



| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 1 de 39 |

INDICE DE CONTENIDO

| | | |
|-------|--|----|
| 4 | INSTALACION DE ACOMETIDAS Y MEDICIONES | 4 |
| 4.1 | Tipos de usuario | 4 |
| 4.2 | Nivel de Tensión | 4 |
| 4.3 | Acometida..... | 5 |
| 4.3.1 | Generalidades | 5 |
| 4.3.2 | Tipos de Acometida | 6 |
| 4.3.3 | Acometidas en Media Tensión | 6 |
| 4.3.4 | Acometidas en Baja Tensión | 6 |
| 4.3.5 | Selección de la acometida en Baja Tensión..... | 8 |
| 4.3.6 | Cálculo de demanda máxima y regulación..... | 10 |
| 4.3.7 | Selección de conductos..... | 11 |
| 4.4 | Sistema de Puesta a Tierra..... | 11 |
| 4.4.1 | Generalidades | 11 |
| 4.4.2 | Instalación del sistema de puesta a tierra..... | 14 |
| 4.4.3 | Selección del conductor de puesta a tierra..... | 15 |
| 4.4.4 | Resistencia de puesta a tierra..... | 15 |
| 4.5 | Equipos de medida..... | 17 |
| 4.5.1 | Requisitos técnicos generales para los equipos de medida..... | 17 |
| 4.5.2 | Conformidad con las normas técnicas de fabricación..... | 17 |
| 4.5.3 | Requisitos técnicos particulares para los equipos de medida..... | 18 |
| 4.5.4 | Procedimiento para aceptación de equipos de medida | 22 |
| 4.5.5 | Ensayos de rutina, parametrización registro y sellado de los equipos de medida. | 23 |
| 4.6 | Instalación de las mediciones | 23 |

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 2 de 39 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.6.1 | Tipos de instalación en baja tensión..... | 23 |
| 4.6.2 | Criterio básico para el diseño de tableros para medidores..... | 27 |
| 4.6.3 | Tipos de instalación en media tensión..... | 28 |
| 4.7 | Dispositivo de corte y protección..... | 31 |
| 4.7.1 | Generalidades..... | 31 |
| 4.7.2 | Selección..... | 31 |

INDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabla 4.1. | Selección de acometidas según su longitud y carga..... | 8 |
| Tabla 4.2. | Tipo de acometida según la carga instalada..... | 9 |
| Tabla 4.3. | Selección de Acometida aérea..... | 9 |
| Tabla 4.4 | Selección diámetro del conducto galvanizado para Acometida aérea..... | 9 |
| Tabla 4.5. | Selección de acometida subterránea..... | 10 |
| Tabla 4.6. | Selección del diámetro de los conductos galvanizados para acometidas subterráneas..... | 11 |
| Tabla 4.7. | Selección del conductor de puesta a tierra..... | 16 |
| Tabla 4.8. | Selección del conductor de puesta a tierra (NTC 2050, tabla 250-94)..... | 16 |
| Tabla 4.9. | Puesta a tierra a través de electrodos (*)..... | 16 |
| Tabla 4.10. | Código de colores para señales de corriente..... | 29 |
| Tabla 4.11. | Código de colores para señales de tensión..... | 29 |
| Tabla 4.12. | Dimensiones para la caja del medidor de medición indirecta para un servicio. Caja tipo C2. (*)..... | 32 |
| Tabla 4.13. | Dimensiones típicas para tableros de medidores (servicio bifilar, trifilar o trifásico)..... | 32 |
| TABLA 4.14. | Selección de los medidores de energía..... | 32 |
| TABLA 4.15. | Conductor y transformadores de medida en BT según carga..... | 33 |
| TABLA 4.16. | Selección de t.c.'s para mediciones en baja tensión..... | 34 |



| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 3 de 39 |

TABLA 4.17 Selección de t.c.´s para mediciones en media tensión.....35

TABLA 4.18. Selección de transformadores de medida.....35

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 4.1. Metodología para el cableado del Sistema de Puesta a Tierra Convencional..... | 32 |
| Figura 4.2. Diseño típico de un tablero de medición para seis (6) medidores | 33 |
| Figura 4.3. Caja tipo C2 para medición indirecta. | 34 |
| Figura 4.4. Diagrama unifilar para medición directa individual..... | 34 |
| Figura 4.5. Diagrama unifilar para medición colectiva (Más de tres usuarios)..... | 34 |
| Figura 4.6. Diagrama unifilar para medición semi-indirecta, caso 1. | 35 |
| Figura 4.7. Diagrama unifilar para medición semi-indirecta, caso 2. | 35 |
| Figura 4.8. Diagrama unifilar para medición semi-indirecta, caso 3. | 35 |
| Figura 4.9. Diagrama unifilar para medición semi-indirecta, urbanizaciones en proceso de normalización..... | 36 |
| Figura 4.10. Diagrama unifilar para instalación de equipo de medida indirecta en exterior (intemperie). | 36 |
| Figura 4.11. Diagrama unifilar para instalación de equipo de medida indirecta en interior (celda). | 36 |

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 4 de 39 |

INSTALACION DE ACOMETIDAS Y MEDICIONES

4.1 Tipos de usuario

- **Usuarios regulados.** Usuarios dentro del área de influencia de EMCALI, atendidos directamente por EMCALI, con consumos inferiores a 55000 kWh mes y demandas inferiores a 100 kW. De acuerdo con las características de consumo puede ser residencial, comercial, industrial u oficial.

Una de las características de este tipo de usuarios es que los precios de venta y las tarifas de energía están regulados directamente por la CREG

- **Usuarios no regulados.** Usuarios con características especiales en su consumo (demanda igual o superior a 100 kW o consumo superior a 55000 kWh-mes), a los que se les exige ciertas características especiales en sus equipos de medida.


Este tipo de usuarios tiene algunas ventajas en cuanto a que pueden negociar algunos de los componentes de la tarifa de energía con los agentes comercializadores del sistema eléctrico.

- **Fronteras de intercambio comercial.** Puntos de intercambio comercial entre EMCALI y otros agentes del MEM: otros operadores de red y otros comercializadores. Dentro de este grupo se incluyen los puntos de transferencia de energía con el STN y el SDL (subestaciones de energía, fundamentalmente) y los puntos de intercambio con otros comercializadores (clientes de otros comercializadores dentro del área de influencia de EMCALI). Los equipos de medida de estas fronteras deben cumplir los mismos requerimientos de los usuarios no regulados.

4.2 Nivel de Tensión

En el sistema eléctrico de EMCALI, y dependiendo del nivel de tensión de las redes existentes desde donde se pueden alimentar las acometidas de un predio en particular, pueden existir acometidas en los siguientes niveles de tensión establecidos por la CREG:

- **Nivel de tensión 1, baja tensión.** Tensión en las redes secundarias de distribución de energía. En el sistema de EMCALI, la tensión normalizada de distribución es 208/120 V.
- **Nivel de tensión 2, media tensión.** Tensión en las redes primarias del sistema de distribución. En el sistema de EMCALI, la tensión normalizada es 13200 V.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 5 de 39 |

- **Nivel de tensión 3, media tensión.** Tensión en las redes del sistema de subtransmisión y distribución. En el sistema de EMCALI, existen algunas redes a 34500 V que alimentan algunos usuarios.
- **Nivel de tensión 4, alta tensión.** Tensión en las redes primarias del sistema de transmisión. En el sistema de EMCALI, existen redes a 115000 V.

En la norma NTC 5019 – SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA se encuentran relacionados los niveles de tensión establecidos en el RETIE.


4.3 Acometida

4.3.1 Generalidades

La norma NTC 2050 define la acometida como el conjunto de conductores y el equipo para dar energía desde un sistema de suministro eléctrico, al servicio de alambrado de la propiedad servida. La misma norma, en la sección 230, define lo relacionado con la acometida. En general, se deben considerar los siguientes criterios:

Un inmueble u otra estructura sólo puede ser servido por una acometida. Se exceptúan los siguientes casos, en los cuales cada acometida debe indicar una placa permanente que identifique las áreas atendidas por la acometida:

- Cuando se requiera una acometida independiente para bombas contra incendio.
- Cuando se requiera una acometida independiente para sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente obligatorias.
- En edificios de varios usos (ocupación múltiple), en los siguientes casos:
 - Con permiso especial, cuando en el inmueble de varios usuarios no hay espacio suficiente para acometidas accesibles a todos los ocupantes.
 - Inmuebles de tenencia múltiple, se permitirán varios juegos de conductores de acometida separados derivados de una única acometida aérea o subterránea.
- Requisitos de capacidad
 - Instalaciones con corrientes superiores a 2000 A alimentados en BT.
 - Instalaciones con permiso especial.
- Inmuebles de gran superficie, con permiso especial, cuando el predio y las condiciones técnicas así lo exijan. En este caso debe proveerse de una

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 6 de 39 |

transferencia (al mismo nivel de tensión de las acometidas) que impida la interconexión accidental entre los circuitos que alimenta cada acometida.

- f. Cuando en el predio se utilizan características diferentes de servicio, como tensiones diferentes, o por usos distintos con tarifas diferentes.

Los conductores de acometida de una edificación no debe pasar en forma aérea o subterránea por el predio de otro inmueble o estructura.

4.3.2 Tipos de Acometida

Las acometidas pueden ser de los siguientes tipos:

- a. Acometidas en media tensión:
- Acometida Aéreas en Media Tensión.
 - Acometida Subterránea en Media Tensión.
 - Acometida Mixta en Media Tensión.
- b. Acometidas en Baja Tensión:
- Acometida Aéreas en Baja Tensión.
 - Acometida Subterránea en Baja Tensión.
 - Acometida Mixta en Baja Tensión.

Dependiendo del nivel de tensión, las características de los conductores de acometida deben garantizar las condiciones de seguridad para equipos y personas.


4.3.3 Acometidas en Media Tensión

Las acometidas en media tensión pueden ser aéreas, subterráneas o mixtas. Los criterios de diseño, selección de conductores, apoyos, conductos y cámaras subterráneas se explica en detalle en el capítulo 2 de la presente norma.

4.3.4 Acometidas en Baja Tensión

4.3.4.1 Acometidas aéreas en Baja tensión

La acometida aérea, desde el poste que soporta la red en baja tensión hasta el sitio de ubicación de la medición de energía, se debe efectuar en cable de cobre aislado en polietileno para 75°C (Tipo TWH) y con neutro concéntrico, suspendido mediante sendos aisladores de porcelana tipo carrete (clase AC-1 ICONTEC, ANSI 53.1 ó ANSI 53.2 - Véase Normas de Materiales), conectado a la red mediante la caja de

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 7 de 39 |

distribución para acometidas o directamente a la red abierta en baja tensión. No se permitirán más de tres acometidas para un mismo inmueble (cuando éste se encuentre fraccionado en tres apartamentos totalmente independientes), éstas acometidas deben derivarse desde un mismo nodo de circuito.

Para aquellos edificios que requieran más de cuatro servicios de energía, se debe instalar un tablero con barraje y totalizador general de acuerdo con la presente norma. El tablero deberá ser instalado en sitio de fácil acceso del personal de EMCALI para efectos de lectura y revisión de la conexión. Cuando el predio dispone de portería el tablero se colocará dentro del área de la subestación. Para aquellos sin portería el tablero deberá instalarse con el visor hacia la calle de tal manera que el personal de EMCALI no tenga inconvenientes para su lectura y/o revisión.

Cuando se trate de parcelaciones campestres en las cuales los lotes tienen áreas muy grandes (frente sobre vía igual o mayor a 25 m) y cuando las redes secundarias sean preensambladas se podrá prescindir de la caja de distribución para la conexión de las acometidas. De todas maneras no se podrá colocar más de tres acometidas por poste (sin caja de distribución) y entre éstos no habrá una interdistancia menor a 25 m. Todas las acometidas se conectaran a las cajas de distribución como se muestra en las normas de construcción de la red preensamblada.

4.3.4.2 Acometidas subterráneas en Baja Tensión.


Las acometidas deben ser subterráneas, desde las cámaras hasta el sitio de medición de energía, en cable de cobre aislado en polietileno para 75° (THW) a través de tubería cilíndrica de PVC (cloruro de polivinilo), conectada mediante entice a un estribo el cual a su vez se deriva de la red de distribución subterránea mediante conectores tipo tornillo (ver normas de construcción). Los conductores de la acometida no deben estar empalmados. No se permitirán más de 3 acometidas para un mismo inmueble (cuando éste se encuentre fraccionado en tres apartamentos totalmente independientes), y éstas deberán ser alimentadas desde un mismo circuito.

Cada acometida debe ser identificada con una marquilla de acrílico – fondo azul - de 12.5 x 25 mm x 1/8”, en donde debe colocarse la dirección del predio al cual alimenta. El texto de color blanco debe tener una altura de 7 mm.

4.3.4.3 Acometidas mixtas en Baja Tensión.

Es una acometida subterránea conectada a una red aérea de distribución secundaria.

Las acometidas subterráneas se instalarán desde los postes que soportan la red de baja tensión, hasta el sitio de ubicación de la medición de energía en cables de cobre

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 8 de 39 |

aislado en polietileno para 75°C (Tipo THW), a través, inicialmente, de un conducto metálico galvanizado con su correspondiente capacete metálico galvanizado, fijado al poste de concreto, mediante cinta y hebillas de acero inoxidable. Cada acometida debe ser identificada con una marquilla de acrílico – fondo azul - de 12.5 x 25 mm x 1/8", en donde debe colocarse la dirección del predio al cual alimenta. El texto de color blanco debe tener una altura de 7 mm. El conducto metálico llegará como mínimo a una cámara de baja tensión localizada al pie del poste. Posteriormente, en el tramo subterráneo, los conductores se llevarán en conducto P.V.C, de acuerdo con los criterios de la presente norma.

4.3.5 Selección de la acometida en Baja Tensión.

Para la selección de la acometida se debe efectuar el siguiente procedimiento:


- Identificar el tipo de instalación (residencial, comercial, industrial).
- Cálculo de la carga instalada de la instalación (ver capítulo 2 de la NTC 2050).
- Cálculo de la carga demandada de la instalación. (ver capítulo 2 - NTC 2050).
- Especificar el tipo de acometida (monofásica, trifilar o trifásica).
- Selección del calibre de la acometida de acuerdo con la longitud y la carga.
- Selección del conducto para la acometida.

La Tabla 4.1 a 4.5 presentan los lineamientos para la selección apropiada de la acometida. Se admite máximo una caída de tensión del 1% en la acometida)

El capítulo 2 de esta norma y las secciones 215 y 220 de NTC 2050 establecen el método de cálculo y los requisitos de las cargas de la instalación.

Tabla 4.1. Selección de acometida según su longitud y carga (calibre en mm² (AWG))

| Tensión 120 V – Circuito monofásico | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----|------------|----|------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Carga (kVA) | Distancia (m) | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | | | | | |
| 4.0 | 2x8.36(8) | | 2x13.29(6) | | | | | | | | | | | | |
| 5.0 | 2x8.36(8) | | 2x13.29(6) | | | | | | | | | | | | |
| 4.0 | 2x21.14 (4) | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0 | 2x21.14 (4) | | | | | | | | | | | | | | |
| Tensión 120 /240 V – Circuito bifásico | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carga (kVA) | Distancia (m) | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 6.0 | 3x8.36(8) | | | | | 3x13.29(6) | | | | | | | | | |
| 8.0 | 3x8.36(8) | | | | 3x13.29(6) | | | | | | | | | | |
| 6.0 | 3x21.14 (4) | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.0 | 3x21.14 (4) | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 9 de 39 |

| Tensión 120 V – Circuito monofásico | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|----|------------|----|----|-----------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Carga (kVA) | Distancia (m) | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | | | | |
| 4.0 | 2x8.36(8) | | 2x13.29(6) | | | | | | | | | | | |
| Tensión 120 /208 V – Circuito trifásico | | | | | | | | | | | | | | |
| Carga (kVA) | Distancia (m) | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 8.0 | 3x8.36 (8) + 1x5.25 (10) | | | | | | 3x13.29 (6)+1x8.36(8) | | | | | | | |
| 10.0 | 3x8.36 (8) + 1x5.25 (10) | | | | | 3x13.29 (6)+1x8.36(8) | | | | | | | | |
| 8.0 | 3x21.14 (4) + 1x13.29 (6) | | | | | | | | | | | | | |
| 10.0 | 3x21.14 (4) + 1x13.29 (6) | | | | | | | | | | | | | |

Nota: La longitud total de la acometida se debe medir entre el poste de derivación hasta la medición.

Tabla 4.2. Tipo de acometida según la carga instalada

| Carga VA (*) | Tipo de Acometida |
|--------------------|---|
| Hasta 10.000 | Bifilar o Trifilar (con medidor de 15 - 60 A) |
| De 10.001 a 20.000 | Trifilar (con medidor de 80 o 100 A, según carga) |
| Mayor a 20.000 | Trifásica |
| Mayor a 20.000 | ** Trifilar |

(*) Los datos en VA corresponden a cargas instaladas y deben ser calculadas como se indica en el capítulo 2 de la NTC 2050.

(**) Solo para sector rural donde no existan redes trifásicas.

Tabla 4.3. Selección de Acometida aérea


| Demanda Máxima (kVA) | Conductor Fase Acometida (AWG Cobre) | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------|-------------|
| | Tipo de Acometida | | |
| | Bifilar | Trifilar | Trifásica |
| 0 – 5 | 8.36 (8) | 8.36 (8) | - |
| >5 – 8 | 13.29 (6) | 8.36 (8) | 8.36 (8) |
| >8 – 10 | 21.14 (4) | 13.29 (6) | 8.36 (8) |
| >10 – 20 | - | 21.14 (4) | 13.29 (6) |
| >20 – 33 | - | - | 21.14 (4) |
| >33 – 54 | - | - | 53.50 (1/0) |

Notas :

- El conductor neutro debe ser del mismo calibre del conductor de fase, con excepción de la acometida trifásica.
- Toda acometida aérea llegará a un conducto galvanizado con capacete, (ver Normas de Construcción y capítulo 2 de la NTC 2050), cuyo diámetro debe ser el indicado en la Tabla 4.5.

Tabla 4.4. Selección diámetro del conducto galvanizado para Acometida aérea

| Tipo de Acometida | | (AWG) | Diámetro conducto mm (pulgadas) |
|----------------------|----------------------|-----------|---------------------------------|
| Bifilar | Trifilar | Trifásica | |
| 8.36 (8) – 13.29 (6) | 8.36 (8) – 13.29 (6) | 8.36 (8) | 25.4 (1") |
| 21.14 (4) | 21.14 (4) | 13.29 (6) | 31.8 (1¼") |
| 53.50 (1/0) | - | 21.14 (4) | 38.1 (1½") |

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 10 de 39 |

| | | | |
|---|-------------|-------------|-----------|
| - | 53.50 (1/0) | 53.50 (1/0) | 50.8 (2") |
|---|-------------|-------------|-----------|

Para las acometidas subterráneas deben considerarse, además de los criterios anteriormente expuestos, que los cables van a estar enterrados. Por lo anterior, la selección de la acometida se realizará de acuerdo con la NTC 2050, siempre y cuando no se exceda la siguiente longitud:

| Tipo de Acometida | Longitud máxima (m) |
|-------------------|---------------------|
| Bifilar | 15 |
| Trifilar | 20 |
| Trifásica | 30 |

Tabla 4.5. Selección de acometida subterránea

| Demanda Máxima (kVA) | Conductor Fase Acometida-Cobre mm ² (AWG) | | |
|----------------------|--|-------------|--------------|
| | Tipo de Acometida | | |
| | Bifilar | Trifilar | Trifásica |
| 0 - 4 | 8.36 (8) | 8.36 (8) | - |
| >4 - 5 | 13.29 (6) | 8.36 (8) | - |
| >5 - 7 | 21.14 (4) | 8.36 (8) | 8.36 (8) |
| >7 - 10 | - | 8.36 (8) | 8.36 (8) |
| >10 - 12 | - | 21.14 (4) | 8.36 (8) |
| > 12 - 17 | - | 33.62 (2) | 13.29 (6) |
| >17 - 20 | - | 53.50 (1/0) | 21.14 (4) |
| >20 - 29 | - | - | 33.62 (2) |
| >29 - 38 | - | - | 53.50 (1/0) |
| >38 - 44 | - | - | 67.44 (2/0) |
| >44 - 50 | - | - | 85.02 (3/0) |
| >50 - 58 | - | - | 107.21 (4/0) |


Notas :

- 1.El conductor neutro en las acometidas trifilares debe ser del mismo calibre del conductor de fase, Para acometidas trifásicas el conductor neutro se seleccionará dos calibres por debajo del calibre de fase, a excepción de los siguientes casos:

| Conductor fase mm ² (AWG-Cu) | Conductor neutro mm ² (AWG-Cu) |
|---|---|
| 53.50 (1/0) | 21.14 (4) |
| 107.21 (4/0) | 53.50 (1/0) |

4.3.6 Cálculo de demanda máxima y regulación.

Para el cálculo de las demandas máximas de acometidas múltiples debe seguirse el procedimiento explicado en el capítulo 2 de la presente norma.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 11 de 39 |

Para el cálculo de la regulación, debe seguirse el procedimiento explicado en el numeral 2.1.2.5.

4.3.7 Selección de conductos.

El diámetro de los conductos de las acometidas se seleccionará de acuerdo con Tabla 4.6.

Tabla 4.6. Selección del diámetro de los Conductos galvanizados para acometidas subterráneas.

| Calibre conductor de acometida mm ² (THW) - Cu -THW | | | Diámetro Conducto (*) mm (pulgadas) |
|--|---------------|--------------|--|
| Bifilar | Trifilar | Trifásica | |
| 8.36 (8) – 13.29 (6) | 8 – 13.29 (6) | 8 | 25.4 (1") |
| 21.14 (4) | 21.14 (4) | 13.29 (6) | 31.8 (1¼") |
| 53.50 (1/0) | - | 21.14 (4) | 38.1 (1½") |
| - | 53.50 (1/0) | 53.50 (1/0) | 50.8 (2") |
| | | 107.21 (4/0) | 63.5 (2 1/2") |

(*) El Conducto correspondiente al bajante (a la vista), debe ser conduit galvanizado y el correspondiente al tramo subterráneo debe ser conduit P.V.C. Para otros calibres de conductores los bajantes galvanizados deben escogerse de acuerdo con lo estipulado en la norma NTC 2050.


4.4 Sistema de Puesta a Tierra.

4.4.1 Generalidades

Dentro del sistema de puesta a tierra, se encuentran diferentes conceptos a los cuales se enfoca su diseño, acorde a las necesidades previamente estudiadas. Por lo tanto los sistemas de puesta a tierra se pueden catalogar de la siguiente manera:

- Como sistema de referencia.
- Como sistema de protección
- Como un sistema combinado, el cual conserva una mezcla de los dos anteriores conceptos.
- Como un sistema para perturbaciones electromagnéticas (alta frecuencia).

Se debe definir dentro del diseño de un sistema de puesta a tierra, la catalogación del sistema acorde a la diferenciación realizada anteriormente. Lo anterior con el fin de realizar la adecuada orientación de sus alcances y objetivos a los que se someterá el diseño según el sistema en el que se defina.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 12 de 39 |

4.4.1.1 Sistema de puesta a tierra de referencia

Dentro del ámbito del avance de la tecnología, son muchos los equipos que poseen elementos electrónicos, indispensables en los procesos de automatización, cómputo, medición, control, protección, etcétera, a los cuales se les deposita gran confianza en su funcionamiento. Por tal razón, estos equipos requieren de un excelente sistema de puesta a tierra, el cual les permita referenciar cada uno de las tensiones internas de los diferentes elementos o dispositivos respecto a un punto común e invariable, para lograr eficientemente un funcionamiento adecuado e integrado del equipo.

Hoy en día los equipos electrónicos y de cómputo incluyen, en la conexión a la red de potencia, un terminal para conectar a tierra. Este terminal internamente está unido al punto de referencia de 0 voltios del equipo. La conexión de este terminal al llamado “polo a tierra” se debe realizar para lograr los siguientes propósitos:


- Ofrecer un potencial de valor “cero” como referencia a las tensiones que determinan los estados lógicos de funcionamiento del equipo electrónico.
- Complementar el sistema de inmunidad contra interferencias electromagnéticas y de radio frecuencia. El chasis metálico del computador, conectado a una buena tierra impide la influencia de interferencias externas que provienen de diferentes fuentes electromagnéticas.
- Drenar las cargas inducidas y/o de estática, como parte de los objetivos de cualquier sistema de puesta a tierra, esto con el fin de que el equipo cuando se encuentra fuera de servicio, no se presenten eventuales descargas que pueden ser o no sensibles para la persona, pero sí lo es para la máquina.

La palabra “Computador (es)” se empleará para unificar los términos de computador (es) y los equipos electrónicos sensibles.

4.4.1.2 Sistema de puesta a tierra de protección

Se encuentra en esta clasificación todas las conexiones llevadas a cabo para conectar eléctricamente al suelo, las partes de las instalaciones eléctricas que a pesar de no encontrarse sujetas a tensión normalmente, pueden llegar a tener diferencias de potencial a causas de fallas accidentales. Como por ejemplo el caso de las cubiertas de máquinas eléctricas, tableros eléctricos, tanques de transformadores, estructuras metálicas de subestaciones o de líneas de transmisión y en general todas las partes mecánicas no sometidas a tensión de los diferentes equipos y aparatos eléctricos.

Un sistema de puesta a tierra de protección debe servir como trayecto directo de corriente a tierra con una diferencia de tensión lo más baja posible entre dos puntos cualesquiera de una instalación (Tensión de contacto y tensión de paso). Para llevar a cabo el diseño de este tipo de sistema de puesta a tierra, es necesario tener en cuenta ciertos parámetros del medio en el cual ejercerá sus uniones, como son entre otros: la

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 13 de 39 |

corriente de falla, tiempo de despeje de la falla, resistividad del terreno, área del terreno, disposición física del conjunto de puesta a tierra, profundidad, tipo de conductor empleado, etc.

4.4.1.3 Sistema de puesta a tierra combinado

Éste tipo de sistema de puesta a tierra, debe establecer un trayecto de corriente directo hacia tierra con una diferencia de tensión lo más baja posible entre dos puntos cualesquiera de la instalación, con la misión complementaria de servir como tierra de referencia, atenuar las perturbaciones en instalaciones con aparatos eléctricos y electrónicos sensibles e interconectados.

4.4.1.4 Sistema para altas frecuencias

Éste tipo de sistema de puesta a tierra, exige que se establezca un circuito de derivación para corrientes de explotación y de alta frecuencia indeseables y que reduzca las diferencias de tensión entre diferentes puntos de la instalación.


Para este sistema de puesta a tierra es necesario ofrecer una impedancia adecuada tanto para baja frecuencia (DC y 60 Hz) como para alta frecuencias. Por lo tanto, una malla de protección con baja impedancia no necesariamente es adecuada para drenar señales de alta frecuencia.

Dicho sistema sirve por consiguiente para la protección:

- Contra efectos de las descargas atmosféricas.
- Contra accidentes de equipos y aparatos de la instalación.
- Contra perturbaciones electromagnéticas (CEM).

Cada uno de estos cuatro aspectos impone condiciones marginales para la construcción:

- La protección contra las descargas atmosféricas y los accidentes es determinante para la forma de la puesta a tierra.
- La protección de los componentes integrantes de la instalación determina la sección del conductor de puesta a tierra.
- El comportamiento CEM determina la configuración del sistema de puesta a tierra mallada.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 14 de 39 |

4.4.1.5 Cableado del sistema de puesta a tierra

El correcto diseño y construcción de la malla de puesta a tierra no garantizan un adecuado comportamiento de los equipos ante fallas y fenómenos de interferencia.

Se deben seguir unos procedimientos de cableado al interior de las edificaciones para evitar la propagación del ruido, la creación de buclas de tierra y la presencia de tensiones transferidas.

Estos procedimientos están planteados en el RETIE, en el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050), y la IEEE 80.

En sistemas de distribución en baja tensión, el sistema de puesta a tierra se construye con electrodos, constituidos por varillas sólidas de cobre o acero con recubrimiento de cobre, de 2400 mm de largo y 15,9 mm de diámetro, con su respectivo conector o con soldadura exotérmica tipo Cadwell (ver numeral 3.1 del artículo 15 del RETIE). El sistema de puesta a tierra puede estar constituido por uno o varios electrodos, configurando en ocasiones una malla de tierra, como es el caso de las instalaciones subterráneas, en pedestal o al nivel del piso.


La norma NTC 2050, sección 250, indica los requisitos generales para la puesta a tierra y el conexionado de las instalaciones eléctricas en general.

El conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito ramal se debe identificar por un color verde.

4.4.2 Instalación del sistema de puesta a tierra.

En sistemas de distribución de baja tensión deben estar conectados sólidamente al sistema de puesta a tierra los siguientes puntos (Figura 4.1):

- Los Transformadores de distribución, conectando entre sí el neutro y la carcasa del transformador, con el electrodo de puesta a tierra al pie del poste de concreto, si es red aérea, o a la malla de tierra, si es subterráneo, tipo pedestal o al nivel del piso. El conductor bajante de puesta a tierra se instala al interior del Conducto que debe disponer el poste de concreto, el cual debe tener 19.1 mm (3/4") de diámetro. En el caso de instalarse transformadores en postes sin conducto interno, el conductor de puesta a tierra debe instalarse en un tubo metálico galvanizado de 19.1 mm (3/4") de diámetro, adosado al poste.
- Los descargadores de sobretensiones del Transformador se conectan al sistema de puesta a tierra utilizando el mismo conductor bajante que une el neutro y la carcasa del transformador.
- El neutro de la red en baja tensión, en todos los postes terminales del circuito, a través del Conducto interno de dichos postes, el cual debe tener, para postes secundarios, 12.7 mm (1/2") de diámetro.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 15 de 39 |

- El barraje neutro y estructuras metálicas de cajas y tableros. El conductor entre las cajas o tableros de medidores y el electrodo de puesta a tierra se debe instalar a través de un Conducto metálico galvanizado, cuando va a la vista (conductor aislado) o en Conducto PVC (conductor desnudo), cuando va embebido en muro.
- La subestación de energía subterránea, en pedestal, interior o al nivel del piso, conectando al sistema de puesta a tierra.
- Todos los elementos que indique la norma NTC 2050, sección 250.

Los electrodos que se instalen adyacentes a los postes, deben quedar localizados a una distancia mínima de un (1) metro del pie del poste.

En sistemas de media tensión deben estar conectados sólidamente al sistema de puesta a tierra, además, todos los equipos de medición, a saber:

- La chaqueta del cable monopolar de la acometida, en el extremo de la acometida.
- El punto de referencia de los t.t.
- El punto de referencia de los t.c.
- El gabinete del medidor.

4.4.3 Selección del conductor de puesta a tierra.

En redes aéreas en baja tensión la puesta a tierra de los neutros y la carcasa de transformadores, que es la misma para los pararrayos, se realizará mediante conductor de cobre duro desnudo, dependiendo de la capacidad y de los niveles en media y baja tensión del transformador, como se indica en la Tabla 4.7.


En instalaciones de mediciones las cajas y tableros de medidores serán puestos a tierra, de acuerdo con el conductor indicado en la Tabla 4.8.

En los postes terminales de redes aéreas en baja tensión el conductor de puesta a tierra será No. 21.14 mm² (4 AWG) Cu-DD.

4.4.4 Resistencia de puesta a tierra.

La resistencia del sistema de puesta a tierra debe ser de un valor bajo, que garantice la evacuación segura de una corriente de falla. El valor máximo admisible para la resistencia de puesta a tierra en redes de baja tensión, es de 25 ohmios. Este valor se puede medir utilizando un medidor de tierras (megger).

Para el caso de la puesta a tierra de las cajas y tableros de medidores, los electrodos deben instalarse en cajas para inspección, de 15 x 15 cm, con tapa con bisagra y lámina metálica # 18 como mínimo.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 16 de 39 |

Es importante conocer la resistividad del terreno en el cual se instalarán los electrodos de puesta a tierra, la cual varía según el tipo de suelo: Humedad, acidez, profundidad y homogeneidad del mismo.

La Tabla 4.9 indica la disposición de los electrodos en el terreno para asegurar la resistencia de puesta a tierra en 25 Ohmios, en función de la resistividad del mismo.

Si la resistividad del suelo es tal, que no es posible utilizar la Tabla 4.9, debe tratarse el suelo mediante químicos alrededor de cada electrodo, disminuyendo así la resistividad del suelo y obteniendo el valor de la resistencia deseado de 25 Ohmios.

Tabla 4.7. Selección del conductor de puesta a tierra.

| Capacidad del transformador (kVA) | Calibre conductor de puesta a tierra mm ² Cu DD (AWG-) | | | |
|-----------------------------------|---|-------------|-------------|-----------|
| | 13.2 kV | | 34.5 kV | |
| | 208V-220V | 440V | 208V-220V | 440V |
| 0-45 | 21.14 (4) | 21.14 (4) | 21.14 (4) | 21.14 (4) |
| >45-75 | 53.50 (1/0) | 21.14 (4) | 21.14 (4) | 21.14 (4) |
| >75-112.5 | 53.50 (1/0) | 33.62 (2) | 33.62 (2) | 21.14 (4) |
| >112.5-150 | 67.44 (2/0) | 33.62 (2) | 33.62 (2) | 21.14 (4) |
| >150-225 | 107.21 (4/0) | 53.50 (1/0) | 53.50 (1/0) | 21.14 (4) |


Tabla 4.8. Selección del conductor de puesta a tierra (NTC 2050, tabla 250-94)

| Conductor de fase de la Instalación mm ² Cu (AWG o KCM) | Conductor de cobre de Puesta a tierra mm ² Cu (AWG) |
|--|--|
| 8.36 (8) a 33.62 (2) | 8.36 (8) |
| 53.50 (1/0) | 13.29 (6) |
| 67.44 (2/0) ó 85.02 (3/0) | 21.14 (4) |
| > 85.02 (3/0) a 177.35 (350) | 33.62 (2) |
| > 177.35 (350) a 304.03 (600) | 53.50 (1/0) |
| > 304.03 (600) a 506.71 (1000) | 67.44 (2/0) |
| >506.71 (1000) | 85.02 (3/0) |

Tabla 4.9. .Puesta a tierra a través de electrodos (*)

| Resistividad del suelo [Ohmios-metro] | Número de Electrodo (*) | Separación entre electrodos | |
|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|------|
| | | Metros | Pies |
| 0 – 63 | 1 | - | - |
| > 63 – 97 | 2 | 2.44 | 8 |
| > 97 – 114 | 2 | 4.88 | 16 |
| > 114 – 119 | 2 | 7.32 | 24 |
| > 119 – 149 | 3 | 3.05 | 10 |
| > 149 – 164 | 3 | 6.10 | 20 |
| > 164 – 184 | 4 | 3.05 | 10 |
| > 184 – 208 | 4 | 6.10 | 20 |
| | 5 | 3.05 | 10 |
| > 208 – 240 | 5 | 6.10 | 20 |

(*) Los electrodos serán varillas de 1.59 cm x 2.44m (5/8" x 8').

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 17 de 39 |

- Notas : 1- La resistencia eléctrica debe ser menor o igual a 25 Ohmios.
 2- El conductor de unión entre electrodos será el indicado en el numeral 4.4.3.

4.5 Equipos de medida

4.5.1 Requisitos Técnicos Generales para los Equipos de medida

Las definiciones y los aspectos relacionados con la selección de los equipos de medida (tipos de medición, clasificación, conformación del equipo de medida, normas de fabricación de los componentes del equipo de medida (medidor, t.c., t.t., etc), equipos auxiliares, esquemas de conexión, simbología, pruebas y ensayos, requisitos de parametrización, dispositivos de salida, intercambio de datos, etc.) para todos los equipos de medida a instalar en las redes de EMCALI deben cumplir con lo establecido en la norma NTC 5019 – SELECCIÓN DE EQUIPO PARA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

4.5.2 Conformidad con las Normas Técnicas de Fabricación


De conformidad con lo establecido en el decreto 2269 de 1993 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico y lo establecido en el capítulo X artículo 47 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, los elementos que conforman el equipo de medida de energía en una instalación eléctrica deben cumplir con sus respectivas normas técnicas de fabricación. Las normas técnicas correspondientes a cada equipo de medida están definidas en la NTC 5019 y para demostrar el cumplimiento de un equipo de medida con dichas normas se establecen las siguientes condiciones:

4.5.2.1 Conformidad de Medidores de Energía

Los medidores de energía deben contar con un Certificado de Conformidad de Producto con la norma técnica respectiva NTC 2288 (IEC 62053-11) o NTC 2147 (IEC62053-22) o NTC 4052 (IEC 62053-21) y cuando aplique con la norma NTC 4569 (IEC 62053-23). El certificado debe ser expedido para todos los requisitos de la norma técnica correspondiente y debe incluir los requisitos generales contenidos en la norma NTC 5226 (IEC 62052-11).

Para medidores multienergía (activa – reactiva) se requiere el certificado de conformidad tanto para la medición de energía activa como para la medición de energía reactiva.

Para confirmar el cumplimiento de los medidores con las demás normas técnicas relacionadas en la norma técnica NTC 5019 (por ejemplo las normas relacionadas

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 18 de 39 |

con Intercambio de Datos) y para certificar la capacidad de un mismo medidor de ser conectado en dos o en tres elementos, se requiere una DECLARACION DE CONFORMIDAD expedida por el fabricante.

4.5.2.2 Conformidad de Transformadores para Instrumentos de Medida

Los transformadores para instrumentos de medida deberán contar con un Certificado de Conformidad de Producto con la respectiva norma técnica NTC 2205(IEC 60044-1), NTC 2207 (IEC 60044-2) o ANSI / IEEE C57.13. El certificado debe ser expedido para todos los requisitos de la norma técnica correspondiente.

Los certificados de conformidad de producto para los equipos de medida deben ser expedidos por un organismo nacional de certificación acreditado por la SIC o por un organismo nacional o internacional acreditado por entidades respecto de las cuales la Superintendencia de Industria y Comercio certifique que son parte de acuerdos multilaterales de reconocimiento mutuo de la acreditación.


Los certificados de conformidad deben ser expedidos con la versión vigente de la respectiva norma técnica y tendrán validez hasta la fecha establecida por el organismo de certificación. También se aceptarán Certificados de Conformidad expedidos con versiones anteriores de la norma técnica siempre y cuando la versión utilizada haya estado vigente durante los tres años anteriores a la fecha de expedición del certificado.

4.5.3 Requisitos Técnicos Particulares para los Equipos de medida

Además de los requisitos contenidos en la norma NTC 5019, los equipos de medida a instalar en las redes de EMCALI deben cumplir los siguientes:


4.5.3.1 Requisitos Particulares para Medidores de Energía

- La tapa del bloque de terminales (bornera) debe ser del tipo larga, fabricada en material duroplástico o termoplástico transparente y debe cubrir los terminales, los tornillos de los terminales y por lo menos cuatro (4) centímetros de los conductores que llegan a estos. La Coordinación de Pérdidas, en casos especiales (proyectos de normalización de medidores en servicio, instalación de medidores en cajas plásticas con dispositivo de sellado, etc), podrá autorizar la conexión de medidores con la tapa del bloque de terminales del tipo corta.
- Los terminales deben ser bimetálicos (aluminio - cobre) resistentes a la corrosión galvánica, corrosión por salinidad y alta humedad relativa y aptos para soportar continuamente la corriente máxima del medidor. Deben estar claramente

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 19 de 39 |

identificados sobre la bornera, en bajo o alto relieve, de acuerdo con las convenciones del esquema de conexiones del medidor. Cada terminal debe disponer de dos tornillos para la fijación de cada uno de los conductores de la acometida y las líneas de carga.

- El diagrama de conexiones del medidor debe estar impreso en su placa de características. Las marcas de la placa de características, incluyendo el número de serie, deben estar grabadas en forma indeleble sobre la superficie de la placa.
- EMCALI podrá exigir para cualquier servicio, proyecto o cliente la instalación de medidores estáticos (electrónicos); asimismo, podrá exigir características especiales (por ejemplo que la base y la tapa principal conformen una sola pieza o que el conjunto base - tapa principal esté sellado por ultrasonido).
- Los medidores electromecánicos deberán disponer de mecanismo antiretroceso para evitar la devolución de la lectura acumulada por inversión del flujo de potencia.
- Los medidores estáticos deberán disponer de sistema de registro siempre positivo para garantizar el registro del consumo para cualquier dirección del flujo de potencia.
- Para registradores del tipo tambor (ciclométrico), los números de los tambores deben ser grabados en forma indeleble con una altura de 5 mm, y un ancho mínimo de 3 mm y sistema de movimiento vertical. Los engranajes y los tambores totalizadores deben ser de un material sintético del tipo policarbonato, duroplástico o resina acetálica, moldeados y con superficies de contacto pulidas o lisas, con muy alta resistencia a la deformación y al desgaste y que no requieran lubricación. La fijación mecánica del conjunto al bastidor debe ser autocentrante, su posición debe permitir una fácil verificación de su correcta instalación y no debe precisar ajuste alguno.
- Los medidores estáticos deberán contar con dispositivos de salida de pulsos para su calibración. La salida de pulsos podrá ser mediante señal infrarroja o de luz visible (LED).
- Los medidores estáticos deben permitir reinicializar sus registros (incluyendo la energía total acumulada) a partir de una secuencia de pasos, ya sea físicamente en el equipo o a través de software, sin alterar los parámetros relacionados con la exactitud, teniendo los niveles de seguridad adecuados y sin necesidad de recurrir al fabricante.
- Los medidores de energía a instalar en las fronteras comerciales (clientes de EMCALI del mercado no regulado, clientes de comercializadores diferentes a EMCALI y puntos de intercambio comercial) deben cumplir con lo siguiente:


| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 20 de 39 |

- Debe disponer de un módem para la lectura remota de los datos del medidor. El módem puede ser un elemento interno al medidor, en el caso de que sea un elemento externo al medidor, la fuente de alimentación del módem debe ser independiente de las señales de potencial que alimentan el medidor.
- Debe disponer de una puerto óptico para la lectura en sitio del equipo, de acuerdo con los requerimientos de la norma NTC 4440 (IEC 61107).
- El software para la parametrización y lectura del medidor debe corresponder a alguno de los utilizados por EMCALI EICE ESP; en caso de que EMCALI no disponga del software, este software (con la licencia) y la respectiva capacitación para su uso, deben ser suministrados por el cliente o por el proveedor del medidor.
- Los registros del consumo de energía deben ser almacenados en una memoria no volátil que almacene información como mínimo de un período de cuatro (4) meses. El acceso a la información contenida en la memoria del medidor sólo debe ser posible mediante el ingreso de un password de seguridad. El password de acceso a la información debe ser diferente al password de acceso para la parametrización del equipo.

4.5.3.2 Requisitos Particulares para Transformadores de Medida

Los transformadores para instrumentos de medida deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Los devanados usados para medición deben ser de uso exclusivo para este fin. En ningún caso EMCALI aceptará en el devanado de medición de energía cargas diferentes a las del medidor de energía activa, reactiva y las inherentes a las pérdidas en los conductores.
- Los transformadores para media y para alta tensión (niveles de tensión 2, 3 y 4), deben disponer de una tapa para cubrir los bornes de los devanados secundarios. La tapa de bornera secundaria debe tener un dispositivo para la colocación de sellos de seguridad que impidan su apertura y acceso a los bornes sin retirar los respectivos sellos.
- Los transformadores de corriente para baja tensión deben ser del tipo ventana con el núcleo y la bobina embebidos en resina. Este tipo de transformador no debe poseer bornera secundaria; en este caso, el circuito secundario del transformador debe disponer de conductores externos para la conexión al medidor en cable de cobre de mínimo 1 metro de longitud y sección transversal mínimo de 3.31 mm² -THW (12 AWG). El empalme de los conductores externos con los conductores del devanado secundario debe quedar embebido en la resina del transformador.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 21 de 39 |

- Deben tener marcación indeleble, donde se indique el tipo o modelo del transformador, el número de serie, la relación de transformación, la clase de exactitud, la carga nominal (BURDEN) en VA, la frecuencia nominal y el nombre del fabricante. Asimismo, para transformadores de corriente para media y para alta tensión, la corriente térmica y la corriente dinámica.
- La frecuencia nominal de operación de los transformadores de medida en todos los casos es de 60 Hz.
- EMCALI, a través de su personal autorizado, será el único encargado de efectuar el cableado correspondiente, desde los transformadores de medida hasta el medidor, el cual se efectuará con cable de cobre con sección transversal mínimo de 3.31 mm² -THW (12 AWG).
- Los transformadores de corriente para media y para alta tensión (niveles de tensión 2, 3 y 4), deben estar en capacidad de soportar el nivel de falla, durante el tiempo estimado para clarificar la falla por el dispositivo de protección ubicado aguas arriba en la red de EMCALI. La intensidad térmica del t.c. debe calcularse teniendo en cuenta la corriente de corto circuito del sistema donde va a ser instalado el transformador de corriente, empleando la siguiente relación:

$$I_{th} > I_{CC} * \sqrt{t_{op}}$$

Donde:


- I_{th} = Intensidad térmica del t.c. en kA.
- I_{CC} = Nivel de cortocircuito en el punto de instalación del t.c., en kA.
- t_{op} = Tiempo de operación de la protección del circuito.

$$t_{op} = 1,35 / ((I/600) - 1) \text{ (para } I < 4800 \text{ A)}$$

$$t_{op} = 0,07 \text{ (para } I \geq 4800 \text{ A)}$$

Los niveles de cortocircuito para cada circuito de distribución primario se presentan en el anexo 1 de la presente norma y se pueden actualizar con una periodicidad anual. No se aceptarán intensidades térmicas inferiores a las calculadas con base en el nivel de corto circuito de la red en el punto donde se van a instalar los transformadores de corriente.

- Los transformadores de medida a instalar en media y alta tensión (niveles de tensión 2, 3 y 4), deben ser de doble relación, donde la relación mayor corresponde a la calculada para la demanda estimada, por ejemplo, si la demanda estimada es de 250 kVA a 13,2 kV, la relación del t.c. de acuerdo con la norma NTC 5019 es de 10/5, y el t.c. a seleccionar debe ser de relación 5-10/5 A.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 22 de 39 |

4.5.3.3 Requisitos Particulares para Bloque de Prueba

La cubierta o tapa del bloque debe ser sólida y transparente, de modo que permita verificar el estado de sus partes y conexiones sin removerla y debe cubrir por lo menos en cuatro (4) centímetros los cables de entrada y salida al bloque y no debe permitir que objetos externos entren en contacto con los bornes de conexión. El mecanismo de cierre de la tapa debe permitir la instalación de sellos de seguridad para evitar la manipulación indebida o no autorizada.

Así mismo, la tapa no debe permitir el cierre con las señales de corriente cortocircuitadas o con las señales de potencial abiertas; es decir, que debe ser necesario restablecer las conexiones del elemento antes de instalar la tapa nuevamente.


4.5.4 Procedimiento para la Aceptación de Equipos de Medida

El fabricante, distribuidor o comercializador de equipos de medida de energía eléctrica que desee que sus productos sean instalados en las redes de EMCALI, deberá, previamente a la comercialización de un nuevo tipo o modelo, obtener de manera oficial la aceptación de este por parte de EMCALI.

EMCALI solo emitirá constancia de aceptación a los equipos de medida que cuenten con el certificado de aprobación de modelo por parte de la Superintendencia de Industria y Comercio o el certificado de conformidad de producto expedido según lo establecido en el numeral 4.5.2 de la presente norma y que además cumplan con los requisitos técnicos contenidos en los numerales 4.5.1 y 4.5.2 de la presente norma.

La solicitud de aceptación de un nuevo modelo de equipo de medida debe ser realizada ante la Coordinación de Pérdidas de Energía de la Gerencia Comercial de EMCALI adjuntando lo siguiente:

- Copia del certificado de aprobación de modelo o del certificado de conformidad de producto.
- Declaración de Conformidad del Producto con los requisitos técnicos contenidos en los numerales 4.5.1 y 4.5.2 de la presente norma expedida por el fabricante.
- El software con su manual de parametrización y la respectiva licencia para instalar en cualquier equipo de EMCALI autorizado por la Coordinación de Pérdidas.
- Una muestra física del equipo de medida
- Documentos técnicos (manual de calibración, resultado de ensayos tipo, características de los componentes, catálogo, etc).

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 23 de 39 |

EMCALI se reserva el derecho de realizar por su cuenta los ensayos que considere pertinentes.

4.5.5 Ensayos de rutina, parametrización registro y sellado de los equipos de medida

De conformidad con lo establecido en la norma NTC 5019, antes de su instalación en las redes de EMCALI, los medidores de energía y los transformadores de medida deben ser entregados al Laboratorio de Medidas Eléctricas de EMCALI para la realización de los ensayos de rutina indicados, para la parametrización (en caso de medidores estáticos programables), para el sellado de la tapa principal de los medidores y para el registro de los medidores y sus sellos en el sistema de información comercial y facturación de EMCALI.

En caso de que los equipos de medida cuenten con un certificado de calibración emitido por un laboratorio acreditado, diferente al de EMCALI, el certificado solo será aceptado si está completo y es legible; asimismo, EMCALI se reserva el derecho de solicitar que el equipo sea presentado a su laboratorio para realizar por su cuenta los ensayos que considere necesarios.

4.6 Instalación de las mediciones


Dependiendo del tipo de medición y de la cantidad de mediciones requeridas, se pueden presentar diferentes tipos de instalaciones.

4.6.1 Tipos de instalación en baja tensión.

En el sistema de EMCALI se han definido los siguientes tipos de instalación:

- Medición Directa Individual.
- Medición Directa Colectiva (instalaciones con más de cuatro usuarios).
- Medición Semi - directa Individual.
- Medición Semi - directa para Urbanizaciones en proceso de construcción.

En casos específicos se admiten tipos de instalación de medida, que deben estar soportados técnicamente. Cuando se presenten casos de esquemas de medición diferentes a los mencionados, se deberán realizar diseños específicos de los tableros, siguiendo los criterios que se indican en el numeral 4.6.2.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 24 de 39 |

4.6.1.1 Medición directa individual.

El diagrama unifilar para este tipo de medición es el que muestra la Figura 4.4. Si en un predio existe más de un punto de medida (solo en casos en los cuales cada acometida alimenta un usuario independiente), hasta un máximo de cuatro conexiones, cada instalación debe contar con su equipo de medida instalado de manera individual (ver norma NM-82 para medidor monofásico y NM-83 para medidor trifilar y trifásico).

La medición y los dispositivos para corte y protección se instalarán en cajas separadas. El medidor de energía debe estar instalado en un gabinete precintable (que permita la instalación de sellos de seguridad). Debe estar ubicado en el exterior de la edificación, en un sitio accesible y libre de obstáculos para la toma de lecturas y para la operación por el personal autorizado por EMCALI (ver NDC 010801).

Debe ser tipo intemperie y debe disponer de un visor con un vidrio o acrílico transparente, que permita la visualización de la medida pero que impida el acceso al medidor. Las características y dimensiones de la caja de contador se deben ajustar a lo indicado por EMCALI (ver normas NM-82 y NM-83).


El elemento de corte, protección (breaker termomagnético o cuchilla con fusible) debe ser instalado en un gabinete independiente (para trifilar y trifásico), que permita el acceso al usuario. El medidor debe estar instalado de las siguientes maneras (ver NDC 010801):

- a) Servicio provisional: Pueden colocarse en el poste, de tal forma que el eje del visor para lectura quede a 2.00 m del nivel del suelo.
- b) Incrustadas en fachada: El eje del visor debe estar a una altura máxima de 2.0 m, o la base de la caja a una altura mínima de 0.50 m del nivel del suelo. Los Conductos de entrada y salida deben ir incrustados.
- c) Superpuestas en fachada: La altura de instalación es igual a la del punto anterior (Incrustadas en fachada) y los Conductos pueden ir superpuestos a la pared y deben ser metálicos.
- d) En murete: Este tipo de medida sólo es admisible en el sector rural. La altura mínima de la base de la caja será de 0.5 m desde el nivel del suelo.

En las normas de materiales se indican las dimensiones para la caja tipo donde debe instalarse el medidor, el cual puede ser bifilar, trifilar ó trifásico.

4.6.1.2 Mediciones directas agrupadas.

- a) De 2 a 4 usuarios: Los medidores se deben instalar independientemente y de manera similar a la medición directa individual, tal como se indica en el numeral 0.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 25 de 39 |

Cada medidor debe tener acometida independiente y los dispositivos de corte y protección deben estar instalados en cajas individuales independientes, según las normas de materiales, la cual deberá instalarse de acuerdo con las instrucciones dadas para la medición directa individual.

Las acometidas no deben cruzar por cajas de medidores vecinos, cada una de ellas llegará a la caja del medidor en forma independiente.

- b) Más de cuatro usuarios agrupados: Cuando la instalación alimenta un grupo de más de cuatro usuarios, los medidores se conectarán en este caso a un barraje, como se muestra en el diagrama unifilar de la Figura 4.5.

En este caso se debe instalar una única acometida que alimenta un totalizador y un barraje principal y desde donde se alimentan los medidores de energía. El compartimento que aloja el totalizador y el barraje principal debe ser precintable y permitir una fácil inspección del mismo.

El conjunto de medidores debe estar alojado en un compartimento independiente precintable que permita una inspección de la instalación. El conjunto de interruptores termomagnéticos y los circuitos de salida que alimenta a los usuarios debe estar en un compartimento independiente y no puede compartir el cableado con los circuitos de alimentación de los medidores de energía.


El compartimento de los interruptores automáticos parciales debe tener una tapa que lo cubra completamente, dejando solamente la salida de apoyo y accionamiento de los interruptores, esta lámina debe ser calibre 18.

El conjunto de interruptores termomagnéticos debe permitir la instalación de elementos que permitan el bloqueo y condenación de hasta el 60% de los interruptores de cada fila. El bloqueo consistirá de una varilla de acero de 1/4", fijada en tres puntos, la cual sirve de guía para el deslizamiento de placas en forma de U calibre 14, del ancho del interruptor, con el fin de impedir la operación de éste por parte de personas ajenas a EMCALI.

Frente a cada interruptor del usuario debe existir un tornillo grafilado que sirva para recibir el bloqueador en su extremo, esto con el fin de poder colocar sello de corte de energía.

Todos los compartimentos del gabinete deben ser precintables.

El tablero con el conjunto de totalizador, medidores e interruptores termomagnéticos se debe instalar en espacios interiores en las edificaciones, con fácil acceso al usuario y al personal autorizado por EMCALI, además debe ubicarse en el primer piso o sótano de cada edificación, no se permite su instalación en niveles superiores ni en zonas, áreas o pasillos que impidan la libre circulación de las personas cuando se efectúen labores de mantenimiento o reposición de equipos de medición, por tal motivo no se permite la ubicación

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 26 de 39 |

de dichos tableros por debajo de las gradas o escaleras que dan acceso a los niveles superiores, excepto si éstos se localizan en los sótanos. Deben tener un buen nivel de iluminación y de circulación de aire. Deben ser auto soportados, para colocar sobre una base de concreto de 10 cm de altura con respecto al nivel del piso y siempre se deben localizar bajo techo.

El diseño de los tableros debe ajustarse al número de medidores que debe contener y se deberá realizar con base en las instrucciones que se dan en el numeral 4.6.2.


Se deben diseñar módulos de 4 (opcional), 6, 9 o 12 medidores, cada uno de ellos alimentados en forma independiente y con su propio interruptor general, con el fin de dar mayor continuidad del servicio cuando se requiere realizar mantenimiento a un bloque de medidores.

No se permite la agrupación de medidores en tableros para parcelaciones o urbanizaciones abiertas sin administración de la copropiedad. Para estos casos se deben construir las redes de distribución de baja tensión y los medidores se colocarán en cada predio.

4.6.1.3 Medición semi - directa individual.

En estos casos, la corriente se mide utilizando transformadores de corriente, que se deben seleccionar cumpliendo los criterios indicados en el apartado 4.5.2 de la norma y con base en la tabla de selección indicados en la NTC 5019. La instalación de los t.c. se puede efectuar de las siguientes maneras:

- a. En el mismo gabinete del medidor, en una caja tipo C2 (norma NM-20) en el exterior del inmueble, de manera similar a las instalaciones de medida directa. El diagrama unifilar para este caso se presenta en la Figura 4.7.
- b. Si por razones técnicas ó disposición física de los elementos de la instalación (Gabinetes, Celdas, barrajes, Conductores, etc.) no es posible instalar los transformadores de corriente en el mismo gabinete del medidor, se permitirá la instalación de los transformadores de corriente en un gabinete independiente, precintable que puede ser instalado en la salida del transformador de distribución. En este caso, el cableado de las señales de control se debe efectuar con cable blindado de siete hilos no. 12 AWG, a través de conducto galvanizado hasta la caja del medidor; este gabinete debe quedar lo más cerca posible a la caja del medidor (máximo 1 metro). El diagrama unifilar para este caso se presenta en la Figura 4.6.
- c. Inmerso en el transformador de distribución. En este caso, el acceso a los cables de señal de las corrientes debe efectuarse a una bornera cortocircuitable precintable, que debe estar debidamente rotulada en el transformador de distribución. El cableado de las señales de control desde esta bornera hasta el gabinete del medidor se debe efectuar con cable

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 27 de 39 |

blindado de siete hilos de 3.31 mm² (12 AWG), a través de Conducto galvanizado. El diagrama unifilar para este caso se presenta en la Figura 4.8.

En todos los casos, las señales de corriente y de tensión deben conectarse a un bloque de pruebas instalado en el gabinete del medidor.

Así mismo, la caja para el totalizador se diseñará de acuerdo con el tamaño del mismo y se localizará sobrepuesta ó incrustada dentro de la edificación. En ambos casos deberá existir facilidad de acceso para el usuario y para el personal autorizado por EMCALI.

En la tabla 4.18 se especifican las dimensiones de la caja tipo C2 y en la Figura 4.3 se muestra el diseño típico de esta caja, con lámina de calibre No. 18 mínimo.

4.6.1.4 Medición Semi – directa para Urbanizaciones en proceso de normalización.


Para evitar las situaciones que se presentan en las urbanizaciones en proceso de construcción y normalización, a criterio del Interventor de EMCALI, se exige medida provisional al momento de poner en servicio el transformador. La medida debe ser del tipo semi - directo y se instalará en los bajantes del transformador, lo más cerca posible a los bujes del mismo, en un gabinete independiente, precintable, tipo intemperie. El cableado de las señales de control se debe efectuar con cable blindado de siete hilos de 3.31 mm² (12 AWG), a través de Conducto galvanizado hasta el gabinete del medidor, que se instalará adosado al poste a una altura no inferior a 2.0 m. El diagrama unifilar para este caso se presenta en la Figura 4.9. Esta medida se instalará hasta que la totalidad de los usuarios servidos por las redes secundarias se hayan normalizado. La diferencia de consumos entre el registro del medidor general y el consolidado de los usuarios normalizados y el consumo estimado de alumbrado público se facturará al urbanizador.

4.6.1.5 Otros esquemas de medición.

Cuando se presenten casos de esquemas de medición diferentes a los mencionados, se deberán realizar diseños específicos de los tableros, siguiendo los criterios que se dan el numeral 4.6.2.

4.6.2 Criterio básico para el diseño de tableros para medidores.

Todo tablero deberá ser fabricado en lámina calibre 16 y tener 3 compartimentos independientes frontales, separados por lámina del mismo calibre que la del tablero, así: uno para totalizador y barraje, uno para medidores y otro para interruptores termomagnéticos parciales.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 28 de 39 |

El diseño de los compartimentos para el totalizador, el barraje y los interruptores termomagnéticos parciales se realizará de acuerdo con el tamaño de dichos elementos y respetando distancias mínimas de seguridad.

El diseño del compartimento para los medidores se realizará teniendo en cuenta las dimensiones mínimas por módulo ó espacio para alojar un tipo de medición, las cuales serán de 25 cm de ancho por 30 cm de altura por 20 cm de profundidad hasta la lámina de soporte de las mismas y 40 cm de profundidad hasta la lámina posterior del tablero.

Adicionalmente deberá tenerse en cuenta que se debe conservar una distancia de 5 cm entre cualquier módulo y el borde del tablero ó entre dos módulos en forma vertical.

En la Tabla 4.13 y Figura 4.2 se especifican las dimensiones generales correspondientes a tableros con medidores directos de energía, debe cumplir con lo dispuesto en el Artículo 17, numeral 9 del RETIE.

La capacidad nominal mínima del barraje de un tablero será, al menos, igual a la especificación de la corriente nominal del totalizador, correspondiente al barraje, cuyo cálculo se indica en el numeral 4.3.4.3.


4.6.3 Tipos de instalación en media tensión.

Las instalaciones de medida en media tensión (medida indirecta), pueden ser interiores o exteriores y de dos o tres elementos. Para instalaciones de medida tipo exterior, los elementos de medida (t.t., t.c.) deben estar ubicados en poste sencillo (para 13,2 kV) o en estructura en H (para 34.5 kV), antes de la ubicación de los dispositivos de corte (cortacircuitos). Las características del montaje para cada tipo de estructura, según sea el caso, se detallan en el capítulo 2 de la presente norma.

Para instalaciones de medida tipo interior, los equipos deben estar alojados en una celda que no puede albergar otros elementos diferentes a los de medida, es decir, los equipos de protección y maniobra deben estar alojados en una celda diferente a la que aloja los equipos de medida. La acometida debe llegar a los equipos de medida antes que a los equipos de maniobra y el conexionado de los equipos debe ser de modo tal que los t.c. queden conectados antes que los t.t. La celda de medida debe ser precintable.

4.6.3.1 Cableado de las señales de medida

El cableado de las señales de medida debe cumplir con el código de colores indicado por EMCALI.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 29 de 39 |

Para equipos de medida instalados en celda, el cableado de las señales de corriente y de potencial se debe efectuar con cable de cobre apantallado multiconductor 7h * de 3.31 mm² (12 AWG), para las señales de corriente y 4h * de 3.31 mm² (12 AWG), para las señales de potencial, cuando la medida es en tres (3) elementos. Para la instalación de equipos de medida en dos(2) elementos, se debe utilizar un solo cable apantallado multiconductor 7h * de 3.31 mm² (12 AWG). Cada señal de corriente se debe cablear hasta el bloque de prueba de manera independiente incluyendo los conductores con la señal de retorno de las corrientes.

El cableado de las señales de medición no debe ser accesible al abrir alguno de los compartimentos de la celda, excepto al abrir la celda de medida y la celda del medidor. Si el cable queda al descubierto en algún tramo, se debe colocar un Conducto galvanizado para el transporte de los cables con las señales de medición.

Para equipos de medida instalados en intemperie, las señales de los equipos de medida se deben instalar en Conducto galvanizado de 3,75 cm (1,5") desde los equipos de medida hasta el gabinete del medidor, respetando el código de colores utilizado por EMCALI. Los tramos que interconectan los equipos de medida pueden estar cubiertos con carcasa metálica flexible tipo intemperie.

Tabla 4.10. Código de colores para señales de corriente.

| | |
|----------------|-----------------|
| Amarillo | I1, salida |
| Amarillo-negro | I1, retorno |
| Azul | I2, salida |
| Azul-negro | I2, retorno |
| Rojo | I3, salida |
| Rojo-negro | I3, retorno |
| Blanco | Puesta a Tierra |


Tabla 4.11. Código de colores para señales de tensión

| | |
|----------|--------|
| Amarillo | V1 |
| Azul | V2 |
| Rojo | V3 |
| Blanco | Neutro |

Para la medida en dos elementos, la señal de potencial de V2 (azul) corresponde al punto de referencia de la delta abierta.

Las señales de medida se deben aterrizar en la bornera de cada elemento (t.t., t.c.) y estos bornes deben estar conectados entre sí, como se indica en los diagramas de conexiones presentados en la norma NTC 5019.

Cuando no sea comercialmente posible conseguir el conductor multicolor se permitirá utilizar cable encauchetado de otros colores o numerado pero de las mismas especificaciones referidas en este numeral y cada conductor debe ser debidamente identificado en cada uno de sus extremos.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 30 de 39 |

4.6.3.2 Instalación de sellos de seguridad.

Los sellos de seguridad son los elementos que garantizan la integridad de los equipos y del sistema de medida. Son de carácter inviolable y para su manipulación o retiro, se debe solicitar la autorización a EMCALI, en su calidad de operador de red, aunque las instalaciones sean atendidas por otros comercializadores.


Todos los elementos que conforman el equipo de medida en baja y media tensión deben ser precintables (que permitan la instalación de sellos de seguridad), a saber:

- Gabinete del medidor.
- Tapa del bloque de terminales (bornera) del medidor.
- Tapa Principal del medidor
- Reset de demanda.
- Gabinete de t.c.
- Tapa bornera de cada t.c..
- Tapa bornera de cada t.t..
- Tapa bornera de la bornera cortocircuitable.
- Celda de medida.
- Celda de totalizador principal.
- Celda de barraje principal.
- Celda de totalizadores parciales

Es responsabilidad del usuario garantizar la integridad de los sellos de seguridad, por lo cual debe conservar una copia de acta de retiro y reemplazo de sellos cada vez que se efectúe una maniobra que involucre el retiro de los mismos. La inexistencia de los mismos es una causal para sanción del usuario e inclusive para la suspensión del servicio y anulación del contrato de conexión.

4.6.3.3 Sistema de telemedida.

Los medidores de energía de los clientes del mercado no regulado y las fronteras comerciales representadas por otros comercializadores, además de garantizar la confiabilidad y precisión de la medida, deben disponer de modem de comunicación interno o externo a través del cual se accese remotamente el medidor, por medio de línea de comunicación telefónica alámbrica o inalámbrica. El usuario es el responsable de garantizar la integridad del sistema de telemedida y debe velar por sus condiciones operativas.

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 31 de 39 |

4.7 Dispositivo de corte y protección.

4.7.1 Generalidades.

Los dispositivos de corte y protección serán de las siguientes características generales:

- De tipo cerrado, es decir, que la parte actuante para la interrupción de la falla no debe estar al descubierto.
- Deberán tener tantos polos como conductores activos ó fases tenga el sistema al cual se conectan, los cuales deben operar simultáneamente.
- Fácil reconexión en caso de que hayan operado interrumpiendo alguna falla en el sistema.
- Fácil remoción y reemplazo en caso de falla del dispositivo.

4.7.2 Selección.

- Corriente nominal: Para acometidas desde alguna red de distribución, la capacidad nominal de los fusibles o de los interruptores termomagnéticos será el valor igual ó inmediatamente superior al valor calculado según el capítulo 2 de la norma NTC 2050
- Capacidad interruptiva mínima.

Con base en el nivel de cortocircuito suministrado por EMCALI, se calcula el valor mínimo de la capacidad interruptiva de totalizadores e interruptores automáticos. Tanto el totalizador como los interruptores automáticos conectados a un mismo barraje, tendrán la misma la capacidad interruptiva mínima.

4.7.2.1 Limitador de corriente.

Estos dispositivos termomagnéticos son utilizados por EMCALI para controlar la carga autorizada al usuario y a su vez sirve de protección.

Estos elementos son calibrados en el laboratorio de medidores de EMCALI y no deben ser manipulados por el usuario, aunque la operación puede ser realizada por el mismo.

El usuario debe proveer el espacio para el limitador, en una caja independiente del tablero de medidores, para uno ó varios servicios, previa autorización de la Coordinación de Pérdidas o del Departamento de Proyectos.


| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 32 de 39 |

Tabla 4.12. Dimensiones para la caja del medidor de medición indirecta para un servicio. Caja tipo C2. (*)

| Tipo de servicio | A | A ₁ | A ₂ | H | h ₁ | h ₂ | h ₃ | P |
|------------------|----|----------------|----------------|----|----------------|----------------|----------------|----|
| Trifásico | 70 | 5 | 60 | 60 | 43 | 5 | 12 | 25 |

Dimensiones dadas en cm. (Incluyen los transformadores de corriente) (*) Ver Figura 4.3.

Tabla 4.13. Dimensiones típicas para tableros de medidores (servicio bifilar, trifilar o trifásico)

| Número de servicios | A | H | h ₁ | h ₂ | h ₃ | P |
|---------------------|-----|-----|----------------|----------------|----------------|----|
| 4 | 60 | 160 | 35 | 75 | 50 | 40 |
| 6(*) | 60 | 200 | 40 | 110 | 50 | 40 |
| 6 | 85 | 160 | 40 | 110 | 50 | 40 |
| 9 | 85 | 200 | 40 | 110 | 50 | 40 |
| 12 | 110 | 200 | 40 | 110 | 50 | 40 |

Dimensiones dadas en cm.


(*) Ver Figura 4.2

TABLA 4.14. Selección de los medidores de energía

| Tipo de Medición | Tipo de servicio | Carga (kVA) | Características del Medidor | | | | |
|------------------|----------------------|-------------|-----------------------------|-------|-------|-----------------|----------------------------|
| | | | Energía | Fases | Hilos | Clase | |
| | | | | | | Electromecánico | Estático |
| DIRECTA | Monofásico bifilar | ≤ 10 | Activa | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | Bifásico trifilar | ≤ 18 | Activa | 2 | 3 | 2 | 1 |
| | Trifásico tetrafilar | > 18 y ≤ 28 | Activa | 3 | 4 | 2 | 1 |
| SEMI-DIRECTA | Monofásico trifilar | >19 y ≤ 43 | Activa | 3 | 3 | - | 1 |
| | Trifásico | >28 y ≤ 45 | Activa | 3 | 4 | - | 1 |
| | Trifásico | >45 | Activa y Reactiva * | 3 | 4 | - | Activa 1 Reactiva 2 |
| INDIRECTA | Trifásico | >150 | Activa y Reactiva | 3 | 3 | - | Activa 0,5 S Reactiva 2 |
| | Trifásico | >150 | Activa y Reactiva | 3 | 4 | - | Activa 0,2 S Reactiva 2 |

- Nota: Se controlará el factor de potencia de los suscriptores o usuarios no residenciales, y de los residenciales conectados a un nivel de tensión superior al uno (1) – Artículo 25 de la Resolución CREG 108 de 1997.

TABLA 4.15. Conductor y transformadores de medida en BT según carga

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 33 de 39 |

| Demanda (kVA) | Tipo de servicio | Tensión (kV) | I (Amp) | 1,25 | Conductor | t.c. | I (Amp) | 1,25 |
|---------------|------------------|--------------|---------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| 19 a 29 | Trifilar | 0,24 | 79,2 | 99,0 | 1/0 | 100/5 | 120,8 | 151,0 |
| 30 a 34 | Trifilar | 0,24 | 125,0 | 156,3 | 2/0 | 150/5 | 141,7 | 177,1 |
| 35 a 38 | Trifilar | 0,24 | 145,8 | 182,3 | 3/0 | 150/5 | 158,3 | 197,9 |
| 39 a 43 | Trifilar | 0,24 | 162,5 | 203,1 | 4/0 | 150/5 | 179,2 | 224,0 |
| 28 a 43 | Trifásico | 0,208 | 77,7 | 97,2 | 1/0 | 100/5 | 119,4 | 149,2 |
| 44 a 65 | Trifásico | 0,208 | 122,1 | 152,7 | 4/0 | 150/5 | 180,4 | 225,5 |
| 30 a 45 | Trifásico | 0,22 | 78,7 | 98,4 | 1/0 | 100/5 | 118,1 | 147,6 |
| 46 a 69 | Trifásico | 0,22 | 120,7 | 150,9 | 4/0 | 150/5 | 181,1 | 226,3 |
| 60 a 91 | Trifásico | 0,44 | 78,7 | 98,4 | 1/0 | 100/5 | 119,4 | 149,3 |

- Se considera un factor de cargabilidad de los t.c. del 120%. Además se tiene en cuenta los artículos 110-14.C, 310-15, tabla 310-16, de la norma NTC 2050 para la selección de los conductores, por ejemplo el conductor #2 AWG debe seleccionarse para soportar una corriente entre 71 y 95 amp. (a 60°C), por lo tanto para cargas mayores es necesario utilizar el conductor # 1/0 AWG y los medidores de energía no tienen capacidad en su bornera para éste conductor.
- Para la selección de los t.c. se debe aplicar la corriente nominal de las cargas del rango, por ejemplo para una carga entre 30 y 34 kVA con corrientes iguales a 125 y 141.7 A respectivamente, se deben utilizar t.c. de 150/5, así los valores de 125 y 141.7 son superiores al 80% de la capacidad de los t.c., y para una carga entre 39 y 43 kVA con corrientes iguales a 162.5 y 179.2 A respectivamente, se deben utilizar igualmente t.c. de 150/5, así los valores de 162.5 y 179.2 son inferiores al 120% de la capacidad de los t.c.
- De igual forma para la selección de los conductores se debe aplicar a la corriente nominal un factor igual a 1.25, por ejemplo para una carga trifilar entre 35 y 38 kVA con corrientes iguales a 182.3 y 197.9 A respectivamente, se debe utilizar conductor 3/0AWG con capacidad de corriente igual a 200^a a 75°C (según la tabla 310-16 de la NTC 2050) la cual debe ser superior o igual al de la corriente nominal de la carga multiplicada por 1.25.


| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 34 de 39 |

TABLA 4.16. Selección de t.c. 's para mediciones en baja tensión.

| circuitos a 3x120/208 V | | circuito a 3x127/220 V | |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Demanda máxima (kVA) | RELACION DE LOS t.c. | Demanda máxima (kVA) | RELACION DE LOS t.c. |
| 28 A 43 | 100/5 | 30 A 45 | 100/5 |
| 44 A 65 | 150/5 | 46 A 69 | 150/5 |
| 66 A 86 | 200/5 | 69 A 91 | 200/5 |
| 87 A 129 | 300/5 | 92 A 137 | 300/5 |
| 130 A 162 | 400/5 | 138 A 171 | 400/5 |
| 163 A 194 | 500/5 | 172 A 205 | 500/5 |
| 195 A 259 | 600/5 | 206 A 274 | 600/5 |
| 260 A 324 | 800/5 | 275 A 343 | 800/5 |
| 325 A 389 | 1000/5 | 344 A 411 | 1000/5 |
| 390 A 467 | 1200/5 | 412 A 493 | 1200/5 |
| 468 A 648 | 1600/5 | 494 A 685 | 1600/5 |
| circuitos a 2x120/240 V | | circuitos a 3x254/440 V | |
| Demanda máxima (kVA) | RELACION DE LOS t.c. | Demanda máxima (kVA) | RELACION DE LOS t.c. |
| 19 A 29 | 100/5 | 60 A 91 | 100/5 |
| 30 A 43 | 150/5 | 92 A 137 | 150/5 |
| 44 A 57 | 200/5 | 138 A 183 | 200/5 |
| 58 A 86 | 300/5 | 184 A 274 | 300/5 |
| 87 A 108 | 400/5 | 275 A 343 | 400/5 |
| 109 A 129 | 500/5 | 344 A 411 | 500/5 |
| 130 A 172 | 600/5 | 412 A 548 | 600/5 |
| 173 A 216 | 800/5 | 549 A 685 | 800/5 |
| 217 A 259 | 1000/5 | 686 A 823 | 1000/5 |
| 260 A 311 | 1200/5 | 824 A 987 | 1200/5 |
| 312 A 438 | 1600/5 | | |


| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 35 de 39 |


TABLA 4.17 Selección de t.c. 's para mediciones en media tensión.

| circuitos a 13.2 kv | | circuito a 34.5 kv | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Demanda máxima (kVA) | RELACION DE LOS t.c. | Demanda máxima (kVA) | RELACION DE LOS t.c. |
| 151 A 274 | 10/5 | 151 A 358 | 5/5 |
| 275 A 411 | 15/5 | 359 A 717 | 10/5 |
| 412 A 503 | 20/5 | 718 A 1075 | 15/5 |
| 504 A 617 | 25/5 | 1076 A 1314 | 20/5 |
| 618 A 823 | 30/5 | 1315 A 1613 | 25/5 |
| 824 A 1029 | 40/5 | 1614 A 2151 | 30/5 |
| 1030 A 1234 | 50/5 | 2152 A 2689 | 40/5 |
| 1235 A 1554 | 60/5 | 2690 A 3226 | 50/5 |
| 1555 A 1829 | 75/5 | 3227 A 4063 | 60/5 |
| 1830 A 2743 | 100/5 | 4064 A 4780 | 75/5 |
| 2744 A 4115 | 150/5 | 4781 A 7170 | 100/5 |
| 4116 A 5144 | 200/5 | 7171 A 10756 | 150/5 |
| | | 10757 A 13445 | 200/5 |

TABLA 4.18. Selección de transformadores de medida

| Tipo de Medición | Tipo de servicio | Nivel de tensión | Relación del t.c. (RTC) | Transformadores de medida | | |
|------------------|--|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|----------|------------------------|
| | | | | Tipo | Cantidad | Clase |
| SEMI-DIRECTA | Monofásico trifilar o trifásico tetrafilar | BT | $RTC \leq 400/5A$ | t.c. | 2 | 0.5 - IEC ó 0.6 ANSI |
| | | | $RTC > 400/5A$ | | | 3 |
| INDIRECTA | Trifásico trifilar | MT (1 Kv < V ≤ 30 kV) | $RTC \leq 15/5A$ | t.c. | 2 | 0.5 - IEC ó 0.6 - ANSI |
| | | | | t.t. | | |
| | | | $RTC > 15/5A$ | t.c. | | 0.5S - IEC |
| | | | | t.t. | | 0.5 - IEC ó 0.6 - ANSI |
| | | MT (30 kV < V < 57.5 kV) | Para todas las RTC | t.c. | 2 | 0,5S - IEC |
| | | | | t.t. | | 0.5 - IEC ó 0.6 - ANSI |
| AT y EAT | Para todas las RTC | t.c. | 3 | 0,5S - IEC | | |
| | | t.t. | | 0.2 - IEC ó 0.3 - ANSI | | |

Fuente: NTC 5019

| | | |
|--|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 36 de 39 |

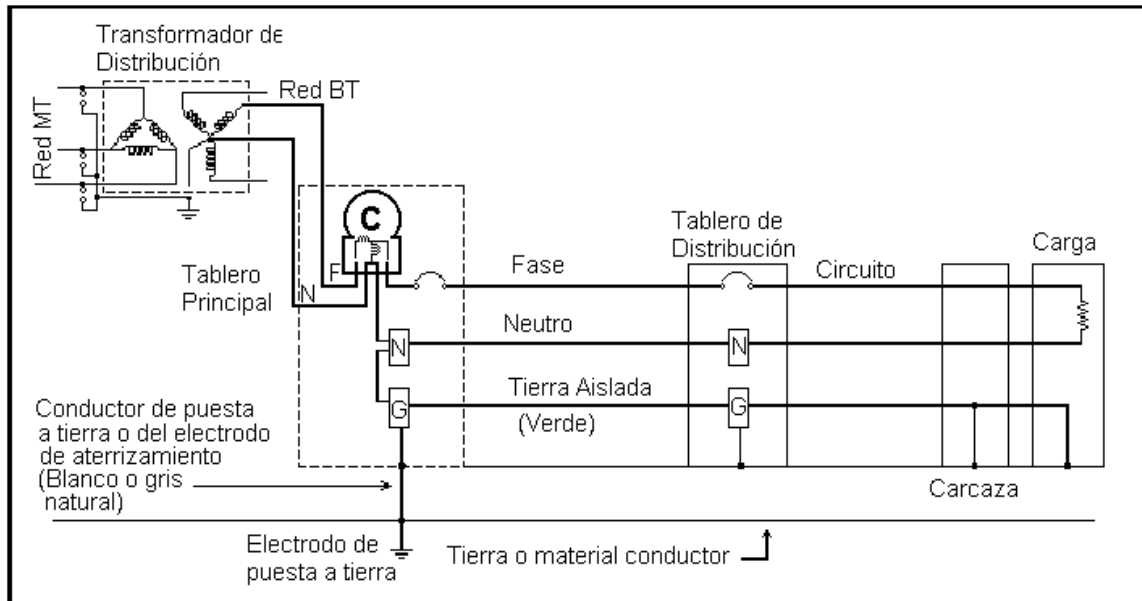


Figura 4.1. Cableado del Sistema de Puesta a Tierra.

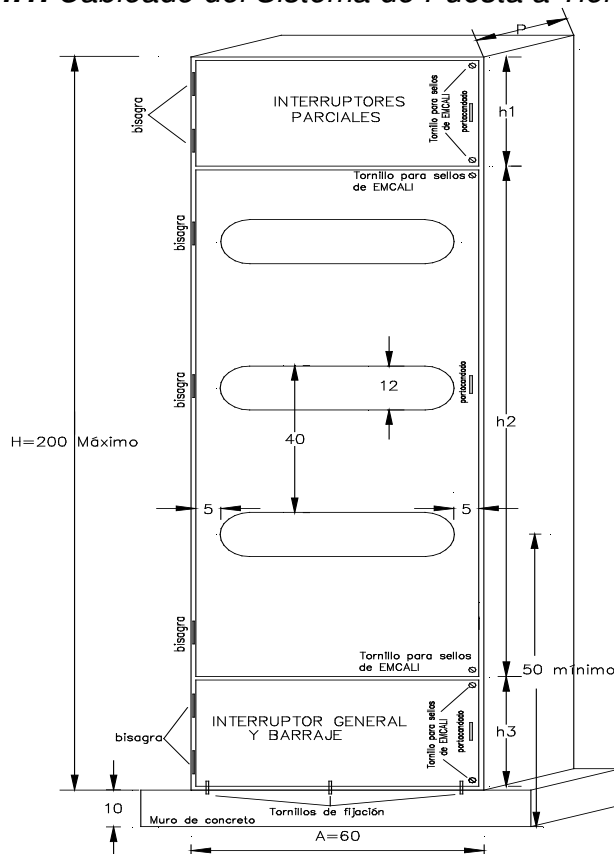



Figura 4.2. Diseño típico de un tablero de medición para seis (6) medidores

| | | |
|--|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 37 de 39 |

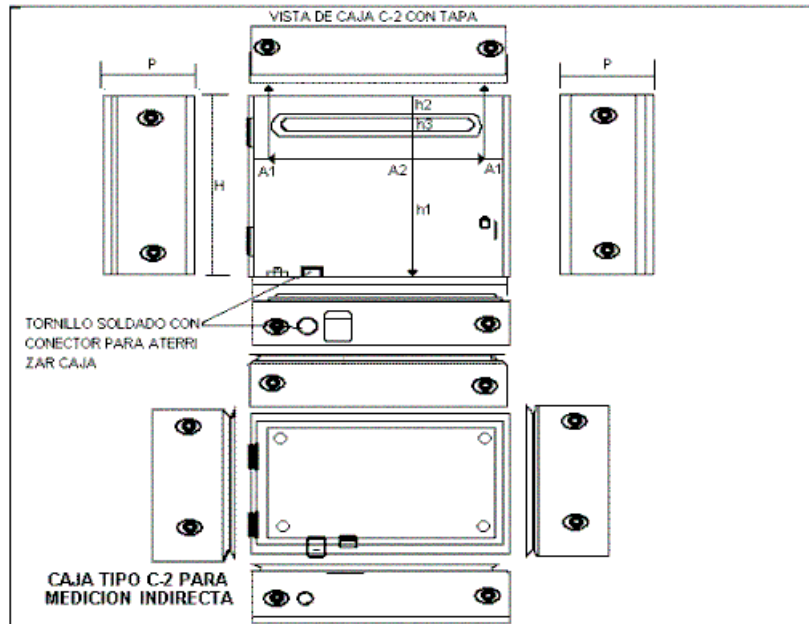


Figura 4.3. Caja tipo C2 para medición indirecta (lámina calibre 18).

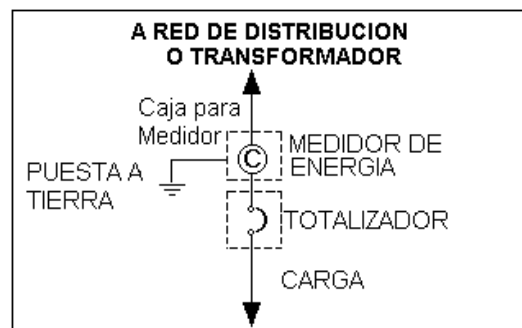


Figura 4.4. Diagrama unifilar para medición directa individual.

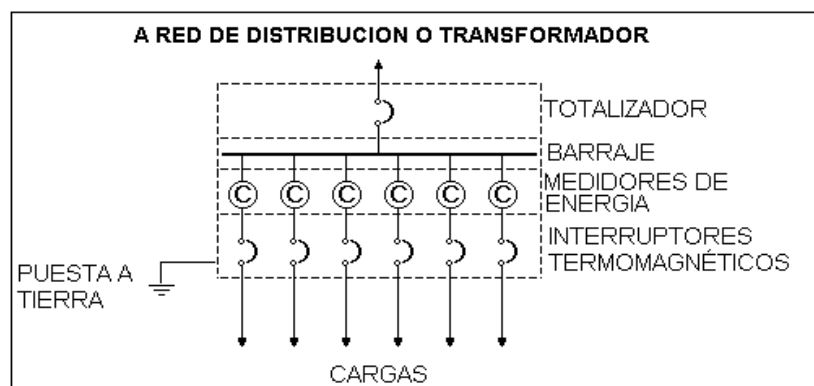



Figura 4.5. Diagrama unifilar para medición colectiva (Más de cuatro usuarios)

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 38 de 39 |

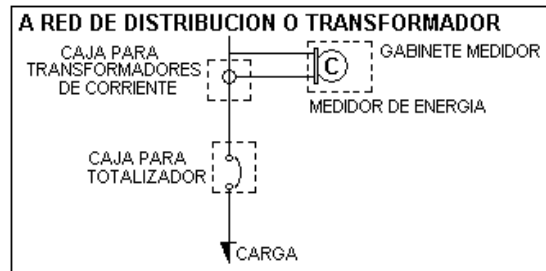


Figura 4.6. Diagrama unifilar para medición semi-directa, caso 1.

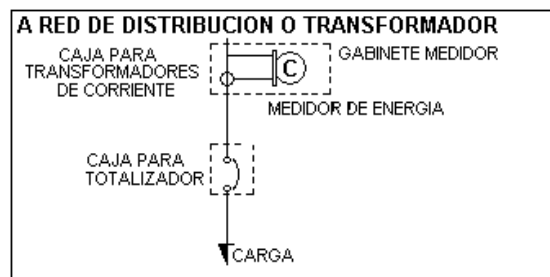


Figura 4.7. Diagrama unifilar para medición semi-directa, caso 2.

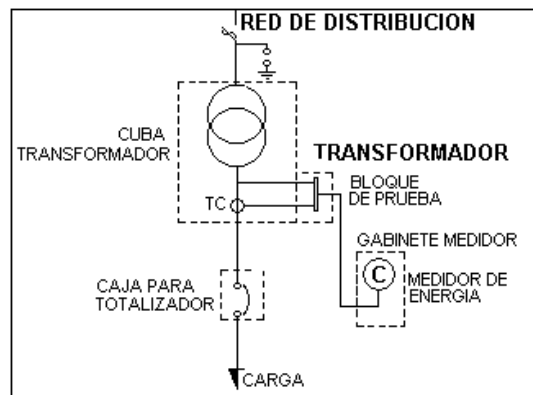



Figura 4.8. Diagrama unifilar para medición semi-directa, caso 3.

| | | |
|--|--|---|
|  | UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGIA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO | CODIGO: ND - 004 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407 |
| | INSTALACION Y MEDIDA | CAPITULO 4 Página 39 de 39 |

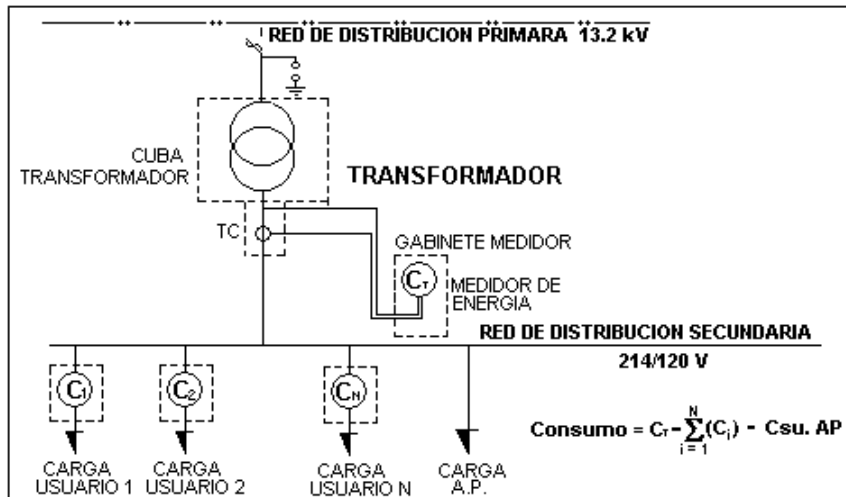


Figura 4.9. Diagrama unifilar para medición semi-directa, urbanizaciones en proceso de normalización.

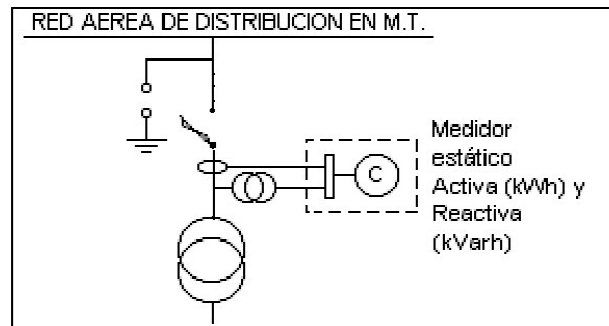


Figura 4.10. Diagrama unifilar para instalación de equipo de medida indirecta en exterior (intemperie) para transformador mayor a 150 kVA.

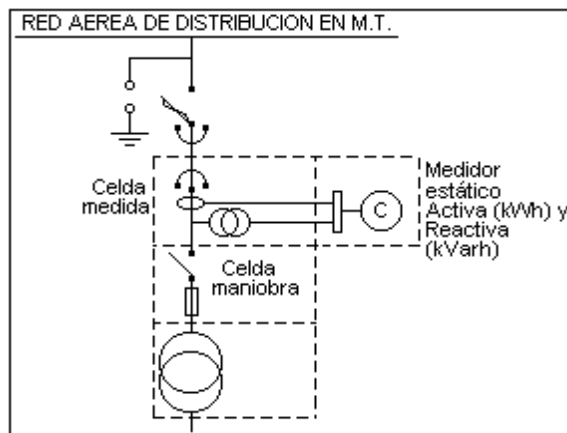


Figura 4.11. Diagrama unifilar para instalación de equipo de medida indirecta en interior (celda) – para transformador mayor a 150 kVA.