## 1. OBJETIVO

Establecer criterios técnicos, operativos y de control, garantizando la calidad y el servicio, bajo los parámetros normativos y legales en las soluciones integrales eléctricas de TABLECEL LTDA.

## 2. ALCANCE

Aplica para servicios técnicos, operativos y de control, prestados por la empresa en la comercialización, diseño, fabricación, montaje, y mantenimiento de armarios, tableros, cofres, consolas y conexiones eléctricas.

## 3. DEFINICIONES

- **Aislamiento Eléctrico:** Se produce cuando se cubre un elemento de una instalación eléctrica con un material que no es conductor de la electricidad, es decir, un material que resiste el paso de la corriente a través del elemento que alberga y lo mantiene en su desplazamiento a lo largo del semiconductor
- **Breaker:** Aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico, cuando la intensidad de la corriente que por el circula, excede de un determinado valor o en el que se producirá un corto circuito con el objetivo de no causar daño a los equipos eléctricos
- **Contactores:** Dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción
- **Diagrama Unifilar:** es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella. El esquema unifilar se distingue de otros tipos de esquemas eléctricos en que el conjunto de conductores de un circuito se representa mediante una única línea, independientemente de la cantidad de dichos conductores. Típicamente el esquema unifilar tiene una estructura de árbol.
- **Distancia de aislamiento**: Distancia entre dos partes conductoras igual a la longitud de un hilo tenso que siga el camino más corto posible entre esas dos partes conductoras.
- **Línea de fuga:** La distancia más corta a lo largo de la superficie de un material aislante sólido entre dos partes conductoras.
- **Ensamble:** Gabinete eléctrico que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, correspondientes para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico

- **Factor de potencia:** El conjunto de todos los elementos eléctricos que intervienen directamente en los procesos de generación, transformación, transmisión y distribución de la energía eléctrica forma un todo único de operación conjunta.
- **Frente muerto:** Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas expuestas; debe ser del mismo material del tablero.
- **Inspección Eléctrica:** La inspección es la revisión de una instalación eléctrica mediante la observación, verificación, evaluación, medición y búsqueda de evidencias objetivas, que indiquen si una instalación eléctrica cumple con los reglamentos técnicos.
- **Monitoreo:** Es la acción y efecto de monitorear, el verbo que se utiliza para nombrar a la supervisión o el control a través de un monitor. Por extensión, el monitoreo es cualquier acción de este tipo, más allá de la utilización de un monitor.
- **Modelado de sistemas eléctricos:** Técnica que consiste en configurar la distribución de un sistema eléctrico de potencia en un diagrama unifilar, con el propósito de conocer las características y el comportamiento de dicho sistema en condiciones normales de operación o en situación de contingencia.
- **Parámetro Eléctrico:** Se conoce como parámetros eléctricos, los datos de variables eléctricas (tensión, corriente, frecuencia, factor de potencia, etcétera), que se consideran como imprescindibles y orientativos para lograr evaluar o valorar una determinada situación.
- **Platina:** es una placa de metal (cobre) plana, también se le conoce como hojas rectangulares. Las platinas pueden fabricarse de acero o diversos. Por lo general, las platinas se pueden cortar en diferentes tamaños estandarizados, esto depende de la forma en la que se quiera empezar a trabajar, esta es un material sumamente manejable ya que puede doblarse dependiendo de la medida que se requiera.
- **RETIE:** Reglamento técnico de instalaciones eléctricas
- **SPT:** Sistema de Puesta a Tierra. Un sistema de puesta a tierra consiste en la conexión de equipos eléctricos y electrónicos a tierra, para brindar seguridad a las personas y proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, al facilitar y garantizar la correcta operación de los dispositivos de protección.

## 4. RESPONSABLES

### 4.1. Director de producción

- Es responsable por el contenido de este procedimiento y por asegurar su aplicación, mantenimiento y mejora.
- Verificar y hacer seguimiento del cumplimiento de las normas establecidas para el diseño, fabricación, montaje, y mantenimiento de tableros, cofre, armarios, consolas y conexiones eléctricas.

- Supervisar el cumplimiento de los registros de control y las pruebas establecidas para este procedimiento.

### 4.2. Técnico Electricista, jefe de taller de montajes y/o jefe de taller Metalmecánica

- Verificar y evaluar periódicamente el desarrollo de las actividades programadas.
- Buscar mecanismos de comunicación para la divulgación de los cambios que se originen por nuevos requisitos.
- Encargados del programar, organizar, supervisar y monitorear las instalaciones, pruebas y energización de los tableros eléctricos.
- Conocer y entender este procedimiento, cumpliendo con los requisitos establecidos
- Elaborar registros de control y pruebas que se deriven de las actividades desarrolladas en el sistema de gestión de calidad.
- Verificación continua de los parámetros normativos y legales
- Supervisar el cumplimiento de los registros de control y las pruebas establecidas para este Instructivo.
- Modificaciones del producto según requisitos del cliente, bajo parámetros legales

### 4.3. Auxiliares

- Son responsables de la aplicación en el desarrollo de sus actividades.
- Participar en las actividades de programadas
- Cumplir adecuadamente con este procedimiento
- Encargados de la instalación, prueba y energización de los tableros eléctricos.

## 5. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

### 5.1. Procedimiento de soluciones integrales eléctricas

Para el desarrollo de las diferentes actividades de TABLECEL LTDA, el personal del Área Técnica se basa, principalmente, en su competencia y en los documentos de referencia proporcionados por la legislación colombiana (RETIE, CODENSA), Normas técnicas, decretos y reglamentos, además de manuales de usuario y/o manuales de servicio, por parte de los proveedores, identificados en la carpeta de Gestión de Calidad en el formato FOR-GQ-01 Listado maestro de control de documentos, y su proceso se desarrolla de la siguiente manera:

5.1.1. Recepción de la solicitud

El director de producción recibe la solicitud según requisitos estipulados en el procedimiento PRO-GC-01 Procedimiento comercial, y se establece los parámetros de la cotización para desarrollo de las actividades.

5.1.2. Entrega de información para el desarrollo del proyecto

Según los requisitos del cliente (solicitud de cotización) y de su correspondiente aprobación (orden de compra), el Director del producto desarrolla la Hoja de ruta (FOR-GT-01Hoja de Ruta Metalmecánica, FOR-GT-02 Hoja de Ruta Metalmecánica Externa y/o FOR-GT-03 Hoja de Ruta ensamble) según corresponda; con sus respectivas indicaciones de trabajo, y material a utilizar y le hace entrega al jefe del taller del área de montajes o al jefe de taller del área metalmecánica según sea caso, para alistar el material solicitado.

5.1.3. Inspección Soluciones Integrales Eléctricas

Cuando ya esté listo todo el material solicitado, en las charlas de 5 minutos (FOR-GA-01 Control de Asistencia) el Director de operativo hace la entrega de las Hojas de ruta (FOR-GT-02 Hoja de Ruta Metalmecánica Externa y/o FOR-GT-03 Hoja de Ruta ensamble), además si se requiere en el desarrollo del proyecto, se registran los formatos FOR-GT-05_Pruebas eléctricas transferencias, respectivamente, con sus especificaciones técnicas, las cuales se van a necesitar para el desarrollo de los proyectos; el Jefe de taller se dispone a hacer su correspondiente inspección del material y los accesorios según sea el caso (montaje o metalmecánica) verificando la calidad de los componentes, además en estas inspecciones, se describe cómo se recibe este material o los accesorios a utilizar para el proyecto (INS-GT-14 Inspecciones integrales eléctricas).

Terminada la inspección si el material, accesorios o componentes no son aptos para la elaboración o ensamble de los tableros, se llena las casillas de los formatos FOR-GT-01_Hoja de Ruta Metalmecánica, FOR-GT-02 Hoja de Ruta Metalmecánica Externa y/o FOR-GT-03 Hoja de Ruta ensamble, en el área de producto no conforme el cual manejara un plan de acción generando la solución para su control y seguimiento; si el material, accesorios o componentes son aptos para la elaboración o ensamble de los tableros se continua con la actividad de la siguiente manera:

*5.1.3.1. Fabricación de armarios para tableros eléctricos, celdas, cofres y consolas (metalmecánica)*

Este procedimiento intenta dar todas las directrices necesarias para realizar la elección más idónea, según los requisitos legales (RETIE) y la legislación Colombiana (NTC, y especificaciones técnicas de CODENSA S.A. ESP, descritas en el numeral 6., de este documento) adaptada a los requerimientos en función de los parámetros básicos de dimensiones, grado de protección, material de construcción de los armarios para tableros eléctricos, celdas, cofres y consolas, estipulados en los planos de referencia (diseño estándar por cada modelo) y fichas técnicas (Armario para medidores, celdas con seccionador, tablero general de acometidas, tapas y marcos) que se manejan en TABLECEL LTDA.

El documento del plano de cada referencia de tablero contiene registrado sus respectivos datos: referencia de tablero incluido el número de versión, si en las exigencias del cliente solicita cambios en el modelo la versión debe cambiar cuando la referencia sea modificada en sus características específicas; debe diligenciar siempre la casilla de nombre del proyecto para su identificación, ser impresos y anexos a la referencia de la solicitud.

Para el desarrollo de algunas solicitudes es posible que se deban realizar algunos cambios en los planos, ya sea en longitudes o posiciones, de ser así estos cambios deben tener, una firma de quien los realizo y aprobó ya sea el director de operaciones o el Gerente General

En el desarrollo de este proceso se establece el corte, troquelado, doblado, soldadura, metalizado, fosfatizado, pintura, el cual se especifica en el instructivos INS-GT-12 Fabricación de armarios para tableros, cofres y consolas eléctricas.

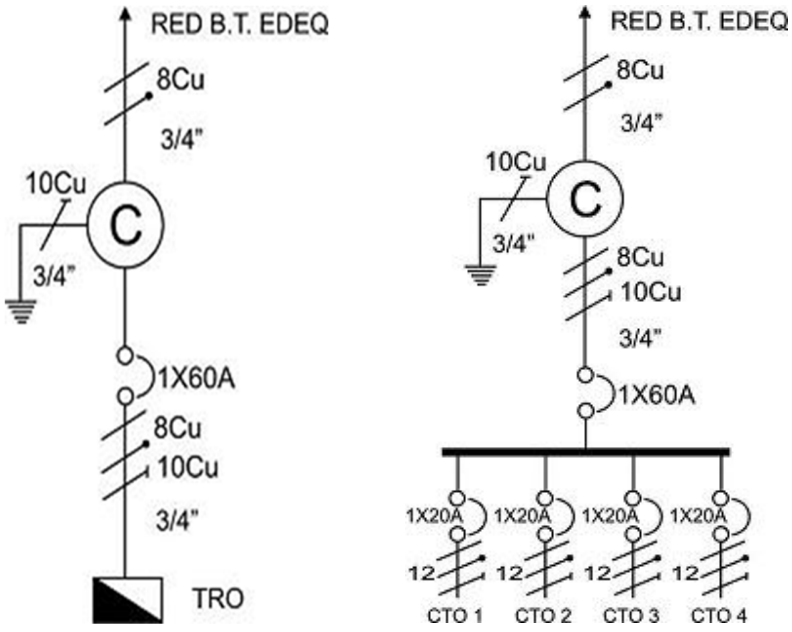
Las especificaciones generales y técnicas de ensamble se establecen en los siguientes instructivos:

INS-GT-01_Banco de Condensadores,
INS-GT-02_Celda Duplex y Triplex
INS-GT-03_Celda de media
INS-GT-04_Celda de protección
INS-GT-05_Tablero de contadores
INS-GT-06_Tablero de distribución
INS-GT-07_Tablero de medida indirecta en baja tensión
INS-GT-08_Transferencias Automáticas
INS-GT-09_Tablero general de acometidas

*5.1.3.2. Montaje de tableros, celdas, cofres consolas y conexiones eléctricas.*

El desarrollo del montaje, y mantenimiento de tableros, celdas, cofres consolas y conexiones eléctricas necesita una comprensión correcta de todas las reglas y normas que la rigen, (RETIE, NTC y especificaciones técnicas de CODENSA S.A. ESP., descritos en el numeral 6 de este documento) de igual manera se manera bajo los parámetros establecidos por el cliente cuando así lo requiere, sin salirse de la normatividad establecida; este montaje presenta diagramas unifilares (Modelado de sistemas eléctricos) detallados ya establecidos o según requisito entregados por el cliente, los cuales deben venir aprobados por una firma y con el siguiente contenido:

- Conexión de todos elementos del sistema
- Calibres y tipo de conductores
- Longitud de los conductores
- Niveles de Tensión
- Corriente de cortocircuito en el punto de acometida, dado por el operador de la Red
- Factor X/R, dado por el operador de la red.




Especificaciones de cada elemento o equipo conectado al sistema, tales como:

- ✓ Marca
- ✓ Referencia
- ✓ Tensión de operación

- ✓ Tensión de Aislamiento
- ✓ Corriente nominal
- ✓ Corriente interrumpida
- ✓ Factor de Potencia
- ✓ Eficiencia

*5.1.3.2.1. Elaboración de memorias de cálculo y planos unifilares*

El diagrama unifilar detallado debe ser solicitado al cliente. Esta información el cliente la puede suministrar impresa o en medio magnético y el manejo de la misma se hará estrictamente para los fines de los estudios pertinentes y una vez terminada esta labor la información será devuelta al cliente y si él lo requiere se eliminará de los archivos de la compañía. La mayoría de las veces los diagramas unifilares (Modelado de sistemas eléctricos) actualizados no contienen toda la información necesaria; si el cliente no cuenta con diagramas unifilares o los tiene pero no con la información necesaria, se hace indispensable hacer la realización con los datos suministrados por el cliente y cuando este diagrama esté terminado se entrega al cliente para su correspondiente aprobación y cuando ya esté aprobado, se revisa y si se requieren cambios se guardan las versiones anteriores y se inicia el desarrollo del tablero; esta información se guarda por periodo de 1 año después de entregado el proyecto.

Para realizar un análisis de cargas hay que definir previamente si ésta es de tipo residencial, comercial, industrial, institucional etc. Según el tipo de carga la NTC 2050 define los criterios mínimos que deben cumplirse para una adecuada estimación de la misma.

Además, se analiza que tipo de carga estamos hablando, es decir, debemos estudiar los planos arquitectónicos y estructurales, y los requisitos del cliente para el desarrollo de los planos unifilares

Y se tiene en cuenta:

**Factor de demanda:** es la relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de él y la carga total conectada al sistema o parte del sistema en consideración

FD=Dmax/ (Carga Conectada)

En la sección 220 de la NTC 2050, se encuentran las diferentes tablas para calcular la demanda de acometidas, alimentadores y ramales dependiendo del tipo de instalación y cargas conectadas.

**Factor de Potencia:** se define como la relación entre la potencia activa y la potencia reactiva.

fp= (P [W]) / (Q [VAR])

Existen diferentes tipos de cálculos y criterios que deben ser tomados en cuenta a la hora de elaborar un diagrama unifilar. Estos cálculos se hacen con base en la información suministrada por los registros de análisis de carga, para definir:

- ✓ La selección de conductores
- ✓ La selección de protecciones
- ✓ La selección de canalizaciones y tuberías.

**Regulación de Tensión:** La selección del conductor también debe estar delimitada por caídas de tensión debida a la longitud del cable de las acometidas. Dicha regulación no debe superar el 3%, según lo establecido por el RETIE artículo 27.3. y se calcula con la siguiente expresión:

$\Delta v = \sqrt{3} \bullet \varphi \bullet L \bullet I / S$
$\Delta v$ = Caída de tensión,
$\Phi$ = es la resistividad, que para el Cobre es = 0,017 y para el aluminio es 0,027.
L = La longitud de la línea.
S = la sección del conductor (en mm cuadrados)
I = La Intensidad de suministro en Amperios

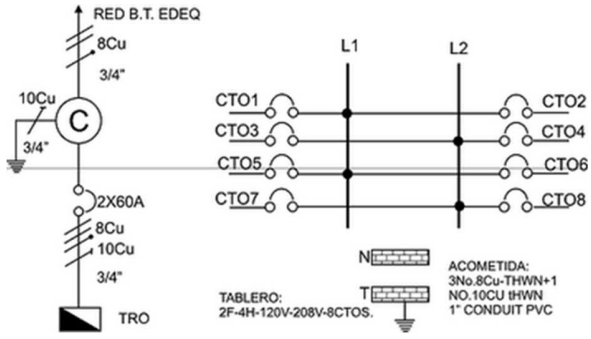
% Regulación= $(Vs/\Delta v - 1)$ x100%

Donde Vs, es la tensión nominal.

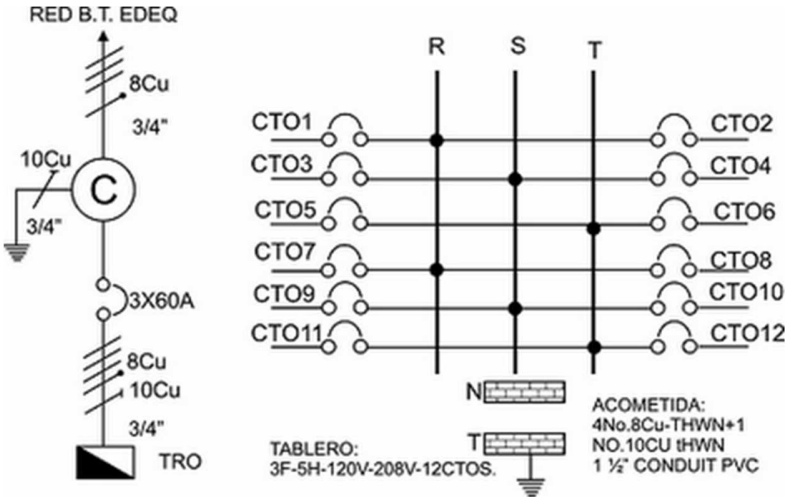
**Selección de las protecciones:** De cada circuito debe tomar como referencia la NTC 2050 sección 240 y el artículo 310-15. La selección de las canalizaciones y tuberías se hace de acuerdo con las tablas del Apéndice C de la NTC 2050, teniendo en cuanta el tipo de canalización o tubo, el calibre de los conductores, el material aislante de los mismos y la cantidad de conductores por ducto.

- ***Diagrama unifilar:*** Es el esquema o diagrama de una línea (unifilar) que nos da una idea general de toda la instalación eléctrica, desde la acometida hasta los circuitos ramales, contiene los datos descritos en el numeral 5.1.3.2.

Ejemplo: Sistema trifilar



Sistema tetra filar




*5.1.3.2.2. Diseño de nuevos productos*

Si el cliente y bajo los requisitos legales solicita un nuevo diseño de la celda o el tablero se le exige el diagrama unifilar, y se procede a desarrollarlo, este bajo los parámetros de los planos de TABLECEL LTDA, si no se cuenta con el diagrama pero si con las especificaciones técnicas, TABLECEL LTDA se compromete a desarrollarlo bajo los parámetros establecidos por la empresa, siempre bajo las normas y reglamentos técnicos (RETIE, normas CODENSA, NORMAS TECNICAS COLOMBIANAS) se controla y se maneja con los mismos requisitos establecidos en el procedimiento de Control de información Documentada (PRO-GA-01).

De esta manera se aprecia como la innovación se constituye en una herramienta estratégica de diferenciación para el crecimiento de los negocios de TABLECEL LTDA, para el cumplimiento de sus objetivos, y así mismo, como un importante objeto de estudio, lo cual convierte a la innovación no solamente en una herramienta de diferenciación, sino en el desarrollo de productos con éxito comercial, que requiere de integración tanto de factores como el capital humano, recursos financieros y creatividad.

*5.1.3.2.3. Selección de calibres de conductores y protecciones*

Se manejan seis (6) tablas para la selección de calibres de conductores y protecciones. Las cuatro primeras de ellas describen los diferentes sistemas de distribución

secundaria y la quinta corresponde a la Capacidad de amperios de la platina, la distancia de radio de curva-pared, y el código de colores para conductores eléctricos que maneja la empresa TABLECEL LTDA como guía para el montaje de los tableros o celdas. Los sistemas considerados son:

- Monofásico bifilar. Incluye una línea de alimentación y el neutro.
- Monofásico trifilar. Incluye dos líneas de alimentación y el neutro.
- Trifásico trifilar. Incluye dos fases y el neutro.
- Trifásico tetrafilar. Incluye las tres fases y el neutro.

En las tablas se muestran las capacidades de corriente para los dos tipos de conductores que se pueden utilizar, es decir, a 60°C y 75°C según la temperatura máxima de soportabilidad de las terminales de las protecciones de sobre-corrientes; Se incluye el cálculo de la protección y de los medidores más utilizados en los diferentes sistemas. La selección de la protección y del medidor de energía se deberá efectuar con base en los requerimientos técnicos y desarrollos tecnológicos acordes con la reglamentación vigente en el RETIE y la norma NTC 2050. En las tablas se sugiere la protección y el medidor de energía recomendados con base en la reglamentación actual.

A continuación, se relacionan las cinco tablas que componen esta norma.

- ✓ Tabla N° 1. Sistema Monofásico bifilar, 120 Voltios
- ✓ Tabla N° 2. Sistema Monofásico trifilar, 240/120 Voltios
- ✓ Tabla N° 3. Sistema Trifásico trifilar, 208/120 Voltios
- ✓ Tabla N° 4. Sistema Trifásico tetrafilar, 208/120 Voltios
- ✓ Tabla N° 6. Contadores de energía

**Tabla 1. Sistema monofásico bifilar, 120 voltios, instalada en un ducto o canalización**

| Calibre del conductor de | Capacidad de la | | Capacidad de la | | Protección recomendada para el conductor de fase en Amperios | | Tipo del contador de |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 60° C | 75° C | 60° C | 75° C | 60° C | 75° C | |
| 12 | 25 | | 3.00 | | 25 | | T0 |
| 10 | 30 | | 3.60 | | 30 | | T0 |
| 8 | 40 | | 4.80 | | 40 | | T0 |
| | | aplica | | aplica | | aplica | |
| 6 | 55 | | 6.60 | | 50 | | T0 |
| | | No | | No | | No | |
| 4 | 70 | | 8.40 | | 70 | | T0 |
| 2 | 95 | | 11.40 | | 90 | | T0 |

**Tabla 2. Sistema monofásico trifilar, 240/120 voltios, instalada en un ducto**

| Calibre del conductor de fase de la acometida | Capacidad de la Instalación en Amperios | | Capacidad de la Instalación en KVA | | Protección recomendada para el conductor de fase en Amperios | | Tipo del contador de energía recomendada |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THW-AWG | 60° C | 75° C | 60° C | 75° C | 60° C | 75° C | |
| 12 | 25 | | 6.00 | | 25 | | T1 |
| 10 | 30 | | 7.20 | | 30 | | T1 |
| 8 | 40 | | 9.60 | | 40 | | T1 |
| | | aplica | | aplica | | aplica | |
| 6 | 55 | | 13.20 | | 50 | | T1 |
| | | No | | No | | No | |
| 4 | 70 | | 16.80 | | 70 | | T1 |
| 2 | 95 | | 22.80 | | 90 | | T6 |
| 1/0 | | 150 | | 36.00 | | 150 | T6 |
| 2/0 | | 175 | | 42.00 | | 175 | T6 |
| 4/0 | | 230 | | 55.20 | | 250(250*) | T6 |
| 2X 1/0 | | 240 | | 57.60 | | 250 (250*) | T6 |
| 2X 2/0 | | 280 | No | 67.20 | | 300* | T6 |
| | aplica | | aplica | | aplica | | |
| 2X 4/0 | No | 368 | | 88.32 | No | 350(400*) | T6 |
| 3X 1/0 | | 360 | | 86.40 | | 350(400*) | T6 |
| 3X 2/0 | | 420 | | 100.80 | | 400(450*) | T6 |
| 3X 4/0 | | 552 | | 132.48 | | 600* | T6 |

*Interruptores automáticos ajustables con máximo este valor

**Tabla 3. Sistema trifásico trifilar, 208/120 voltios, instalada en un ducto. (Parrilla)**

| Calibre del conductor de fase de la acometida | Capacidad de la Instalación en Amperios | | Capacidad de la Instalación en KVA | | Protección recomendada para el conductor de fase en Amperios | | Tipo del contador de energía recomendada |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THW-AWG | 60° C | 75° C | 60° C | 75° C | 60° C | 75° C | |
| 12 | 25 | | 9.01 | | 25 | | T2 ó T3 |
| 10 | 30 | aplica | 10.81 | aplica | 30 | aplica | T2 ó T3 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 40 | | 14.41 | | 40 | | T2 ó T3 |
| 6 | 55 | | 19.81 | | 50 | | T2 ó T3 |
| | | No | | No | | No | |
| 4 | 70 | | 25.22 | | 70 | | T2 ó T3 |
| 2 | 95 | | 34.22 | | 90 | | T3 |
| 1/0 | | 150 | | 54.04 | | 150 | T3 |
| 2/0 | | 175 | | 63.04 | | 175 | T3 |
| 4/0 | | 230 | | 82.86 | | 250(250*) | T3 |
| 2X 1/0 | | 240 | | 86.46 | | 250 (250*) | T3 |
| 2X 2/0 | | 280 | | 100.87 | | 300* | T3 |
| | aplica | | aplica | | aplica | | |
| 2X 4/0 | No | 368 | No | 132.57 | No | 350(400*) | T3 |
| 3X 1/0 | | 315 | | 113.48 | | 350(400*) | T3 |
| 3X 2/0 | | 368 | | 132.39 | | 400(450*) | T3 |
| 3X 4/0 | | 483 | | 174.00 | | 500(500*) | T3 |

*Interruptores automáticos ajustables con máximo este valor

**Tabla 4. Sistema trifásico tetrafilar, 208/120 voltios, instalada en un ducto**

| Calibre del conductor de fase de la acometida | Capacidad de la Instalación en Amperios | | Capacidad de la Instalación en KVA | | Protección recomendada para el conductor de fase en Amperios | | Tipo del contador de energía recomendada |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THW-AWG | 60° C | 75° C | 60° C | 75° C | 60° C | 75° C | |
| 12 | 25 | | 9.01 | | 25 | | T4 ó T5 |
| 10 | 30 | | 10.81 | | 30 | | T4 ó T5 |
| 8 | 40 | | 14.41 | | 40 | | T4 ó T5 |
| | | aplica | | aplica | | aplica | |
| 6 | 55 | | 19.81 | | 50 | | T4 ó T5 |
| | | No | | No | | No | |
| 4 | 70 | | 25.22 | | 70 | | T4 ó T5 |
| 2 | 95 | | 34.22 | | 90 | | T4 ó T5 |
| 1/0 | | 150 | | 54.04 | | 150 | T5 |
| 2/0 | | 175 | | 63.04 | | 175 | T5 |
| 4/0 | | 230 | | 82.86 | | 250(250*) | T5 |
| 2X 1/0 | | 240 | | 86.46 | | 250 (250*) | T5 |
| 2X 2/0 | | 280 | | 100.87 | | 300* | T5 |
| 2X 4/0 | | 368 | | 132.57 | | 350(400*) | T5 |
| 3X 1/0 | | 315 | | 113.48 | | 350(400*) | T5 |
| 3X 2/0 | aplica | 368 | aplica | 132.39 | aplica | 400(450*) | T5 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3X 4/0 | No | 483 | No | 174.00 | No | 600* | T5 |
| 250 | | 255 | | 91.87 | | 250(300*) | T5 |
| 300 | | 285 | | 102.67 | | 300* | T5 |
| 350 | | 310 | | 111.68 | | 350* | T5 |
| 400 | | 335 | | 120.69 | | 350(350*) | T5 |
| 500 | | 380 | | 136.90 | | 350(400*) | T5 |

*Interruptores automáticos ajustables con máximo este valor

Para el aislamiento en los tableros, consolas y conexiones eléctricas TABLECEL LTDA, según requisitos legales (RETIE- NTC 2050, AE309, ET 119, NTC 1865, NTC 1332), maneja detalladamente el SPT (Sistema de Puesta a Tierra) con la capacidad de amperios de la platina, la distancia de radio de curva-pared, y el código de colores para conductores eléctricos.

**Tabla 5. Capacidad de amperios de la platina, la distancia de radio de curva-pared, y el código de colores para conductores eléctricos**

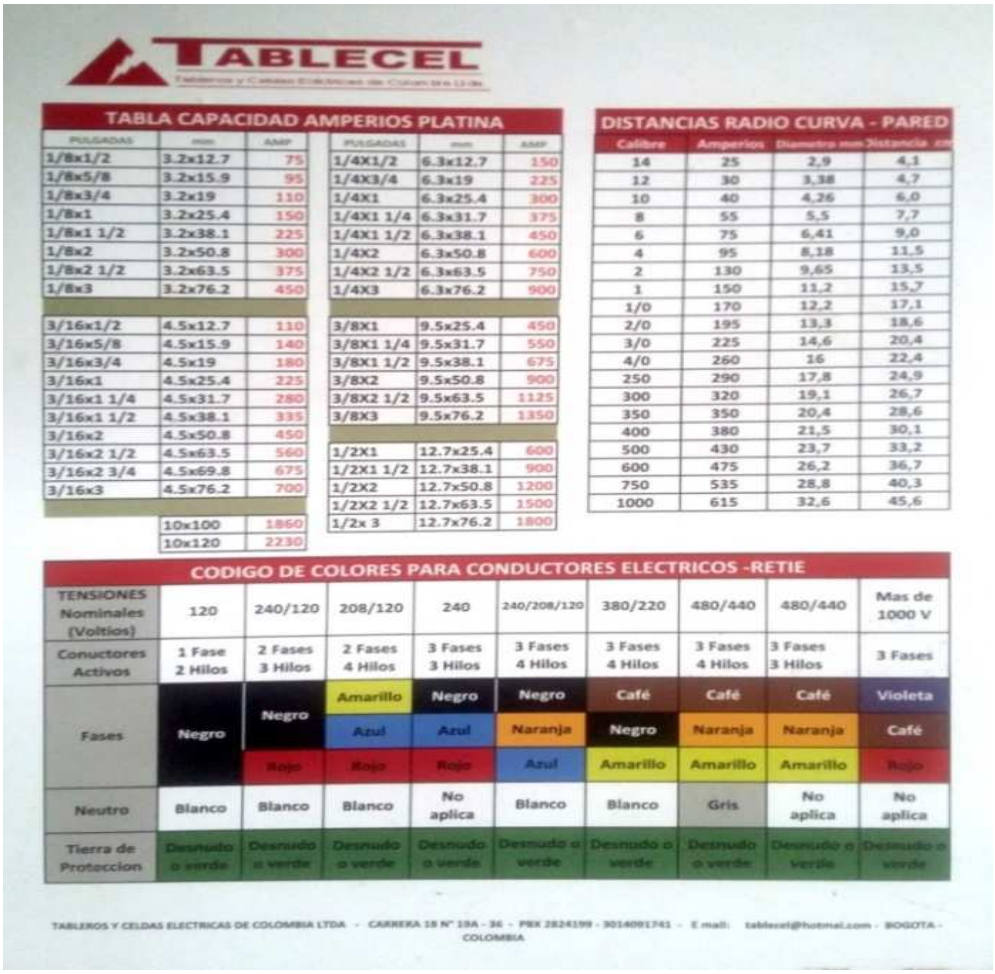


**Tabla 5. Contadores de energía**

| TIPO | CARACTERÍSTICAS |
|---|---|
| T0 | Medida Directa:<br>Tipo inducción o electrónico estático:<br>Contador de energía activa, monofásico bifilar.<br>Corriente: 5(60)A. 10(60) A, 15(60) A, 15(100)A.<br>Voltaje:120 Voltios. |
| T1 | Medida Directa:<br>Tipo inducción o electrónico estático:<br>Contador de energía activa, monofásico trifilar.<br>Corriente: 5(60) A, 10(60) A, 15(60) A, 15(100) A.<br>Voltaje: 240/120 Voltios. |
| T2 | Medida Directa:<br>Tipo inducción o electrónico estático (conocido como contador tipo parrilla).<br>Contador de energía activa, 2 fases - 3 Hilos.<br>Corriente: 5(60)A 15(60) A, 20(80) A, 15(100)A,<br>Voltaje: 120/208 Voltios. |
| T3 | Medida semidirecta:<br>Tipo inducción o electrónico estático<br>Contador de energía activa, 3 fases - 4 hilos.<br>Corriente: 2.5(6)A, 5(6) A. 5(10)A<br>Voltaje: 3 x 120/208 Voltios o autorrango.. |
| T4 | Medida Directa:<br>Tipo inducción o electrónico estático.<br>Contador de energía activa, 3 fases - 4 hilos.<br>Corriente: 15(120)A, 20(100)A, 25(100)A. 5(60)A<br>Voltaje: 3x120/208 o autorrango. |
| T5 | Medida Directa:<br>Tipo inducción o electrónico estático<br>Contador de energía activa, 3 fases - 4 hilos.<br>Corriente: 5(100), 15(60), 10(60)A, 5(60)A, 15(100), 10(100)A, 30(120) A, 30(200)A.<br>Medida Semidirecta:<br>Corriente: 2.5(6)A, 5(6)A, 5(10)A.<br>Voltaje: 3x120/208 o autorrango |
| T6 | Medida Directa:<br>Tipo inducción o electrónico estático<br>Contador de energía activa, monofásico trifilar.<br>Corriente: 15(100) A, 15(120)A, 30(120)A, 30(200)A.<br>Voltaje: (240/120) Voltios.<br>Medida Semidirecta:<br>Tipo inducción o electrónico estático<br>Contador de energía activa, monofásico trifilar.<br>Corriente: 2.5(6)A, 5(6)A, 5(10)A.<br>Voltaje: 240/120 o autorrango |

5.1.3.2.4. Capacidad de ocupación de las canalizaciones

**Empalmes:** Se permiten empalmes en una bandeja, ejecutados y aislados con métodos aprobados, siempre que sean accesibles y no sobresalgan de los rieles laterales.

**De manera segura:** En los tramos distintos a los horizontales, los cables se sujetarán de manera segura a los travesaños de las bandejas.

**Tubos y boquillas:** Cuando los cables o conductores estén instalados en tubos con boquillas o protección contra daños físicos, no es necesario instalar un cajetín.

**Conectado en paralelo:** Cuando se conecten en paralelo cables Mono-polares (fase o neutro), los conductores se instalarán en grupos compuestos de no más de un conductor por fase o neutro para evitar desequilibrios de corriente en los conductores debidos a la reactancia inductiva; los conductores monopolares se fijarán en grupos para evitar desplazamientos si se producen fuerzas magnéticas por fallas a tierra.

**Excepción:** Cuando los conductores monopolares se instalen juntos, tal como los cables triplex.

**Conductores monopolares**: Cuando se instalen conductores monopolares en una bandeja tipo escalera o canaleta ventilada, y el calibre esté entre el Nº. 1/0 a 4/0.

**Número de cables multiconductores de 2.000 Volt, nominales o menos en bandejas:** El número de cables multiconductores de 2.000 Volt nominales o menos permitidos en una sola bandeja de cables, no debe superar lo establecido en esta Sección. Las secciones transversales utilizadas en esta bandeja se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

**Cualquier combinación de cables:** Cuando una bandeja de cables tipo escalera o canaleta ventilada contenga cables multi-conductores de potencia o de iluminación o cualquier mezcla de cables multi-conductores de potencia, iluminación, mando y señales, el número máximo de cables cumplirá lo indicado a continuación:

- Si todos los cables son del Nº. 4/0 o mayores, la suma de los diámetros de todos ellos no debe superar el ancho de la bandeja y los cables irán instalados en una sola capa.
- Si todos los cables son más pequeños del Nº. 4/0, la suma de las secciones transversales de todos los cables no superará la superficie máxima permisible de la columna 1 de la Tabla 7, para el correspondiente ancho de la bandeja.
- Si en la misma bandeja se instalan cables del Nº. 4/0 o superiores con cables más pequeños que el Nº. 4/0, la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores al Nº. 4/0 no superarán la sección máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 7 para el correspondiente ancho de la bandeja.

- Los cables del Nº. 4/0 y superior se deben instalar en una sola capa y no se colocarán otros cables sobre ellos.

**Cables multiconductores sólo de control y/o señales**: Cuando una bandeja de cables tipo escalera o canaleta ventilada, con una profundidad interior útil de 150 mm o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señales, la suma de la sección transversal de todos los cables en cualquier tramo de la bandeja no superar el 50% de la sección transversal interna de dicha bandeja.

Cuando la profundidad interior útil de la bandeja sea de más de 150mm, para calcular la sección transversal interna máxima admisible de la bandeja se tomará una profundidad de 150 mm.

**Bandejas de fondo sólido con cualquier tipo de cables:** Cuando haya bandejas de fondo sólido con cables multiconductores de potencia o iluminación o cualquier combinación de cables multiconductores de potencia, iluminación, señales y control, el número máximo de cables cumplirá lo indicado a continuación:

- Si todos los cables son del Nº. 4/0 o superior, la suma de los diámetros de todos ellos no superará el 90% del ancho de la bandeja y los cables irán instalados en una sola capa.
- Si todos los cables son inferiores al Nº. 4/0, la suma de las secciones transversales de todos los cables no superará la sección máxima permisible de la columna 3 de la Tabla 7 para el ancho correspondiente de la bandeja.
- Si en la misma bandeja se instalan cables del Nº. 4/0 o superiores con cables más pequeños que el Nº. 4/0, la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores al Nº. 4/0 no superará la sección máxima permisible resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 7 para el correspondiente ancho de la bandeja. Los cables del Nº. 4/0 y superiores se instalarán en una sola capa y no se colocarán otros cables sobre ellos.

**Tabla 7. Área de ocupación máxima permisible de los cables multiconductores en bandejas portacables de tipo escalera, canal ventilado y bandejas de fondo sólido para cables de 2.000 voltios nominales o menos**.

| Ocupación máxima permisible de los cables multiconductores en $cm^2$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Bandejas tipo escalera o canal Ventilada, art. 318-9 (a) | | Bandejas de fondo sólido Art. 318-9 (c) | |
| Ancho interior de la bandeja cm | Col. 1 aplicable solo al art. 318-8 (a)(2) | Col. 2* aplicable solo al art. 318-9 (a)(3) | Col. 3* aplicable solo al art. 318-9(c)(2) | Col. 4* aplicable solo al art. 318-9(c)(3) |
| 15 | 45 | 45 – (3 Sd)** | 35 | 35 – Sd** |
| 30 | 90 | 90 – (3 Sd) | 70 | 70 – Sd |
| 45 | 135 | 135 – (3 – Sd) | 105 | 105 – Sd |
| 60 | 180 | 180 – (3 Sd) | 142 | 142 – Sd |
| 76 | 225 | 225 – (3 Sd) | 177 | 177 - Sd |

* Las ocupaciones máximas de las columnas 2 y 4 deberán calcularse según la fórmula indicada. Por ejemplo, la ocupación máxima en $cm^2$ para una bandeja de ancho de 15 cm en la columna 2 debe ser: 45 menos (3 x Sd).
** El término Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de los diámetros en cm, de todos los cables multiconductores de calibres 4/0 y mayores que están en una misma bandeja con cables de calibres menores.

**Bandejas de fondo sólido para cables multiconductores:** sólo de control y/o señales. Cuando una bandeja de cables de fondo sólido, con una profundidad interior útil de 150 mm o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señales, la suma de la sección transversal de todos los cables en cualquier tramo de la bandeja no debe superar el 40% de la sección transversal interna de dicha bandeja.
Cuando la profundidad interior útil de la bandeja sea de más de 150 mm, para calcular la sección transversal interna máxima admisible de la bandeja se tomará una profundidad de 150 mm.
**Bandejas tipo canal ventilado:** Cuando se instalen cables multiconductores de cualquier tipo en bandejas tipo canal ventilado, se aplicará lo siguiente:

- Cuando sólo haya instalado un cable multiconductor, su sección transversal no superará el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 8.
- Cuando haya instalado más de un cable multiconductor, la suma de las secciones transversales de todos los cables no superará el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 8.

**Tabla 8. Ocupación máxima en sección recta en cm2 de cables uniconductores en bandejas para cables de tipo de escaleras o de canal ventilado**.

| Ancho Interior de la bandeja Cm | Área de ocupación máxima permisible de los cables multiconductores en cm² | |
|---|---|---|
| | Columna 1 Un solo cable | Columna 2 Más de un cable |
| 10 | 29 | 16 |
| 15 | 45 | 24 |

**Bandejas tipo escalera o canal ventilado:** Cuando una bandeja tipo escalera o canal ventilado contenga cables monopolares, el número máximo de conductores debe cumplir los siguientes requisitos:

- Si todos los cables son de 1.000 Kcmil o mayores, la suma de los diámetros de los cables no superará el ancho de la bandeja.
- Si todos los cables son de 250 Kcmil a 1.000 Kcmil, la suma de las secciones transversales de todos los cables no superará la sección máxima permitida en la columna 1 de la Tabla 9 para el ancho correspondiente de la bandeja.
- Si hay instalados en la misma bandeja cables monopolares de Kcmil o mayores con cables monopolares inferiores a 1.000 Kcmil, la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores a 1.000 Kcmil no superará la sección máxima admisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 9 para el ancho correspondiente de la bandeja (4) Cuando alguno de los cables instalados sea del Nº. 1/0 al 4/0, la suma de los diámetros de todos los conductores monopolares no debe superar el ancho de la bandeja.

**Bandejas tipo canal ventilado:** Cuando una bandeja de cables tipo canal ventilado de 100 mm o 150 mm de ancho contenga cables monopolares, la suma de los diámetros de todos los conductores monopolares no superará el ancho interior del canal.

**Tabla 9. Área de ocupación máxima permisible de los cables multiconductores en bandejas tipo escalera, canal ventilado y bandeja de fondo sólido para cables de 2000 Volt nominales o menos**

| Ancho interior de la bandeja en cm | Superficie máxima admisible de los cables monopolares en cm² | |
|---|---|---|
| | Columna 1 Aplicable sólo al Artículo 318-10(a)(2) | Columna 2* Aplicable sólo al Artículo 318-10(a)(3) |
| 15 | 4245 | 42 – (2,8 Sd) |
| 30 | 84 | 84 – (2,8 Sd) |
| 45 | 125 | 125 – (2,8 Sd) |
| 60 | 167 | 167 – (2,8 Sd) |
| 75 | 210 | 210 – (2,8 Sd) |
| 90 | 250 | 250 – (2,8 Sd) |

5.1.3.2.5. Distancias de aislamiento

Los requisitos para las distancias de aislamiento y las líneas de fuga están basados en los principios de la Norma IEC 60664-1 y están destinados a proporcionar coordinación de aislamiento con la instalación.

Las distancias de aislamiento deben ser suficientes para permitir que la tensión asignada soportada al impulso (Uimp) declarada de un circuito se pueda alcanzar. Las distancias de aislamiento deben ser como las especificadas en la tabla 10, a menos que los ensayos de verificación del diseño y los ensayos de tensión soportada al impulso.

Las distancias de aislamiento deben verificarse mediante medidas, o verificando las medidas sobre los planos, empleando los métodos de medida establecidos en la tabla 11. Las distancias de aislamiento deben ser de al menos 1,5 veces los valores especificados en la tabla 10.

**Tabla 10. Distancias de aislamiento**

| Tensión asignada soportada al impulso $U_{imp}$ kV | Distancias mínimas de aislamiento mm |
|---|---|
| ≤ 2,5 | 1,5 |
| 4,0 | 3,0 |
| 6,0 | 5,5 |
| 8,0 | 8,0 |
| 12,0 | 14,0 |
| [a] Basados en condiciones de campos no homogéneos y grado de contaminación 3. | |

- **Para valores asignados de corriente mayores de 400 A pero menores de 800 A:** Los cables o las pletinas de cobre deben separarse a la distancia aproximada de entre los bornes. Se pueden agrupar múltiples cables paralelos por terminal y montados con 10 mm de espacio al aire aproximado entre ellos.

Las pletinas de cobre múltiples se deben distanciar a una distancia aproximadamente igual al espesor de la pletina. Se permite utilizar otras pletinas con la misma sección de dimensiones ± 10% y superficie de refrigeración igual o menor si los tamaños establecidos para las pletinas no se ajustan a los bornes o no están disponibles. No se deben intercalar los cables o pletinas de cobre.

- **Para valores asignados de corriente mayores de 800 A pero menores de 4 000 A:** Las pletinas de cobre deben separarse a la distancia aproximada de entre los bornes. Las pletinas de cobre múltiples se deben distanciar a una distancia aproximadamente igual al espesor de la pletina. Se permite utilizar otras pletinas con la misma sección de dimensiones ± 10% y superficie de refrigeración igual o menor si los tamaños establecidos para las pletinas no se ajustan a los bornes o no están disponibles. No se deben intercalar las pletinas de cobre.

**Tabla 11. Anchura mínima de las ranuras**

| Grado de contaminación | Valores mínimos de la anchura $X$ de las ranuras mm |
|---|---|
| 1 | 0,25 |
| 2 | 1,0 |
| 3 | 1,5 |
| 4 | 2,5 |

Si la distancia de aislamiento asociada es inferior a 3 mm, la anchura mínima de la ranura puede reducirse a un tercio del valor de esta distancia de aislamiento.

Además:

- ✓ Se supone que todo ángulo está puenteado por una unión aislante de anchura X mm, colocado en la posición más desfavorable, cuando la distancia entre las aristas superiores de una ranura es superior o igual a X mm, una línea de fuga se mide a lo largo de los contornos de la ranura las líneas de fuga y las distancias de aislamiento medidas entre las partes móviles una respecto a otra se miden cuando estas partes están en sus posiciones más desfavorables.

Las distancias de aislamiento y las líneas de fuga de los equipos que forman parte de un CONJUNTO deben cumplir con los requisitos de la norma de producto correspondiente.

Cuando se incorpora equipos dentro del CONJUNTO, las distancias de aislamiento y las líneas de fuga especificadas deben mantenerse durante las condiciones de servicio normales.

Para dimensionar las distancias de aislamiento y las líneas de fuga entre circuitos separados, se debe utilizar las tensiones asignadas más altas (tensión asignada soportada al impulso para las distancias de aislamiento y la tensión asignada de aislamiento para las líneas de fuga).

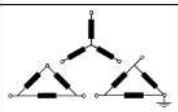
Las distancias de aislamiento y las líneas de fuga se aplican entre fase y fase, fase y neutro y, excepto cuando un conductor está conectado directamente a tierra, entre fase y tierra y neutro y tierra.

Para los conductores activos desnudos y las conexiones (por ejemplo, juegos de barras, conexiones entre aparatos y terminales de cables), las distancias de aislamiento y las líneas de fuga deben como mínimo ser equivalentes a aquellas especificadas para los aparatos a los cuales están directamente asociados.

El efecto de un cortocircuito inferior o igual a las características declaradas para el CONJUNTO no debe reducir de manera permanente las distancias de aislamiento o las líneas de fuga entre los juegos de barras y/o las conexiones por debajo de las especificadas para el CONJUNTO. La deformación de componentes de la envolvente o de separaciones internas, barreras y obstáculos debido a un cortocircuito no debe reducir permanentemente las distancias de aislamiento o las líneas de fuga por debajo de aquellas especificadas

Los circuitos auxiliares que no estén conectados al circuito principal pueden tener una capacidad de soportar las sobretensiones diferentes de la del circuito principal. Las distancias de aislamiento de dichos circuitos – en corriente alterna o en corriente

continua – deben ser capaces de soportar la tensión soportada al impulso correspondiente de acuerdo con:

| Valor máximo de la tensión asignada de servicio respecto a tierra, valor eficaz en corriente alterna o corriente continua V | Tensión nominal de la red de alimentación (≤ tensión asignada de aislamiento del equipo) V | | | | Valores preferentes de tensión asignada soportada al impulso (1,2/50 µs) a 2 000 m kV | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Categoría de sobretensión | | | |
| | | | | | IV | III | II | I |
| |  Corriente alterna (valor eficaz ) |  Corriente alterna (valor eficaz ) |  Corriente alterna (valor eficaz ) o corriente continua |  Corriente alterna (valor eficaz ) o corriente continua | Nivel origen de la instalación (entrada de servicio) | Nivel del circuito de distribu-ción | Nivel carga (aparatos, equipos) | Nivel especial-mente protegido |
| 50 | – | – | 12,5, 24, 25, 30, 42, 48 | | 1,5 | 0,8 | 0,5 | 0,33 |
| 100 | 66/115 | 66 | 60 | – | 2,5 | 1,5 | 0,8 | 0,5 |
| 150 | 120/208<br>127/220 | 115, 120<br>127 | 110, 120 | 220-110,<br>240-120 | 4 | 2,5 | 1,5 | 0,8 |
| 300 | 220/380, 230/400<br>240/415, 260/440<br>277/480 | 220, 230<br>240, 260<br>277 | 220 | 440-220 | 6 | 4 | 2,5 | 1,5 |
| 600 | 347/600, 380/660<br>400/690, 415/720<br>480/830 | 347, 380, 400<br>415, 440, 480<br>500, 577, 600 | 480 | 960-480 | 8 | 6 | 4 | 2,5 |
| 1 000 | – | 660<br>690, 720<br>830, 1 000 | 1 000 | – | 12 | 8 | 6 | 4 |

Para evaluar las distancias de aislamiento y las líneas de fuga, se distinguen los siguientes cuatro grados de contaminación a nivel de micro-ambiente.

**Grado de contaminación 1:** No existe contaminación o únicamente una contaminación seca no conductora. La contaminación no tiene influencia.

**Grado de contaminación 2:** Solamente se produce contaminación no conductora excepto que, ocasionalmente, se puede esperar una conductividad temporal debida a la condensación.

**Grado de contaminación 3:** Presencia de una contaminación conductora o de una contaminación seca no conductora que se convierte en conductora por condensación.

**Grado de contaminación 4:** Se produce una conductividad continúa debido a polvo conductor o por la lluvia o por otras condiciones húmedas.

**Tabla 12. Líneas de fuga mínima**

| Tensión asignada de aislamiento $U_i$ | Líneas de fugas mínimas mm | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Grado de contaminación | | | | | | | |
| | 1 | 2 | | | 3 | | | |
| V [b] | Grupo de material [c] | Grupo de material [c] | | | Grupo de material [c] | | | |
| | Todos los grupos de materiales | I | II | IIIa y IIIb | I | II | IIIa | IIIb |
| 32 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 40 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 1,8 |
| 50 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 1,9 |
| 63 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 2 | 2 |
| 80 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,1 |
| 100 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 2 | 2,2 | 2,2 |
| 125 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,4 |
| 160 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 2 | 2,2 | 2,5 | 2,5 |
| 200 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2,5 | 2,8 | 3,2 | 3,2 |
| 250 | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 2,5 | 3,2 | 3,6 | 4 | 4 |
| 320 | 1,5 | 1,6 | 2,2 | 3,2 | 4 | 4,5 | 5 | 5 |
| 400 | 1,5 | 2 | 2,8 | 4 | 5 | 5,6 | 6,3 | 6,3 |
| 500 | 1,5 | 2,5 | 3,6 | 5 | 6,3 | 7,1 | 8,0 | 8,0 |
| 630 | 1,8 | 3,2 | 4,5 | 6,3 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 800 | 2,4 | 4 | 5,6 | 8 | 10 | 11 | 12,5 | [a] |
| 1 000 | 3,2 | 5 | 7,1 | 10 | 12,5 | 14 | 16 | |
| 1 250 | 4,2 | 6,3 | 9 | 12,5 | 16 | 18 | 20 | |
| 1 600 | 5,6 | 8 | 11 | 16 | 20 | 22 | 25 | |

NOTA 1 Los valores de IRC se refieren a los valores obtenidos de acuerdo con la Norma IEC 60112:2003, método A, para el material aislante utilizado.

NOTA 2 Los valores se toman de la norma IEC 60664-1, pero manteniendo un valor mínimo de 1,5 mm..

[a] No se recomienda la utilización de material de aislamiento del grupo IIIb con grados de contaminación 3 por encima de los 630 V.

[b] Como excepción se pueden utilizar, para las tensiones asignadas de aislamiento 127, 208, 415, 440, 660/690 y 830 V, los valores de las líneas de fuga que corresponden respectivamente a 125, 200, 400, 630 y 800 V.

[c] Los grupos de materiales se clasifican como siguen de acuerdo con el rango de valores del índice de resistencia a la formación de caminos conductores (IRC) (véase 3.6.16):

- Grupo de material I 600 ≤ IRC
- Grupo de material II 400 ≤ IRC < 600
- Grupo de material IIIa 175 ≤ IRC < 400
- Grupo de material IIIb 100 ≤ IRC < 175

**Tabla 13. Sección del conductor de protección de cobre**

| Corriente de empleo asignada $I_e$ A | Mínima sección de un conductor de protección mm² |
|---|---|
| $I_e$ ≤ 20 | $S$ [a] |
| 20 < $I_e$ ≤ 25 | 2,5 |
| 25 < $I_e$ ≤ 32 | 4 |
| 32 < $I_e$ ≤ 63 | 6 |
| 63 < $I_e$ | 10 |

[a] $S$ es la sección del conductor de fase (mm²).

### 5.1.4. Marcación de Conductores y equipos

#### *5.1.4.1. Conductores*

Los conductores de un circuito eléctrico, los podemos distinguir por el tipo de aislamiento, por su sección, por el color del aislamiento, etc., En todos los casos el neutro debe ser de color blanco o marcado con blanco en todas las partes visibles y la tierra de protección color verde o marcada con franja verde. No se debe utilizar el blanco ni el verde para las fases., pero esto no es suficiente, para distinguir unos circuitos de otros, con las mismas características, por este motivo utilizaremos señalizadores, para identificar y distinguir los diferentes circuitos.

- **Tipos de señalizadores**

Se manejan dos grandes grupos, para hilos de línea hasta 16 mm2, y para mayores secciones; Para hilos hasta 16 mm2, Existen diversos tipos de señalizaciones, pero básicamente TABLECEL LTDA, maneja tipos:

- ✓ **Tipo UNEX:** Con forma de anillo amarillo.

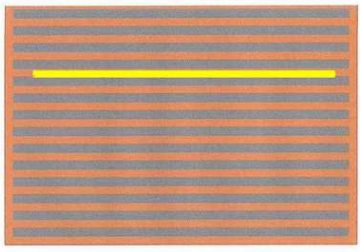


| Elementos de señalización 18 | | | |
|---|---|---|---|
| | Color amarillo RAL 1018 ☐ | | |
|  | **Señalizadores precortados súper extensibles**<br>- Sin impresión<br>- Números de 0 a 9<br>- Letras de A a Z<br>- Signos + - = ⊥ -<br>Nota: Impresión negro | Ø = 2 a 5 mm | 1811 |
| | | Ø = 4 a 8 mm | 1812 |
| | | Ø = 7 a 18 mm | 1813 |
|  | **Señalizadores cortados súper extensibles**<br>Números de 0 a 9<br>Nota: Impresión negro | Ø = 2 a 5 mm | 1821 |
|  | **Manguito precortado**<br>Escritura con rotulador Ref. 1751 | Ø = 2 a 5 mm<br>L =18 mm | 1851-M |
| | | Ø = 4 a 8 mm<br>L = 25 mm | 1852-M |
| | | Ø = 7 a 18 mm<br>L = 28 mm | 1853-M |

- ✓ **Tipo Ferrules:** amarillos. cinta impreso con impresora térmica.







- **Código de Conductores**

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación del nivel de tensión y tipo de sistema utilizado, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados de potencia, establecido en las Tablas 14 y 15 según corresponda. Se tomará como válido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o una marcación clara en las partes visibles, con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito igualmente aplica a conductores desnudos, que actúen como barrajes en instalaciones interiores y no para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie diferentes a la acometida.

**Tabla 14. Código de colores para conductores c.a.**

| SISTEMA | MONOFÁSICO | | TRIFÁSICO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (Y) ESTRELLA | | (Δ-) DELTA | (Δ) DELTA | |
| Tensión (V) | 120 | 120/240 | 208/120 | 480/277 | 240/208/120 | 240 | 480 |
| Fases | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Neutro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | N/A | N/A |
| Fases | Negro | Negro | Amarillo | Amarillo | Negro | Negro | Amarillo |
| | | Rojo | Azul | Naranja | Naranja | Azul | Naranja |
| | | | Rojo | Café | Azul | Rojo | Café |
| Neutro | Blanco | Blanco | Blanco | Gris | Blanco | N/A | N/A |
| Tierra de Protección | Desnudo o Verde | Desnudo o Verde | Desnudo o Verde | Desnudo o Verde | Desnudo o Verde | Desnudo o Verde | Desnudo o Verde |
| Tierra Aislada | Verde amarillo | Verde amarillo | Verde amarillo | N/A | Verde amarillo | N/A | N/A |

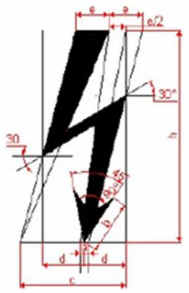
**Tabla 15. Código de colores para conductores c.c.**

| Sistema c.c. | Con conductor medio | | Sin conductor medio | |
|---|---|---|---|---|
| | TN-S | TN-C y T-T | TN-S | TN-C y T-T |
| Conductor positivo | Rojo | Rojo | Rojo | Rojo |
| Conductor negativo | Azul | Azul | Blanco | Blanco |
| Conductor medio | Blanco | Blanco | No aplica | No aplica |
| Tierra de protección | Verde o Verde/Amarillo | No aplica | Verde o Verde/Amarillo | No aplica |

*5.1.4.2. Equipos*

Donde se precise el símbolo de riesgo eléctrico en señalización de seguridad, se deben conservar las proporciones de las dimensiones, según la siguiente tabla adoptada de la IEC 60417-1. Se podrán aceptar tolerancias de ± 10% de los valores señalados.

| h | a | b | c | d | e |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0,6 | 3,7 | 7,6 | 3 | 2,4 |
| 30 | 1,2 | 7,5 | 15,3 | 6 | 4,8 |
| 40 | 1,6 | 10 | 20 | 8 | 6,4 |
| 50 | 2 | 12 | 26 | 10 | 8 |
| 64 | 2,5 | 16 | 33 | 13 | 10 |
| 80 | 3 | 20 | 41 | 16 | 12,8 |
| 100 | 4 | 25 | 51 | 20 | 16 |
| 125 | 5 | 32 | 64 | 25 | 20 |
| 160 | 6 | 40 | 82 | 32 | 26 |
| 200 | 8 | 50 | 102 | 40 | 32 |



El objetivo de las señales de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones que entrañen un peligro potencial. Las señales de seguridad no eliminan por sí mismas el peligro pero dan advertencias o directrices que permitan aplicar las medidas adecuadas para prevención de accidentes.

Para efectos del presente procedimiento, los siguientes requisitos de señalización, tomados de las normas IEC 60617, NTC 1461,ISO 3461, ANSI Z535 e ISO 3864-2 son de obligatoria aplicación y el propietario de la instalación será responsable de su utilización. Su escritura debe ser en idioma castellano y deben localizarse en sitios visibles que permitan cumplir su objetivo.

El uso de las señales de riesgo adoptadas en el presente reglamento será de obligatorio cumplimiento, a menos que alguna norma de mayor jerarquía legal exija algo diferente, en tal caso las empresas justificarán la razón de su no utilización.

### 5.1.4.2.1. Clasificación de las señales de seguridad

Las señales de seguridad según su tipo se clasifican en: De advertencia o precaución, de prohibición, de obligación, de información y de salvamento o socorro; estas deben aplicar las formas geométricas y los colores:

**Tabla 16. Clasificación y colores para las señales de seguridad**

| Tipo de señal de seguridad | Forma Geométrica | Color | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Pictograma | Fondo | Borde | Banda |
| Advertencia o precaución | Triangular | Negro | Amarillo | Negro | - |
| Prohibición | Redonda | Negro | Blanco | Rojo | Rojo |
| Obligación | Redonda | Blanco | Azul | Blanco o Azul | - |
| Información contra incendios | Rectangular o cuadrada | Blanco | Rojo | - | - |
| Salvamento o socorro | Rectangular o cuadrada | Blanco | Verde | Blanco o verde | - |

Las dimensiones de las señales deben permitir ver y captar el mensaje a distancias razonables del elemento o área sujeta al riesgo; para compensar las diferencias entre las áreas triangular, redonda, rectangular o cuadrada y para asegurar que todos los símbolos parezcan relativamente iguales en tamaño, cuando se divisen a cierta distancia, se deben manejar las siguientes proporciones:

- Base del triángulo equilátero: 100%
- Diámetro del círculo: 80%
- Altura del cuadrado o del rectángulo: 75%
- Ancho del rectángulo 120%

Dimensiones típicas de la base del triángulo son: 25, 50, 100, 200, 400, 600, 900 mm.

### 5.1.5. Frente muerto

En su parte frontal, los tableros TGA, o según requisitos del cliente en los demás tableros, deberán contar con un frente muerto con el fin de proporcionar seguridad a las personas que efectúen labores de operación y mantenimiento, impidiendo el contacto directo a partes vivas. Si los interruptores pueden ser operados desde la parte externa del tablero, y la abertura de la tapa no permite el contacto con partes vivas, la puerta puede ser considerada el frente muerto del tablero.

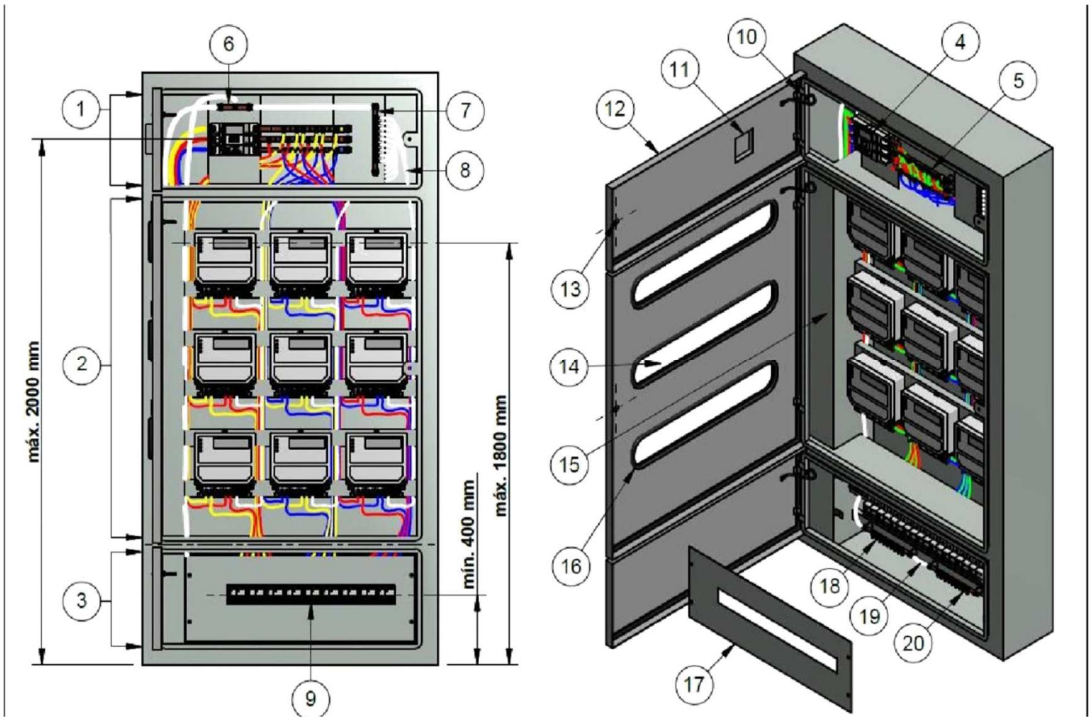
Para efectos de esta norma, las barras de neutros y de puesta a tierra se consideran partes vivas, por lo cual, el frente muerto deberá cubrirlas.

Para la protección del barraje principal se recomienda colocar una tapa en policarbonato con un espesor mínimo de 3mm. En cualquier caso, esta placa no puede ser considerada frente muerto.

| ITEM | DESCRIPCION | REF. | ITEM | DESCRIPCION | REF. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | COMPARTIMIENTO DE ENTRADA | 3.1.2 | 12 | PUERTA | 3.1.3 |
| 2 | COMPARTIMIENTO DE MEDIDA | 3.1.2 | 13 | EMBOLO | 3.2.2 |
| 3 | COMPARTIMIENTO DE SALIDA | 3.1.2 | 14 | VISOR | 3.1.10 Lit a,c 3.2.5 |
| 4 | PROTECCIÓN GENERAL | 3.5 | 15 | DUCTO | 3.1.2 Lit c,f |
| 5 | BARRAJE GENERAL | 3.1.5.1 3.1.5.2 | 16 | EMPAQUE | 3.2.4 |
| 6 | BARRA DE NEUTROS PRINCIPAL | 3.1.5.1 3.1.5.2 | 17 | FRENTE MUERTO | 3.1.4 |
| 7 | BARRAJE SEÑALES DE REFERENCIA PARA LA MEDIDA | 3.1.5.1 Lit: n,o | 18 | BARRAJES DE NEUTROS DE SALIDA | 3.1.5.1 Lit: p |
| 8 | CONDUCTORES DE SEÑALES DE REFERENCIA PARA LA MEDIDA | 3.1.6 | 19 | PUENTE EQUIPOTENCIAL | 3.1.7 |
| 9 | PROTECCIONES INDIVIDUALES | 3.1.10 Lit: b,d 3.5 | 20 | BARRA GENERAL DE CONEXIÓN A PUESTA A TIERRA | 3.1.5.1 3.1.5.2 |
| 10 | BISAGRAS | 3.1.3 | 21 | PLACA DE CARACTERISTICAS | 3.4 |
| 11 | PUERTA PERILLA INTERRUPTOR | 4.6 Lit: j | 22 | MARCACION DEL MEDIDOR (MARQUILLAS) | 3.2.6 |

### 5.1.6. Mantenimiento

Cuando un proyecto o el cliente solicita por escrito y con orden de servicio el mantenimiento de los armarios o del tablero, celdas, consolas y conexiones eléctricas,




se desplazara el técnico electricista en compañía de un auxiliar, si el trabajo lo amerita, cuando este aprobando este proceso es necesario que el responsable diligencie el Acta de servicio de instalación o Mantenimiento FOR-GT-08 bajo los

parámetros establecidos en el INS-GT-13 Instructivo de Mantenimiento de armarios, cofres, celdas y conexiones eléctricas de TABLECEL LTDA.

### 5.1.7. Rotulación

El personal operativo coloca las marcas, señalización o identificación según las exigencias de los materiales o equipos trabajados en el desarrollo de la actividad (NTC 2050).

En todo armario ensamblado (tablero, celda, banco) se muestra en forma legible e indeleble el nombre del fabricante (si es de proveedor o es hecho en la empresa TABLECEL LTDA), se identifica la ciudad de origen, marca registrada, o bien otro tipo de marca que haga posible la inmediata identificación del responsable del producto, número de teléfono y dirección de la empresa, si la empresa de fabricación está certificada debe llevar el número de certificado y sus respectivas normas; Ejemplo:




Todo equipo o material eléctrico debe llevar estampada en forma visible, legible e indeleble la marca de fabricación, la tensión de servicio, la corriente nominal y el número de fases.

En los tableros de distribución, condensadores y bancos de transferencia se hace la identificación con una placa donde se identifica los parámetros Eléctricos como: serie, fecha, IN (corriente en amperios), voltaje, hilos, fases, circuitos e IP, según requisitos legales del RETIE y NTC (descritas en el numeral 6., de este mismo procedimiento)



5.1.8. Control de calidad

Para aplicar esta condición de calidad de una forma eficiente y segura de los productos terminados, TABLECEL LTDA maneja proveedores debidamente certificados los cuales manejan el estándar de conformidad del producto, estos entregan su identificación correspondiente en los gabinetes, con una copia en fisco, de igual manera se maneja la certificación de sus los componentes (accesorios de la parte electica), estos se archivan para su control y acceso en la A-Z certificados del producto.

En TABLECEL LTDA, el control de calidad se inicia verificando los parámetros establecidos en los formatos FOR-GT-01_Hoja de Ruta Metalmecánica, FOR-GT-02 Hoja de Ruta Metalmecánica Externa y/o FOR-GT-03 Hoja de Ruta ensamble, FOR-GT-05 Pruebas eléctricas transferencias; además cuando se tiene el producto terminado de unas muestras se mandan hacer ensayos de laboratorios (pruebas específicas descritas en las hojas de ruta) estos laboratorios nos indicaran la frecuencia de estas pruebas, de igual manera para verificación del cliente final se coloca una plegable en los armarios, tableros o celdas (FOR-GT-06 Control de Calidad) con la revisión y aprobación final de la inspección.

Además para control del producto terminado con el cliente final, en la remisión se hace la entrega de las condiciones finales del producto aprobado por la firma de la persona que lo recibe, antes de ser despachado; El empaque, embalaje y entrega según condiciones de TABLECL LTDA va por parte del cliente.

En las puertas de los armarios (tableros, celdas, cofres o bancos) se hace entrega según corresponda de la siguiente información del proveedor, para complemento de uso y manejo de los equipos por parte del cliente:

- Instructivo y especificaciones técnicas de los breakers
- Manual de operación de las tarjetas (vorkom o ABB)
- Especificaciones técnicas de los contactores.
- Manual del Multímetro
- Manual del DPS
- Manual del Relé
- Manual del Factor de potencia
- Manual del Analizador de Red

## 6. DOCUMENTOS Y REGISTROS ASOCIADOS

- FOR-GT-01_Hoja de Ruta Metalmecánica
- FOR-GT-02_Hoja de Ruta Metalmecánica (Proveedor Externa)
- FOR-GT-03_Hoja de Ruta ensamble
- FOR-GT-05_Pruebas eléctricas de transferencias

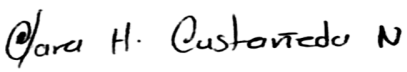
- FOR-GT-06_Control de calidad
- FOR-GT-08_ Acta de servicio de instalación o Mantenimiento
- INS-GT-01_Banco de Condensadores,
- INS-GT-02_Celda Duplex y Triplex
- INS-GT-03_Celda de media
- INS-GT-04_Celda de protección
- INS-GT-05_Tablero de contadores
- INS-GT-06_Tablero de distribución
- INS-GT-07_Tablero de medida indirecta en baja tensión
- INS-GT-08_Transferencias Automáticas
- INS-GT-09_Tablero general de acometidas
- Instructivo y especificaciones técnicas de los breakers
- Manual de operación de las tarjetas (vorkom o ABB)
- Especificaciones técnicas de los contactores.
- Manual del Multímetro
- Manual del DPS
- Manual del Relé
- Manual del Factor de potencia
- Manual del Analizador de Red
- NTC 2050
- AE 200 Diagrama unifilar para acometidas y tableros
- AE 311 Tablero General de Acometidas
- NTC 3278
- ET 651 Celdas con seccionador en aire para MT entrada - salida y protección
- CTS 503 Celda dúplex para MT
- CTS 506-2 Celda compacta triplex (Nivel 2)
- CTS518-2 Celda para transformador
- AE325, AE 326, y AE327, AE 328
- ET 900 Caja para medidor trifásico.
- ET 901 Caja para medidor monofásico con tapa sobrepuesta.
- ET 902 Caja para medidor monofásico con puerta plana.
- ET 904 Caja vertical para tres medidores trifásicos
- ET 905 Caja para dos medidores trifásicos.
- ET 905-1 Caja horizontal para dos medidores monofásicos.
- ET 905-2 Caja vertical para dos medidores monofásicos.
- ET 905-3 Caja vertical para dos medidores trifásicos.
- ET 906 Caja para tres y cuatro medidores.
- ET 908 Tablero general de acometidas
- ET 911 Armarios para medidores.
- ET 914 Cajas y armarios para transformadores de corriente y medidor de BT.
- AE 320 armario para instalación de equipo de medida y trasformadores de corriente
- ET 916 Celdas de medida en MT y 34,5 kV.
- ET 918 Cajas para medidores trifásicos 50(150) A
- ET 918-2 Cajas para dos medidores trifásicos 50(150) A

- ET 927 Medida centralizada
- AE309
- ET 119
- NTC 1865
- NTC 1332

## 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA MODIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MODIFICACIÓN |
|---|---|---|
| 01 | 4 de Enero 2016 | Creación de documento |

## 8. REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL DOCUMENTO

| REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|
| NOMBRE: CLARA NIÑO | FRANCISCO GUTIERREZ |
| CARGO: **REPRESENTANTE SGI** | **GERENTE GENERAL** |
| Firma:  | Firma:  |