 3 : MUY COMBUSTIBLE / RIESGO 4 : COMBUSTIBLE / RIESGO 5 : POCO COMBUSTIBLE / RIESGO 6 : INCOMBUSTIBLES / RIESGO 7 : REFRACTARIO / NP : NO PERMITIDO

- De la carga de fuego de todo el equipamiento, dicho valor se obtiene como la suma de la proporcionalidad de fuego de cada uno de los componentes de MT y BT (cantidades físicas), de cables, terminales, transformadores, varios.
- En función de valor en kg/m<sup>2</sup> calculada se selecciona la resistencia al fuego que debe construirse la sala (ver tabla 2.2.1- ventilación natural y tabla 2.2.2 cuando la sala cuenta con ventilación forzada- del Anexo VII).

**TABLA 2.2.1**

| CARGA DE FUEGO                   | RIESGOS |      |      |      |     |
|----------------------------------|---------|------|------|------|-----|
|                                  | 1       | 2    | 3    | 4    | 5   |
| Hasta 15 kg/m <sup>2</sup>       | --      | F60  | F30  | F30  | --  |
| Desde 16 a 30 kg/m <sup>2</sup>  | --      | F90  | F60  | F30  | F30 |
| Desde 31 a 60 kg/m <sup>2</sup>  | --      | F120 | F90  | F60  | F30 |
| Desde 61 a 100 kg/m <sup>2</sup> | --      | F180 | F120 | F90  | F60 |
| Mas de 100 kg/m <sup>2</sup>     | --      | F180 | F120 | F120 | F90 |

**TABLA 2.2.2**

| CARGA DE FUEGO                   | RIESGOS |    |      |      |      |
|----------------------------------|---------|----|------|------|------|
|                                  | 1       | 2  | 3    | 4    | 5    |
| Hasta 15 kg/m <sup>2</sup>       | --      | NP | F60  | F60  | F30  |
| Desde 16 a 30 kg/m <sup>2</sup>  | --      | NP | F90  | F60  | F60  |
| Desde 31 a 60 kg/m <sup>2</sup>  | --      | NP | F120 | F90  | F60  |
| Desde 61 a 100 kg/m <sup>2</sup> | --      | NP | F180 | F120 | F90  |
| Mas de 100 kg/m <sup>2</sup>     | --      | NP | NP   | F180 | F120 |

Paso seguido, determinado la Resistencia al fuego, se selecciona como serán las paredes perimetrales, pisos y techos conjuntamente con las carpinterías metálicas.

| ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS       | RESISTENCIA AL FUEGO |       |       |       |       |
|-------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
|                               | F30                  | F60   | F90   | F120  | F180  |
| MAMPOSTERIA LADRILLOS COMUNES |                      | 10 cm | 12 cm | 15 cm | 24 cm |
| MAMPOSTERIA LADRILLOS HUECOS  |                      | 14 cm |       | 24 cm | 30 cm |
| PARED HORMIGON ARMADO         |                      | 8 cm  | 10 cm | 12 cm | 18 cm |
| COLUMNA/LOSA DE HORMIGON      |                      | 8 cm  |       | 10 cm | 18 cm |
| LADRILLOS HUECOS DE HORMIGON  | 10 cm                | 15 cm |       | 30 cm |       |

Ver normas IRAM 11949/50/51- Cálculos de resistencia al fuego de materiales.

Se deberá considerar que las resistencias al fuego de los materiales utilizados en la construcción civil de los CCTT son muy variables, dependen del grado de humedad, revestimientos, mantenimiento, etc.

Los elementos resistentes al fuego deben cumplir con las siguientes condiciones básicas en el período de evolución del incendio:

- Resistencia mecánicas necesaria para garantizar la estabilidad de la construcción.
- Deformaciones y roturas que no sean peligrosas para la estructura.
- Resistencia al impacto de modo que no sean afectadas por la caída de cuerpos o la acción de chorros de agua de las mangueras de incendio
- No deben emitir gases tóxicos o inflamables.
- No producir grandes variaciones en su conductividad térmica.

Para la conformación de las estructuras de paredes y elementos complementarios, deben emplearse materiales incombustibles como albañilería, hormigón, hierro estructural. En el rubro de albañilería, la presencia de una capa de material resulta adecuado para resistir la evolución del incendio propiamente dicho, y en el caso del Hormigón Armado, como tal pierde su resistencia a temperaturas elevadas y con el aporte del agua pierde rápidamente sus propiedades, por lo que resulta importante proteger la armadura con una capa mínima de hormigón de 2 cm.

Actualmente, para la determinación de la carga de fuego y consecuentemente el diseño en los CCTT, se considera la siguiente conformación de equipamientos electromecánicos a saber:

- Transformador de potencia hasta 1.250 kVA Dy 11 - ONAN
- De 3 a 6 Celdas Metálicas compactas con aislación SF6
- Cables de MT de aislación seca. Conductor de cobre
- Cables de BT de aislación seca. Conductor de Aluminio
- Tablero de BT – estructura de plástico , entre 8 hasta 12 salidas de alimentadores

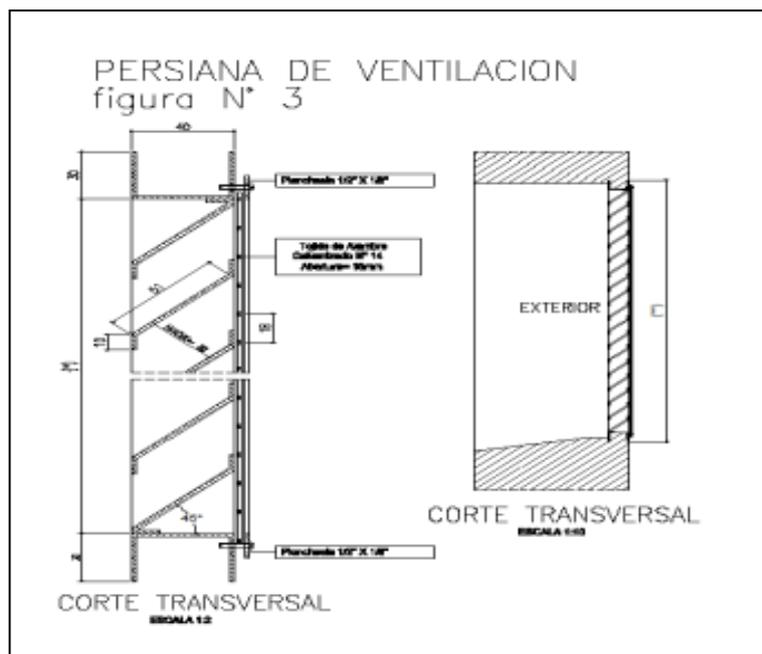
Se establece que:

#### **b.1.1) PAREDES Y CARPINTERIAS**

- Las paredes en todo el perímetro deberán responder a **tipo Rf 120-180** para instalaciones que emplean transformadores de potencia.
- Las paredes en todo el perímetro deberán responder a **tipo Rf 90** para instalaciones de suministro en MT (sin transformadores).

Complementariamente, los elementos de carpinterías a utilizar (puertas, persianas de ventilación, tapas de accesos de personal y equipos) deberán responder a esos parámetros.

Con respecto al diseño de las ventilaciones, adicional a su función de permitir la circulación de aire y extracción de calor, deberá restringir el acceso de elementos extraños (usando un tejido de alambre), contar con diseño cortafuego y facilidad de realizar su limpieza en forma sencilla (ver corte de persiana en figura 3)



Con respecto a la puerta de acceso, las mismas deben ser de doble contacto. Para puertas con anchos superiores mayor a 1,10 m deben ser de doble hoja. La misma deberá tener un diseño de resistencia al fuego ídem a la sala que confina. (las puertas que son Rf no tienen ventilación, son ciegas).

Con respecto al piso, deberá soportar una carga constante de 4000 Kg, distribuida sobre 4 ruedas de 6 cm de ancho (para el apoyo de transformadores). La zona destinada a alojar a las celdas y tableros deberá admitir una carga permanente de 400 kg / m<sup>2</sup> y contar con canales de cables (profundidad mínima 60 cm) que permita realizar el radio de curvatura de los mismos y armar los terminales según la tecnología a emplear.

La terminación del piso / pasillo será alisada rodillada y con pendiente hacia la puerta de acceso. **En el desarrollo de pasillo deberá ser liso, sin canales, sin tapas, a los efectos de no generar desniveles para el normal desarrollo de actividades de operación y mantenimiento.**

Un tema importante a considerar es el diseño de instalación de los caños de acceso del cableado hacia el interior del CCTT. Antes de efectuar la mampostería y en correspondencia con sus respectivos canales, se colocarán los caños para la entrada y salida de los cables de MT y BT. La colocación será efectuada de manera que los caños queden perfectamente adheridos en la mampostería procurando una perfecta hermeticidad. Los caños de PVC rígido para el acceso de cables desde el exterior deben ser diámetro 160 mm x 4,7 mm de espesor (diseñado para alto impacto), según el caso, en la cantidad y pendiente indicada por el plano de proyecto (si el CCTT es a nivel de 45 a 30° o subterráneo de 60 a 45° respecto a la horizontal).

### **b.1.2) VENTILACION**

Con respecto al tema de ventilación, la misma deberá ser cruzada, dentro de las posibilidades constructivas. El ingreso del aire fresco será a través de persianas, una

apuntando a nivel inferior al Transformador y una segunda como salida de aire a nivel superior de la sala de transformación.

Para el diseño de las dimensiones de las persianas se debe considerar los siguientes rangos de temperaturas:

- ✓ una temperatura promedio ambiente interior de 25 °C
- ✓ temperatura del aire de refrigeración máxima de salida no superior a 40 °C.

Estos valores de temperaturas (en zona pampeana) influyen directamente en la determinación de la capacidad de evacuación del aire caliente, evitando de esta forma NO superar los niveles máximos de sobretemperatura sobre los puntos superiores de los arrollamientos de las bobinas de los transformadores.

A tal efecto, los controles de temperaturas en Transformadores con aislación de aceite deben ser prioritarios y puestos en práctica en tareas de mantenimientos según las estrategias operativas de cada empresa o cliente. **La utilización de aislaciones NO regenerativas** en estos equipos, sea el caso de Aceite resultan directamente afectadas su vida útil al superar las temperaturas de diseño operativo. (Degradación del Aceite- definiciones de la Ley de Montsinger).

En el reglamento de la AEA N° 95401 – Anexo B se muestra un ejemplo de cálculo de verificación de ventilación cruzada. Dicho cálculo simplificado considera la altura de separación según las ubicaciones entre las persianas y las longitudes de los ductos de circulación de aire a los efectos de incorporar en el cálculo la resistencia a la circulación para la evacuación del calor.

Para instalaciones con ventilación Natural, se considera una superficie de ingreso de aire de 1,00 m<sup>2</sup> por cada 1.000 kVA instalado, debiendo ser como mínimo (con un delta de altura normal para estos casos) un 10 % adicional de superficie libre para la salida del aire.

Por exigencias normativas, los CCTT han incorporados en todos los casos de persianas cortafuegos con fusibles que se disparan a los 70° C aproximadamente, ubicadas en el remate de la misma.

## **b.2) Consideraciones Eléctricas**

Durante la última década, se han incorporados nuevas tecnología para el equipamiento tanto en Media Tensión como en Baja Tensión.

En sus alcances, las medidas implementadas responden a los lineamientos **de la cláusula 10 de la Reglamentación AEA N° 95401.**

Con respecto al nivel de MT, actualmente se utilizan celdas compactas de aislación SF<sub>6</sub>, por lo cual permitió acortar el espacio requerido para el tren de celdas pasando de 1,00 m. a 0,40 m por cada ancho de celda.

Las características eléctricas de las celdas

- Nivel de Tensión 17,5 kV - Rango 400 Amper prestación operativa entre -5°C hasta 40°C

- Para la protección lado MT de los transformadores en los CCTT, se utilizan fusibles HHC calibre de acuerdo a la potencia nominal de la máquina (entre 40 a 100 A), siendo esta la única protección empleada. En las instalaciones privadas, se complementan con protecciones por temperatura y por Buchholz (control de gases para transformadores en Aceite).
- Complementariamente, otro cambio tecnológico en nivel MT, resultó ser el reemplazo de cables de aislación en aceite (API) por cable conductor unipolar aislación tipo seca (XLPE) y el empleo de terminales compactos de tecnología seca para su montaje dentro de las celdas.
- En cuanto al tema de equipamiento en BT en CCTT perteneciente a distribuidoras, los tableros de BT mantienen las protecciones con fusibles tipo NH – gL (curva de actuación acorde con la prestación de los cables), y un diseño de gabinetes con nivel de Protección IP2X.
- Adicional, se cambió de vinculación de alimentación con cables en lugar de utilización de barras de cobre, permitiendo separar el montaje del cableado de la pared, para disminuir las influencias electromagnéticas externas a la sala. Los alimentadores BT son de aislación seca XLPE, material Aluminio sección 240 mm<sup>2</sup> con una capacidad operativa de 400 A.

Con respecto al tipo de transformador, las empresas distribuidoras siguen utilizando transformador con aceite mineral, ONAN, Dy11. En la actividad privada, se usa mayoritariamente transformadores secos evitando de esta forma la necesidad de realizar fosa de contención pero intercalando ventiladores de circulación de aire.

En la figura N° 4 se observa una disposición típica de un centro de transformación a nivel.

Los elementos de maniobras se instalan próximos a la puerta de ingreso a dicha sala. El tren de celdas, conformados por 2 celdas de Seccionamiento ruptocable y una 3° celda de maniobra y protección del transformador (lado izquierdo).

El Transformador de Potencia está confinado por una pared cortafuego y un cerramiento desmontable metálico como protección envolvente de seguridad.

En el Lado derecho, se encuentran los tableros de BT modulares, capacidad 8/12 salidas-diseño de barras de 800 A cada una (totalizando 1.600 A).

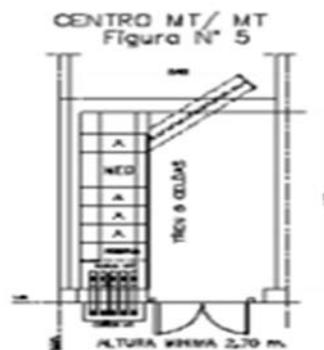
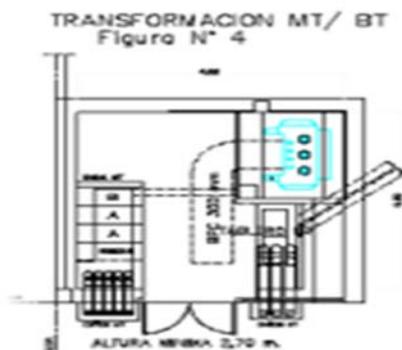
El ancho del pasillo responde a las medidas reglamentarias (mínimo 2,00 m), facilitando el traslado del transformador ubicado en el punto más alejado de la puerta.

Dimensiones prácticas: 4,50 x 4,00 – Altura mínima: 2,70 m.

Pasillo de circulación: 2,00 m

Lado MT: Profundidad 1,00 m

En la figura N° 5 se observa un diseño típico de salas de Medición y Protección. Por el tipo de red de MT que lo alimentan, se instalan un tren de celdas, cantidad 5/6, conformando distintas configuraciones, todas montadas en un canal de cables a los efectos de poder realizar los montajes de los cables de MT unipolares respetando su radio de curvatura de los alimentadores.



Dimensiones prácticas: 4,00 x 3,00 – Altura mínima: 2,70 m.

Pasillo de circulación: 2,00 m

Lado MT: Profundidad 1,00 m

La instalación eléctrica se complementa con iluminación artificial debiendo proporcionar un nivel mínimo de 100 Lux, tomas de servicios y en caso de necesidades operativas bombas de achique y ventilación forzada (**clausula 7.9.1 AEA N° 95401**).

### b.3) Consideraciones Especiales – SISTEMA PAT en CCTT

En los centros de transformación se utilizan 2 diseños para la conformación de los sistemas PAT:

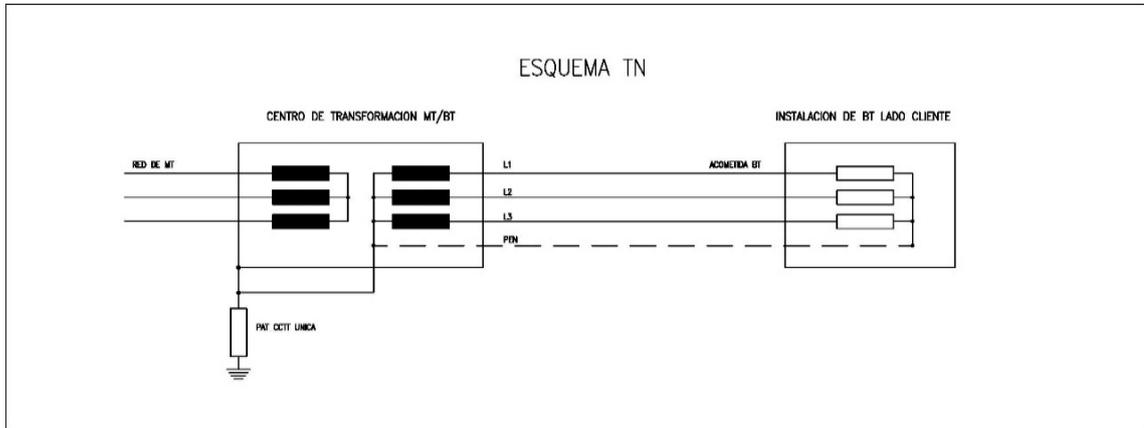
- PAT del neutro unificado con la PAT de protección de servicios del CCTT.
- O sistemas PAT separados del CCTT.

Los sistemas PAT en los CCTT, deben estar diseñados a los efectos de otorgar un nivel de seguridad a las personas y a los materiales y equipamiento de BT en los casos de que se produzcan sobretensiones temporarias a frecuencia industrial. Los defectos a tierra generan un aumento de potencial, por el cual el tiempo de apertura de la falla debe ser compatible con la elevación de Tensión SIN que se supere el nivel de aislación del equipamiento de BT instalado dentro del propio CCTT.

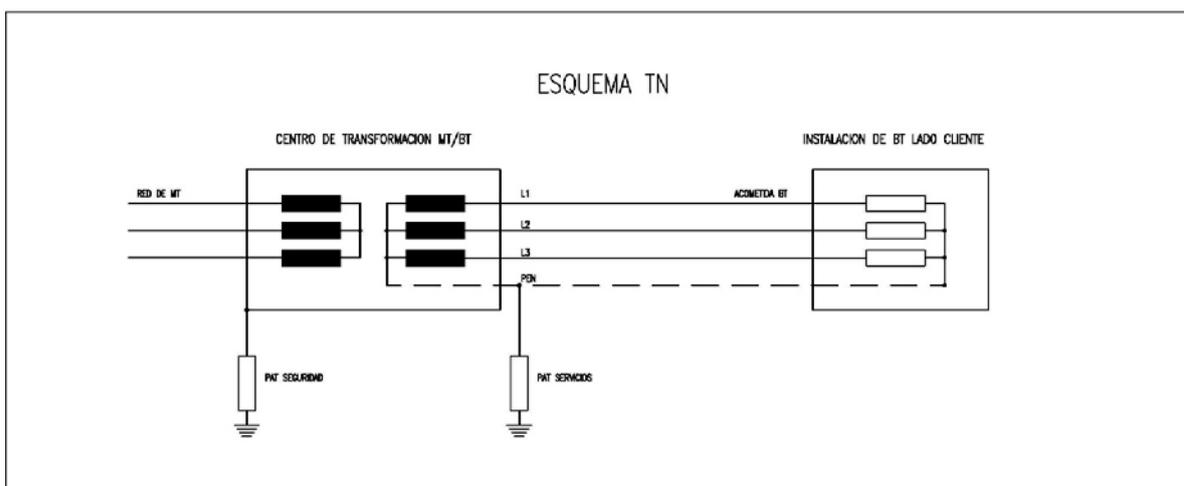
Las redes de MT cuentan con relevadores de máxima corriente (actuación en menos de 40 ms.) por lo cual se cumple con los requerimientos según la normativa vigente.

Cuando el CCTT se encuentra alimentado desde una red subterránea de MT (constituye un sistema de tierra global a través de las pantallas metálicas de los mismos alimentadores, todas vinculadas a PAT desde donde provienen), **el sistema PAT a utilizar será UNIFICADO (ver cláusula 442.3 - AEA N° 90364)**.

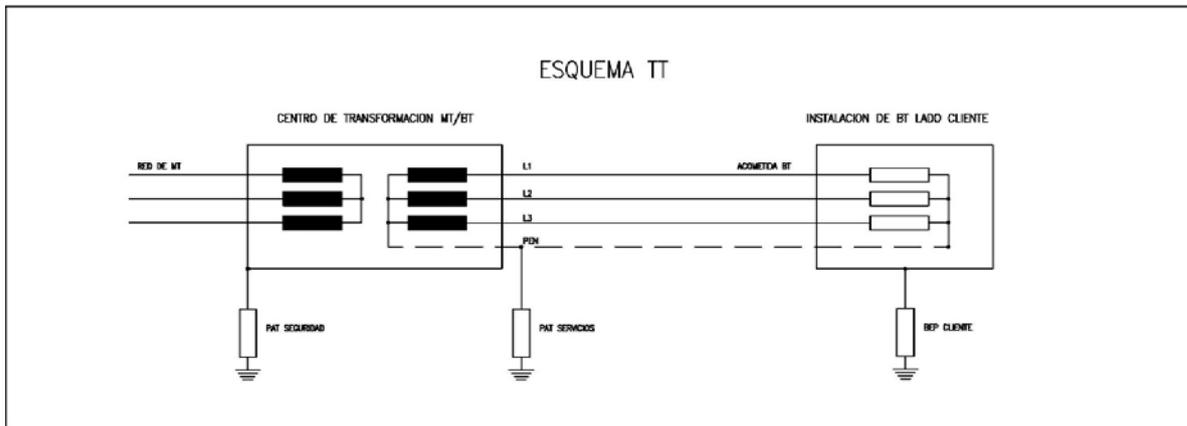
El valor de PAT requerido para estos casos no debe superar 1 Ohms, valor que se obtiene ejecutando el hincado de un electrodo a primera napa de agua.



En el caso del empleo de las 2 referencias de tierras (servicios y protección), se proyecta tal que la PAT de servicio se instale a una distancia de 20 m, fuera del área del centro de transformación y de la influencia de la tierra de protección, instalando un conductor aislado, sección ídem al neutro de la red de BT.



**En ningún caso se debe vincular el sistema PAT del CCTT a la estructura de hormigón en caso que el centro se encuentre instalado dentro de un inmueble.**



Internamente, se procederá a referir a tierra todas las masas metálicas conformando una barra equipotencial conectando la parte metálica de cada equipamiento, flejes de cables, pantallas de terminales, cuba del transformador, los polos de tierra de los seccionadores, varios, no así los puertas que dan al exterior (cláusula 442.2- AEA 90364).

Según AEA N° 95401, para CCTT con tensiones superiores a 20 kV resultará siempre necesario diseñar una malla de tierra enterrada. Dicho diseño y las verificaciones de las tensiones de Contacto y de Paso se basarán en los lineamientos y cálculos de la IEEE Std 80. (se adopta resistividad material de Hormigón= 1.000 Ohms-m).

Considerando que en general los centros de transformación se instalan en inmuebles con redes internas tipo TT, se considera satisfecha una distancia de separación con respecto a la referencia de tierra del cliente de 10 veces el radio equivalente de los electrodos. (AEA 95401 – cláusula 8.3.7).

## **RESUMEN**

El presente artículo tiene como finalidad brindar referencias prácticas de los diseños básicos para construcción y montajes de las salas con funciones tipo CCTT, artículo complementado según las referencias normativas vigentes a la fecha en el país.

Esta divulgación permite incorporar estos conceptos de diseños para todos los ámbitos en donde resulta necesario la instalación de equipamientos MT/BT, buscando de esta forma su normalización, divulgación y aceptación dentro del ámbito de nuestra profesión.

Actualmente se observan muchas instalaciones lado cliente, salas confinadas con alambrado metálico olímpico, capacidad nula de admitir carga de fuego, ubicadas dentro de inmuebles y próximos a instalaciones complejas.

Grave situación, no se entiende su permanencia en el tiempo considerando que las industrias son pasibles de controles de ART u otros organismos oficiales.

Los CCTT representan una instalación clave e importante no solo en las redes de distribución de energía indispensable para acompañar la evolución de la demanda dentro de la estructura operativa de la red de MT/BT, sino también para emprendimientos de urbanización y/o montajes industriales.

Por lo que resulta necesario implementar estas salas **“confinadas”** cuyo diseño responda en un todo de acuerdo a la Ley de Seguridad N° 19587 y a la Reglamentación AEA N° 95401.

La participación de profesionales matriculados en la gestión, diseño y dirección de los CCTT garantizan el cumplimiento de estas normativas validando la especialidad, la seguridad de personas y bienes y la continuidad de servicio, en beneficio de la comunidad.