

Acometidas y Sistemas de Medida

NTM-03

TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA

ESSA – Área de Proyectos – Equipo CET



CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
	Elaboración	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA

Grupo Homologación y Normalización CET: Fredy Antonio Pico Sánchez, Adriana Marcela Ortiz Roa, Álvaro Ayala Rodríguez, Gema Liliana Carvajal Jiménez

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 3 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

CONTENIDO

1.	OBJETIVO.....	6
2.	ALCANCE	6
3.	DEFINICIONES.....	6
5.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	7
5.1	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	7
5.1.1	MÓDULOS.....	7
5.1.2	COMPARTIMIENTOS.....	8
5.1.3	PUERTAS.....	9
5.1.4	FRENTE MUERTO.....	11
5.1.5	BARRAJES.....	11
5.1.6	ALAMBRADO, ACOMETIDAS Y CONEXIONES.....	14
5.1.7	PUESTA A TIERRA Y PUENTE EQUIPOTENCIAL.....	15
5.1.8	PANELES.....	16
5.1.9	PINTURA.....	16
5.1.10	ESPACIOS INTERNOS Y DIMENSIONES.....	17
5.2	ACCESORIOS.....	19
5.2.1	CONECTORES.....	19
5.2.2	EMPAQUES.....	19
5.2.5	REGISTRO O VISORES.....	20
5.2.6	MARCACIÓN DE MEDIDORES.....	20
5.3	GRADO DE PROTECCIÓN.....	21
5.4	MARCACIÓN DE TABLEROS Y CELDAS.....	22
5.5	PROTECCIONES.....	23
6	LOCALIZACIÓN.....	24
6.1	UBICACIÓN DE TABLEROS DE UNO (1) A DOCE (12) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA.....	24
6.2	UBICACIÓN DE TABLEROS DE DOCE (12) A VEINTICUATRO (24) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA.....	25
6.3	UBICACIÓN DE TABLEROS CON MÁS DE VEINTICUATRO (24) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA.....	25
6.4	UBICACIÓN DE TABLEROS DE MEDIDA SEMIDIRECTA Y CELDAS MEDIDA INDIRECTA.....	26
6.5	TABLEROS INSTALADOS AL INTERIOR DE LA EDIFICACIÓN.....	26
6.6	TABLEROS INSTALADOS AL EXTERIOR DE LA EDIFICACIÓN.....	27
6.7	TABLEROS EN PARCELACIONES CERRADAS.....	28
6.8	TABLEROS PARA USO PROVISIONAL.....	28
7	REQUISITOS PARA LA MEDIDA SEMIDIRECTA E INDIRECTA.....	28
7.1	TRANSFORMADORES DE MEDIDA.....	28
7.2	CONEXIONES Y CABLEADO.....	30
7.3	BORNERA Y MEDIDOR.....	31
7.4	BARRAJES.....	31
7.5	REQUERIMIENTOS ADICIONALES PARA MEDIA TENSIÓN.....	31
7.6	NORMAS, PRUEBAS Y ENSAYOS.....	32
	ANEXOS.....	33

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 4 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Documentos de Referencia.....	7
Tabla 2. Separación mínima entre piezas de metal desnudas en mm.....	12
Tabla 3. Alturas de los medidores y Protecciones.....	18
Tabla 4. Dimensiones de referencia de medidores comerciales de mayor tamaño según tipo.....	18
Tabla 5. Grado de protección de celdas y tableros de medida según su ubicación.....	22
Tabla 6. Grados de protección IP, primer y segundo.....	22
Tabla 7. Ubicación de los Tableros según el número de instalaciones.....	26
Tabla 8. Elementos tableros de medida directa.....	36
Tabla 9. Elementos tablero de medida semidirecta.....	39
Tabla 10. Elementos celdas de media tensión.....	41
Tabla 11. Capacidad de corriente constante buses de barras con sección transversal rectangular. Norma DIN 43671, Tabla 1.....	44

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 5 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sellado de tablero	9
Figura 2. Esquemas típicos de bisagras según su uso	10
Figura 3. Pintura para tableros.....	16
Figura 4. Empaque tipo Z (medida en mm).....	19
Figura 5. Empaque tipo cuña (medida en mm)	20
Figura 6. Caja para medidor de un puesto esquema tipo A	33
Figura 7. Tablero para medidor de un puesto esquema tipo B.....	34
Figura 8. Tablero para 3 medidores sin repetir fase	34
Figura 9. Vista frontal tablero para 4 medidores	35
Figura 10. Elementos tableros de medida directa	36
Figura 11. Espacios internos y dimensiones en tableros de medida directa.	37
Figura 12. Tablero de medida semidirecta Tipo A.....	38
Figura 13. Tablero de medida semidirecta Tipo B.....	39
Figura 14. Elementos celdas de media tensión (tres elementos)	40
Figura 15. Cableado celdas de media tensión	42
Figura 16. Celdas de media tensión (dos elementos)	43
Figura 17. Factor de corrección k2.	45

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 6 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

1. OBJETIVO

Esta norma tiene como propósito estandarizar los tipos de los tableros de medida, así como también su distribución y ubicación en las viviendas o edificaciones de los diferentes tipos de clientes de ESSA ya sean residenciales o no residenciales.

2. ALCANCE

Esta norma describe las características constructivas y de instalación que deberán cumplir los tableros y celdas que resguarden equipos de medida, protecciones y elementos de baja y media tensión.

Los criterios y especificaciones para la selección de los transformadores de medida y el conexionado de medidores en medida semidirecta e indirecta se encuentran descritos en la norma RA8-030.

3. DEFINICIONES

Barraje: Barra de cobre o conductor de sección equivalente, al cual pueden conectarse separadamente varios circuitos eléctricos.

Barraje Puesto a Tierra: Barra en pletina de cobre o de un material con capacidad de conducción equivalente de una instalación o circuito que es conectado intencionalmente al sistema de puesta a tierra. Generalmente corresponde al neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.

Compartimento: cada una de las partes en la que se divide un tablero o celda.

Conector terminal o borna: Terminal para conexión de conductores eléctricos.

Celda de medida: Estructuras metálicas o no metálicas que cumplen con condiciones mecánicas y de seguridad, construidos para instalarse generalmente de manera autosoportada y destinados a encerrar equipos en media tensión como medidores de energía y transformadores de medida en media tensión.

Frente muerto: Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas expuestas. Debe ser del mismo material del tablero.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 7 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

Partes Vivas: Conductores, barras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que crean riesgo de arco o choque eléctrico.

Tablero auto soportado: Se entiende por tablero autoportado aquel que tiene la capacidad de soportar o sostener su propio peso y se instala fijado o anclado sobre un pedestal.

Tableros de medida: Estructuras metálicas o no metálicas que cumplen con condiciones mecánicas y de seguridad, construidos para instalarse generalmente de manera empotrada, sobre puesta en los muros o paredes o autoportados y destinados a encerrar equipos de baja tensión como medidores de energía, equipos de protección y transformadores de medida.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Tabla 1. Documentos de Referencia.

Código del documento	Descripción
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
NTC 2050	Código Eléctrico Colombiano.
NTC 3475	Electrotecnia. Tableros eléctricos.
NTC 3444	Electrotecnia. Armarios para instalación de medidores de energía eléctrica.
UL 50	Enclosures for Electrical Equipment.
UL 67	Panelboards.

5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

En este capítulo se describen las características técnicas generales que deben cumplir los tableros para medida directa en baja tensión y los tableros y celdas para la medida semidirecta e indirecta.

Los tableros que alojen equipos de medida no podrán ser fuente de alimentación para otros tableros de medidores, tal y como sucede en el caso del Tablero General de Alimentadores (TGA), el cual no puede alojar equipo de medida, según lo dispuesto en la norma NTM-06.

5.1 Características constructivas

5.1.1 Módulos

- a) Para facilitar los trabajos de instalación, mantenimiento y reposición, los tableros se deben construir en forma modular de máximo 24 medidores. Cada módulo deberá contar con una protección o interruptor general.
- b) Cuando se fabriquen los tableros en módulos y exista un barraje general común para todos ellos, es necesario que todos estos se dispongan de manera continua y en contacto entre sí, sin que exista ningún elemento entre ellos ajenos al propio tablero, tales como cajas, ductos, muros, etc.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 8 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

5.1.2 Compartimientos

- a) Todos los compartimientos deben estar separados por elementos del mismo material y calibre del encerramiento del tablero.
- b) El interior del tablero tendrá mínimo tres compartimientos, de los cuales el superior e inferior serán intercambiables en su función según los requerimientos de instalación.
- c) Los tres compartimientos tienen las siguientes características:

- **Compartimento de entrada:** Aloja un barraje principal o de entrada de acometida y el totalizador o interruptor general según el caso. La protección debe ser operable desde el exterior, sin necesidad de retirar la tapa del compartimento. Este compartimento debe ir sellado y su acceso será exclusivo a personal de ESSA. Por el compartimento de entrada no deben cruzar conductores ya medidos o que correspondan a instalaciones de uso final.
- **Compartimento de medida:** En este compartimento se instalan los medidores y los soportes para su fijación.

El compartimento de medidores siempre deberá quedar entre el compartimento de salida y el compartimento de entrada, buscando evitar que los alimentadores de las instalaciones en el compartimento de salida atravesen los demás compartimientos, así se realice a través de un ducto independiente en el interior del tablero.

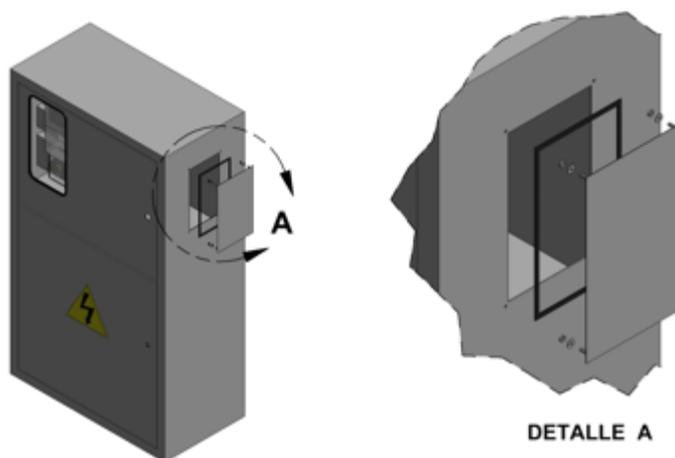
En los compartimentos de los medidores no se permite instalar amperímetros, voltímetros, entre otros equipos que pertenezcan al cliente; si se requiere la instalación de algún otro equipo antes de la medida, tales como un DPS, analizador de redes, entre otros, se deberá disponer de un compartimento adicional e independiente con posibilidad de sellado. Además, no deberá existir la posibilidad de retirar componentes del equipo instalado desde la parte externa del tablero, sin que previamente se realice la apertura de la puerta del compartimento, con lo cual se busca evitar que partes vivas queden expuestas y con posibilidad de conexiones no autorizadas.

- **Compartimento de salida:** Este compartimento aloja los interruptores automáticos de cada instalación. Los interruptores se instalarán en este compartimento sobre un soporte metálico que permita su correcta fijación. A este compartimento podrán tener acceso los usuarios.
- d) Los compartimientos deben estar separados por una lámina calibre BWG 16 (1.65mm) como mínimo.
 - e) Todos los lados que conforman los compartimientos tanto de la entrada como el de la medida, deberán estar completamente cerrados con el mismo material del tablero. Las

únicas aberturas hacia el exterior que deberá poseer el compartimento de entrada una vez instalado el tablero, serán para el ingreso del alimentador.

- f) Por los compartimentos de la medida o de salida no deben cruzar los conductores de acometida o alimentador del tablero, a menos que estos se alojen dentro de un ducto completamente independiente de los compartimentos, el cual además deberá ser instalado desde fábrica y no podrá ser asegurado a la lámina del tablero por medio de tornillos, remaches u otros elementos de sujeción que puedan ser fácilmente retirados.
- g) Las aberturas de los tableros que no sean utilizadas en la obra, deberán ser selladas con el mismo material con el que fue construido, según lo dispone el Art 110-12 a) de la NTC 2050, y para el caso de los compartimentos de entrada y de medida, el sellado de dicha abertura no debe realizarse por medio de láminas aseguradas con tornillos, remaches o cualquier otro elemento que pueda retirarse desde el exterior. En todo caso, será responsabilidad del instalador garantizar lo antes descrito. Ver Figura 1.

Figura 1. Sellado de tablero



5.1.3 Puertas

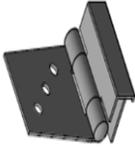
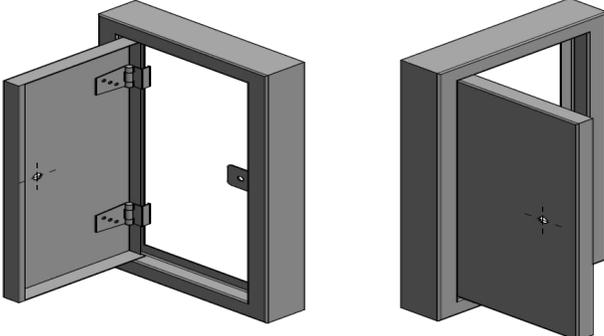
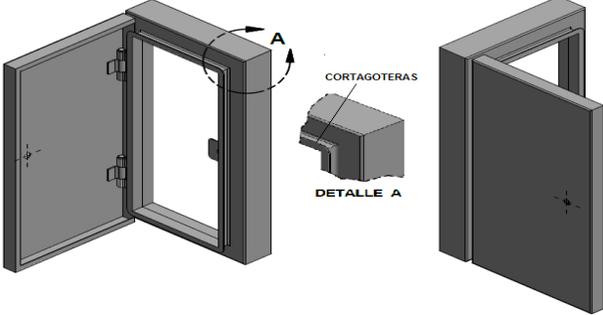
Las puertas de todos los compartimentos del tablero deben cumplir con las siguientes características:

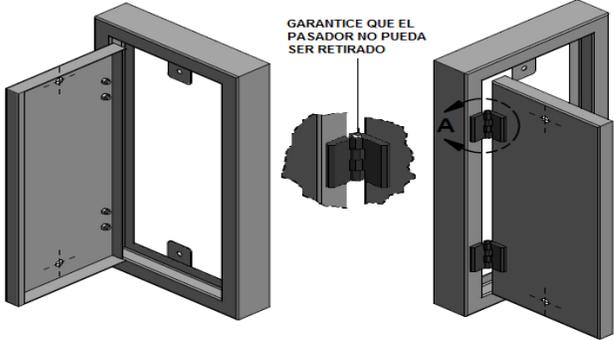
- a) Pueden ser instaladas con bisagras tipo interna o externa, ver Figura 2.
- b) Las bisagras tipo externas deben garantizar que el pasador no pueda ser retirado sin destruirla.
- c) Se debe garantizar para el retiro de la bisagra tipo externa que esto solo pueda ser realizado desde el interior del tablero.
- d) No se permite el uso de bisagras tipo cápsula o de dos cuerpos.

- e) Se permiten puertas con una sola ala de hasta 90cm de ancho, si el ancho de la puerta es mayor deberá ser de tipo doble ala.
- f) El sentido de apertura de la puerta en tableros con una sola ala deberá ser contrario a la ruta de evacuación o salida. Al acoplar varios tableros de una sola ala, las bisagras de todas las puertas deben quedar hacia el mismo costado.
- g) Todas las puertas de los compartimentos de los tableros y celdas de medida en media tensión deberán poseer bisagras para facilitar su apertura.
- h) El material de las bisagras deberá ser metálico.

Como referencia, la siguiente figura contiene algunos esquemas típicos de tipos de bisagra, los cuales pueden utilizarse en la construcción de los tableros.

Figura 2. Esquemas típicos de bisagras según su uso

TIPO DE BISAGRA	ESQUEMA DE BISAGRA	PUERTA CON BISAGRA	NUMERAL
Bisagra interna en tableros de uso interior			Ver numeral 5.1.3 literal a
Bisagra interna en tableros de uso exterior			Ver numeral 5.7, literal a

TIPO DE BISAGRA	ESQUEMA DE BISAGRA	PUERTA CON BISAGRA	NUMERAL
<p>Bisagra externa en tableros de uso interior o exterior</p>			<p>Ver numeral 5.1.3 literales a, b, c</p>

5.1.4 Frente muerto

En su parte frontal, los compartimientos de entrada y de salida del tablero deberán contar con una barrera de protección del mismo material de éste con el fin de proporcionar seguridad a las personas que efectúen labores de operación y mantenimiento, impidiendo el contacto directo a partes vivas.

El frente muerto del compartimiento de entrada debe permitir instalar sellos sobre los tornillos que lo aseguran al tablero y el compartimiento de salida debe permitir sistema de bloqueo para cada alimentador. Para el caso del compartimiento de medidores se debe agregar frente muerto en acrílico cuando se utilicen tableros de hasta 4 medidores, dicho acrílico debe permitir instalación de sellos para evitar acceso a los medidores.

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 cubrir las.

5.1.5 Barrajes

5.1.5.1 Características constructivas de los barrajes

- a) Los barrajes tienen que ser construidos con cobre electrolítico con una pureza mínima del 99.9% y deben cumplir con la especificación de la norma ASTM-B187. No se permite el uso de aluminio en barrajes.
- b) Los barrajes deberán cumplir con la marcación de colores establecida en la tabla 6.5 del RETIE 2013, incluido el de puesta tierra.
- c) Para futuras ampliaciones, se deben dejar los elementos mecánicos y eléctricos para el empalme de los tableros, en lo que se refiere a la estructura y a la capacidad de corriente del barraje de cobre.

- d) Al retirar la tapa exterior del compartimento de entrada, el barraje general del tablero de medidores debe quedar siempre visible y accesible en todo su recorrido, para su revisión y la observación de los puntos calientes.
- e) El barraje para los tableros de medidores debe calcularse teniendo en cuenta no solo la corriente de carga nominal sino también los esfuerzos mecánicos producidos por la corriente de cortocircuito.
- f) La separación de las barras entre sí deberá cumplir lo dispuesto en la tabla 384-36 de la NTC 2050, la cual podrá ser mayor dependiendo del nivel de cortocircuito al que serán sometidas dichos elementos.

Se exceptúa del cumplimiento de esta disposición las barras al ingreso a los totalizadores, siempre y cuando se instalen entre las barras los separadores aislantes que poseen los interruptores como accesorio para tal fin.

Tabla 2. Separación mínima entre piezas de metal desnudas en mm

V	POLARIDAD OPUESTA MONTADAS EN LA MISMA SUPERFICIE	POLARIDAD OPUESTA CUANDO ESTÁN AL AIRE LIBRE	ENTRE LAS PARTES ENERGIZADAS Y TIERRA
125 o menos	19	13	13
126 - 250	32	19	13
251 - 600	51	25	25

- g) El barraje no deberá estar pintado en su recorrido.
- h) Las derivaciones que se realicen con un cable deben tener un conector terminal de presión tipo pala de cobre estañado, el cual debe fijarse al barraje mediante un tornillo, una tuerca y una arandela de presión. Se recomienda el uso de arandelas cóncavas.
- i) Todos los tornillos, tuercas y arandelas que se fijen en el barraje deben tener un recubrimiento que evite la oxidación y garantice una alta conductividad. Pueden ser electroplateados, tropicalizados o galvanizados en frío.
- j) Los barrajes, incluido el neutro, deberán instalarse sobre aisladores de soporte, los cuales no deben ser higroscópicos y combustibles. Los aisladores deben soportar una tensión de ensayo de aislamiento a frecuencia industrial de 2.2kV durante 1min, sin rompimiento del dieléctrico, tal y como lo especifica el numeral 5.6.4.5 de la norma NTC 3444.
- k) En tableros compuestos por varios módulos, los barrajes de neutros y de puesta a tierra deberán garantizar la continuidad, además deberá conservar la capacidad de corriente, ser independientes entre sí y claramente diferenciables en todo su recorrido.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 13 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

5.1.5.2 Capacidad de los barrajes

- a) El fabricante del tablero deberá garantizar un aumento máximo de temperatura en las barras de 30°C sobre la temperatura ambiente, sin que el arreglo supere los 70°C.
- b) El barraje de neutro debe tener la misma capacidad de corriente que el barraje de fase, y en los casos donde predomine carga no lineal, éste deberá ser calculado por lo menos al 173% de la corriente de fase, acorde a lo descrito en literal d) del artículo 15.1 del RETIE.
- c) Para el dimensionamiento de los barrajes deberán tenerse en cuenta los valores de corriente continua y los esfuerzos térmicos y dinámicos ocasionados por los cortocircuitos.
- d) La capacidad mínima de corriente para el cálculo de los barrajes debe ser la indicada en la Tabla 11, la cual es tomada de la norma DIN 43671/11.64. Adicionalmente, se deben aplicar los factores de corrección (k_1 , k_2 , k_3 , k_4 y k_5) descritos en dicha norma.

k_1 : Factor de corrección para variaciones en la capacidad debido a cambios en la conductividad de las barras

k_2 : Factor de corrección para diferentes temperaturas ambiente y/o de barras.

k_3 : Factor de corrección para variaciones en la capacidad térmica debido a la disposición física de las barras.

k_4 : Factor de corrección para variaciones en la capacidad eléctrica (con AC) debido a la disposición física de las barras.

k_5 : Factor de corrección debido a la altura sobre el nivel del mar.

- e) La temperatura mínima ambiente a emplear para el cálculo de la densidad de los barrajes es de 35°C. Es necesario validar la temperatura ambiente a la que estará sometido el tablero para el correcto cálculo de la densidad en las barras.
- f) Se acepta el uso de secciones transversales equivalentes a las establecidas en la tabla No. 11 (DIN 43671/11.64) para el dimensionamiento de las barras, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:
 - Para corrientes iguales o inferiores a 125 A, el espesor de la barra no debe ser superior a 4mm, buscando evitar gran pérdida de material al perforar la barra para las derivaciones.
 - La sección equivalente solo es válida por cada barra y no para arreglo de barras. Si se emplearan barras en paralelo, la sección equivalente se debe validar en forma individual.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 14 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

- g) La sección neta en cualquier punto de las barras (descontando el espacio de los orificios o el material que deba ser retirado en los casos cuando es necesario para el ingreso a las terminales del interruptor), no debe ser inferior a la sección equivalente establecida en la Tabla No.11, para la corriente nominal del interruptor, o en su defecto, para la corriente de diseño del tablero. Se exceptúa para el cálculo de la sección neta, el orificio donde se conecta el interruptor a la barra, debido a que en estos casos la corriente circula desde la superficie del interruptor a la superficie de contacto de la barra.

5.1.6 Alambrado, Acometidas y Conexiones

- a) Los conductores de las acometidas y desde los medidores hasta los interruptores individuales en el compartimento de salida deberán ser en cobre con un calibre no menor a 8 AWG, en el evento de utilizar conductores de aluminio grado eléctrico debe ser de serie AA8000 y la sección deberá ser dos calibres mayores a la del conductor de cobre y se debe utilizar los conectores bimetálicos que se requieran para controlar corrosión por efectos del par galvánico, aflojamiento, puntos calientes o arco eléctrico.
- b) Los conductores de las acometidas deben ser de tipo antifraude como el concéntrico, o trenzado y deben cumplir una norma técnica como la UL 854 o la NTC 4564, apto para instalaciones a la intemperie.
- c) Se debe calcular el calibre de las acometidas para soportar el nivel de cortocircuito al que estará sometido el tablero.
- d) Las acometidas desde el compartimento de entrada hasta cada uno de los medidores deberán ser visibles en todo su recorrido.
- e) El cableado de entrada y salida de los medidores deberán agruparse en conjuntos que no superen la cantidad necesaria para conectar una columna de medidores en el tablero. En todos los casos, no está permitido agrupar todas las acometidas en dos conjuntos instalados en los laterales del tablero, cuando estos se componen de 3 o más columnas de medidores. Así mismo, los conductores de la acometida y los ya medidos no podrán agruparse en el mismo conjunto, y estos deberán instalarse en trayectorias diferentes. Ver figura 11.
- f) Las acometidas de los medidores y los conductores entre estos y los interruptores individuales deberán alambrarse en el espacio entre columnas de medidores; buscando facilitar su inspección. Para mayor claridad, ver detalle B, figura 11.
- g) Se permite la instalación de los conductores de entrada y salida de los medidores por detrás de los perfiles que sostienen los medidores cumpliendo con la distancia entre cada perfil y parte posterior del tablero de acuerdo con la NTC 3444 de los tableros.

- h) Los ductos de entrada y salida de celdas y tableros se deberán sellar en ambos extremos tal y como lo establece el literal g del artículo 300-5 de la NTC 2050, en todos los casos en los que exista posibilidad de ingreso o condensación de agua al interior de estos elementos, como puede ocurrir cuando la caja de inspección se encuentra ubicada a una altura superior a la del tablero o celda, o cuando se genere proceso de condensación como consecuencia de altos niveles freáticos en las cajas de inspección.
- i) No se permite instalar más de una terminal o alambre en un mismo punto. Para el caso de interruptores se debe disponer de un accesorio o pletina para tal fin.
- j) La acometida para varios medidores, será por lo general trifásica buscando siempre distribuir la carga en las diferentes fases de la red existente. Cuando una misma fase alimente más de un medidor deberá llevar un totalizador y un barraje general con capacidad nominal igual o superior a la demanda máxima.
- k) La temperatura nominal asociada a la capacidad de corriente de los conductores a instalar en el interior de un tablero, se debe elegir y coordinar de modo que la temperatura asociada a cualquier terminación, conductor o dispositivo conectado no supere 60 °C para corrientes inferiores a 100 A, y 75 °C para corrientes superiores o iguales a 100 A, tal y como lo dispone el artículo 110-14 y la tabla 310-16 de NTC 2050.

5.1.7 Puesta a tierra y Puente Equipotencial

- a) El calibre del conductor que conecta la barra de neutro con el electrodo de puesta a tierra deberá cumplir con lo establecido en la tabla 250-94 de la NTC 2050.
- b) En los sitios donde deba equipotencializarse la barra de puesta a tierra con la barra de neutro, el conductor de interconexión deberá cumplir lo estipulado en la tabla 250-95 de la Norma NTC 2050. Dicho puente debe ser visible y manipulable para permitir su desconexión para futuras labores de medición del sistema de puesta a tierra de la instalación. Por tal motivo la barra de neutro y tierra del gabinete principal o ML no podrá consistir en una sola barra continua.
- c) El conductor de neutro y el conductor de puesta a tierra deben estar aislados entre sí, solo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte, este puente equipotencial debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida o del transformador. El puente equipotencial se instalará en el tablero de medidores, solo si este punto es el más cercano a la acometida principal del predio y no exista otro puente equipotencial antes del tablero. El instalador es el responsable del cumplimiento de esta disposición.
- d) Cuando existan tableros “aguas arriba”, la barra de puesta a tierra debe estar conectada a la barra de puesta a tierra del tablero alimentador más cercano, empleando un conductor con la sección equivalente, según lo dispuesto en la tabla 250-95 de la NTC 2050.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 16 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

5.1.8 Paneles

- a) El fondo de los tableros deberá dejarse libre y no deberá ser utilizado para fijación de medidores o cualquier otro dispositivo. Solo podrá instalarse sobre el fondo, el perfil para la sujeción de los medidores.
- b) Las paredes laterales, el fondo y las puertas de los tableros sobrepuestos o empotrados deben ser construidos en calibre mínimo BWG 18 (1.24mm), en lámina de acero tipo Cold Rolled.
- c) Las paredes laterales, el fondo y las puertas de los tableros autosoportados deben ser construidos en calibre mínimo BWG 16 (1.65mm), en lámina de acero tipo Cold Rolled.
- d) La estructura de las celdas de medida en media tensión debe ser construida en calibre mínimo BWG 14 (2.11mm), en lámina de acero tipo Cold Rolled. Para los paneles se acepta un calibre mínimo BWG 16 (1.65mm).
- e) El calibre de la lámina deberá aumentarse acorde al nivel de corto circuito al que estará sometido el tablero.

5.1.9 Pintura

- a) La pintura a utilizar para celdas y tableros deberá ser de la gama de colores RAL 7032, 7035, 7042, 9001 o 9010, de acabado mate (Figura 3). Deberá emplearse pintura en polvo con poliéster y cumplir con las condiciones y requisitos que permita una adherencia mínima del 95%, cuando se someta al ensayo descrito en la NTC 811, método de la cuadrícula, o una norma equivalente.

Figura 3. Pintura para tableros

RAL	RGB	COLOR
7032	184-183-153	Gris guijarro
7035	215-215-215	Gris luminoso
7042	141-148-141	Gris tráfico A
9001	250-244-227	Blanco crema
9010	255-255-255	Blanco puro

- b) Los tableros metálicos deben estar protegidos interior y exteriormente contra la corrosión (NTC 2050 artículo 300-6), el material deberá ser el adecuado para soportar el medio en el que esté instalado.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 17 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

- c) La dureza de la capa de pintura deberá ser de 2H como mínimo, cuando se verifique acorde al procedimiento descrito en la norma NTC 912, o una norma equivalente.

5.1.10 Espacios internos y dimensiones

- a) Los registros o visores de la fila inferior de medidores de los tableros a instalar en un cuarto técnico o zona de circulación en el interior de una edificación, deben quedar a una altura mayor o igual a 600mm y los registros o visores de la fila superior deben quedar a una altura menor o igual a 1800 mm sobre el nivel del piso acabado.
- b) Las palancas de operación de las protecciones del tablero a instalar en un cuarto técnico o zona de circulación en el interior de una edificación, deben quedar a una altura mayor o igual a 400 mm y menor o igual a 2000 mm sobre el nivel de piso acabado.
- c) Los registros o visores de la fila inferior de medidores de los tableros a instalar al exterior de las edificaciones, deben quedar a una altura mayor o igual a 1000 mm y los registros o visores de la fila superior de medidores deben quedar a una altura inferior o igual a 1800 mm sobre el nivel del piso acabado.
- d) Las palancas de operación de las protecciones de los tableros a instalar al exterior de las edificaciones deben quedar a una altura mayor o igual 800 mm y menor o igual a 2000 mm sobre el nivel de piso acabado.
- e) En tableros de medida semidirecta, la altura máxima permitida del registro del medidor será de 1800 mm y la mínima de 1300 mm sobre el nivel de piso acabado.
- f) Las celdas de medida en media tensión no deben tener una altura superior a 2200 mm, ni inferior a 1800mm. El ancho mínimo permitido cuando los transformadores de medida se instalan horizontalmente deberá ser de 1100 mm y una profundidad mínima de 1200mm. Si los transformadores de medida se instalan verticalmente, la aceptación quedará sujeta a previa revisión de ESSA. La altura máxima para el registro del medidor es de 2000mm. Ver figura 14.

Se anexa tabla resumen con las dimensiones antes descritas.

Tabla 3. Alturas de los medidores y Protecciones

Tipo de Medida	Ubicación Tablero de Medida	Altura Mínima del Medidor [=] mm	Altura Mínima Palanca Interruptor [=] mm	Altura Máxima del Medidor [=] mm	Altura Máxima Palanca Interruptor [=] mm
Directa	Interior	600	400	1800	2000
	Exterior	1000	800	1800	2000
Semidirecta	Interior	1300	400	1800	2000
	Exterior	1300	800	1800	2000
Indirecta	Interior	NA	NA	2000	NA

- g) Las aberturas entre los tres compartimentos del tablero deberán tener una distancia máxima de 50 mm, con lo cual se busca evitar que los compartimentos de entrada y de medida queden vulnerables a conexiones no autorizadas desde el compartimento de salida. Ver figura 11.
- h) En los casos cuando las acometidas se instalen detrás de los perfiles que sostienen los medidores, la distancia mínima entre el fondo del tablero y dichos perfiles deberá ser de superior a 50mm.
- i) Entre el registro o display del medidor y la puerta se permite una distancia hasta de 50mm. Ver Figura 11 sección A.
- j) Se deberá dejar un espacio mínimo de 30 mm horizontales entre medidores consecutivos y la acometida debe instalarse de tal manera que sea visible durante su inspección. Ver detalle B, Figura 11.
- k) El espacio mínimo de separación vertical entre medidores deberá ser el mayor valor entre 100 mm y el radio de curvatura permitido para el conductor. Ver figura 11.
- l) El tablero se deberá diseñar basándose en el mayor tamaño de medidor comercial. Para facilidad, se adjunta una tabla de referencia con las mayores medidas comerciales según su tipo (monofásico, bifásico, trifásico). No obstante, queda bajo responsabilidad del fabricante el evaluar permanentemente el mercado para actualizar estas medidas en los casos cuando se detecten medidores de mayor tamaño.

Tabla 4. Dimensiones de referencia de medidores comerciales de mayor tamaño según tipo

Tipo de medidor	Electrónico Dimensiones (mm)		
	Alto	Ancho	Profundidad
Monofásico	115	130	35
Bifásico	221	175	50
Trifásico	221	174	50

5.2 Accesorios

- a) Los terminales, empalmes y en general todas las conexiones que se realicen en los tableros de medidores deben cumplir con lo exigido en la NTC 2050, Art. 110-14.
- b) Para evitar la corrosión en puntos de interconexión, se exige el uso de tornillos electroplateados, tropicalizados o galvanizados en frío.
- c) Para la fijación de los medidores deberán emplearse soportes o perfiles, tal como se observa en las Figuras 8, 9, 10 y 11.

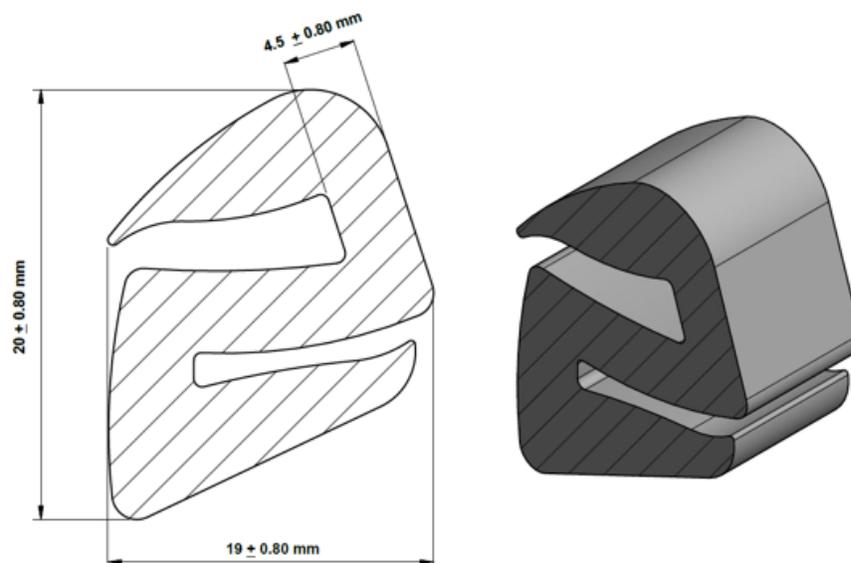
5.2.1 Conectores

Los conectores terminales para cables utilizados en tableros deben ser dimensionados para soportar los esfuerzos térmicos, mecánicos y dinámicos previsibles, y serán de tamaño adecuado a la sección de los conductores que hayan de recibir. Se debe realizar una adecuada aplicación de los conectores terminales de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

5.2.2 Empaques

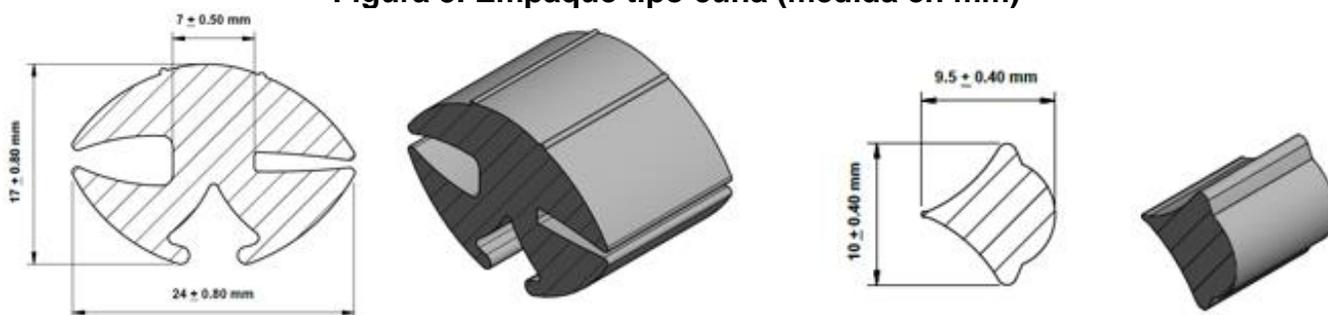
Los visores o registros deben ser fijados a las puertas por medio de empaques de caucho para evitar el ingreso de agua al tablero. En todos los casos, se deberá garantizar que dicho empaque no pueda ser retirado desde el exterior. Los empaques permitidos para este propósito deben ser del tipo Z o tipo cuña, de material EPDM, con las dimensiones y forma que se describen a continuación:

Figura 4. Empaque tipo Z (medida en mm)



	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 20 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

Figura 5. Empaque tipo cuña (medida en mm)



5.2.5 Registro o Visores

- a) Todos los tableros deberán tener visores o registros en el espacio dedicado para la lectura de la medida y podrán ser individuales o por fila de medidores. La ventana de cada medidor tendrá una dimensión mínima ya sea de 100 x 100 mm o de diámetro 100mm.
- b) Los registros deberán ser instalados en láminas de policarbonato con protección UV o de vidrio templado y con un espesor mínimo de 3mm. No se aceptará visores en acrílico o registros de la medida sin los visores antes descritos.
- c) No se aceptan registros o visores en policarbonato de diseño especial donde sea necesario la inyección de policarbonato a través de un molde con la forma del registro.
- d) Los visores o registros para las celdas de media tensión y tableros de medida semidirecta deberán tener una dimensión mínima de 400mm de alto x 200 mm de ancho y deberán permitir la visualización de la bornera de conexiones que se emplea para separar o intercalar un equipo de medición de control de forma individual con la instalación en servicio. Los visores deberán ser fijados con un empaque de caucho, el cual deberá cumplir con lo descrito en el numeral 5.2.4, de forma tal que no pueda ser retirada por la parte exterior.
- e) Los orificios de las tapas de los tableros deben permitir tomar la lectura del medidor y los datos de placa de estos.

5.2.6 Marcación de medidores

- a) Para cumplir lo dispuesto en los artículos 110-22 y 230-72 de la NTC 2050, los equipos de medida deben rotularse con el fin de identificar el inmueble o instalación a la cual pertenecen. En la tapa del tablero, en la parte superior de cada uno de los registros, se deben colocar los rótulos con la nomenclatura o identificación del inmueble, empleando un material que garantice permanencia en el tiempo. La identificación deberá colocarse también en la protección respectiva.

- b) Los elementos de marcación empleados deben ser plásticos, acrílicos o metálicos. Los números y letras deben tener una altura mínima de 5mm, ser indelebles en alto o bajo relieve. Es responsabilidad del instalador garantizar los requisitos anteriores. No se permiten elementos de marcación atornillados, hechos con rotuladora, pintura, cinta, marcador o similar (NTC 2050 art. 110-22).
- c) La identificación de las instalaciones y su disposición, debe estar ordenada de menor a mayor y de arriba hacia abajo, ejemplo:

Instalación	101	102	103	Bandeja o Fila N°1
Instalación	201	202	203	Bandeja o Fila N°2
Instalación	301	302	303	Bandeja o Fila N°3

- d) El instalador deberá garantizar la correspondencia entre el medidor y su respectivo elemento de marcación, con el fin de evitar problemas de inversión de cuentas. En tal caso, ESSA no tendrá ninguna responsabilidad en los problemas ocasionados al usuario derivados por los cruces de facturas de cobro de energía.
- e) El extremo de cada conductor de entrada o salida en los medidores de medida directa, deberá estar claramente identificado mediante marquillas indelebles firmemente adheridas al conductor.
- f) No se permitirá localizar en un mismo tablero, medidores de diferentes bloques de apartamentos, oficinas o locales comerciales. Cada bloque deberá tener su propio tablero de medidores.

5.3 Grado de protección

- a) Los tableros y celdas deberán estar protegidos contra el ingreso de cuerpos solidos o partículas de polvo y líquidos de acuerdo con el lugar de operación y al personal que tendrá contacto directo con este elemento.
- b) Los tableros y celdas de medida instalados en subestaciones o cuartos técnicos deberán contar al menos con un grado de protección IP igual a 4X o su equivalente NEMA, es decir, protegido contra cuerpos solidos de diámetro o espesor superior a 1mm. En todos los casos, el fabricante y el instalador deben garantizar que el grado de protección IP sea el adecuado para el sitio de instalación.
- c) Los tableros instalados en zonas de circulación en el interior de las edificaciones deberán contar al menos con un grado de protección IP igual a 43 o su equivalente NEMA, es decir, protegido contra cuerpos solidos de diámetro o espesor superior a 1mm y contra agua nebulizada (rociada). En todos los casos, el fabricante y el instalador deben garantizar que el grado de protección IP sea el adecuado para el sitio de instalación.

- d) El grado de protección para intemperie debe ser mínimo IP 44 o su equivalente NEMA, es decir, protegido contra cuerpos solidos de diámetro o espesor superior a 1mm y contra chorros de agua (salpicada). En todos los casos, el fabricante y el instalador deben garantizar que el grado de protección IP sea el adecuado para el sitio de instalación.

En resumen, los grados de protección de los tableros y celdas de medida según su sitio de instalación deberán ser los siguientes:

Tabla 5. Grado de protección de celdas y tableros de medida según su ubicación.

Ubicación	Grado de Protección
Cuarto Técnico	4X NEMA
Zonas de Circulación	43 IP
Intemperie	44 IP

- e) Los tableros deben poseer un grado de protección mecánico mínimo de IK igual a 0.5, lo cual los haga resistentes al impacto contra choques mecánicos.
- f) El estándar IEC 60529 establece que el equipo a ser certificado debe cumplir con alguna de las siguientes condiciones.

Tabla 6. Grados de protección IP, primer y segundo.

PRIMERA CIFRA			SEGUNDA CIFRA	
IP	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS	PROTECCIÓN CONTRA PENETRACIÓN DE CUERPOS SÓLIDOS EXTRAÑOS	IP	PROTECCIÓN CONTRA PENETRACIÓN DE AGUA
0	Ninguna protección	Ninguna protección	0	Ninguna protección
1	Penetración mano	Cuerpos $\varnothing > 50$ mm	1	Goteo vertical
2		Cuerpos $\varnothing > 12,5$ mm	2	Goteo desviado 15° de la vertical
3	Penetración herramienta	Cuerpos $\varnothing > 2,5$ mm	3	Lluvia. Goteo desviado 60° de la vertical
4	Penetración alambre	Cuerpos $\varnothing > 1$ mm	4	Proyecciones de agua en todas direcciones
5	Igual que 4	Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial	5	Chorros de agua en todas direcciones
6	Igual que 4	No hay penetración	6	Fuertes chorros de agua en todas direcciones
				Inmersión temporal
				Inmersión prolongada (Material sumergible)

5.4 Marcación de tableros y celdas

- a) Los tableros deben estar rotulados de acuerdo con lo establecido en el numeral 20.23.1.4 del RETIE, deberá tener adherida una placa donde se especifique de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información:

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 23 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

- Tensión(es) nominal(es) de operación.
 - Corriente nominal de operación.
 - Corriente de cortocircuito.
 - Número de fases.
 - Número de hilos (incluyendo tierras y neutros).
 - Razón social o marca registrada del fabricante, comercializador o importador.
 - Cuadro para identificar los circuitos.
 - Ambiente para el cual fue diseñado (tipo interior, intemperie, corrosivo o áreas explosivas).
 - Grado de protección IP.
- b) El fabricante deberá poner a disposición del usuario como mínimo la información consignada en el numeral 20.23.1.4 del RETIE. Adicionalmente el tablero deberá estar marcado con el símbolo de riesgo eléctrico e incluir el diagrama unifilar y las instrucciones para su instalación, operación y mantenimiento, las cuales deberán quedar ubicadas en el interior de la puerta del compartimiento de salida.

5.5 Protecciones

- a) Los interruptores que se utilicen en el tablero deberán contar con certificación RETIE.
- b) El interruptor se debe calcular según lo descrito en los artículos 210-22 literal c), 230-208, 220-3 de la NTC 2050, de tal forma que la corriente nominal que circule a través de dicho dispositivo corresponda al 80% de la corriente de disparo por sobrecarga de este elemento, en otras palabras, se debe calcular como 125% de la corriente nominal.
- c) En el frente muerto del compartimiento de entrada se debe dejar una ventana exclusiva para el accionamiento de la palanca del totalizador, con el fin de evitar que los usuarios tengan que retirar el frente muerto del compartimiento para operar el interruptor.
- d) Se permite el uso de interruptores automáticos de disparo ajustable, siempre que el valor de ajuste no sea superior a la corriente requerida y con acceso restringido al medio de ajuste, para lo cual, deberá garantizarse que para cambiar dicho ajuste sea estrictamente necesario realizar retiro de los sellos del compartimiento de entrada donde se aloja dicho interruptor, o en otras palabras, la ventana exclusiva para el accionamiento de la palanca del interruptor no deberá dejar expuesta la unidad de ajuste. Adicionalmente, en el interruptor deberá fijarse un rotulo con la corriente ajustada y la advertencia de no modificarlo sin previa autorización.
- e) Cuando se empleen interruptores automáticos de disparo ajustable como totalizador general del tablero, el rango superior de ajuste del interruptor no podrá ser mayor al 150% de la capacidad de conducción de corriente del barraje o capacidad de diseño del tablero.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 24 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

- f) Se deberá garantizar una adecuada coordinación en las curvas tiempo-corriente con el tiempo apropiado entre las protecciones del tablero y en todo el rango de la corriente de falla, para que haya una selectividad total entre la protección principal del tablero y la que corresponde a cada una de las instalaciones, de tal manera que en caso de falla en un ramal solo se desconecte el interruptor específico asociado a la falla y no operen las protecciones aguas arriba.
- g) La disposición anterior también aplica para las protecciones entre el tablero de medidores, el tablero general de alimentadores, y los tableros en cada una de las instalaciones, cuya responsabilidad es del instalador.
- h) El interruptor para la bomba contraincendios debe poseer solo protección magnética y dicha protección debe tener solo este módulo establecido desde fábrica. Además, en el rotulo de características del interruptor debe identificarse claramente esta condición. En ningún caso se aceptarán interruptores convencionales modificados a los que se les retire la protección térmica, y tampoco se aceptarán rótulos de características en papel u otro material que sea fácilmente retirable o que no perdure en el tiempo.
- i) Como única excepción, y debido que las protecciones de 70 A no son muy comerciales, se aceptará para calibres No 4 AWG en cobre, que éstas sean protegidas por interruptores hasta de 80 A, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:
- Los aislamientos de los conductores a emplear con la protección a 80A deberán ser THHN o THWN.
 - Las terminales a conectar en los interruptores deberán estar certificadas para 75°C mínimo.
 - El interruptor deberá poseer como mínimo el número de polos de la acometida (monopolar, bipolar o tripolar según el caso).
 - Deberá poseer la capacidad de soportar el nivel de cortocircuito en el sitio donde será instalado, pero en ningún caso podrá ser inferior a 10kA.
 - Deberá estar certificado para el cumplimiento de las disposiciones del RETIE y la norma IEC60947-2 o una equivalente.
- j) La capacidad de interrupción (nivel de cortocircuito) de los interruptores deberá ser igual o superior al nivel de cortocircuito al que estará sometido el tablero, y en todo caso, para tableros que sean instalados en unidades residenciales, dicha capacidad de interrupción no podrá ser inferior a 10kA, tal y como lo determina la norma IEC 60947-2.

6 LOCALIZACIÓN

6.1 Ubicación de tableros de uno (1) a cuatro (4) medidores de medida directa.

- a) La ubicación de los medidores en instalaciones que tengan de uno (1) a cuatro (4) medidores de lectura directa, podrá realizarse en cajas independientes tipo intemperie según norma NTM-02, o en un tablero general instalado en la fachada y apropiado para uso exterior.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 25 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

- b) Para tableros de uno (1) a tres (3) medidores de medida directa y que no repitan fase se permite el uso de solo 2 compartimientos, un compartimento para los medidores, el conductor de entrada junto con los barrajes de neutro y tierra y el otro compartimento de salida para las protecciones individuales. Esta configuración no requiere la instalación de un interruptor general (totalizador). Ver figura 8.

6.2 Ubicación de tableros de cinco (5) a doce (12) medidores de medida directa.

- a) La ubicación de los medidores en instalaciones que tengan de cinco (5) a doce (12) medidores de lectura directa, debe realizarse en un tablero general instalado en la fachada y apropiado para uso exterior. Debe cumplir con lo exigido en el numeral 6.7
- b) Para cajas o tableros de un solo medidor se debe utilizar el esquema tipo A, cumplir con lo descrito en la ET-TD-ME14-03 (ver figura 6) o el esquema tipo B (ver figura 7).
- c) Los tableros con cuatro (4) o más medidores deben contar con una protección o interruptor general. Esta condición también aplica para tableros a partir de dos (2) o tres (3) medidores cuando repiten fase. Ver figura 9.
- d) En todos los casos los tableros instalados en fachada deberán ser empotrados.

6.3 Ubicación de tableros de doce (12) a veinticuatro (24) medidores de medida directa.

Los tableros que tengan entre doce (12) y veinticuatro (24) medidores deben cumplir lo siguiente:

- a) Deben contar con una protección o interruptor general
- b) Se podrá instalar en la fachada de la edificación, para este fin debe estar empotrado y cumplir con lo exigido en el numeral 6.7
- c) Podrán ubicarse al interior de la edificación, siempre y cuando se cumpla con lo exigido en el numeral 6.6 y que no se restrinja el ingreso al edificio para que los funcionarios de ESSA puedan acceder a la toma de lectura o revisión de los medidores.

6.4 Ubicación de tableros con más de veinticuatro (24) medidores de medida directa

Para este propósito la instalación debe realizarse en un cuarto técnico. La llave del cuarto debe estar disponible en portería para que los funcionarios de ESSA puedan acceder. Las condiciones de espacio de trabajo, distancias de seguridad y altura mínima del cuarto técnico deberá cumplir con lo especificado en la norma NTT-03 de ESSA.

En resumen, los tableros deberán ubicarse según el número de instalaciones que aloje, en los sitios que se describen en la tabla a continuación:

Tabla 7. Ubicación de los Tableros según el número de instalaciones

Tipo de Medida	Cantidad Instalaciones	Forma de Alojamiento de los medidores	Ubicación Tablero o Caja Hermética	Observaciones
Directa	1 a 4	Caja Hermética o Tablero	Fachada	Acometida en cobre calibre mín. No. 8 AWG o Aluminio serie AA8000 No. 6
	5 a 12	Tablero	Fachada	Empotrado
	12 a 24	Tablero	Fachada o Interior	Empotrado si es fachada
	Más de 24	Tablero	Cuarto Técnico	Autosoportado

6.5 Ubicación de tableros de medida semidirecta y celdas medida indirecta

Los tableros para medida semidirecta pueden ser empotrados o autosoportados y las celdas para medida indirecta solo se permiten autosoportados.

Las celdas de medida indirecta deberán estar alojadas en el interior de un cuarto técnico. No se permite este tipo de celdas a la intemperie, a excepción de los proyectos para provisionales de obra, o los que, por su condición de operación, deban reubicarse permanentemente y en periodos inferiores a un año, tales como los pozos de exploración, túneles, entre otros.

Los tableros de medida semidirecta para zonas comunes, RCI y locales de centros comerciales pueden instalarse en el interior o exterior de la edificación, siempre que cumplan con los grados de protección respectivos, además de la correcta ubicación de la protección y la medida.

Los tableros de medida semidirecta individuales para bodegas y locales que no pertenezcan a un centro comercial, deberán ser instalados única y exclusivamente en el exterior de la edificación, preferiblemente en la fachada del inmueble.

6.6 Tableros instalados al interior de la edificación

- a) Si el tablero será instalado en el interior de la edificación, deberá estar ubicado en un sitio de fácil acceso, cercano a la entrada del edificio y para trabajos eléctricos deberá cumplir con los límites de aproximación seguros establecidos en el numeral 13.4 del RETIE.
- b) No debe ubicarse en zonas de circulación vehicular, sobre las rutas de evacuación general del edificio debidamente identificadas o zonas privadas (celdas de parqueo, útiles etc.). Esto con el fin de evitar restricciones de acceso o circulación.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 27 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

- c) Los cuartos donde se ubiquen los tableros deben ser de uso exclusivo para tal fin, deberán permanecer libres, por lo tanto, no pueden ser utilizados como bodega, cuarto útil, shut de basuras, cuartos técnicos de bombas de agua, entre otros.
- d) De otro lado, no está permitida la instalación de equipos de medida en el interior de los cuartos que se usen para el almacenamiento de objetos, tanques de agua, combustibles, shut de basura, elementos de aseo, entre otros. El cuarto o local debe estar señalizado con el símbolo de riesgo eléctrico y su acceso debe restringirse solo a personal calificado.
- e) En la ubicación de los tableros, se deberá garantizar un espacio suficiente para que la apertura de todas las puertas de los gabinetes sea mínimo de 90°. Adicionalmente deberán cumplirse con los requisitos de espacios de trabajos descritos en la norma NTT-03.
- f) Los tableros no se deben instalar sobre o debajo de tuberías que transporten líquidos o gases, con excepción de los rociadores o tuberías de las redes contraincendios que sirvan de protección única y exclusivamente al tablero o elementos aledaños a éste elemento.
- g) Los tableros no deberán ser instalados en el ascenso de escaleras. Podrán ser instalados debajo de estas o en los descansos siempre y cuando se cumplan los requisitos mínimos de altura y espacios de trabajo establecidos en la norma NTT-03 y que no se trate de unas escalas escaleras exclusivas de emergencia.
- h) Los tableros instalados en lugares donde puedan estar sometidos a salpicaduras de agua debido a labores de limpieza o condiciones ambientales deben ser fabricados a prueba de intemperie.
- i) Los tableros de medidores que estén sometidos a niveles de cortocircuito superiores a 20kA, deberán ser instalados en cuartos técnicos. No se permitirá la instalación de dichos tableros en zonas de libre circulación o en nichos debido a los efectos generados por un arco eléctrico a personal no calificado que puedan estar expuestos a dicha circunstancias, tal y como lo describe el artículo 13.4 del RETIE con la presencia de radicación térmica de hasta 20.000°C, aumento súbito de presión hasta de 30 t/m², niveles de ruido por encima de 120 dB y expulsión de vapores metálicos.
- j) Los tableros se deben anclar al piso sobre un pedestal de altura no inferior a 50 mm y sujetarse a las paredes (si se requiere), con las fijaciones adecuadas para garantizar su firmeza, cumpliendo con las alturas mínimas dispuestas para visores, e interruptores en el numeral 5.1.10.

6.7 Tableros instalados al exterior de la edificación

- a) Los tableros para intemperie se deben construir con cortagoteras (Ver figura 2) para evitar la entrada de agua y con empaques adecuados sobre todo el perfil donde cierra la puerta o la tapa para darle hermeticidad.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 28 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

- b) La caja para alojar un medidor de lectura directa, semidirecta e indirecta se podrá previa autorización de la Empresa, ubicar en poste única y exclusivamente en zonas rurales, siempre que no obstruyan el paso peatonal, vehicular y no esté expuesto a daños.
- c) La instalación de la medida en poste podrá ser aplicada por la Empresa cuando por efectos de reducción y control de pérdidas de energía se requiera.
- d) Los tableros instalados al exterior de la edificación que no puedan empotrarse totalmente, deberán ser construidos con muros laterales y un techo en desnivel para protección contra la intemperie. Los muros deben permitir una fácil instalación y/o retiro del armario.

6.8 Tableros en parcelaciones cerradas

- a) En parcelaciones, como única excepción del numeral 5.2.5, cuando el medidor se instale en pedestal, se permitirá que el visor del tablero de medida se ubique a una altura mínima de 1m medidos desde el nivel del piso hasta el visor del medidor, siempre y cuando el compartimento de las protecciones quede ubicado a una altura mínima de 40cm con respecto al nivel del piso.
- b) En parcelaciones sin inmuebles construidos, al momento de la instalación del pedestal, la longitud máxima del alimentador entre el medidor y el respectivo lote al que se le suministrará el servicio, no podrá ser superior a 70m.

6.9 Tableros para uso provisional

Los tableros para el servicio provisional, se pueden ubicar en postes propiedad de ESSA a una altura de 1800 mm, medidos desde el visor del medidor hasta el suelo, siempre y cuando no obstaculicen la circulación peatonal, no interfieran con el flujo vehicular y no esté expuesto a daños por paso de maquinaria, de lo contrario deben estar instalados en un poste o pedestal en el interior de la obra, igualmente no deben quedar en zonas de tránsito de equipos y materiales.

7 REQUISITOS PARA LA MEDIDA SEMIDIRECTA E INDIRECTA

Los tableros para la medida semidirecta y celdas para medida indirecta, deben cumplir con todos los requisitos aplicables en los numerales anteriores, además de los siguientes que los complementan o modifican.

7.1 Transformadores de medida

- a) Los transformadores de medida se deben ubicar en un compartimento independiente del medidor. El borde de perforación para pasar los cables de señal debe tener empaque de caucho con el fin de evitar deterioros en los mismos (ver Figura 14 y Figura 15).

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 29 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

- b) Los transformadores de corriente y de potencial en media tensión deberán tener un sistema de fijación adecuado. En todo caso, los mismos deberán estar soportados en una base construida ya sea con platinas de espesor mínimo 5mm y de 50mm de ancho o que posea refuerzos con este tipo de estructura.
- c) Para la fijación de los transformadores de corriente en baja tensión, no es permitido el uso de correas plásticas.
- d) En medida semidirecta los transformadores de corriente, los medidores y sus equipos de protección se deben ubicar en un mismo tablero.
- e) En medida indirecta, cuando se instalen transformadores de medida tipo interior, estos se deben ubicar junto con el medidor en la misma celda.
- f) Cuando la medida indirecta se instale tipo exterior, el equipo de medida se debe ubicar preferiblemente a una distancia inferior a 5000mm del pórtico, en otro caso deberán realizarse los cálculos de la carga asociada a cada transformador de medida, cumpliendo los requisitos establecidos en la norma RA8-030.
- g) Los transformadores de medida deben ser instalados con el espacio adecuado para su correcta operación, revisión y mantenimiento; no deben quedar en contacto o presionados entre sí y se deben localizar de manera tal, que sea de fácil lectura el rótulo de identificación, además que deberá garantizarse el fácil acceso a la bornera de conexiones. En ningún caso se aceptarán transformadores que estén realizando esfuerzos mecánicos al barraje o sueltos.
- h) Los transformadores de corriente y de potencial que sean utilizados para fines distintos a la medida, deben ir en un compartimento independiente.
- i) En los tableros de semidirecta no se permite doble fondo en el compartimento de los transformadores de corriente.
- j) En medida semidirecta para la conexión de las señales de tensión e instalación de los transformadores de corriente se deben utilizar barras de cobre y en caso de conectar estas barras de cobre directamente entre el compartimento de los transformadores de corriente y el interruptor, deberá instalarse una lámina “pasabarras” para la abertura por donde atraviesan las barras, dicha lamina debe ser de material aislante certificado como mínimo para 600 Voltios, con la perforación exacta del tamaño de la barra, con el fin de impedir conexiones no autorizadas desde el compartimento del interruptor. Ver Detalle A, Figura 12.
- k) Los compartimentos de los transformadores de corriente en baja tensión y el del medidor deberán quedar ubicados de tal forma que estos queden visibles en el mismo costado, es decir, en los casos donde se fabriquen los denominados tableros “doble cara”, el único compartimento que se permite en la parte posterior del tablero es el de salida que aloja los interruptores de los diferentes circuitos de la instalación.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 30 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

7.2 Conexiones y cableado

- a) Los conductores que sirven de conexión entre el secundario del transformador de corriente y el medidor de energía serán mínimo en calibre N° 12 AWG Cu.
- b) Los conductores que sirven de conexión entre el secundario del transformador de tensión y el medidor de energía será mínimo en calibre N° 12 AWG Cu. Para el caso de medida en baja tensión, estos conductores deberán ser conectados al barraje principal, en el mismo compartimento donde se instalen los transformadores de corriente.
- c) El cableado de los transformadores de medida deberá respetar el código de colores establecido en la tabla 6.5 del RETIE. Adicionalmente, se deben marcar los extremos de cada uno de los conductores mediante sistemas de identificación de cableado, según los diagramas de conexión descritos en la norma RA8-030.
- d) El cableado de los transformadores de medida en celdas deberá ser visible en todo su recorrido, así que estos no podrán ser alojados dentro de ningún tipo de ducto, buscando facilitar la inspección de dichos conductores.
- e) Para facilitar la revisión de las conexiones en la medida indirecta, los conductores que sirven de conexión entre el secundario de los transformadores de tensión y el medidor de energía, deberán agruparse e instalarse en una trayectoria diferente a la de los conductores que sirven de conexión entre el secundario de los transformadores de corriente y dicho medidor. Ver Figura 15.
- f) El cableado de los transformadores de medida deberá contar con terminales del tipo pin o tubular, del largo suficiente para permitir la conexión a los dos tornillos que poseen tanto la bornera del medidor como la bornera para separar o intercalar un equipo de medición de control, buscando garantizar una mejor conexión.
- g) El cableado de los transformadores de medida deberá asegurarse directamente a la estructura de la celda por medio de correas plásticas y no será permitido el uso de soportes con adhesivos, debido a que estos no garantizan un contacto adecuado, y al soltarse, podrían generar acercamientos de estos conductores a partes vivas en media tensión.
- h) En medida indirecta, para garantizar el registro del consumo propio de los transformadores de potencial, estos deberán quedar instalados después de los transformadores de corriente (“Aguas Abajo”).

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 31 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

7.3 Bornera y medidor

- a) Para tableros de medida semidirecta e indirecta se deberá incluir una bornera que permita separar o intercalar un equipo de medición de control de forma individual con la instalación en servicio. La bornera deberá cumplir con los requisitos establecidos en las normas UL 105 de 2001 (Terminal Blocks) y la norma CSA 22.2 N° 158 de 1987 (R1992) (Terminal Blocks). (ver Figuras 12, 13, 14 y 15).
- b) La bornera para separar o intercalar un equipo de medición de control de forma individual, deberá instalarse horizontalmente, de tal forma que las alabas de las señales de tensión queden cerrando hacia arriba.
- c) Las dimensiones mínimas para el compartimento del medidor y la bornera de conexiones en tableros de medida semidirecta deberán ser de mínimo 550mm de alto x 300mm de ancho.

7.4 Barrajes

- a) Las barras de neutro y de puesta a tierra en la celda de medida en media tensión deberán ser instaladas solo en el compartimento que aloja los transformadores de medida.
- b) La barra de neutro donde se conectan los conductores del equipo de medida semidirecta que deben ser puestos a tierra, deberá ser instalada en el mismo compartimento donde se instalen los transformadores de corriente y la alimentación de dicha barra no deberá ser desconectable desde otro compartimento del tablero diferente al de entrada o desde el buje neutro secundario del transformador de potencia que lo alimenta.
- c) Los transformadores de corriente para medida en baja tensión, deberán ser instalados en un barraje construido con platinas en cobre electrolítico de pureza mínima del 99.9%.
- d) Las barras donde se instalan los transformadores de corriente, deben estar alimentadas de tal manera que el punto de conexión con el alimentador de éstas debe quedar a la vista.

7.5 Requerimientos adicionales para media tensión

- a) Se deberá garantizar que el tamaño de la abertura entre la celda de medida en media tensión y las celdas contiguas sea mínima, disminuyendo así la vulnerabilidad de los elementos que conforman la medida, por lo cual, en los casos donde el barraje entre la celda de medida y el seccionador o transformador sea realizado en platinas de cobre, deberá instalarse en la abertura una lámina de material aislante de acuerdo al nivel de tensión, a la cual se le deberá hacer las perforaciones o ranuras del tamaño de las barras. Dicha lámina deberá instalarse en el interior de la celda de medida, de forma tal, que para poder ser retirada sea necesaria la apertura de dicha celda.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 32 de 45
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	Código: NTM-03

- b) En las celdas de medida en media tensión y en los compartimentos de entrada y de medidores en un tablero en baja tensión no está permitida la instalación de cerraduras con llave.
- c) Para aquellos casos que se instale la medida tipo exterior las señales de corriente y tensión desde los transformadores de medida al medidor deberán ser alojados en un ducto en tubería metálica galvanizada del tipo IMC o tubo flexible metálico de diámetro no inferior a 1", al cual no se le deberán instalar accesorios que dejen expuestas las señales de medida, tales como conduletas u otros elementos con esta misma característica.
- d) Para celdas de medida en media tensión, éstas deberán ir ubicadas en un cuarto técnico donde sólo tenga acceso el personal calificado. En cualquier circunstancia, se debe cumplir con las exigencias establecidas en las secciones 110-34 de la norma NTC 2050 y lo descrito en la norma NTT-03.
- e) Si al retirar los paneles laterales, posteriores (fondo) y superiores de las celdas quedan partes vivas expuestas o algún elemento que compone el equipo de medida queda accesible, estos paneles deberán estar fijados o sellados desde el interior de la celda, y los mismos no podrán ser asegurados con tornillos u otro tipo de elementos que puedan ser retirados externamente. Esta disposición también aplica para las celdas que existan antes de la medida.

7.6 Normas, pruebas y ensayos

Los tableros deben cumplir con lo establecido en el artículo 20.23 del RETIE.

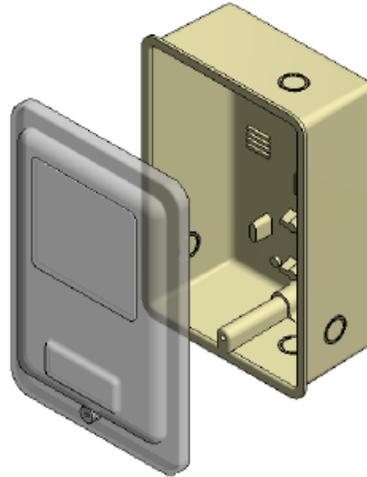
Los fabricantes de tableros y celdas deben verificar mediante pruebas como mínimo los siguientes parámetros:

- a. Grados de protección IP e IK.
- b. Incremento de temperatura.
- c. Propiedades dieléctricas.
- d. Distancia de aislamiento y fuga.
- e. Efectividad del circuito de protección.
- f. Comprobación del funcionamiento mecánico de sistemas de bloqueo, puertas, cerraduras u otros elementos destinados a ser operados durante el uso normal del tablero.
- g. Resistencia a la corrosión del encerramiento.
- h. Resistencia al calor anormal y al fuego de los elementos aislantes.
- i. Medidas de protección contra el contacto directo (barreras, señales de advertencia, etc).
- j. Resistencia al cortocircuito.
- k. Arco Interno (solo para el caso de celdas de media tensión).

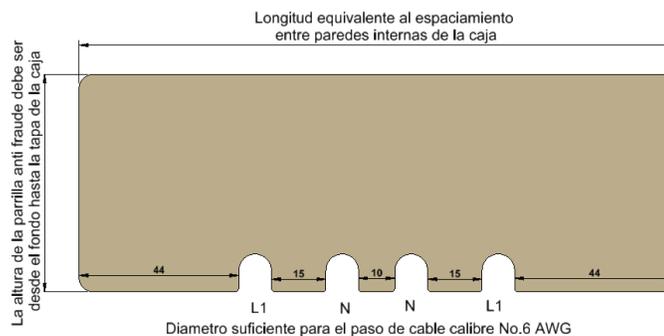
ANEXOS

DETALLES DE TABLERO DE MEDIDA DIRECTA

Figura 6. Caja para medidor de un puesto esquema tipo A



Barrera antifraude caja medidor



Bornera de Neutro y Puesta a Tierra



- Conexión bajante SPT Usuario en calibre No.8 AWG máx.
- Conexión Neutro de la red secundaria en calibre No.8 AWG máx.
- Conductor de puesta a tierra del usuario
- Conexión a medidor de energía en calibre No.8 AWG máx.

Figura 7. Tablero para medidor de un puesto esquema tipo B

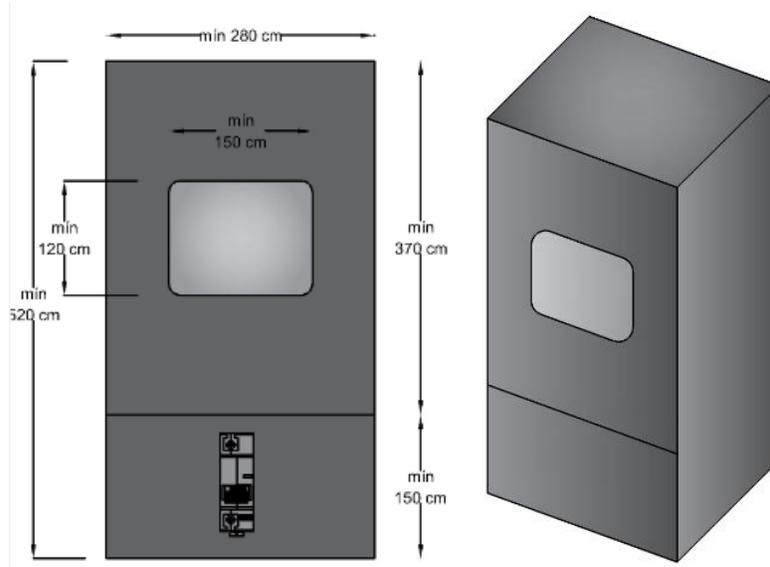


Figura 8. Tablero para 3 medidores sin repetir fase

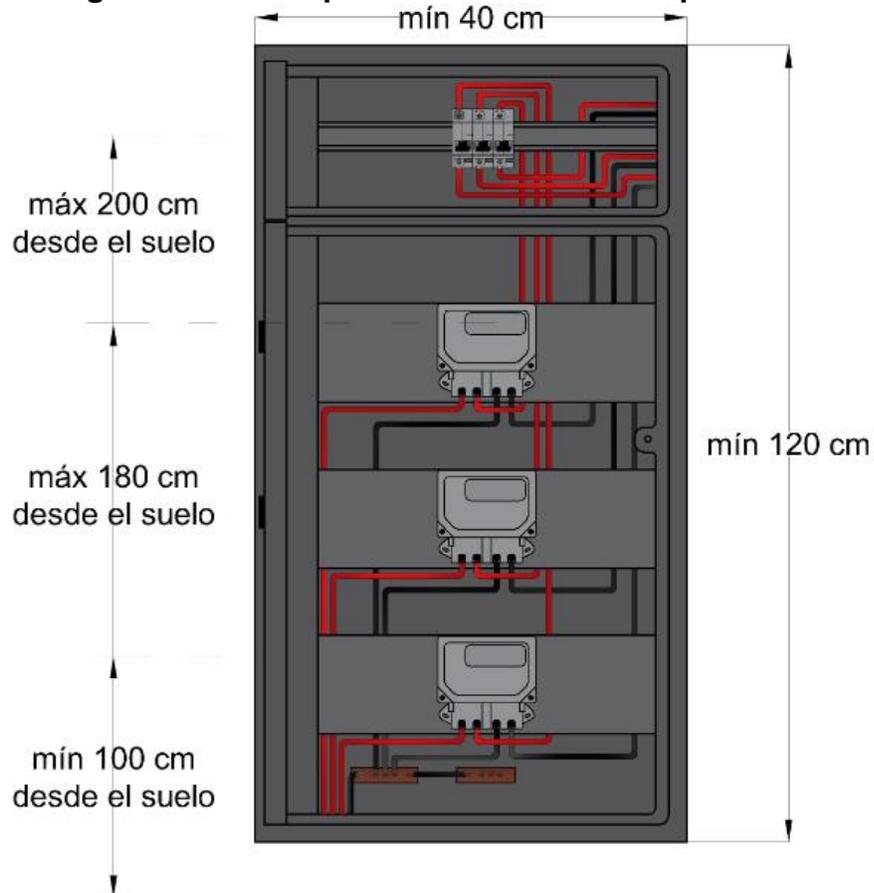


Figura 9. Vista frontal tablero para 4 medidores

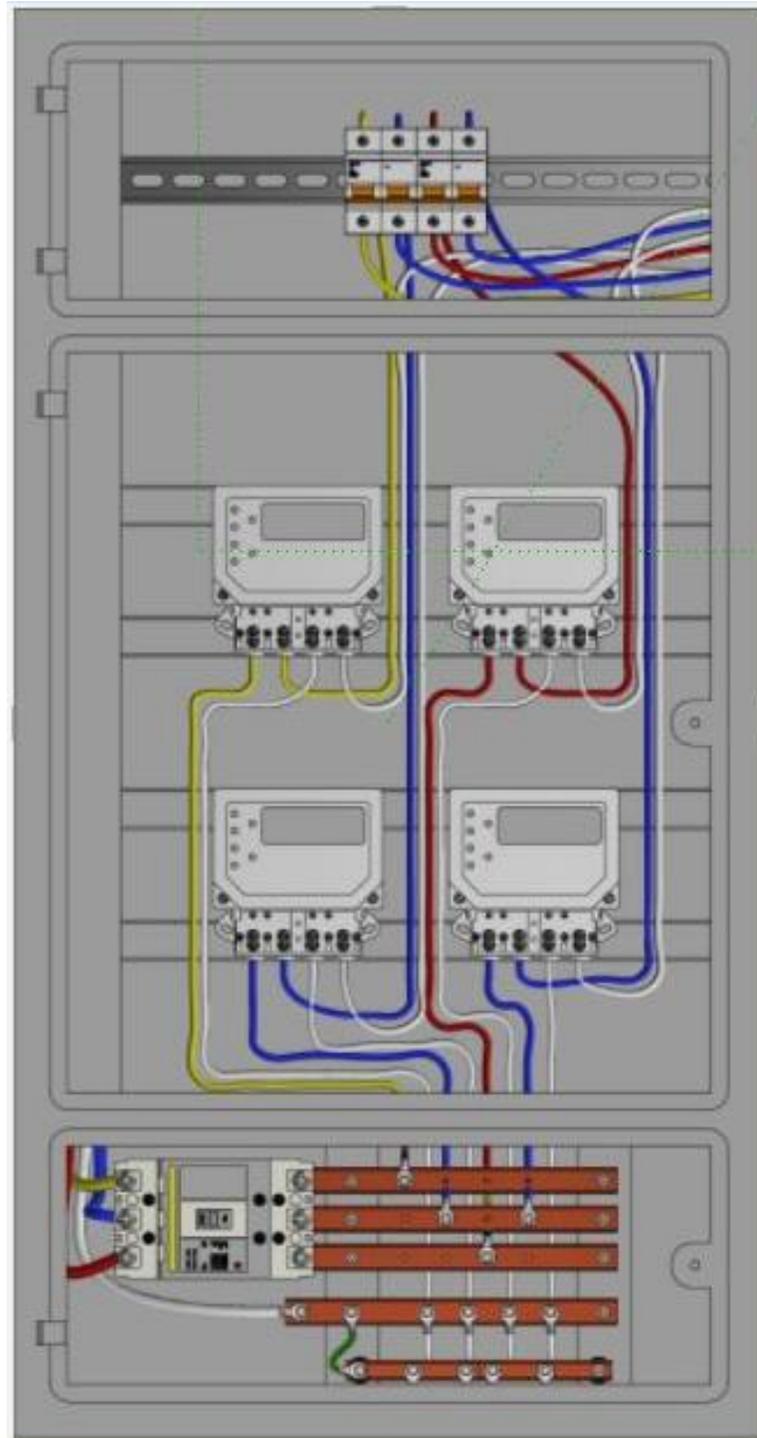


Figura 10. Elementos tableros de medida directa

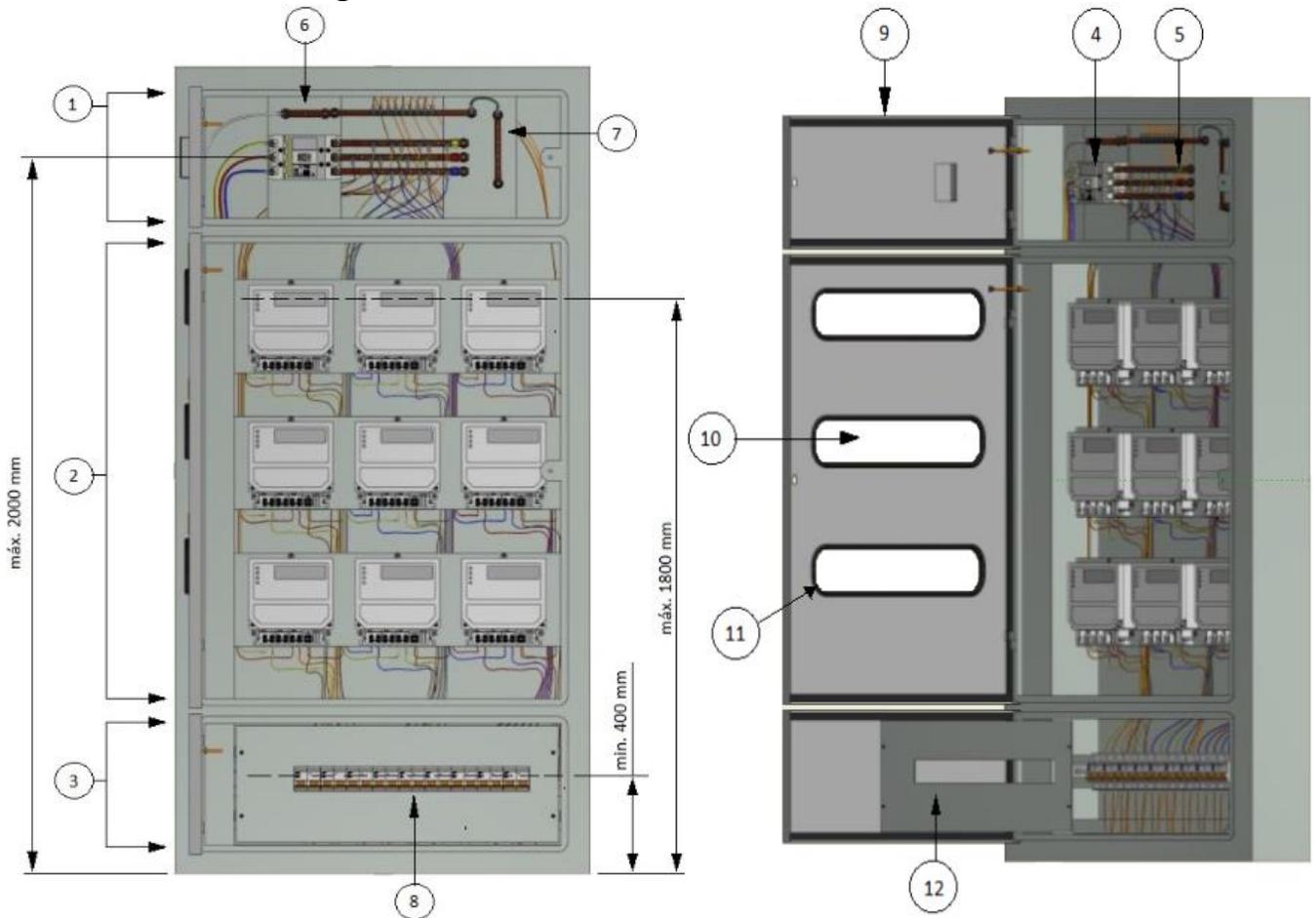
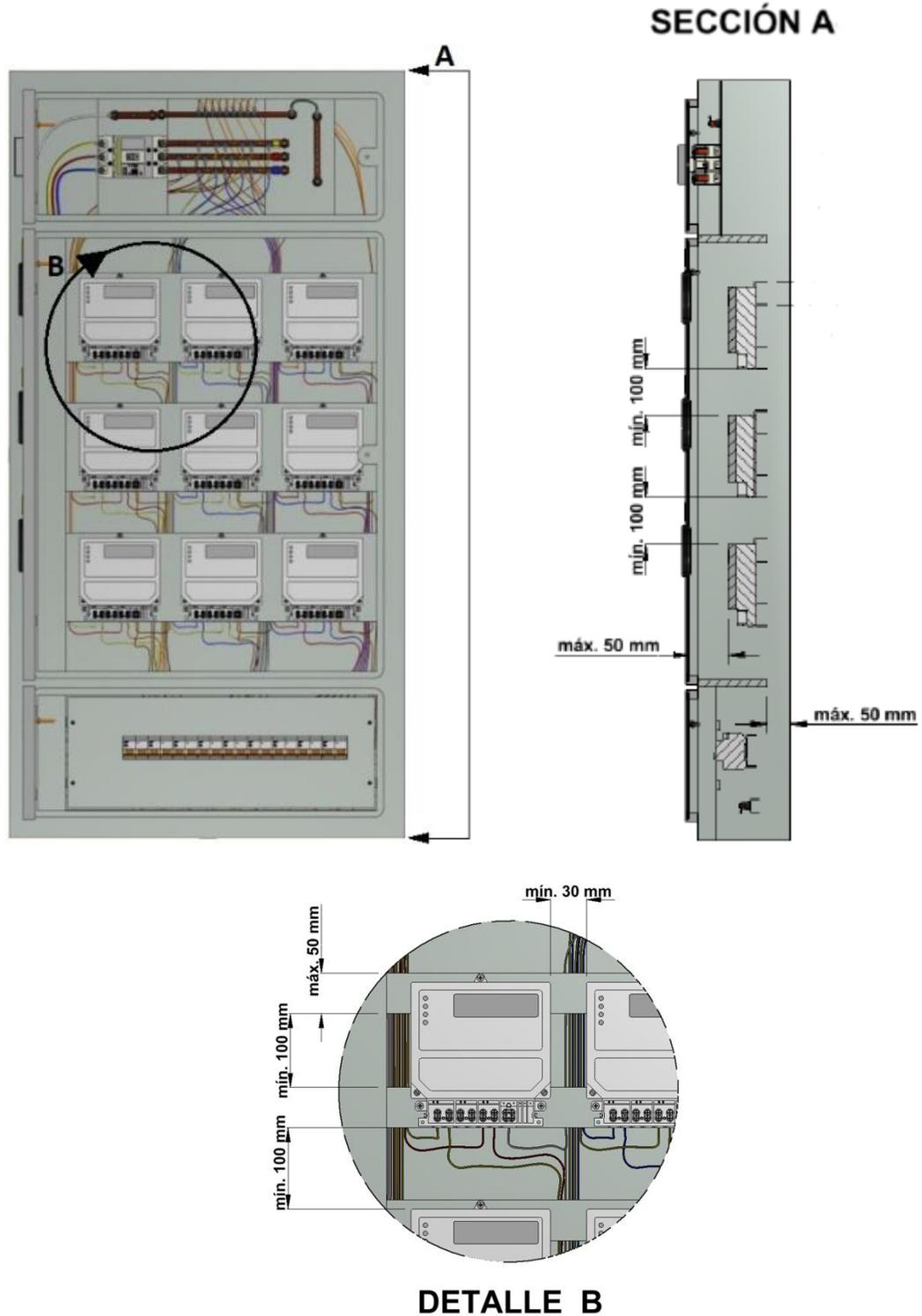


Tabla 8. Elementos tableros de medida directa

ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Compartimiento de entrada	7	Barraje de tierra
2	Compartimiento de medida	8	Protecciones individuales
3	Compartimiento de salida	9	Puerta Barraje
4	Protección general	10	Visor
5	Barraje general	11	Empaque
6	Barraje de neutro	12	Frente muerto

Figura 11. Espacios internos y dimensiones en tableros de medida directa.



TABLEROS DE MEDIDA SEMIDIRECTA

Figura 12. Tablero de medida semidirecta Tipo A

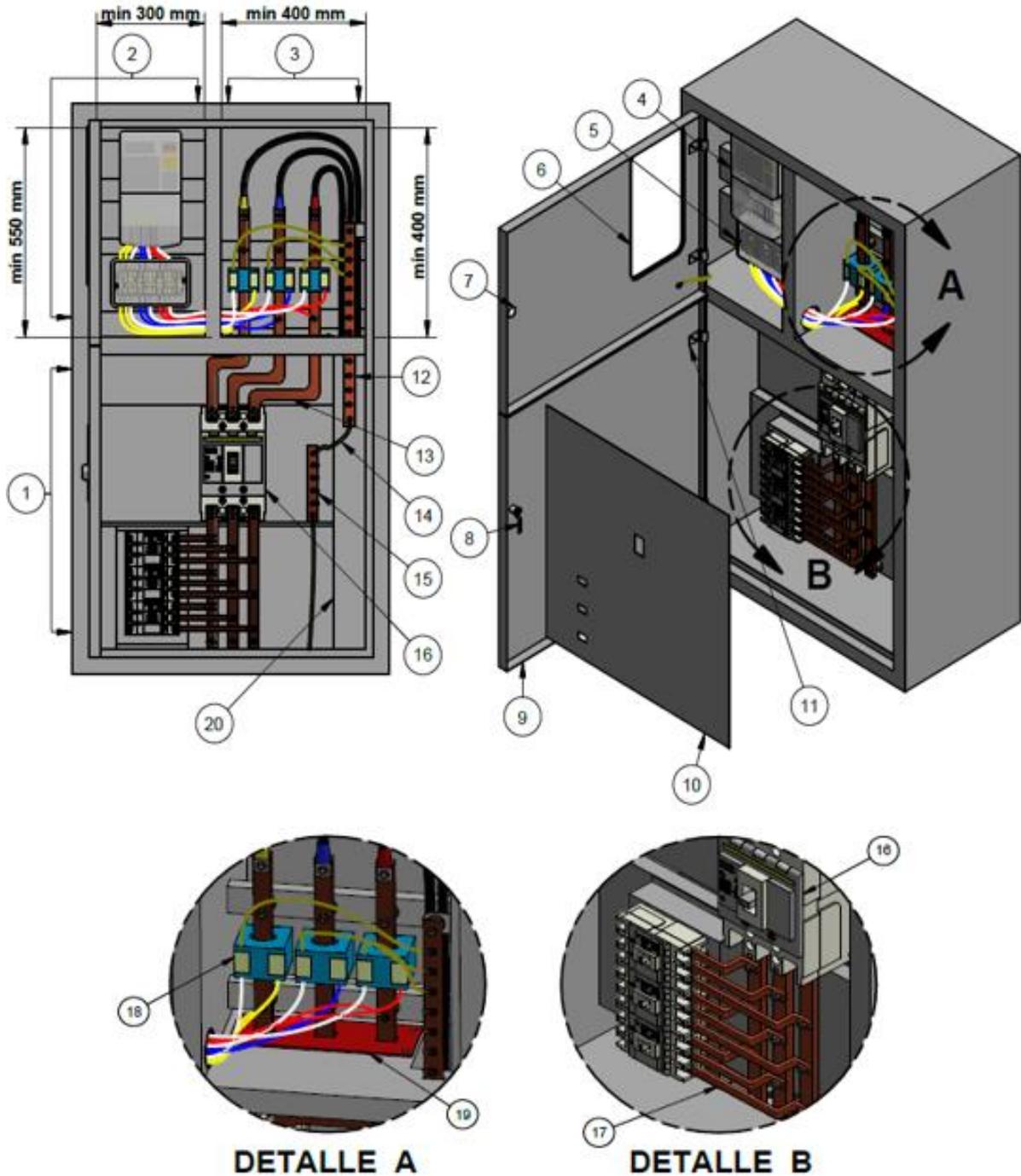
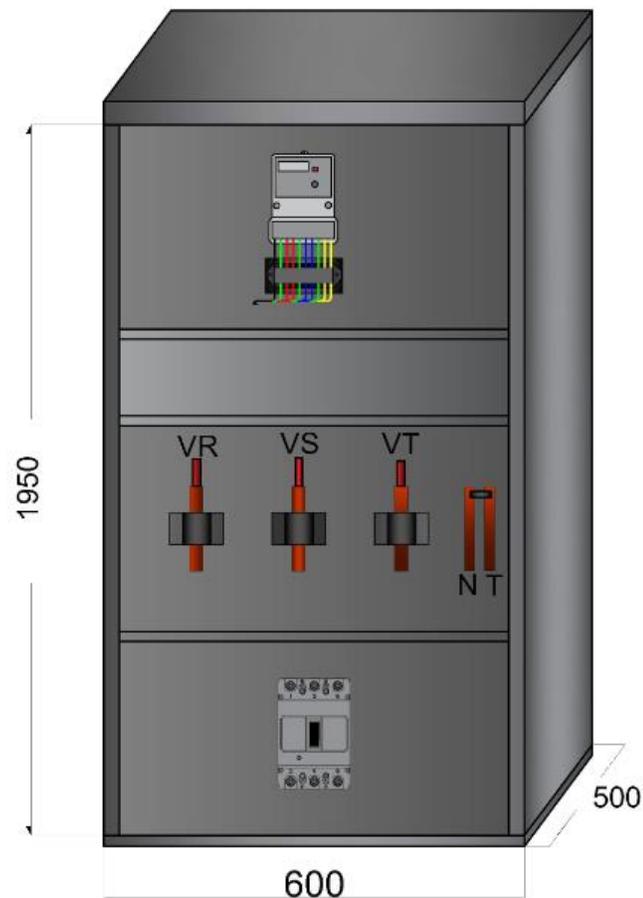


Tabla 9. Elementos tablero de medida semidirecta

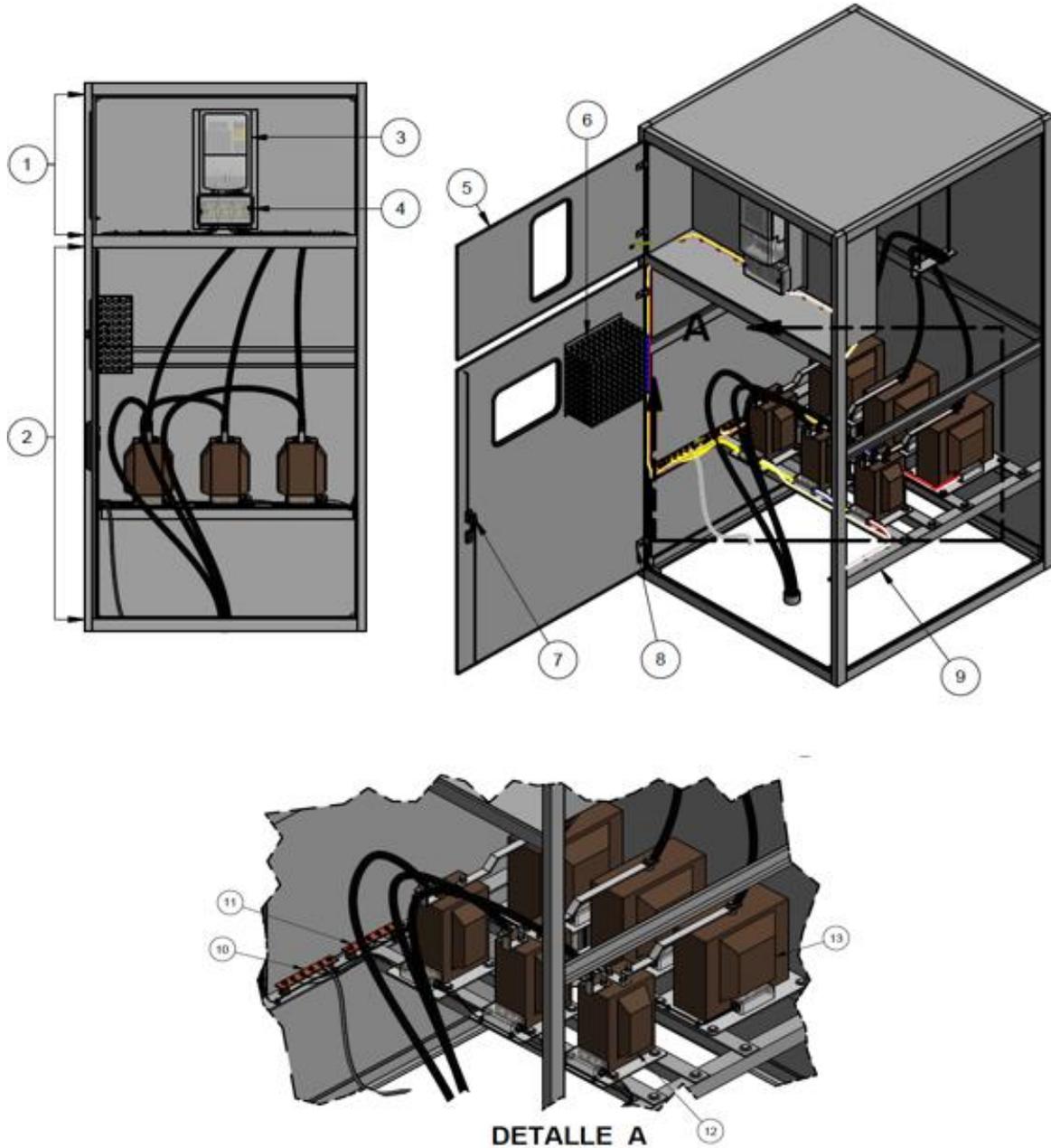
ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Compartimiento de entrada	11	Frente muerto
2	Compartimiento de medidor	12	Bisagras
3	Compartimiento transformadores de medida	13	Barraje de neutros
4	Medidor electrónico	14	Puente equipotencial
5	Bornera de pruebas	15	Barra general de conexión a puesta a tierra
6	Registro del medidor	16	Protección general
7	Émbolo	17	Circuitos ramales
8	Cerradura	18	Transformadores de corriente
9	Puerta	19	Lamina pasabarras
10	Cerradura	20	Ducto

Figura 13. Tablero de medida semidirecta Tipo B



CELIDAS DE MEDIDA DE MEDIA TENSIÓN

Figura 14. Elementos celdas de media tensión (tres elementos)



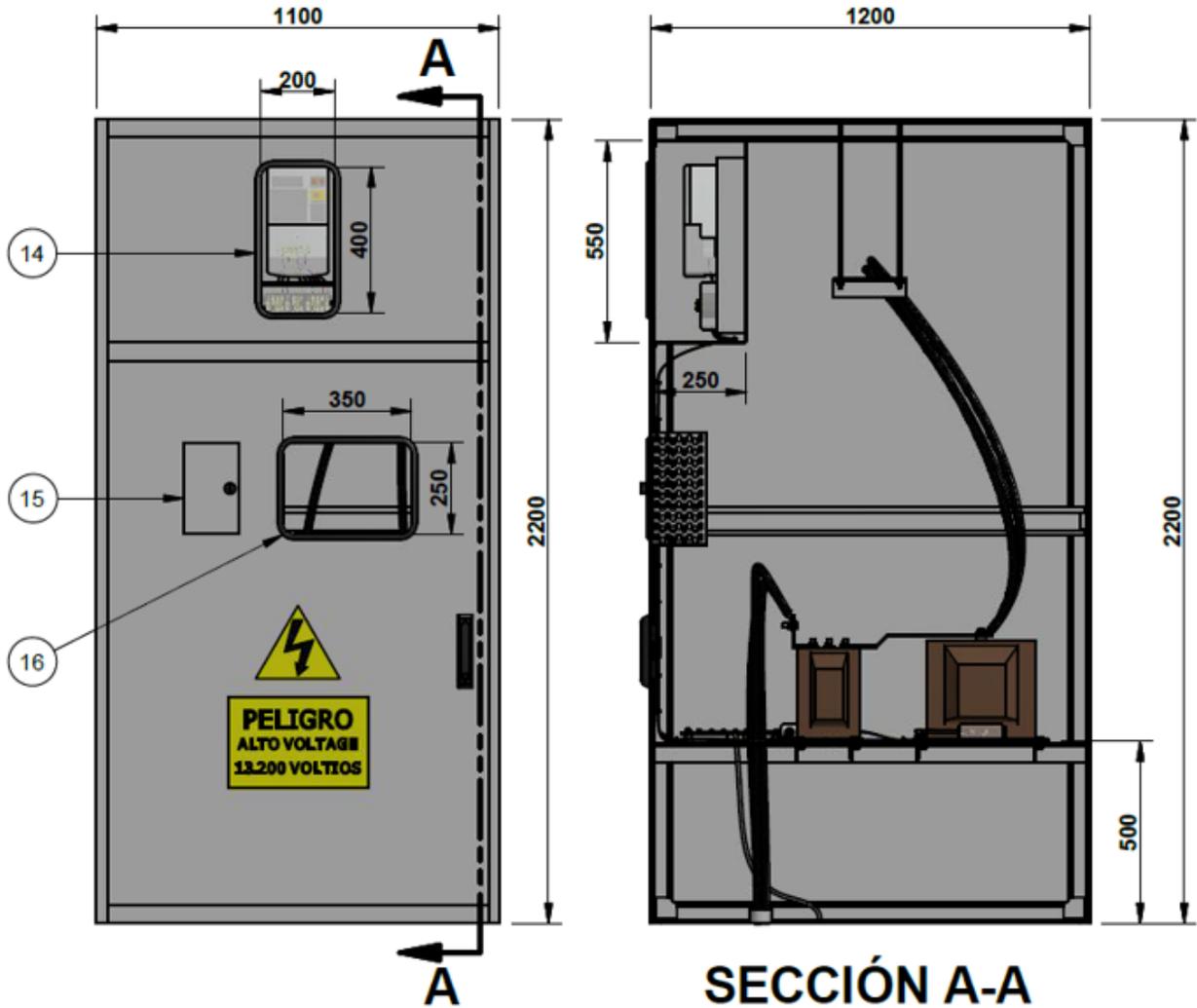


Tabla 10. Elementos celdas de media tensión.

ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Compartimiento medidor	9	Soporte transformadores
2	Compartimiento transformadores de medida	10	Barra de neutro
3	Medidor Electrónico	11	Barra de tierra
4	Bornera de pruebas	12	Transformador de corriente
5	Puerta	13	Transformador de potencial
6	Compartimiento iluminación celda	14	Registro del medidor
7	Cerradura de maneta	15	Acceso iluminación celda
8	Bisagras	16	Registros de transformadores de medida

Figura 15. Cableado celdas de media tensión

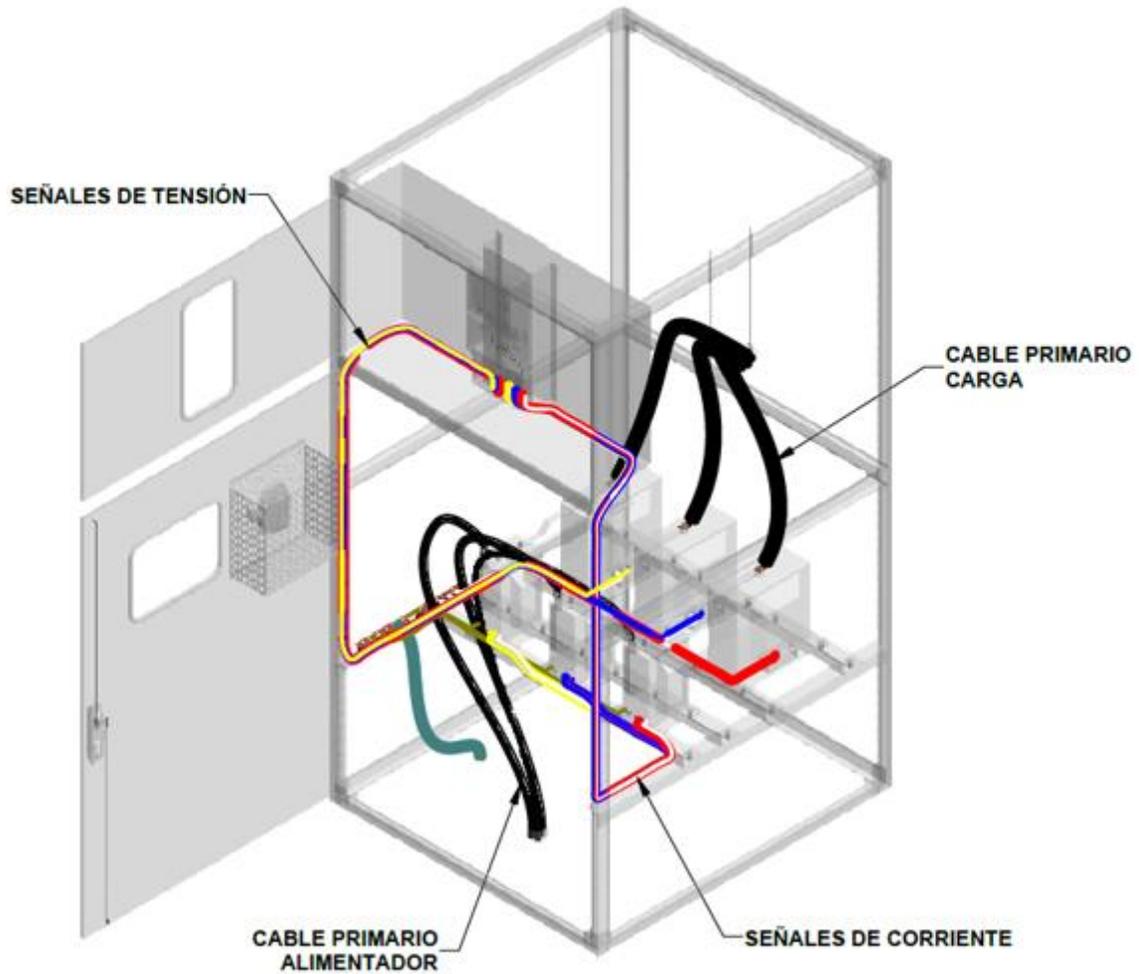


Figura 16. Celdas de media tensión (dos elementos)

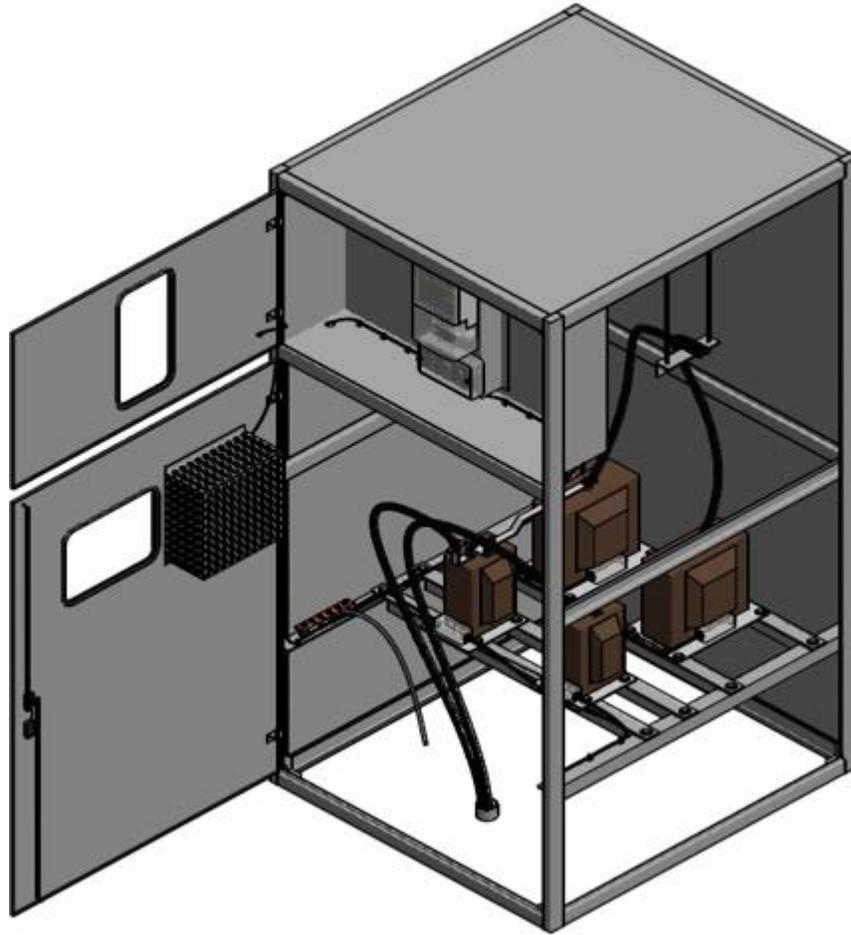


Tabla 11. Capacidad de corriente constante buses de barras con sección transversal rectangular. Norma DIN 43671, Tabla 1.

Ancho x Espesor mm	Sección transversal mm ²	Peso 1) Kg/m	Material 2)	Corriente AC en A 60Hz				Valores de esfuerzos estaticos para cada barra					
				Numero de barras (sin pintar)				X			Y		
				1	2	3	4 3) 50	J _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	J _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F30	108	182	216		0,0288	0,048	0,346	0,0008	0,008	0,0577
15 x 2	29,5	0,262		128	212	247		0,0563	0,075	0,433	0,001	0,01	0,0577
15 x 3	44,5	0,396		162	282	361		0,0844	0,113		0,00338	0,0225	0,0866
20 x 2	39,5	0,351		162	264	298		0,133	0,133		0,00133	0,0133	0,0577
20 x 3	59,5	0,529		204	348	431		0,200	0,2	0,577	0,0045	0,03	0,0866
20 x 5	99,1	0,882		274	500	690		0,333	0,333		0,0208	0,0833	0,144
20 x 10	199	1,77		427	825	1180		0,667	0,667		0,167	0,333	0,289
25 x 3	74,5	0,663		245	412	498		0,391	0,313		0,00563	0,0375	0,0866
25 x 5	124	1,11		327	586	795		0,651	0,521	0,722	0,026	0,104	0,144
30 x 3	89,5	0,796		285	476	564		0,675	0,450		0,00675	0,045	0,0866
30 x 5	149	1,33		379	672	896		1,13	0,750	0,866	0,0313	0,125	0,144
30 x 10	299	2,66		573	1060	1480		2,25	1,50		0,25	0,5	0,289
40 x 3	119	1,06		366	600	690		1,6	0,8		0,009	0,06	0,0866
40 x 5	199	1,77		482	836	1090		2,67	1,33	1,15	0,0417	0,167	0,144
40 x 10	399	3,55		715	1290	1770	2280	5,33	2,67		0,333	0,667	0,289
50 x 5	249	2,22		583	994	1260	1920	5,21	2,08	1,44	0,0521	0,208	0,144
50 x 10	499	4,44		852	1510	2040	2600	10,4	4,17		0,417	0,833	0,289
60 x 5	299	2,66		688	1150	1440	2210	9	3		0,0625	0,25	0,144
60 x 10	599	5,33		985	1720	2300	2900	18	6	1,73	0,5	1	0,289
80 x 5	399	3,55		885	1450	1750	2720	21,3	5,33	2,31	0,0833	0,333	0,144
80 x 10	799	7,11	1240	2110	2790	3450	42,7	10,7		0,667	1,33	0,289	
100 x 5	499	4,44	1080	1730	2050	3190	41,7	8,33	2,89	0,104	0,417	0,144	
100 x 10	999	8,89	1490	2480	3260	3980	83,3	16,7		0,833	1,67	0,289	
120 x 10	1200	10,7	1740	2860	3740	4500	144	24	3,46	1	2		
160 x 10	1600	14,2	2220	3590	4680	5530	341	42,7	4,62	1,33	2,67	0,289	
200 x 10	2000	17,8	2690	4310	5610	6540	667	66,7	5,77	1,67	3,33		

1) Calculado para una densidad de 8,9Kg/dm³ 2) Base de Referencia para un valor de corriente constante 3) Espado minimo dado en mm

La tabla anterior aplica para una temperatura ambiente de 35°C y una temperatura de barras 65°C. Para valores diferentes aplicar el factor de corrección k₂.

Figura 17. Factor de corrección k_2 .

