

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA	
	GM 2020	VERSIÓN: 1

Tabla de Contenido

	<i>Pág.</i>
1 OBJETO	6
2 ALCANCE	6
3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA	7
4 DEFINICIONES.....	7
5 NIVELES DE TENSIÓN	13
6 TIPOS DE USUARIOS	13
6.1 USUARIOS REGULADOS	13
6.2 USUARIOS NO REGULADOS	13
6.3 FRONTERAS DE INTERCAMBIO COMERCIAL	13
7 ACOMETIDA.....	14
7.1 TIPOS DE ACOMETIDA.....	15
7.2 ACOMETIDAS EN MEDIA TENSIÓN	16
7.3 ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN	16
7.3.1 Acometidas Aéreas en Baja Tensión	16
7.3.2 Acometidas Subterráneas en Baja Tensión	19
7.3.3 Acometidas Mixtas en Baja Tensión	19
7.4 SELECCIÓN DE LA ACOMETIDA EN BAJA TENSIÓN	19
7.5 CÁLCULO DE DEMANDA MÁXIMA Y REGULACIÓN	22
7.6 SELECCIÓN DE DUCTOS.....	22
8 EQUIPOS DE MEDIDA.....	22
8.1 REQUISITOS TÉCNICOS GENERALES PARA LOS EQUIPOS DE MEDIDA	22
8.2 CONFORMIDAD CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN.....	24
8.2.1 Conformidad de Medidores de Energía.....	24
8.2.2 Conformidad de Transformadores para Instrumentos de Medida.....	24
8.3 REQUISITOS TÉCNICOS PARTICULARES PARA LOS EQUIPOS DE MEDIDA.....	25
8.3.1 Requisitos Particulares para Medidores de Energía.....	25

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA	
	GM 2020	VERSIÓN: 1

8.3.2	Requisitos Particulares para Transformadores de Medida	26
8.3.3	Requisitos Particulares para Bloque de Prueba	31
8.3.4	Procedimiento para la Aceptación de Equipos de Medida.....	31
8.3.5	Ensayos de Rutina, Parametrización Registro y Sellado de los Equipos de Medida	32
9	INSTALACIÓN DE LAS MEDICIONES	32
9.1	TIPOS DE INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	32
9.1.1	Medición Directa Individual	33
9.1.2	Medición Directa Agrupada	39
9.1.3	Medición Semidirecta Individual.....	41
9.1.4	Medición Semidirecta para Proyectos de Constructivos en Proceso de Normalización	50
9.1.5	Infraestructura de Medición Avanzada (AMI)	51
9.1.6	Otros Esquemas de Medición	54
9.2	CRITERIO BÁSICO PARA EL DISEÑO DE TABLEROS PARA MEDIDORES	54
9.3	TIPOS DE INSTALACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	56
9.3.1	Cableado de las Señales de Medida.....	56
9.3.2	Instalación de Sellos de Seguridad	63
9.3.3	Sistema de Telemedida	64
10	DISPOSITIVO DE CORTE Y PROTECCIÓN	64
10.1	GENERALIDADES	64
10.1.1	Selección	65
10.1.2	Limitador de Corriente.....	65



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Normatividad de referencia	7
Tabla 2. Tipos de usuarios según Resolución CREG 038 de 2014	14
Tabla 3. Equivalencias de calibre, diámetro y área	20
Tabla 4. Equivalencias entre cables de cobre y aluminio a 75 °C	21
Tabla 5. Tipo de acometida según la carga instalada	21
Tabla 6. Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores	22
Tabla 7. Exigencias a sistemas de medición según condición comercial	23
Tabla 8. Relación de transformación de t.c. para mediciones semi-directas	30
Tabla 9. Relación de transformación de t.c. para mediciones indirectas	30
Tabla 10. Dimensiones para caja tipo C2 (*) - un medidor con medición semidirecta o indirecta	42
Tabla 11. Dimensiones para tableros de medidores (servicio bifilar, trifilar o trifásico)	55
Tabla 12. Cableado para medición indirecta y semidirecta cable 7 colores	56



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Lista de Figuras

Pág.

<i>Figura 1. Norma NTC 2050 - Acometidas</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2. Máxima caída de tensión secundaria</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3. Conexión bloque de pruebas tipo Lainas para un medidor.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 4. Diagrama unifilar para medición directa individual</i>	<i>33</i>
<i>Figura 5. Medidor Monofásico Bifilar, medición directa, conexión simétrica</i>	<i>35</i>
<i>Figura 6. Medidor monofásico bifilar, medición directa, conexión asimétrica.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 7. Medidor monofásico trifilar, medición directa, conexión simétrica</i>	<i>36</i>
<i>Figura 8. Medidor monofásico trifilar, medición directa, conexión asimétrica</i>	<i>36</i>
<i>Figura 9. Medidor bifásico trifilar, medición directa, conexión simétrica Versión 1.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 10. Medidor bifásico trifilar, medición directa, conexión simétrica Versión 2.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 11. Medidor bifásico trifilar, medición directa, conexión asimétrica</i>	<i>38</i>
<i>Figura 12. Medidor trifásico tetrafililar, medición directa, conexión simétrica</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13. Medidor trifásico tetrafililar, medición directa, conexión asimétrica</i>	<i>39</i>
<i>Figura 14. Diagrama unifilar para medición directa colectiva, más de 4 usuarios.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 15. Caja tipo C2 para medición indirecta.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 16. Diagrama unifilar para medición semidirecta en un solo gabinete</i>	<i>42</i>
<i>Figura 17. Diagrama unifilar para medición semidirecta en gabinetes separados</i>	<i>43</i>
<i>Figura 18. Diagrama unifilar para medición semidirecta, t.c. en celda de transformador.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 19. Medidor monofásico trifilar de elemento y medio, medición semidirecta en servicio monofásico trifilar, conexión simétrica</i>	<i>45</i>
<i>Figura 20. Medidor monofásico trifilar de elemento y medio, medición semidirecta en servicio monofásico trifilar, conexión asimétrica</i>	<i>46</i>
<i>Figura 21. Medidor trifásico trifilar, medición semi-directa en 2 elementos, conexión simétrica.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 22. Medidor trifásico trifilar, medición semi-directa en 2 elementos, conexión asimétrica.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 23. Medidor trifásico trifilar, medición semidirecta en 3 elementos, conexión simétrica.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 24. Medidor trifásico trifilar, medición semidirecta en 3 elementos, conexión asimétrica.....</i>	<i>50</i>



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

<i>Figura 25. Diagrama unifilar para medición semidirecta, urbanizaciones en proceso de normalización</i>	51
<i>Figura 26. Arquitectura del Sistema AMI, según norma NTC 6079</i>	52
<i>Figura 27. Funcionalidades exigidas para Sistemas AMI, Resolución MINMINAS 40072 de 2018.....</i>	52
<i>Figura 28. Ejemplo de infraestructura de medición centralizada</i>	53
<i>Figura 29. Diseño típico de un tablero de medición para seis (6) medidores.....</i>	55
<i>Figura 30. Ejemplo de conexión, utilizando cable de control 7 hilos.....</i>	57
<i>Figura 31. Medidor trifásico trifilar, medición indirecta en 2 elementos, conexión simétrica (aron o delta abierta).....</i>	58
<i>Figura 32. Medidor trifásico trifilar, medición indirecta en 2 elementos, conexión asimétrica</i>	59
<i>Figura 33. Medidor trifásico tetrafililar, medición indirecta en 2 elementos, conexión simétrica</i>	60
<i>Figura 34. Medidor trifásico tetrafililar, medición indirecta en 2 elementos, conexión asimétrica</i>	61
<i>Figura 35. Medidor trifásico tetrafililar, medición indirecta en 3 elementos, conexión simétrica</i>	62
<i>Figura 36. Medidor trifásico tetrafililar, medición indirecta en 3 elementos, conexión asimétrica</i>	63



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

1 OBJETO

Este documento tiene como objetivo establecer las normas técnicas, disposiciones, requerimientos y criterios de selección para todos los elementos relacionados con los sistemas de medición de los diferentes tipos de usuarios conectados a las redes de distribución de **EMCALI**. Los requerimientos establecidos en el presente capítulo corresponden a criterios consensuados al interior de **EMCALI** Operador de Red y **EMCALI** Comercializador de Energía, por lo que serán de obligatorio cumplimiento para la totalidad de usuarios conectados a las redes de **EMCALI**.

2 ALCANCE

La Norma de Instalación y Medida aplica para todos los nuevos proyectos que sean desarrollados, la modificación de sistemas de medición existentes o para la instalación de nuevos equipos de medición de energía, en usuarios conectados o por conectar bajo las redes de **EMCALI**, ya sea en la ciudad de Cali o bajo sus áreas de influencia como Yumbo y Puerto Tejada.

La constante evolución de los diferentes temas tecnológicos, a los cuales no son ajenos los sistemas de medición, hace que igualmente los aspectos normativos y regulatorios tengan una continua modernización. La normatividad técnica aplicable a las instalaciones eléctricas ha sido y sigue siendo objeto de modificaciones, entre las cuales están las actualizaciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, normas NTC aplicables, reglamentos de metrología, nuevas resoluciones de organismos del estado, etc.

Por lo anterior, cuando por razones de evolución tecnológica se presenten discrepancias entre las disposiciones incluidas en la presente norma, y normas técnicas o regulaciones relacionadas con los sistemas de medición de energía aceptados en nuestro medio, se podrá presentar su respectiva sustentación para efectos de análisis y aceptación o no por parte de **EMCALI**.

Los requerimientos descritos en la presente Norma de Instalación y Medida deberán ser cumplidos por Ingenieros Electricistas, Firmas de Ingenieros, Técnicos Electricistas, Tecnólogos y el personal de cuadrillas de instaladores y de mantenimiento de la empresa que desarrolle sus actividades en usuarios bajo las redes eléctricas de **EMCALI**.

Todos los usuarios deben cumplir con los requerimientos de la presente norma, independiente de la cantidad de fases a utilizar. Los diferentes tipos de usuarios son:

- Usuarios en viviendas individuales unifamiliares.
- Usuarios en viviendas en conjuntos multifamiliares.
- Usuarios en viviendas en parcelaciones.
- Usuarios comerciales en centros comerciales o grandes superficies.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA	
	GM 2020	VERSIÓN: 1

- Usuarios comerciales en locales individuales.
- Usuarios industriales.
- Alumbrado público.

3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

La presente norma ha tenido como referencia las disposiciones incluidas en las normas referencias en la Tabla 1. Para las referencias fechadas, solamente aplica la edición citada, mientras que para referencias no fechadas, aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier adenda).

Tabla 1. Normatividad de referencia

Ítem	Norma / Entidad	Descripción
1.	RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
2.	NTC 2050	Código Eléctrico Colombiano
3.	NTC 5019	Selección de Componentes del Sistema de Medición de Energía Eléctrica
4.	CREG 038 2014	Por la cual se modifica el Código de Medida contenido en el Anexo general del Código de Redes
5.	Resolución MINMINAS 40072 de 2018	Por la cual se establecen los mecanismos para implementar la Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) en el servicio público de energía eléctrica
6.	NTC 6079	Requisitos para Sistemas AMI en Redes de Distribución de Energía Eléctrica

4 DEFINICIONES

Para la correcta comprensión de esta norma, a continuación se presenta la definición de algunos términos utilizados a lo largo del presente capítulo, las cuales en su gran mayoría han sido tomadas de la tercera actualización de la norma NTC 5019, de julio 2018:

ACOMETIDA ELÉCTRICA: Derivación de la red local del servicio respectivo que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios la acometida llega hasta el registro de corte general.

ACREDITACIÓN: Atestación de tercera parte relativa a un organismo de evaluación de la conformidad que manifiesta la demostración formal de su competencia para llevar a cabo tareas específicas de evaluación de la conformidad.

CALIBRACIÓN: Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación.

Nota 1. Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de calibración. En algunos casos, puede consistir en una corrección aditiva o multiplicativa de la indicación con su incertidumbre correspondiente.

Nota 2. Conviene no confundir la calibración con el ajuste de un sistema de medición, a menudo llamado incorrectamente "auto-calibración", ni con una verificación de la calibración.

Nota 3. Frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración.

CARGA NOMINAL (BURDEN): Valor de la carga en el cual se basan los requisitos de exactitud del transformador de corriente (t.c.), establecidos en la NTC 2205 o del transformador de tensión (t.t.), establecidos en la NTC 2207.

CARGA O CAPACIDAD INSTALADA: Carga instalada o capacidad nominal que puede soportar el componente limitante de una instalación o sistema eléctrico.

CARGABILIDAD: Relación entre la corriente máxima y la corriente básica o la corriente nominal de un medidor de energía.

CLASE DE EXACTITUD: Designación asignada a un transformador de tensión o de corriente cuyos errores permanecen dentro de los límites especificados para las condiciones de uso prescritas.

CORRIENTE A PLENA CARGA: Valor de corriente máxima en una instalación eléctrica calculado con base en la capacidad instalada.

Para instalaciones con transformador de potencia exclusivo, la capacidad instalada corresponde a la potencia aparente nominal del transformador.

El valor de la corriente debe ser calculado con base en las siguientes fórmulas:

Para servicios monofásicos bifilares:
$$I_{pc} = \frac{S_t}{V_{fn}}$$

Para servicios monofásicos trifilares:
$$I_{pc} = \frac{S_t}{V_{ff}}$$

Para servicios bifásicos trifilares:
$$I_{pc} = \frac{S_t}{2 V_{fn}}$$

Para servicios trifásicos trifilares o tetrafilares:
$$I_{pc} = \frac{S_t}{\sqrt{3} V_{ff}}$$



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Donde:

S_t = Capacidad instalada.

I_{pc} = Corriente a plena carga.

V_{fn} = Tensión fase - neutro en la instalación eléctrica.

V_{ff} = Tensión fase a fase en la instalación eléctrica

CORRIENTE BÁSICA (I_b): Valor de la corriente de acuerdo con el cual se fija el desempeño de un medidor de conexión directa.

CORRIENTE DINÁMICA NOMINAL (I_{dyn}): Valor pico de la corriente primaria que un transformador soportará sin sufrir daño eléctrico o mecánico debido a las fuerzas electromagnéticas resultantes, cuando el devanado secundario está en cortocircuito.

CORRIENTE NOMINAL (I_n): Valor de la corriente de acuerdo con el cual se fija el desempeño de un medidor conectado a transformadores.

CORRIENTE MÁXIMA ($I_{máx}$): Máximo valor de la corriente que admite el medidor cumpliendo los requisitos de exactitud de la norma respectiva.

Nota. Para medidores conectados a través de transformadores de corriente, la corriente máxima del medidor corresponde al valor de la corriente máxima admisible en el secundario del transformador de corriente. Los valores normalizados de la corriente máxima son 120%, 150% y 200% de la corriente nominal.

CORRIENTE PRIMARIA NOMINAL: El valor de la corriente primaria en la cual se basa el funcionamiento del transformador.

CORRIENTE PRIMARIA NOMINAL EXTENDIDA: El valor de la corriente primaria, por encima del valor de la corriente primaria nominal, hasta el cual se garantizan los requerimientos de exactitud del t.c. definidos en la NTC 2205 para la corriente primaria nominal.

CORRIENTE SECUNDARIA NOMINAL: El valor de la corriente secundaria en la cual se basa el funcionamiento del transformador.

CORRIENTE TÉRMICA NOMINAL DE CORTA DURACIÓN (I_{th}): Valor eficaz de la corriente primaria que un transformador soportará durante 1 s sin sufrir efectos perjudiciales, cuando el secundario está en cortocircuito.

EQUIPO DE MEDIDA: Dispositivo destinado a la medición o registro del consumo o de las transferencias de energía.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

FACTOR DE CARGABILIDAD: Relación entre la corriente primaria nominal extendida y la corriente primaria nominal del t.c.

FRECUENCIA NOMINAL O DE REFERENCIA: Valor de la frecuencia en función de la cual se fija el desempeño del medidor.

ÍNDICE DE CLASE: Número que expresa el límite del error porcentual admisible para todos los valores del rango de corriente entre $0,1 I_b$ e $I_{máx}$, o entre $0,05 I_n$ e $I_{máx}$ con factor de potencia unitario (y en caso de medidores polifásicos con cargas balanceadas) cuando el medidor se ensaya bajo condiciones de referencia (incluyendo las tolerancias permitidas sobre los valores de referencia) tal como se define en la parte relativa a requerimientos particulares.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

LABORATORIO ACREDITADO: Laboratorio de ensayos o de calibración, reconocido por un organismo de acreditación, que cumple con los requisitos de competencia técnica establecidos en la norma NTC-ISO-IEC 17025.

MEDIDOR DE ENERGÍA ACTIVA: Instrumento destinado a medir la energía activa mediante la integración de la potencia activa con respecto al tiempo.

MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO: Equipo de medida o dispositivo que permite el control de la entrega y registro del consumo al suscriptor o usuario, de una cantidad de energía eléctrica por la cual paga anticipadamente.

MEDIDOR DE ENERGÍA REACTIVA: Instrumento destinado a medir la energía reactiva mediante la integración de la potencia reactiva con respecto al tiempo.

MEDIDOR ELECTROMECAÁNICO: Medidor en el cual los flujos producidos por las corrientes que circulan en bobinas fijas reaccionan con las corrientes inducidas por estos flujos en un elemento móvil, generalmente un disco, haciéndolo mover de tal forma que el número de revoluciones es proporcional a la energía a ser medida.

MEDIDOR ESTÁTICO: Medidor en el cual la corriente y la tensión actúan sobre elementos de estado sólido (electrónicos) para producir una salida proporcional a la energía a ser medida.

MEDIDOR MULTIENERGÍA: Medidor que en una sola carcasa, mide dos o tres tipos de energía, Energía Activa (Wh), Energía Reactiva (varh) y ocasionalmente Energía Aparente (VAh).

MEDIDOR MULTIFUNCIÓN: Medidor multi-energía que en una sola carcasa, posee funciones que no han sido descritas en las normas básicas para medidores, como por ejemplo, puertos de comunicación, perfil de carga, elemento de corte (si aplica), dispositivo de salida de impulsos, entre otras.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

MEDIDOR MULTI-TARIFA: Medidor de energía provisto de un número de registros, cada uno de los cuales opera en intervalos de tiempo específicos correspondientes a tarifas diferentes.

ORGANISMO DE ACREDITACIÓN: Organismo con autoridad que lleva a cabo la acreditación.

Nota. La autoridad de un organismo de acreditación deriva en general del gobierno.

PREPAGO: Compra de energía con anterioridad a su consumo, en un sistema de comercialización prepago.

PUNTO DE CONEXIÓN: Punto de conexión eléctrico en el cual el equipo de un usuario está conectado a un sistema eléctrico, para propósito de transferir energía eléctrica entre las partes.

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN NOMINAL EN CORRIENTE: La relación entre la corriente primaria nominal y la corriente secundaria nominal.

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN NOMINAL EN TENSIÓN: Relación entre la tensión primaria nominal y la tensión secundaria nominal.

SERVICIO MONOFÁSICO BIFILAR: Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por un conductor correspondiente a la fase y un conductor correspondiente al neutro. La fase y el neutro pueden provenir de un transformador de potencia monofásico o trifásico.

SERVICIO MONOFÁSICO TRIFILAR: Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por dos conductores correspondientes a las fases y un conductor correspondiente al neutro provenientes de un transformador de potencia monofásico.

SERVICIO BIFÁSICO TRIFILAR: Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por dos conductores correspondientes a las fases y un conductor correspondiente al neutro provenientes de un transformador de potencia trifásico.

SERVICIO TRIFÁSICO TRIFILAR: Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por tres conductores correspondientes a las fases provenientes de un transformador de potencia trifásico.

SERVICIO TRIFÁSICO TETRAFILAR: Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por tres conductores correspondientes a las fases y un conductor correspondiente al neutro provenientes de un transformador de potencia trifásico.

SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN PREPAGO: Modalidad de prestación del servicio de comercialización de energía eléctrica o de gas combustible al usuario final, que no requiere las actividades de lectura del medidor, reparto de facturación al domicilio y gestión de cartera en relación con el consumo, por cuanto el consumo se ha prepago.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

SISTEMA DE MEDICIÓN CENTRALIZADA: Sistema de medición de energía eléctrica agrupada en cajas, armarios o instalación individual, integrado por medidores de energía multienergía y multifunción, transformadores de medida (cuando aplique) y elementos que permitan el intercambio y la concentración de datos, así como la realización tanto de forma remota como local de operaciones como la toma de lecturas, procesos de conexión y/o desconexión cuando se cuente con esta funcionalidad.

SISTEMA DE MEDICIÓN O DE MEDIDA: Conjunto de elementos destinados a la medición y/o registro de las transferencias de energía en el punto de medición.

SISTEMA DE MEDICIÓN PREPAGO: Conjunto de hardware y software que permite el funcionamiento de un sistema de comercialización prepago.

TENSIÓN NOMINAL O DE REFERENCIA (V_n): Valor de la tensión en función de la cual se fija el desempeño del medidor.

TENSIÓN PRIMARIA NOMINAL: Valor de la tensión primaria que aparece en la denominación del transformador y en la cual se basa su funcionamiento.

TENSIÓN SECUNDARIA NOMINAL: Valor de la tensión secundaria que aparece en la denominación del transformador y en la cual se basa su funcionamiento.

TIPO DE SERVICIO: Característica de una instalación eléctrica relacionada con el número de fases y el número de hilos de una acometida eléctrica. Los tipos de servicio considerados en la presente norma son los siguientes:

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (t.c.): Transformador para instrumentos en el cual la corriente secundaria, en condiciones normales de uso, es substancialmente proporcional a la corriente primaria y cuya diferencia de fase es aproximadamente cero para una dirección apropiada de las conexiones.

TRANSFORMADOR DE TENSIÓN (t.t.): Transformador para instrumentos en el cual la tensión secundaria en las condiciones normales de uso es substancialmente proporcional a la tensión primaria y cuya diferencia de fase es aproximadamente cero, para un sentido apropiado de las conexiones.

TRANSFORMADOR PARA INSTRUMENTOS: Transformador previsto para alimentar instrumentos de medida, medidores, relés y otros aparatos similares.

VERIFICACIÓN INICIAL: Verificación que se realiza a un medidor antes de ser instalado en una red eléctrica.

VERIFICACIÓN POSTERIOR: Verificación que se realiza a un medidor retirado de su sitio de instalación para comprobar el estado en el cual venía funcionando.



5 NIVELES DE TENSIÓN

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

Nivel de Tensión 1. Las de tensión nominal menor que 1 kV.

Nivel de Tensión 2. Las de tensión nominal mayor o igual que 1 kV y menor que 30 kV.

Nivel de Tensión 3. Las de tensión nominal mayor o igual que 30 kV y menor que 57,5 kV.

Nivel de Tensión 4. Las de tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV.

En la tercera actualización de la norma NTC 5019 - Selección de Componentes del Sistema de Medición de Energía Eléctrica, se encuentran relacionados los niveles de tensión establecidos en el RETIE.

6 TIPOS DE USUARIOS

6.1 USUARIOS REGULADOS

Usuarios dentro del área de influencia de **EMCALI**, atendidos directamente por **EMCALI**, con consumos inferiores a 55.000 kWh/mes y demandas inferiores a 100 kW. De acuerdo con las características de consumo puede ser residencial, comercial, industrial u oficial.

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

6.2 USUARIOS NO REGULADOS

Usuarios dentro del área de influencia de **EMCALI**, atendidos directamente por **EMCALI**, con consumos iguales o superiores a 55.000 kWh/mes y demandas iguales o superiores a 100 kW, a los que se les exige ciertas características especiales en sus equipos de medida.

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

6.3 FRONTERAS DE INTERCAMBIO COMERCIAL

Puntos de intercambio comercial entre **EMCALI** y otros agentes del Mercado de Energía Mayorista - MEM, otros Operadores de Red y otros Comercializadores. Dentro de este grupo se incluyen los puntos de transferencia de energía con el Sistema de Transmisión Nacional - STN y el Sistema de Distribución Local -SDL (subestaciones de energía, fundamentalmente) y los puntos de intercambio con otros comercializadores (clientes de otros comercializadores dentro del área de influencia de **EMCALI**). Los



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

equipos de medida de estas fronteras deben cumplir los mismos requerimientos de los usuarios no regulados.

Los límites para pertenecer al mercado Regulado y No Regulado son establecidos por la Resolución CREG 131 de 1998, o aquella que la modifique o sustituya. Los sistemas de medición de los usuarios No Regulados o que constituyan una Frontera de Intercambio Comercial, deberán cumplir con lo establecido en el Código de Medida, el cual se encuentra contenido en la Resolución CREG 038 de 2014, o en aquella que la modifique o sustituya.

Estas exigencias se considerarán como los requisitos mínimos que deben cumplir los sistemas de medición de cualquier tipo de usuario, dependiendo del consumo o transferencia de energía mensual. La Tabla 2 presenta los tipos de usuarios en función de su consumo mensual y/o capacidad instalada, así como el índice de clase requerido en los diferentes elementos del sistema de medición a utilizar.

Tabla 2. Tipos de usuarios según Resolución CREG 038 de 2014

Tipo de Puntos de Medición	Consumo o Transferencia de Energía, C, [MWh-mes]	Capacidad Instalada, CI, [MVA]	Índice de Clase para Medidores de Energía Activa	Índice de Clase para Medidores de Energía Reactiva	Clase de Exactitud para Transformadores de Corriente	Clase de Exactitud para Transformadores de Tensión
1	$C \geq 15.000$	$CI \geq 30$	0,2 S	2	0,2 S	0,2
2	$15.000 > C \geq 500$	$30 > CI \geq 1$	0,5 S	2	0,5 S	0,5
3	$500 > C \geq 50$	$1 > CI \geq 0,1$	1	2	0,5	0,5
4	$50 > C \geq 5$	$0,1 > CI \geq 0,01$	1 o 2	2 o 3	--	--
5	$C < 5$	$CI < 0,01$				

7 ACOMETIDA

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

Un inmueble u otra estructura sólo puede ser servido por una acometida. Se exceptúan los siguientes casos, en los cuales cada acometida debe indicar una placa permanente que identifique las áreas atendidas por la acometida, de acuerdo con el Artículo 230, numeral 230.2 ítem (E):

a. Condiciones especiales. Se debe permitir acometidas adicionales que alimenten:

- Bombas contra incendios.
- Sistemas de emergencia.
- Sistemas de reserva legalmente exigidos.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

- Sistemas de reserva opcionales.
- Sistemas generadores de energía paralelos.
- Sistemas diseñados para la conexión a múltiples fuentes
- de suministro con el fin de mejorar la confiabilidad.

b. Áreas especiales. Mediante permiso especial, se debe permitir acometidas adicionales para uno de los siguientes:

- Edificios con múltiple área, en donde no hay espacio disponible para equipos de acometida accesibles a todos los usuarios.
- Un edificio individual u otra estructura lo suficientemente grande, para hacer necesarias dos o más acometidas.

c. Requisitos de capacidad. Se permite acometidas adicionales bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- Instalaciones con corrientes superiores a 500 A, a una tensión de alimentación de 1000 V o menos, las cuales deben ser limitadas con potencias menores al 15% de la capacidad del transformador.
- Los requisitos de carga de una instalación monofásica son mayores que los que se suministra normalmente a través de una sola acometida.
- Instalaciones con permiso especial, tales como instalaciones temporales o provisionales.

d. Características diferentes. Se debe permitir acometidas adicionales para diferentes tensiones, frecuencias o fases o para diferentes usos, como por ejemplo diferentes esquemas tarifarios.

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

No se aceptarán acometidas con empalmes, garantizando que todo conductor de una acometida será de un mismo calibre durante todo su trayecto. Las acometidas deberán garantizar su adecuada identificación en cada extremo, mediante marquillas resistentes e indelebles.

7.1 TIPOS DE ACOMETIDA

Las acometidas pueden ser de los siguientes tipos:

a. Acometidas en media tensión:

1. Acometida Aéreas en Media Tensión.
2. Acometida Subterránea en Media Tensión.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

3. Acometida Mixta en Media Tensión.

b. Acometidas en Baja Tensión:

1. Acometida Aéreas en Baja Tensión.

2. Acometida Subterránea en Baja Tensión.

3. Acometida Mixta en Baja Tensión.

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

Para un mayor nivel de detalle en los requerimientos al momento de seleccionar los conductores y equipos de una acometida, la Figura 1 detalla las secciones de la NTC 2050 donde se encuentran descritos.

7.2 ACOMETIDAS EN MEDIA TENSIÓN

Las acometidas en media tensión pueden ser aéreas, subterráneas o mixtas. Los criterios de diseño, selección de los componentes se pueden consultar en las siguientes normas:

- Conductores en el Capítulo 2. Conductores de la Norma de Diseño de Media y Baja Tensión.
- Apoyos en el Capítulo 3, Redes de Distribución Aéreas Desnudas en Media y Baja Tensión de la Norma de. Diseño de Media y Baja Tensión o en la Norma de Red Semiaislada, según donde vaya a ser instalada.
- Ductos y cámaras subterráneas en el Capítulo 7, Cámaras y Canalizaciones, de la Norma de Diseño de Media y Baja Tensión.

7.3 ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN

La selección de la acometida deberá ejecutarse de conformidad con la Sección 220 de la Norma NTC 2050 vigente y deberá adicionalmente cumplir con todos los requisitos establecidos en el Capítulo 2. Conductores, de la Norma de Diseño de Media y Baja Tensión, así como los calibres normalizados presentados en la Norma de la Red Pre-ensamblada de **EMCALI**.

7.3.1 Acometidas Aéreas en Baja Tensión

La acometida aérea, desde el poste que soporta la red en baja tensión hasta el sitio de ubicación de la medición de energía, se efectuará en cable de aluminio concéntrico aislado conectado a la red mediante la caja de distribución para acometidas, o directamente a la red abierta en baja tensión.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Los cables de aluminio concéntricos deberán cumplir con las normas ASTM B800 (NTC 5535), ASTM B801, UL 1581 NTC 3203) y UL 854 (NTC 4564).

Los conductores de fase dispondrán de una capa aislante de XLPE, con una temperatura de trabajo de hasta 90°C. En el caso del neutro, éste dispondrá de una capa aislante de PVC retardante a la llama, resistente al calor, los rayos solares, la humedad y la abrasión.

Los conductores concéntricos de aluminio estarán formados por alambres de aluminio serie 8000 clase B, la composición química deberá estar de acuerdo con la norma ASTM B800 en el inciso 4.

La composición química de los conductores de aluminio concéntricos será conforme con el ítem 4 de la norma ASTM B800 y estarán formados por alambres de aluminio Clase B de la serie 8000. La relación de las sucesivas capas de los alambres se ajustará a lo establecido en el apartado 6 de la norma ASTM B801.

Los conductores concéntricos normalizados son 6 AWG y 4 AWG para conductores bipolares, 6 AWG, 4 AWG y 2 AWG para conductores tripolares y 4 AWG y 2 AWG en configuración tetrapolar.

El conductor concéntrico contará con un recubrimiento de XLPE clase 43 según la norma UL 1581. El color del recubrimiento del aislamiento de las fases deberá estar de acuerdo con el Artículo 11.4 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), o el que lo modifique o sustituya.

Fase del conductor monofásico 120 V: Color Negro: 2x6 AWG, 2x4 AWG.

Fases conductor monofásico trifilar 240/120 V: Color Negro y Rojo: 3x6 AWG, 3x4 AWG, 3x2 AWG.

Fases conductor trifásico 208/120 V: Color Amarillo, Azul y Rojo: 4x4 AWG.

Las características dimensionales de los conductores de aluminio se ajustarán a lo establecido en el apartado 7 de la Norma ASTM B801.

No se permitirán más de tres acometidas para un mismo inmueble (cuando éste se encuentre fraccionado en tres apartamentos totalmente independientes), éstas acometidas deben derivarse desde un mismo nodo de circuito.

Para las acometidas de usuarios con el sistema de medición en la fachada, se deberá cumplir lo establecido en el Artículo 27.3 del RETIE vigente o las disposiciones que lo modifiquen o sustituyan. En dicho artículo se especifica que “no se permitirá el uso de conductores a la vista, ni incrustados directamente, los cables que lleguen a la caja del medidor deben ser encerrados en tubería metálica incrustada y en los lugares donde por limitaciones de los materiales de las paredes no se pueda hacer la incrustación, la canalización debe ser certificada para intemperie y a prueba de impacto no menor al de la tubería metálica tipo intermedio. Se aceptarán cables a la vista sólo si el cable de la acometida es tipo concéntrico con cubierta XLPE o HDPE, no presenta bucles que generen contaminación visual en la fachada, no contravengan las normas de planeación municipal o disposiciones de las autoridades municipales competentes sobre fachadas y se le comunique previamente al usuario. No serán



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

necesarios acuerdos ni disposiciones especiales con las autoridades municipales ni con los usuarios, cuando al usuario se le ha comprobado fraude o cuando las pérdidas atribuibles a los usuarios superen el 10%, después de restarle a los valores de la macromedición en BT, en el transformador objeto de control, la energía facturada a todos los usuarios alimentados desde ese transformador y las pérdidas técnicas de la red de BT.

En la instalación de la acometida se deben tomar las medidas necesarias para evitar que esta se convierta en canal de transporte de agua lluvia a la fachada o al equipo de medida.

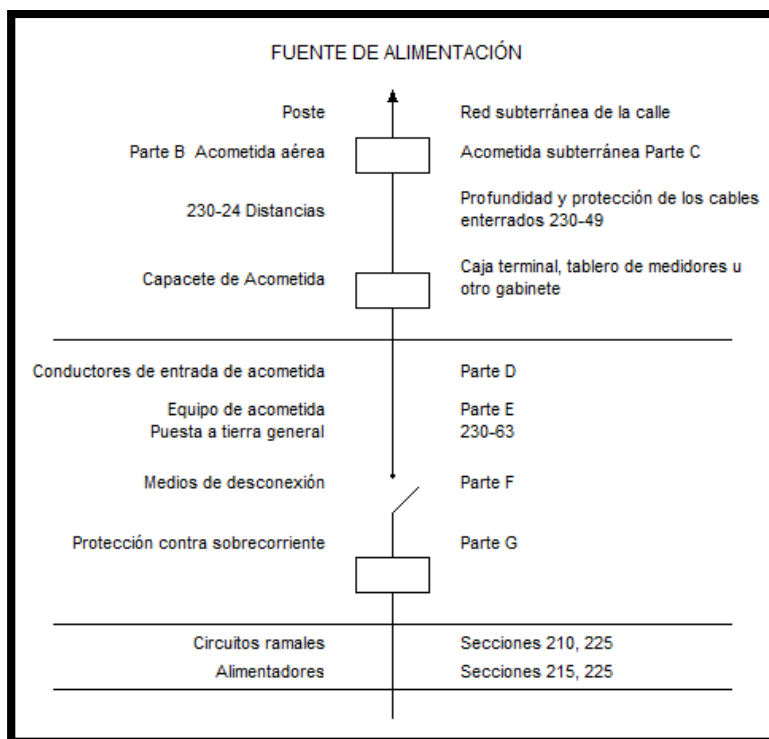


Figura 1. Norma NTC 2050 - Acometidas

Para aquellos edificios que requieran cuatro o más servicios de energía, se debe instalar un tablero con barraje y totalizador general de acuerdo con la presente norma. El tablero deberá ser instalado en sitio de fácil acceso del personal de **EMCALI** para efectos de lectura y revisión de la conexión. Para la ubicación de los medidores, la primera opción será su instalación en la fachada de predio, cumpliendo con los requisitos de protección ambiental y siempre con el visor hacia la calle, de tal manera que el personal de **EMCALI** no tenga inconvenientes para su lectura y/o revisión. De no ser posible esta opción, los medidores se deberán instalar al interior del predio, siempre y cuando exista una portería asistida que permita el ingreso de los funcionarios de **EMCALI** para la debida gestión comercial de lectura y/o corte. Los tableros que agrupen sistemas de medición deberán siempre ser instalados en el primer piso de la edificación, o en casos especiales donde por causas de fuerza mayor no se pueda, **EMCALI** podrá aprobar la ubicación de los tableros en sótano, si en este se encuentra la subestación.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA	
	GM 2020	VERSIÓN: 1

Quando se trate de parcelaciones campestres en las cuales los lotes tienen áreas muy grandes (frente sobre vía igual o mayor a 25 m) y cuando las redes secundarias sean pre-ensambladas, se podrá prescindir de la caja de distribución para la conexión de las acometidas. De todas maneras, no se podrá colocar más de tres acometidas por poste (sin caja de distribución) y entre éstos no habrá una interdistancia menor a 25 m. Para todos los demás casos, las acometidas se conectarán a las cajas de distribución como se muestra en la Norma de Red Pre-ensamblada.

7.3.2 Acometidas Subterráneas en Baja Tensión

Las acometidas deben ser subterráneas, desde las cámaras hasta el sitio de medición de energía, en cable de cobre o aluminio aislado a través de tubería de PVC (cloruro de polivinilo), conectada mediante barraje aislado a prueba de inmersión. Los conductores de la acometida no deben estar empalmados. No se permitirán más de 3 acometidas para un mismo inmueble (cuando éste se encuentre fraccionado en tres (3) apartamentos totalmente independientes) y éstas deberán ser alimentadas desde un mismo circuito.

Cada acometida debe ser identificada con una marquilla de acrílico - fondo azul - de 12,5 x 25 mm x 1/8", en donde debe colocarse la dirección del predio al cual alimenta. El texto de color blanco debe tener una altura de 7 mm.

7.3.3 Acometidas Mixtas en Baja Tensión

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

Las acometidas subterráneas se instalarán desde los postes que soportan la red de baja tensión, hasta el sitio de ubicación de la medición de energía en cables de cobre o aluminio aislado a través, inicialmente, de un ducto conduit galvanizado tipo IMC o tipo RIGID con su correspondiente capacete metálico galvanizado, fijado al poste de concreto, mediante cinta y hebillas de acero inoxidable. Cada acometida debe ser identificada con una marquilla de acrílico - fondo azul - de 12,5 x 25 mm x 1/8", en donde debe colocarse la dirección del predio al cual alimenta. El texto de color blanco debe tener una altura de 7 mm. El conducto metálico llegará como mínimo a una cámara de baja tensión localizada al pie del poste. Posteriormente, en el tramo subterráneo, los conductores se llevarán en tubería conduit, de acuerdo con los criterios de la presente norma.

7.4 SELECCIÓN DE LA ACOMETIDA EN BAJA TENSIÓN

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

- Identificar el tipo de instalación (residencial, comercial, industrial).
- Cálculo de la carga instalada de la instalación (ver Capítulo 2 de la NTC 2050).
- Cálculo de la carga demandada de la instalación. (ver Capítulo 2 - NTC 2050).
- Especificar el tipo de acometida (monofásica, trifilar, bifásica o trifásica).



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

- Selección del calibre de la acometida de acuerdo con la longitud y la carga, teniendo en cuenta cumplir las exigencias de regulación de tensión.
- Selección del conducto para la acometida.

Adicionalmente cumplir con todos los requisitos establecidos en el Capítulo 2. Conductores, de la Norma de Diseño, así como la configuración y los calibres normalizados presentados en la Norma de la Red Pre-ensamblada de **EMCALI**.

La máxima caída de tensión permitida en la red secundaria será del 8%, de acuerdo con los porcentajes por tramo estipulados en la Figura 2.

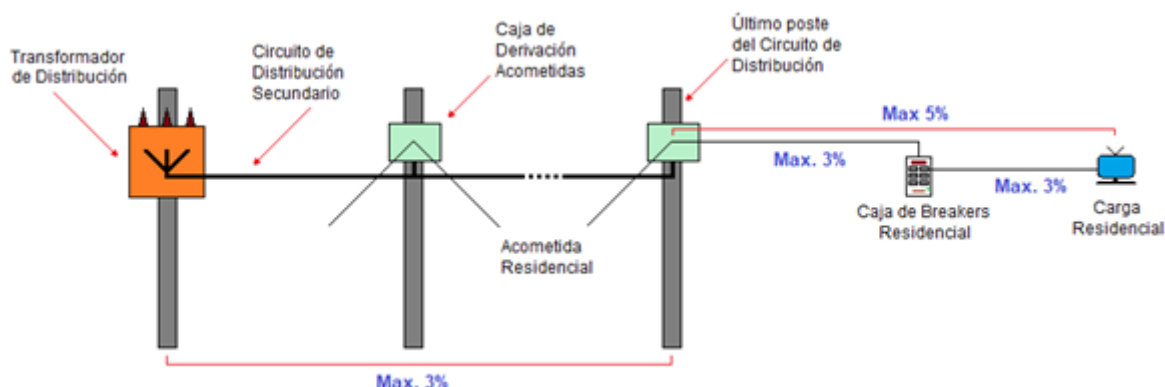


Figura 2. Máxima caída de tensión secundaria

El Capítulo 2, Conductores, de la Norma de Diseño y las Secciones 215 y 220 de NTC 2050 establecen el método de cálculo y los requisitos de las cargas de la instalación. Teniendo en cuenta que en la mayoría de las tablas de referencia que presentan los lineamientos para la selección apropiada de las acometidas, los calibres están expresados en AWG o kcmil de Cobre, a continuación, y como referencia, la Tabla 3 presenta las equivalencias entre calibres, áreas y diámetros.

Tabla 3. Equivalencias de calibre, diámetro y área

Calibre	Diámetro en mm	Área en mm ²	Calibre	Diámetro en mm	Área en mm ²
12 AWG	2,05	3,31	300 kcmil	13,91	152,01
10 AWG	2,59	5,26	350 kcmil	15,03	177,35
8 AWG	3,26	8,36	400 kcmil	16,06	202,68
6 AWG	4,11	13,3	500 kcmil	17,96	253,35
4 AWG	5,19	21,1	600 kcmil	19,67	304,02
3 AWG	5,82	26,7	700 kcmil	21,25	354,69
2 AWG	6,54	33,6	750 kcmil	22,00	380,03
1 AWG	7,35	42,4	800 kcmil	22,72	405,37
1/0 AWG	8,25	53,5	900 kcmil	24,10	456,04



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Calibre	Diámetro en mm	Área en mm ²	Calibre	Diámetro en mm	Área en mm ²
2/0 AWG	9,26	67,4	1.000 kcmil	25,40	506,71
3/0 AWG	10,40	85,0	1.250 kcmil	28,40	633,38
4/0 AWG	11,70	107,0	1.500 kcmil	31,11	760,06
250 kcmil	12,70	126,68	1.750 kcmil	33,60	886,74

La Tabla 4, muestra las equivalencias entre cables de Cobre y Aluminio según la norma NTC 2050, en su Tabla 310-16.

Tabla 4. Equivalencias entre cables de cobre y aluminio a 75 °C

Calibre (Cu)	Calibre (Al)	Calibre (Cu)	Calibre (Al)	Calibre (Cu)	Calibre (Al)
12 AWG	10 AWG	1/0 AWG	3/0 AWG	500 kcmil	750 kcmil
10 AWG	8 AWG	2/0 AWG	4/0 AWG	600 kcmil	900 kcmil
8 AWG	6 AWG	3/0 AWG	250 kcmil	700 kcmil	1.250 kcmil
6 AWG	4 AWG	4/0 AWG	350 kcmil	750 kcmil	1.250 kcmil
4 AWG	2 AWG	250 kcmil	400 kcmil	800 kcmil	1.500 kcmil
3 AWG	1 AWG	300 kcmil	500 kcmil	900 kcmil	1.500 kcmil
2 AWG	1/0 AWG	350 kcmil	500 kcmil	1.000 kcmil	1.750 kcmil
1 AWG	2/0 AWG	400 kcmil	600 kcmil		

Para la Tabla 5, los datos en VA corresponden a cargas instaladas y deben ser calculadas como se indica en el Capítulo 2 de la NTC 2050.

Tabla 5. Tipo de acometida según la carga instalada

Carga (VA), C	Tipo de Acometida
$C \leq 10.000$	Bifilar o Trifilar (con medidor de 15 - 60 A)
$10.000 < C \leq 20.000$	Trifilar (con medidor de 80 a 100 A, según carga)
$20.000 < C$	Trifásica
$20.000 < C$	Trifilar (solo para sector rural donde no existan redes trifásicas)

El conductor neutro debe ser del mismo calibre del conductor de fase, con excepción de la acometida trifásica.

Toda acometida aérea llegará a un conducto galvanizado con capacete, (ver Norma de Construcción y Capítulo 2 de la NTC 2050).

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



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Tipo de Acometida

Longitud Máxima

Bifilar	15 m
Trifilar	20 m
Trifásica	30 m

Para casos particulares en los que la longitud de la acometida supere las longitudes máximas planteadas, se deberá presentar las memorias de cálculo para ser aprobados por el Departamento de Proyectos de **EMCALI**.

7.5 CÁLCULO DE DEMANDA MÁXIMA Y REGULACIÓN

Para el cálculo de las demandas máximas de acometidas múltiples debe seguirse el procedimiento explicado en el Capítulo 2, Conductores de la Norma de Diseño de Media y Baja Tensión. El cálculo de la regulación se realiza para la validación del conductor seleccionado para alimentar las cargas, teniendo en cuenta además los criterios exigidos en el RETIE de cortocircuito y pérdidas.

7.6 SELECCIÓN DE DUCTOS

El diámetro de los ductos de las acometidas se seleccionará de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 9 de la norma NTC 2050. La Tabla 6 presenta dichos requerimientos, los cuales aplican tanto a acometidas aéreas como subterráneas, teniendo en cuenta que el conducto correspondiente al bajante (a la vista), debe ser conduit metálico galvanizado tipo IMC y el correspondiente al tramo subterráneo debe ser conduit no metálico, PVC.

Tabla 6. Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores

Número de Conductores	1	2	Más de 2
Todos los tipos de Conductores	53%	31%	40%

8 EQUIPOS DE MEDIDA

8.1 REQUISITOS TÉCNICOS GENERALES PARA LOS EQUIPOS DE MEDIDA

Los aspectos relacionados con la selección de los equipos de medida a instalar en las redes de **EMCALI** se sujetarán a lo establecido en la norma NTC 5019 - SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, en su versión más actualizada. La norma incluye las características adecuadas para medidores de energía activa y reactiva, transformadores de tensión (t.t.) y transformadores de corriente (t.c.), bloques de pruebas, interruptores temporizados, cables de conexión entre los transformadores de medida (t.c./t.t.) y el medidor, esquemas de conexión, dispositivos de salida, parametrización e intercambio de datos del equipo de medida.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Todos los medidores de energía utilizados para usuarios en redes de **EMCALI** deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución CREG 038 de 2014, o con aquellas que la modifiquen o sustituyan, de acuerdo con los requerimientos para sus características comerciales, es decir, si requieren ser o no reportados a XM o constituyen una frontera comercial con otros agentes. Como requisito general para cualquier medidor de energía a ser instalado en las redes de **EMCALI**, independiente del tipo de usuario, es que sea multienergía y medición bidireccional.

Los medidores de energía utilizados para usuarios residenciales en redes de **EMCALI** deberán cumplir con los requisitos metrológicos y de software que emitida la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). Aparte de estas exigencias metrológicas, los medidores a utilizar en usuarios AMI, deberán cumplir con los requerimientos funcionales establecidos por la Resolución MINMINAS 40072 de 2018 o con aquellas que la modifiquen o sustituyan, así como las resoluciones CREG que sean emitidas en función de dicha resolución.

En caso de discrepancia con los requerimientos particulares, prevalecerán los incluidos en el Reglamento Metrológico de la SIC, o en resoluciones de obligatorio cumplimiento emitidos por entidades gubernamentales como por ejemplo la Comisión de Regulación de Energías y Gas (CREG), la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) o el Ministerio de Minas y Energía. La Tabla 7 presenta un resumen de los cumplimientos que deben tener los medidores dependiendo del tipo de usuario y su condición comercial.

Tabla 7. Exigencias a sistemas de medición según condición comercial

Cumplimiento Usuario	Norma NTC 5019	Resolución CREG 038 de 2014 (*)	Norma NTC 6079	Reglamento de Metrología Legal - SIC	Resolución MINMINAS 40072 de 2018
Residencial con Sistema normal sin reporte a XM	•	•		•	
Residencial con Sistema AMI sin reporte a XM	•	•	•	•	•
Residencial o Comercial con Sistema AMI y reporte a XM	•	•	•	• (**)	•
Comercial con Sistema AMI sin reporte a XM	•	•	•		•
Comercial o Industrial sin Reporte a XM	•	•			
Frontera Comercial con reporte a XM	•	•			

(*) No todos los requerimientos de esta resolución aplicarán a todos los tipos de usuarios, habrá requisitos que no apliquen a usuarios sin reporte a XM.

(**) Aplica solamente para los usuarios residenciales.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

8.2 CONFORMIDAD CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN

De conformidad con lo establecido en el decreto 2269 de 1993 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico, los elementos que conforman el equipo de medida de energía en una instalación eléctrica deben cumplir con sus respectivas normas técnicas de fabricación. Las normas técnicas correspondientes a cada equipo de medida están definidas en la NTC 5019 en la versión más actualizada y para usuarios residenciales, adicionalmente se deberán tener en cuenta las incluidas en el Reglamento de Metrología Legal de la SIC. Para demostrar el cumplimiento de un equipo de medida con dichas normas se establecen las condiciones presentadas a continuación:

8.2.1 Conformidad de Medidores de Energía

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

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

Para confirmar el cumplimiento de los medidores con las demás normas técnicas relacionadas en la norma técnica NTC 5019 en su versión más actualizada (por ejemplo las normas relacionadas con Intercambio de Datos) y para certificar la capacidad de un mismo medidor de ser conectado en dos o en tres elementos, se requiere una declaración de conformidad expedida por el fabricante.

Para medidores destinados a usuarios residenciales, se deberá dar cumplimiento a los requisitos de conformidad que establezca la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

8.2.2 Conformidad de Transformadores para Instrumentos de Medida

Los transformadores para instrumentos de medida deberán contar con un Certificado de Conformidad de Producto con la respectiva norma técnica NTC 2205 (IEC 61869-2), NTC 2207 (IEC 61869-2), NTC 5787 (IEEE C57.13) o IEC 61869-5. El certificado debe ser expedido para todos los requisitos de la norma técnica correspondiente.

Los certificados de conformidad de producto para los equipos de medida deben ser expedidos por un organismo nacional de certificación acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) o por un organismo internacional acreditado por entidades respecto de las cuales la ONAC certifique que son parte de acuerdos multilaterales de reconocimiento mutuo de la acreditación.

Los certificados de conformidad deben ser expedidos con la versión vigente de la respectiva norma técnica y tendrán validez hasta la fecha establecida por el organismo de certificación.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

8.3 REQUISITOS TÉCNICOS PARTICULARES PARA LOS EQUIPOS DE MEDIDA

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

8.3.1 Requisitos Particulares para Medidores de Energía

- La tapa del bloque de terminales (bornera) debe ser del tipo larga, fabricada en material duroplástico o termoplástico transparente y debe cubrir los terminales, los tornillos de los terminales y por lo menos cuatro (4) centímetros de los conductores que llegan a estos.
- Los terminales deben ser bimetálicos (aluminio - cobre) resistentes a la corrosión galvánica, corrosión por salinidad y alta humedad relativa y aptos para soportar continuamente la corriente máxima del medidor. Deben estar claramente identificados sobre la bornera, en bajo o alto relieve, de acuerdo con las convenciones del esquema de conexiones del medidor. Cada terminal debe disponer de dos tornillos para la fijación de cada uno de los conductores de la acometida y las líneas de carga.
- El diagrama de conexiones del medidor debe estar impreso en su placa de características. Las marcas de la placa de características, incluyendo el número de serie, deben estar grabadas en forma indeleble sobre la superficie de la placa.
- Los medidores de energía de usuarios regulados de **EMCALI** sin reporte a XM, deberán tener un sistema de compactación entre la base y la tapa superior del medidor, que garantice que dichas partes se conviertan en una sola pieza. El sistema de sellado podrá ser por ejemplo, utilizando un pegante o por sellado ultrasonido. Adicionalmente se deberán implementar sistemas alternos que garanticen que al tratar o conseguir separar las partes (base y tapa superior), posterior a la compactación, estas ya no vuelvan a coincidir exactamente, evidenciado su manipulación, lo cual normalmente se consigue mediante la implementación de anclajes internos.
- Para medidores en sistemas de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI), no será necesaria la compactación entre la base y la tapa superior del medidor, pues estos medidores deberán cumplir con las exigencias de seguridad de la Norma NTC 5019 en su versión más actualizada, donde se establece que: *“La apertura y separación entre la tapa principal y la base se debe detectar mediante medidas apropiadas, como contactos o sensores. En caso de que se produzca se debe generar un evento en el log de seguridad”*.
- Los valores de constante mínimos para los medidores de energía activa y reactiva a utilizar en usuarios de **EMCALI**, son:



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Medidores de Energía Activa y Reactiva para Conexión Directa

- Monofásicos: 3200 imp/kWh o imp/kvarh.
- Bifásicos: 2400 imp/kWh o imp/kvarh.
- Trifásicos: 1200 imp/kWh o imp/kvarh.

Medidores de Energía Activa y Reactiva para Conexión Semidirecta e Indirecta

- Clase 0,2 S: 10000 imp/kWh o imp/kvarh.
- Clase 0,5 S: 5000 imp/kWh o imp/kvarh
- Los medidores de energía deberán ser calibrados en todos los cuadrantes que permitan medir, calibración que deberá cumplir con los requisitos de la Resolución CREG 038 de 2014, o con las que la modifiquen o sustituyan. Para medidores destinados a usuarios residenciales, se deberá dar cumplimiento a los requisitos de conformidad establecidos por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).
- Los medidores de energía a instalar en las fronteras comerciales (clientes de **EMCALI** del mercado no regulado, clientes de comercializadores diferentes a **EMCALI** y puntos de intercambio comercial) deben cumplir con lo siguiente:
 1. Deben disponer de un sistema de comunicación que garantice su gestión remota desde el Meter Data Collector (MDC) o Head-End Sytem (HES), dependiendo si son sistemas AMR o AMI. El sistema de medición podrá o no estar embebido en el medidor, en el caso de que sea un elemento externo al medidor, la fuente de alimentación del sistema de comunicación deberá ser independiente de las señales de potencial que alimentan el medidor.
 2. Debe disponer de un puerto óptico para la lectura en sitio del equipo, de acuerdo con los requerimientos de la norma NTC 4440 (IEC 61107).

8.3.2 Requisitos Particulares para Transformadores de Medida

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

- Los devanados usados para medición deben ser de uso exclusivo para este fin. En ningún caso **EMCALI** aceptará en el devanado de medición de energía cargas diferentes a las del medidor de energía activa, reactiva y las inherentes a las pérdidas en los conductores.
- Los transformadores para media tensión (Niveles de Tensión 2 y 3), deben disponer de una tapa para cubrir los bornes de los devanados secundarios. La tapa de bornera secundaria debe tener un dispositivo para la colocación de sellos de seguridad que impidan su apertura y acceso a los bornes sin retirar los respectivos sellos.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA	
	GM 2020	VERSIÓN: 1

- Los transformadores de corriente para baja tensión deben ser del tipo ventana con el núcleo y la bobina embebidos en resina. Este tipo de transformador no debe poseer bornera secundaria, el circuito secundario del transformador debe disponer de conductores externos para la conexión al medidor en cable de cobre de mínimo 1 metro de longitud y sección transversal mínimo de 12 AWG -THW (3,31 mm²). El empalme de los conductores externos con los conductores del devanado secundario debe quedar embebido en la resina del transformador.
- Deben tener marcación indeleble, donde se indique el tipo o modelo del transformador, el número de serie, la relación de transformación, la clase de exactitud, la carga nominal (Burden) en VA, la frecuencia nominal y el nombre del fabricante. Así mismo, para transformadores de corriente para media y para alta tensión, la corriente térmica y la corriente dinámica.
- La frecuencia nominal de operación de los transformadores de medida en todos los casos es de 60 Hz.
- **EMCALI**, a través de su personal autorizado, será el único encargado de efectuar el cableado y/o aprobación correspondiente, desde los transformadores de medida hasta el medidor, el cual se efectuará con cable de cobre calibre 7x12 AWG -THW (3,31 mm²), referenciado comercialmente como cable 7 colores.
- La cargabilidad de los transformadores de medición deberá cumplir con lo establecido en la norma NTC 5019, en el ítem de Carga Nominal, tanto para los transformadores de tensión como de corriente (*numerales 6.4.1.3 y 6.4.2.4. para t.c. y t.t. respectivamente, según la tercera actualización de julio 2018*).
- Se deberá garantizar que la cargabilidad de los circuitos secundarios en los transformadores de medición este siempre entre el 25% y el 100% de su valor de Burden, según la NTC 5019. Tener en cuenta que se deben incluir en los cálculos los conductores de conexión, la bornera de prueba y el medidor. Para el cálculo del Burden o carga a la que se someterá en transformador de medición, deberá tenerse en cuenta la siguiente relación:

$$B_{TOT} = B_M + B_B + B_C$$

Donde:

B_{TOT} Burden o carga total del transformador de medición.

B_M Burden o carga total del elemento de corriente o tensión del medidor, dependiendo del transformador de medición a evaluar. Para el elemento de tensión, se recomienda utilizar el valor que el fabricante indique en el catálogo, pero para los cálculos en corriente se deberán usar las magnitudes indicadas en la norma NTC 2147 (IEC 62053-22).

B_B Burden o carga total del Bloque de Pruebas, indicado por el fabricante.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA	
	GM 2020	VERSIÓN: 1

B_C Burden o carga total del cable utilizado para la conexión de señales entre el secundario del transformador de medida y el elemento de medición del medidor. El **B_C** podrá calcularse de acuerdo con la siguiente expresión:

$$B_C = I^2 * (L * R_C)$$

Donde:

I Es la corriente secundaria del transformador de medición correspondiente.

L Corresponde a la longitud del cable que lleva la señal.

R_C Es la resistencia del conductor a 75°C, que para el cable calibre 12 a utilizar, corresponde a una resistividad de 0,00656 Ω/m .

Nota: Para los t.t. se recomienda medir, lo cual facilitaría establecer el valor real de los VA de cada uno de los elementos de tensión y de esta forma asociarlos a las exigencias de las NTC. Para los circuitos de corriente se deben tener en cuenta dos cables, entrada y retorno de la corriente.

- Cuando un Transformador de Corriente sea seleccionado, se deberá tener en cuenta que la corriente a plena carga del sistema eléctrico al cual se conectará, deberá estar entre el 80% y el 120% de su corriente nominal primaria. Este rango se deriva de la siguiente expresión:

$$80\% I_{PN} \leq I_{PC} \leq 120\% I_{PN} * FS$$

Donde:

I_{PC} Es la corriente a plena carga del sistema eléctrico en el punto donde será conectado el transformador de corriente.

I_{PN} Es la corriente primaria nominal del transformador de corriente seleccionado.

FS Es el factor de sobrecarga del transformador de corriente.

- Los transformadores de corriente para media tensión (Niveles de Tensión 2 y 3), deben estar en capacidad de soportar el nivel de falla, durante el tiempo estimado para clarificar la falla por el dispositivo de protección ubicado aguas arriba en la red de **EMCALI**. La intensidad térmica del t.c. debe calcularse teniendo en cuenta la corriente de corto circuito del sistema donde va a ser instalado el transformador de corriente, empleando la siguiente relación:

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

Donde:

I_{th} Intensidad térmica del t.c. en kA.

I_{cc} Nivel de cortocircuito en el punto de instalación del t.c., en kA.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

t_{op} Tiempo de operación de la protección del circuito.

$$t_{op} = \frac{1,35}{\left[\left(I_{cc}/600\right) - 1\right]} \quad (\text{para } I_{cc} < 4800 \text{ A})$$

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

Se deberán calcular los niveles de cortocircuito de cada circuito de distribución primario o deberán ser entregados por **EMCALI** en el documento de los datos básicos o factibilidad del servicio. No se aceptarán intensidades térmicas inferiores a las calculadas con base en el nivel de cortocircuito de la red en el punto donde se van a instalar los transformadores de corriente.

- Los Transformadores de Corriente que se instalen en media tensión (Niveles de Tensión 2 y 3), podrán tener más de una relación de transformación.
- Para la selección de la relación adecuada de un transformador de corriente, se deberá tener en cuenta la Tabla 8 para sistemas de medición semi-directos y la Tabla 9 para sistemas de medición indirectos, las cuales corresponden a las incluidas en la norma NTC 5019 en su versión más actualizada.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Tabla 8. Relación de transformación de t.c. para mediciones semi-directas

Corriente a plena Carga (A)	Corriente primaria del t. c. (A)
$100 \leq I_{pc} < 120$	100
$120 \leq I_{pc} < 160$	150
$160 \leq I_{pc} < 180$	150 - 200
$180 \leq I_{pc} < 240$	200 - 250
$240 \leq I_{pc} < 300$	250 - 300
$300 \leq I_{pc} < 320$	300
$320 \leq I_{pc} < 360$	300 - 400
$360 \leq I_{pc} < 400$	400
$400 \leq I_{pc} < 480$	400 - 500
$480 \leq I_{pc} < 600$	500 - 600
$600 \leq I_{pc} < 640$	600
$640 \leq I_{pc} < 720$	600 - 800
$720 \leq I_{pc} < 800$	800
$800 \leq I_{pc} < 960$	800 - 1000
$960 \leq I_{pc} < 1200$	1000 - 1200
$1200 \leq I_{pc} < 1440$	1200 - 1500
$1440 \leq I_{pc} < 1600$	1500
$1600 \leq I_{pc} < 1800$	1500 - 2000
$1800 \leq I_{pc} < 2400$	2000
$2400 \leq I_{pc} < 3200$	3000
$3200 \leq I_{pc} < 3600$	3000 - 4000

Tabla 9. Relación de transformación de t.c. para mediciones indirectas

Corriente a plena Carga (A)	Corriente primaria del t. c. (A)
$4 \leq I_{pc} < 6$	5
$6 \leq I_{pc} < 8$	Véase la Nota 1
$8 \leq I_{pc} < 12$	10
$12 \leq I_{pc} < 16$	15
$16 \leq I_{pc} < 18$	15 - 20
$18 \leq I_{pc} < 20$	20
$20 \leq I_{pc} < 24$	20 - 25
$24 \leq I_{pc} < 30$	25 - 30
$30 \leq I_{pc} < 32$	30
$32 \leq I_{pc} < 36$	30 - 40
$36 \leq I_{pc} < 40$	40
$40 \leq I_{pc} < 48$	40 - 50
$48 \leq I_{pc} < 60$	50 - 60
$60 \leq I_{pc} < 64$	60 - 75
$64 \leq I_{pc} < 80$	75 - 80
$80 \leq I_{pc} < 90$	75 - 80 - 100
$90 \leq I_{pc} < 96$	80 - 100
$96 \leq I_{pc} < 120$	100
$120 \leq I_{pc} < 160$	150
$160 \leq I_{pc} < 180$	150 - 200
$180 \leq I_{pc} < 200$	200
$200 \leq I_{pc} < 240$	200 - 250
$240 \leq I_{pc} < 300$	250 - 300
$300 \leq I_{pc} < 320$	300
$320 \leq I_{pc} < 360$	300 - 400
$360 \leq I_{pc} < 400$	400
$400 \leq I_{pc} < 480$	400 - 500
$480 \leq I_{pc} < 600$	500 - 600

NOTA 1. (Tabla 9) Para valores de corriente entre 6 A y 8 A, el t.c. debería ser clase 0,2S o 0,5S según sea requerido.

- La corriente dinámica nominal (I_{dyn}) debe ser como mínimo 2.5 veces la corriente térmica nominal de corta duración (I_{th}).
- En caso de que el t.c. seleccionado sea de más de una relación, se deberá garantizar que la selección más adecuada y en la que se conecte el t.c. sea la más alta.
- EMCALI** aceptará sistemas de medición en baja tensión para transformadores de potencia, hasta de 150 kVA en circuitos de 13.200 V y 250 kVA en circuitos de 34.500 V. Para potencias superiores se deberán implementar los sistemas de medición en el nivel superior.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA	
	GM 2020	VERSIÓN: 1

8.3.3 Requisitos Particulares para Bloque de Prueba

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

Cumpliendo con los requerimientos de la NTC 5019, el bloque de pruebas debe tener el número de polos necesarios para separar o reemplazar los equipos de medición en forma individual con la instalación en servicio (en caso de medidor principal y de respaldo), así como para instalar un equipo patrón para calibración en sitio del equipo de medida.

En caso de utilizar bloque de pruebas tipo LAINAS, las conexiones se deberán realizar como lo muestra la Figura 3.

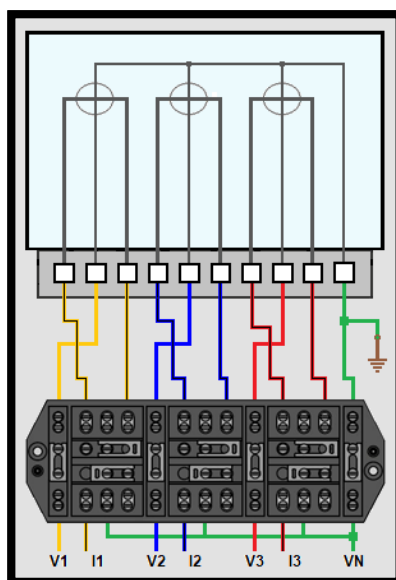


Figura 3. Conexión bloque de pruebas tipo Lainas para un medidor

8.3.4 Procedimiento para la Aceptación de Equipos de Medida

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

EMCALI solo emitirá constancia de aceptación a los equipos de medida que cuenten con el certificado de conformidad de producto expedido según lo establecido en el numeral 8.2 de la presente norma y

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA	
	GM 2020	VERSIÓN: 1

que además cumplan con los requisitos técnicos contenidos en los numerales 8.2.1 y 8.2.2 de la presente norma.

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

- Copia del certificado de aprobación de modelo o del certificado de conformidad de producto.
- Declaración de Conformidad del Producto con los requisitos técnicos contenidos en los numerales 8.2.1 y 8.2.2 de la presente norma, expedida por el fabricante.
- El software con su manual de parametrización y la respectiva licencia para instalar en cualquier equipo de **EMCALI** autorizado por la Coordinación de Pérdidas.
- Una muestra física del equipo de medida.
- Documentos técnicos (manual de calibración, resultado de ensayos tipo, características de los componentes, catálogo, etc.).

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

8.3.5 Ensayos de Rutina, Parametrización Registro y Sellado de los Equipos de Medida

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

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

9 INSTALACIÓN DE LAS MEDICIONES

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

9.1 TIPOS DE INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN

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

- Medición Directa Individual.
- Medición Directa Agrupada (instalaciones con más de cuatro usuarios).
- Medición Semidirecta Individual.
- Medición Semidirecta para Urbanizaciones en proceso de construcción.
- Medición Doble Canal.
- Infraestructura de Medición Avanzada (AMI).

En casos específicos se admiten tipos de instalación de medida, que deben estar soportados técnicamente. Cuando se presenten casos de esquemas de medición diferentes a los mencionados, se deberán realizar diseños específicos de los tableros, siguiendo los criterios que se indican en el numeral 9.2.

9.1.1 Medición Directa Individual

El diagrama unifilar para este tipo de medición es el que muestra la Figura 4. Si en un predio existe más de un punto de medida (solo en casos en los cuales cada acometida alimenta un usuario independiente), hasta un máximo de cuatro (4) conexiones, cada instalación debe contar con su equipo de medida instalado de manera individual.

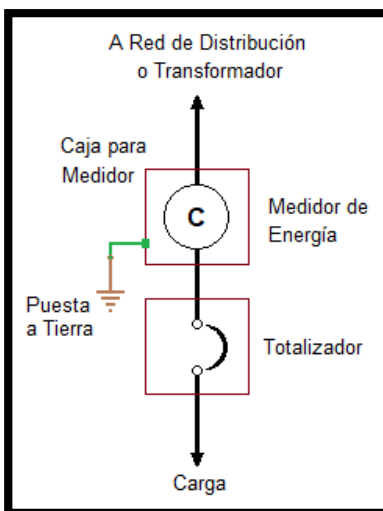


Figura 4. Diagrama unifilar para medición directa individual

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



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

Debe ser tipo intemperie y debe disponer de un visor con un vidrio o acrílico transparente, que permita la visualización de la medida pero que impida el acceso al medidor. El vidrio o acrílico deberá ser instalado mediante un soporte metálico o soportado mediante el doblado de la lámina, de tal forma que no pueda ser removido desde la parte frontal de la caja. Con el fin de evitar el ingreso de líquidos o polvos, deberá contar con un empaque de caucho tipo Z más un sello con silicona. Las características y dimensiones de la caja de contador se deben ajustar a lo indicado por **EMCALI**.

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

- Servicio provisional: Pueden colocarse en el poste, de tal forma que el eje del visor para lectura quede a 2,00 m del nivel del suelo.
- Incrustado en fachada: El eje del visor debe estar a una altura máxima de 2,0 m, o la base de la caja a una altura mínima de 0,50 m del nivel del suelo. Los conductos de entrada y salida deben ir incrustados.
- Superpuesto en fachada: La altura de instalación es igual a la del punto anterior (Incrustado en fachada) y los conductos pueden ir superpuestos a la pared y deben ser metálicos.
- En murete: Este tipo de medida sólo es admisible en el sector rural. La altura mínima de la base de la caja será de 0,5 m desde el nivel del suelo.

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

En el caso de utilizar cajas de policarbonato, se deberán tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Deben poder alojar medidores Clase 1 del tipo monofásico, bifásico o trifásico.
- Sistema de parrilla antifraude.
- Fabricadas en material polimérico (policarbonato) 100% virgen y protección UV. La base de la caja podrá ser transparente o de color gris, pero la tapa deberá ser siempre transparente.
- Debe poseer un sistema de cierre con tornillo de seguridad precintable. Eventualmente y para casos especiales, **EMCALI** podrá requerir un sistema especial de cierre antifraude para proyectos de control pérdidas.
- Visor de vidrio templado de seguridad con unas dimensiones mínimas en espesor de 4mm y tamaño de 10x10 cm, de tal manera que permitirá la traslucidez en el tiempo y la visualización del display del medidor con mayor facilidad para la toma de lecturas.

Los esquemas de conexión para los medidores de medición directa se presentan en la Figura 5 a Figura 13, de acuerdo con los diferentes tipos de servicio.

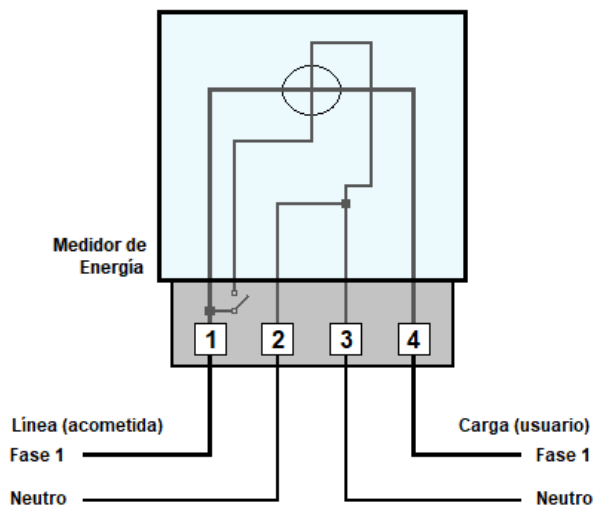


Figura 5. Medidor Monofásico Bifilar, medición directa, conexión simétrica

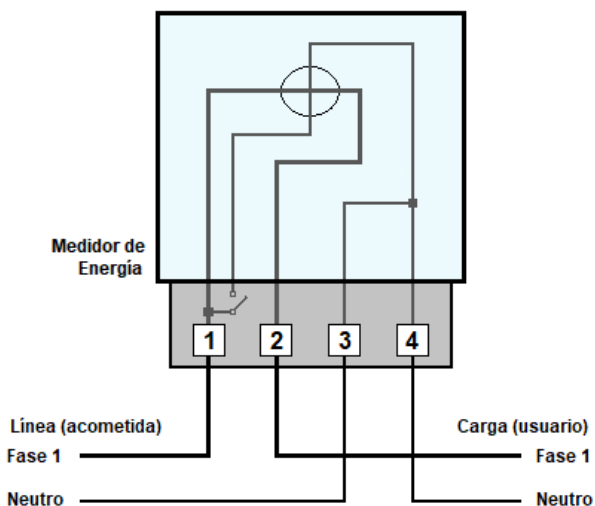


Figura 6. Medidor monofásico bifilar, medición directa, conexión asimétrica

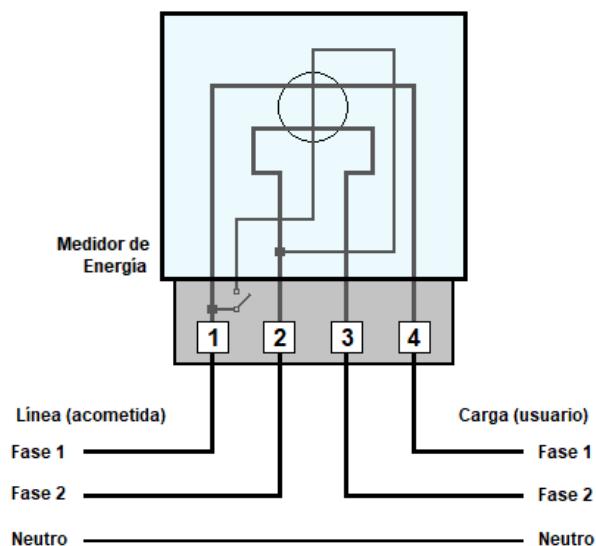


Figura 7. Medidor monofásico trifilar, medición directa, conexión simétrica

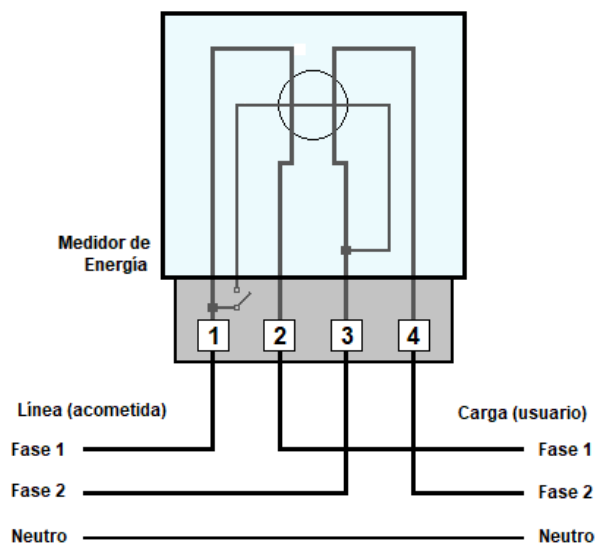


Figura 8. Medidor monofásico trifilar, medición directa, conexión asimétrica

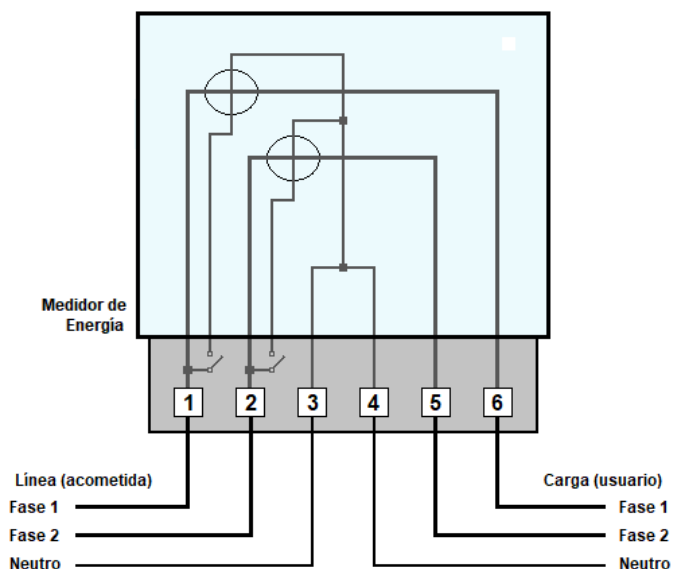


Figura 9. Medidor bifásico trifilar, medición directa, conexión simétrica Versión 1

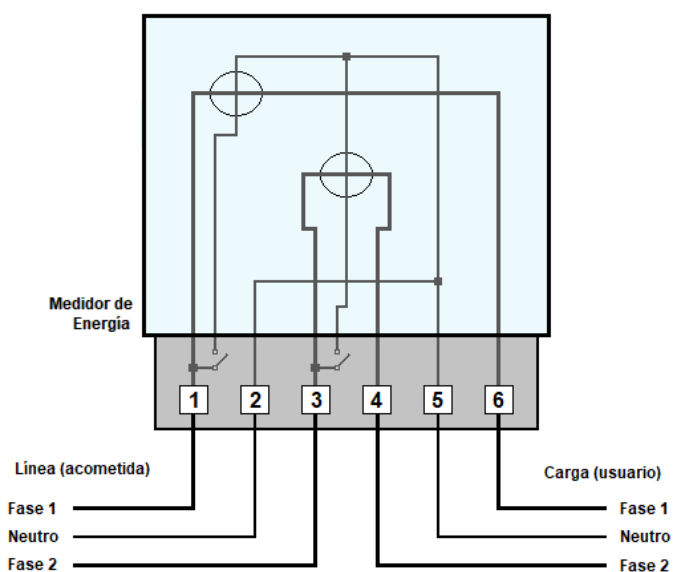


Figura 10. Medidor bifásico trifilar, medición directa, conexión simétrica Versión 2

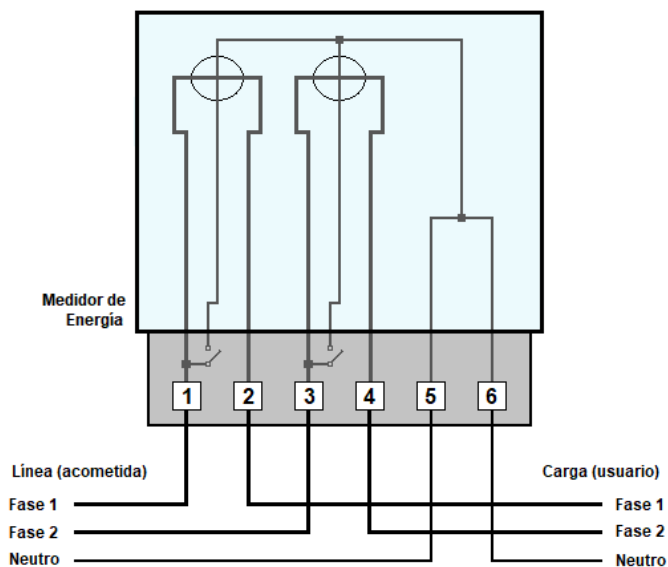


Figura 11. Medidor bifásico trifilar, medición directa, conexión asimétrica

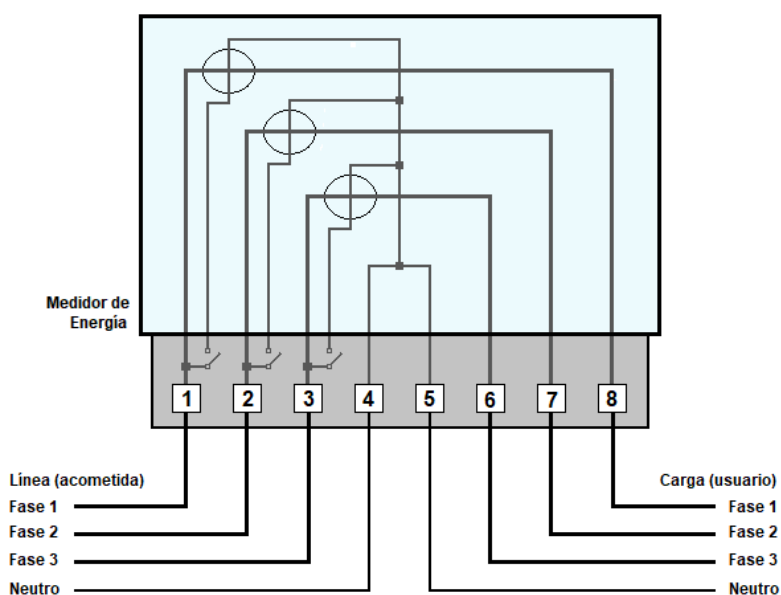


Figura 12. Medidor trifásico tetrafilar, medición directa, conexión simétrica

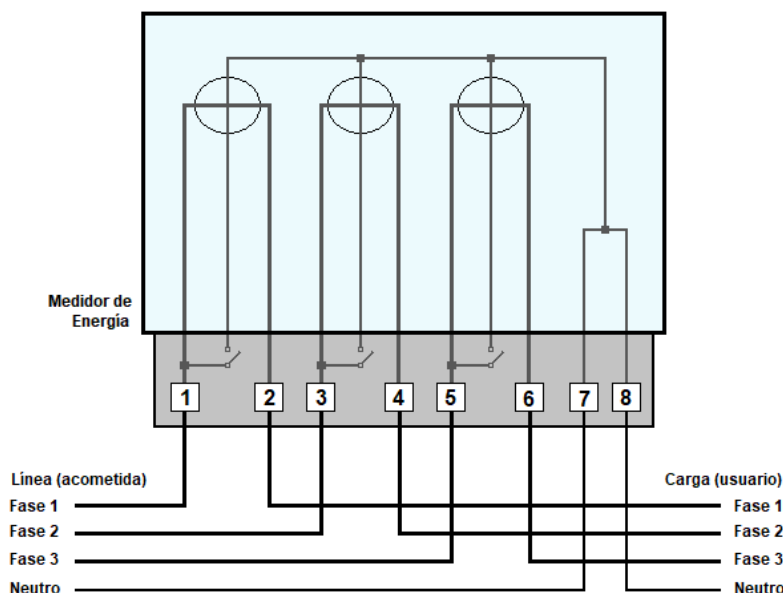


Figura 13. Medidor trifásico tetrafilar, medición directa, conexión asimétrica

9.1.2 Medición Directa Agrupada

- a) De 2 a 4 usuarios: Los medidores se deben instalar independientemente y de manera similar a la medición directa individual, tal como se indica en el numeral 9.1.1.

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

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

- b) Más de cuatro usuarios agrupados: Cuando la instalación alimenta un grupo de más de cuatro usuarios, los medidores se conectarán en este caso a un barraje, como se muestra en el diagrama unifilar de la Figura 14.

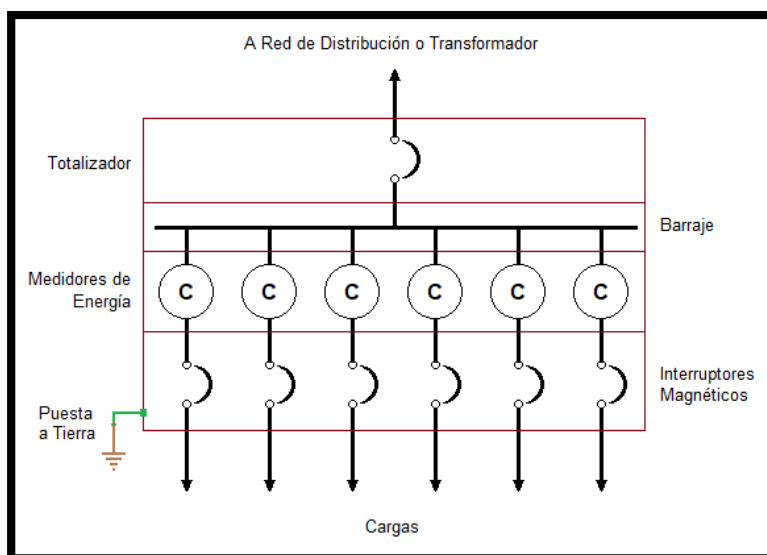


Figura 14. Diagrama unifilar para medición directa colectiva, más de 4 usuarios

En este caso se debe instalar una única acometida que alimenta un totalizador y un barraje principal y desde donde se alimentan los medidores de energía.

El compartimento que aloja el totalizador y el barraje principal debe ser precintable y permitir una fácil inspección de este.

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

El compartimiento de los interruptores automáticos parciales debe tener una tapa que lo cubra completamente, dejando solamente la salida de apoyo y accionamiento de los interruptores, esta lámina debe ser calibre 16.

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

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



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

El tablero con el conjunto de totalizador, medidores e interruptores termomagnéticos se debe instalar en espacios interiores en las edificaciones, con fácil acceso al usuario y al personal autorizado por **EMCALI**, además debe ubicarse en el primer piso o sótano de cada edificación, no se permite su instalación en niveles superiores ni en zonas, áreas o pasillos que impidan la libre circulación de las personas cuando se efectúen labores de mantenimiento o reposición de equipos de medición, por tal motivo no se permite la ubicación de dichos tableros por debajo de las gradas o escaleras que dan acceso a los niveles superiores, excepto si éstos se localizan en los sótanos. Deben tener un buen nivel de iluminación y de circulación de aire. Deben ser autosoportados, para colocar sobre una base de concreto de 10 cm de altura con respecto al nivel del piso y siempre se deben localizar bajo techo.

El diseño de los tableros debe ajustarse al número de medidores que debe contener y se deberá realizar con base en las instrucciones que se dan en el numeral 9.2.

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

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

9.1.3 Medición Semidirecta Individual

En estos casos, la corriente se mide utilizando transformadores de corriente, que se deben seleccionar cumpliendo los criterios indicados en los numerales 8.2 y 8.3.2 de la presente norma y con base en la Tabla 8.

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

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

La instalación de los t.c. se puede efectuar de las siguientes maneras:

- a) En el mismo gabinete del medidor, en una caja tipo C2 en el exterior del inmueble, de manera similar a las instalaciones de medida directa. La puerta debe disponer de perno triangular para cierre, dos bisagras instaladas en contraposición, de manera que la puerta no se pueda remover.

En la Tabla 10 se especifican las dimensiones de la caja tipo C2 y en la Figura 15 se muestra el diseño típico de esta caja, con lámina de calibre No. 16 mínimo. El diagrama unifilar para este caso se presenta en la Figura 16 .

Tabla 10. Dimensiones para caja tipo C2 (*) - un medidor con medición semidirecta o indirecta

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

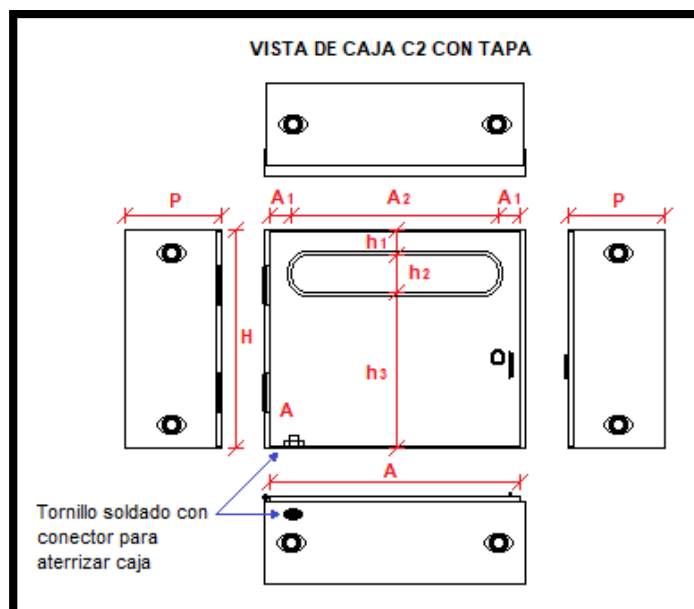


Figura 15. Caja tipo C2 para medición indirecta

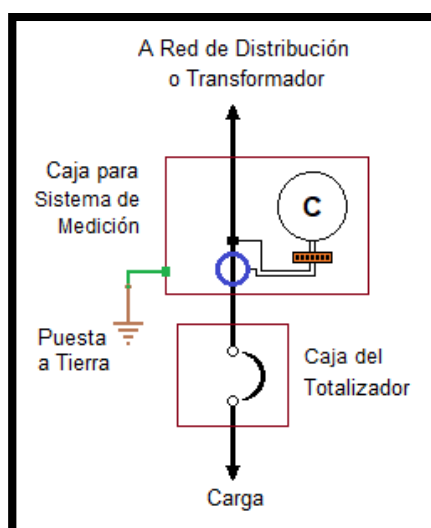


Figura 16. Diagrama unifilar para medición semidirecta en un solo gabinete

- b) Si por razones técnicas o disposición física de los elementos de la instalación (gabinetes, celdas, barrajes, conductores, etc.) no es posible instalar los transformadores de corriente en el mismo gabinete del medidor, se permitirá la instalación de los transformadores de corriente en un gabinete independiente, precintable que puede ser instalado en la salida del transformador de distribución. En este caso, el cableado de las señales de control se debe efectuar con cable blindado de siete hilos calibre 12 AWG, a través de conducto galvanizado hasta la caja del medidor. Este gabinete debe quedar lo más cerca posible a la caja del medidor (máximo 1 metro). El diagrama unifilar para este caso se presenta en la Figura 17.
- c) Inmerso en la celda del transformador de potencia. Aplica normalmente para subestaciones tipo interior. En este caso los t.c. se instalan en la salida secundaria del transformador de potencia, normalmente en cables o barras. El acceso a los cables de señal de las corrientes debe efectuarse a una bornera cortocircuitable precintable, que debe estar debidamente rotulada en el transformador de distribución. El cableado de las señales de control desde esta bornera hasta el gabinete del medidor se debe efectuar con cable blindado de siete (7) hilos calibre 12 AWG ($3,31 \text{ mm}^2$), a través de conducto galvanizado. El diagrama unifilar para este caso se presenta en la Figura 18.

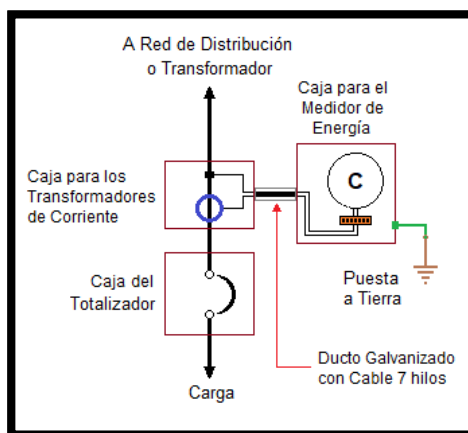


Figura 17. Diagrama unifilar para medición semidirecta en gabinetes separados

Para los casos en que el cliente posea un transformador de potencia exclusivo y éste se encuentre ubicado en la acera de enfrente o en la misma acera pero a una distancia considerable, por efectos de control de pérdidas, el Departamento de Proyectos o el Área de Control de Energía, podrá solicitar que el sistema de medición se instale en el poste a la salida del transformador de potencia. En estos casos la base de la caja que contiene el medidor de energía deberá estar a una altura de 2,25 m desde el piso, con el fin de evitar accidentes con la circulación de personas y teniendo en cuenta que este tipo de clientes poseen normalmente medidores telemedidos.

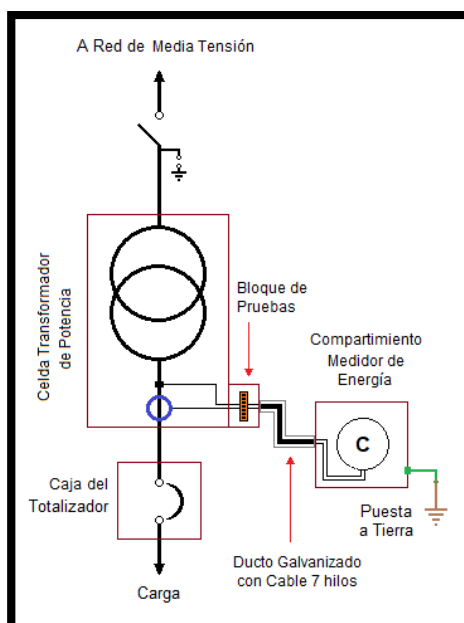


Figura 18. Diagrama unifilar para medición semidirecta, t.c. en celda de transformador

Los esquemas de conexión para los medidores de medición semidirecta se presentan en la Figura 19 a Figura 24, de acuerdo con los diferentes tipos de servicio. El cableado de las señales de medida debe cumplir con el código de colores indicado en la Tabla 12.

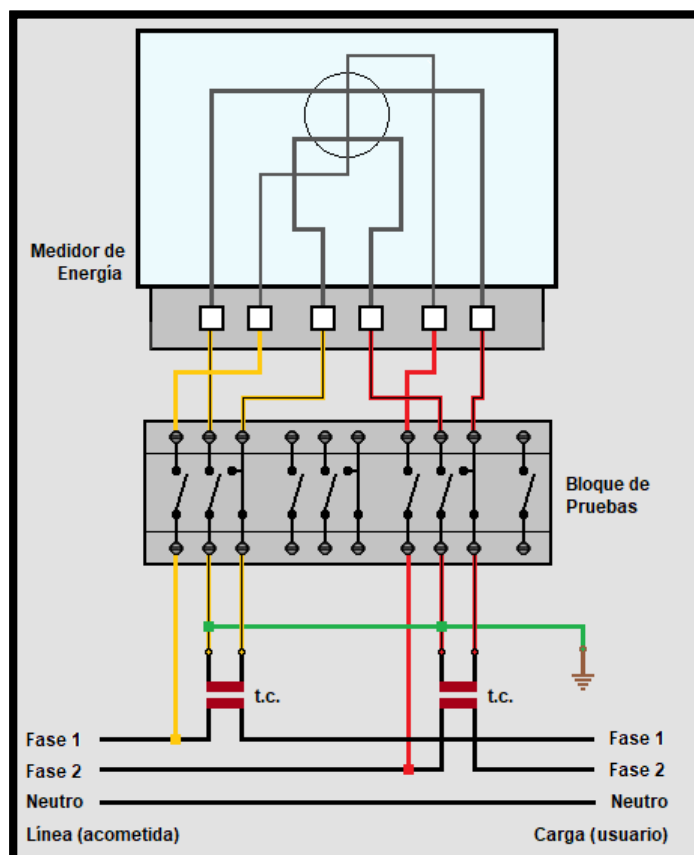


Figura 19. Medidor monofásico trifilar de elemento y medio, medición semidirecta en servicio monofásico trifilar, conexión simétrica

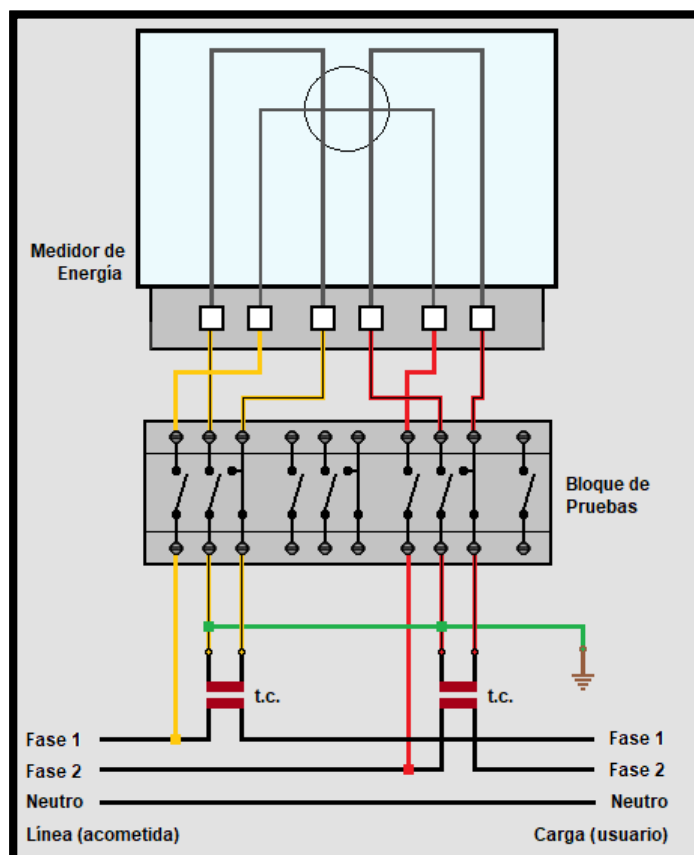


Figura 20. Medidor monofásico trifilar de elemento y medio, medición semidirecta en servicio monofásico trifilar, conexión asimétrica

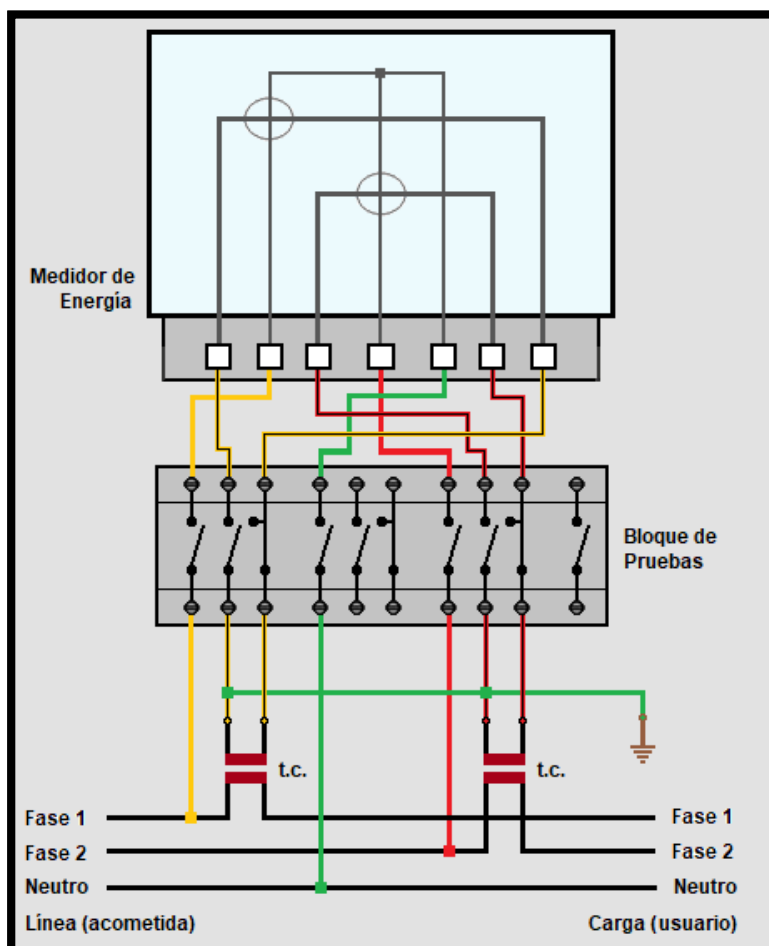


Figura 21. Medidor trifásico trifilar, medición semi-directa en 2 elementos, conexión simétrica

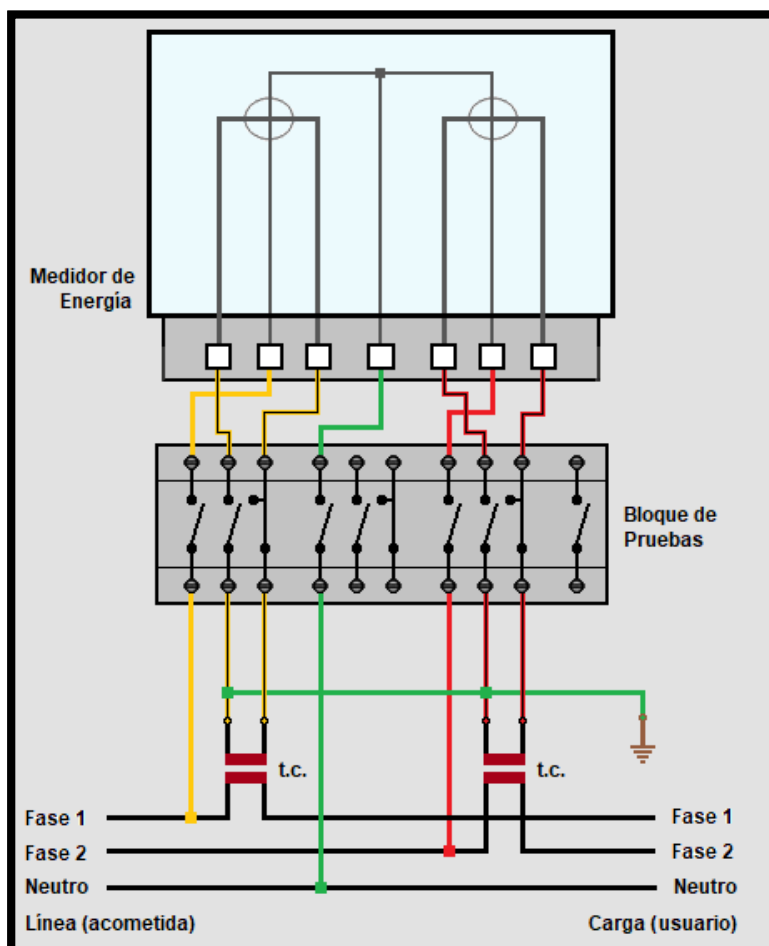


Figura 22. Medidor trifásico trifilar, medición semi-directa en 2 elementos, conexión asimétrica

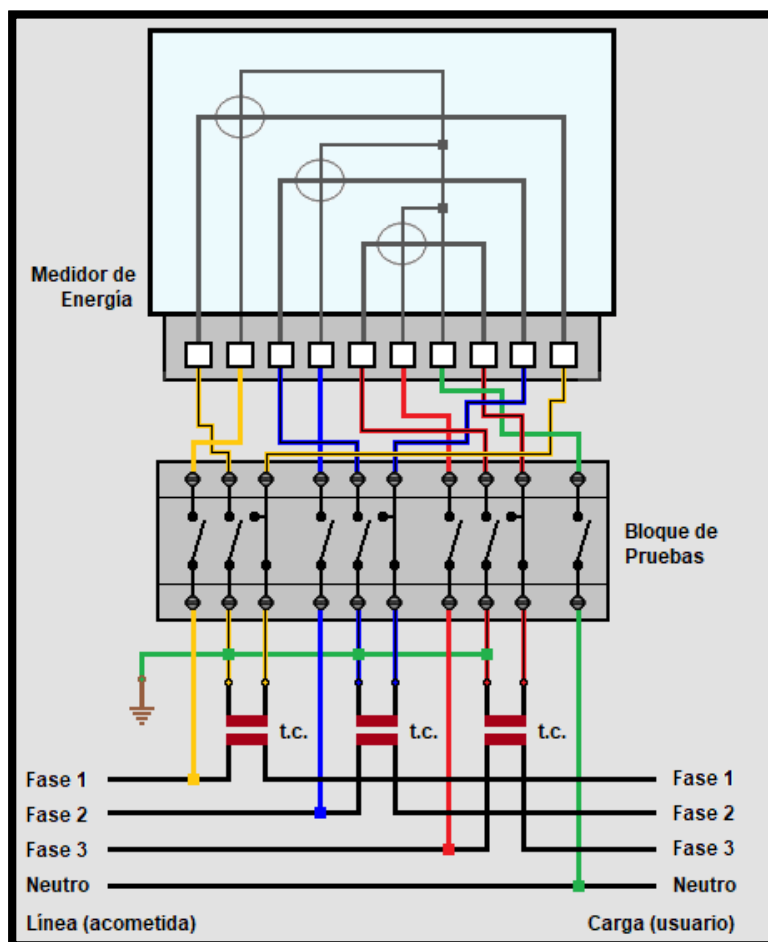


Figura 23. Medidor trifásico trifilar, medición semidirecta en 3 elementos, conexión simétrica

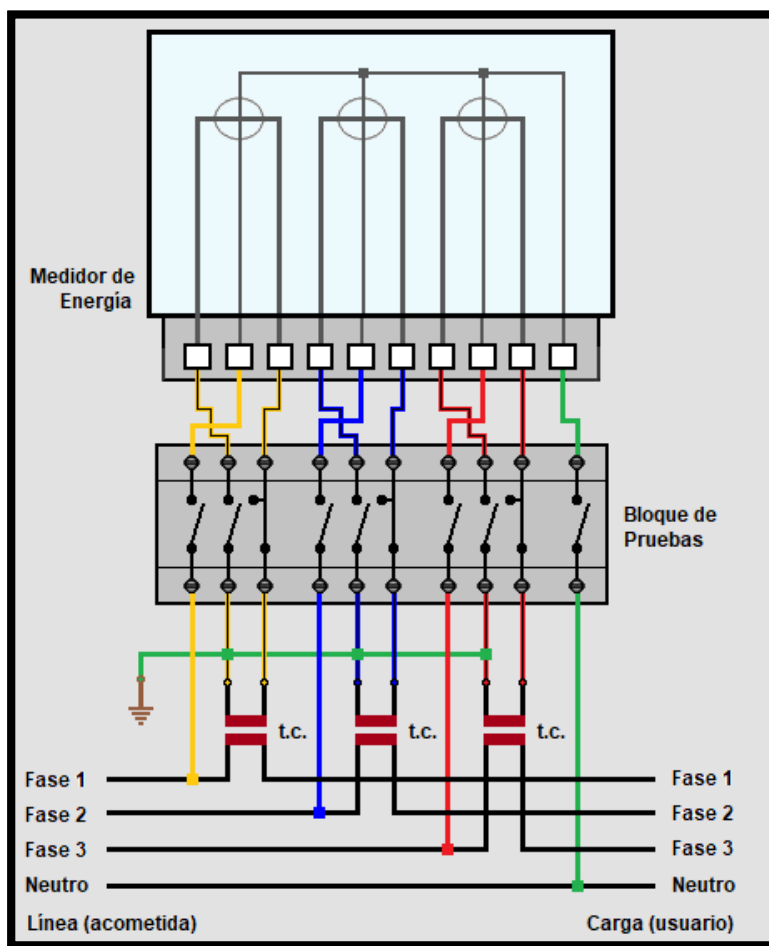


Figura 24. Medidor trifásico trifilar, medición semidirecta en 3 elementos, conexión asimétrica

9.1.4 Medición Semidirecta para Proyectos de Constructivos en Proceso de Normalización

Todo proyecto de construcción que implique la utilización de energía provisional deberá tener su contador de energía, mientras se culmina todo el proceso y cada usuario al interior, queda normalizado con su respectivo servicio y medición. La medida debe ser del tipo semidirecta y se instalará en los bajantes del transformador, lo más cerca posible a los bujes de este, en un gabinete independiente, precintable, tipo intemperie. El cableado de las señales de control se debe efectuar con cable siete (7) hilos calibre 12 AWG (3,31 mm²), a través de conducto galvanizado hasta el gabinete del medidor, que se instalará adosado al poste a una altura no inferior a 2,0 m. El diagrama unifilar para este caso se presenta en la Figura 25.

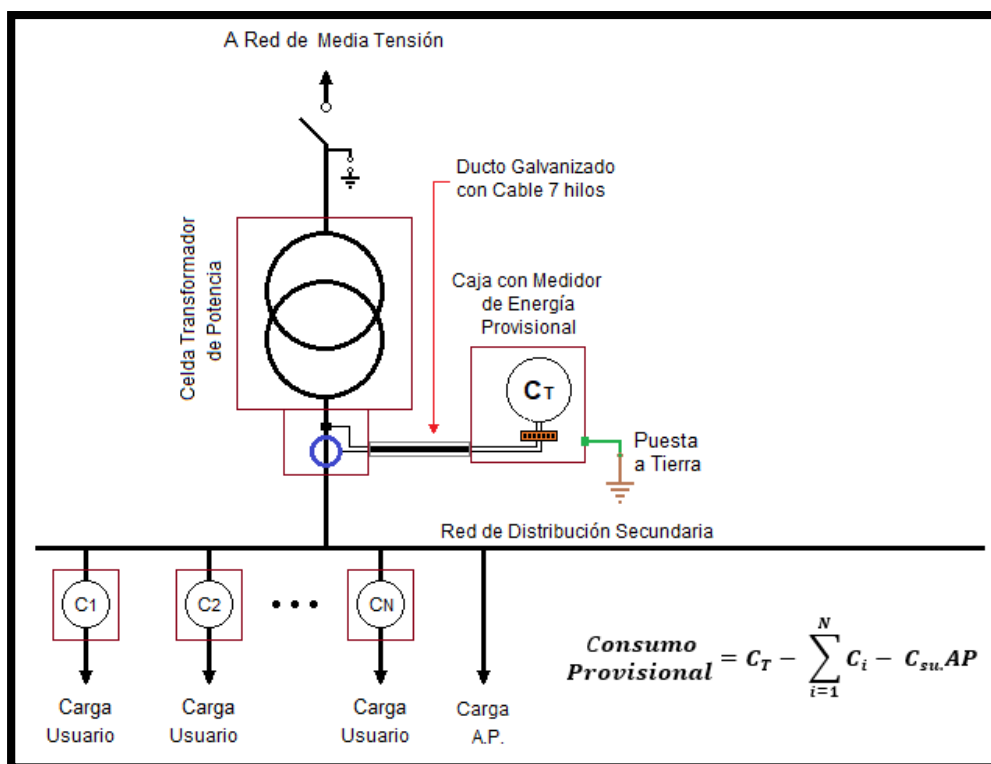


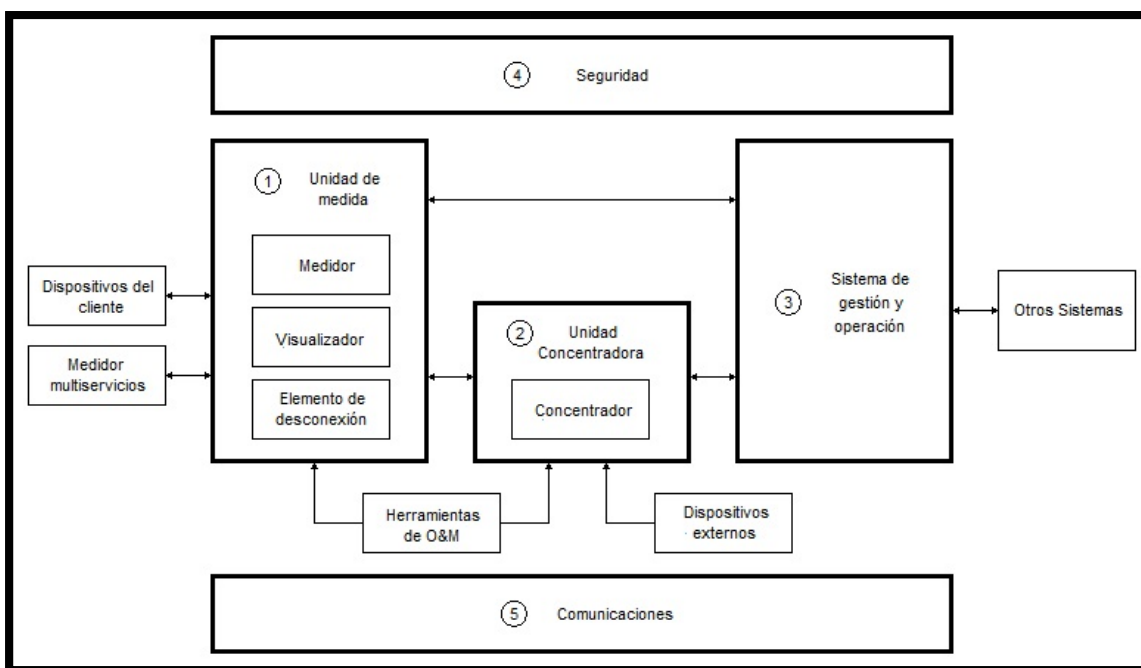
Figura 25. Diagrama unifilar para medición semidirecta, urbanizaciones en proceso de normalización

Esta medida se instalará hasta que la totalidad de los usuarios servidos por las redes secundarias se hayan normalizado. La diferencia de consumos entre el registro del medidor general y el consolidado de los usuarios normalizados y el consumo estimado de alumbrado público se facturará al urbanizador.

9.1.5 Infraestructura de Medición Avanzada (AMI)

Los sistemas de medición bajo el esquema de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI, por sus siglas en inglés, Advanced Metering Infrastructure) incluyen hardware y software. Los elementos esenciales son un medidor inteligente (comunicación, perfil de carga y elemento de corte), una infraestructura de comunicaciones para el intercambio de información bidireccional y un Head-End System (HES) como software para la gestión y soporte del sistema. Generalmente incluyen un Concentrador de Datos o un Gateway, dependiendo del fabricante. La operación adecuada de todos los elementos del sistema, permiten interacciones entre el usuario final y la empresa de servicios públicos. En general los sistemas AMI a instalarse en redes de **EMCALI** deberán registrarse por:

- Cumplimiento de los requisitos establecidos en la Norma NTC 6079 en su versión más actualizada. Estos requisitos están orientados a cada uno de los diferentes componentes del Sistema AMI. La Figura 26 presenta la arquitectura del sistema AMI que aparece incluida en la norma.



Nota: Esta arquitectura puede variar según el diseño del fabricante y las tecnologías aplicadas por cada entidad prestadora de servicio.

Figura 26. Arquitectura del Sistema AMI, según norma NTC 6079

- Los sistemas AMI deberán contar con todas las funcionalidades incluidas en la Resolución MINMINAS 40072 de 2018, teniendo en cuenta cualquier otra que la modifique o sustituya. Estas funcionalidades se presentan en la Figura 27.

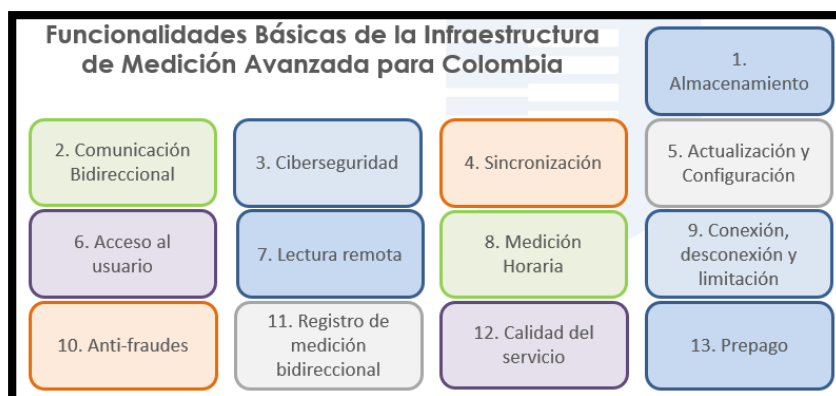


Figura 27. Funcionalidades exigidas para Sistemas AMI, Resolución MINMINAS 40072 de 2018

- Los sistemas AMI a instalar deberán poder interactuar con la infraestructura que sobre medición inteligente tenga desplegada **EMCALI**.
- Cumplir con cualquier otra norma o legislación que sobre AMI, sea emitida por otras entidades gubernamentales, como la CREG.

Dentro de los sistemas AMI, existen dos aspectos fundamentales sobre los cuales se deberá tener especial atención:

- a) **Medición Centralizada**. Este sistema de medición es una de las modalidades de sistemas AMI y se caracteriza por tener los medidores de energía agrupados en cajas que están montadas en postes, normalmente con un máximo de 12 medidores. Dependiendo de la tecnología se podrá estructurar una red de comunicación entre cajas de medidores o entre las cajas de medidores y la caja del concentrador.

Una característica de la medición centralizada es que al estar el medidor del usuario en una caja en un poste y éste no tener acceso a la visualización de las lecturas, normalmente se instala un display en la facha del usuario, de tal manera que pueda tener acceso a la lectura. La comunicación entre el medidor y el display asociado podrá ser alámbrica o inalámbrica.

La Figura 28, muestra un ejemplo de medición centralizada.

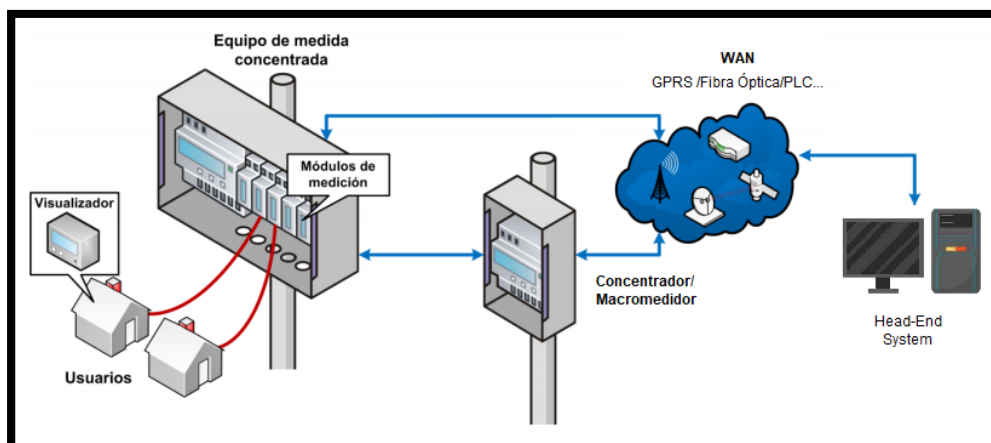


Figura 28. Ejemplo de infraestructura de medición centralizada

- b) **Medición Prepago**. Es un sistema de medición en el cual el usuario paga la energía de manera anticipada a su consumo. Los sistemas de medición prepago comerciales se clasifican en:
- **Sistemas de Una Vía**. En este sistema el usuario es quien interactúa con el medidor para hacer la recarga, a través de un teclado para introducir un PIN, o la introducción de una tarjeta, dependiendo de la tecnología. Independiente del medio, el usuario previamente ha realizado el



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

proceso de “compra de energía” en los puntos habilitados por la empresa de servicios públicos, donde como resultado le han entregado el PIN que deberá digitar en el teclado asociado al medidor o ha sido cargada la tarjeta que nuevamente deberá introducir al medidor para que le traslade la información de la recarga.

- **Sistemas de Doble Vía.** En este sistema todas las compras o recargas de energía realizadas por el usuario en los puntos autorizados, son cargadas al medidor a través de sistemas de comunicación habilitados para esta función.

Teniendo en cuenta la evolución tecnológica, los sistemas de medición prepago aceptados por **EMCALI** serán para los sistemas de doble vía. En este sentido, un usuario AMI podrá pasar de una condición de usuario Postpago a Prepago, o viceversa, sin necesidad de cambiar de equipo de medición.

No se aceptarán sistemas de medición prepago de Doble Vía donde el medidor no sea autónomo en la acción de corte, es decir que si los medidores tienen una carga asignada y por algún inconveniente se pierde la comunicación entre el sistema y el medidor, al momento de terminarse la carga del usuario, el medidor autónomamente se desconectará de la red de **EMCALI**.

9.1.6 Otros Esquemas de Medición

Cuando se presenten casos de esquemas de medición diferentes a los mencionados, se deberán realizar diseños específicos de los tableros, siguiendo los criterios que se dan el numeral 9.2.

9.2 CRITERIO BÁSICO PARA EL DISEÑO DE TABLEROS PARA MEDIDORES

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

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

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

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

En la Tabla 11 y la Figura 29 se especifican las dimensiones generales correspondientes a tableros con medidores directos de energía, los cuales deben cumplir con lo dispuesto en el Artículo 20.23.1 del RETIE.

Independiente de lo establecido en el presente numeral o cualquier dimensión especial que sea aprobada por **EMCALI**, la mirilla siempre debe permitir observar todo el medidor, y si hay medidores con t.c. debe haber un compartimento independiente para alojarlos y debe tener mirilla.

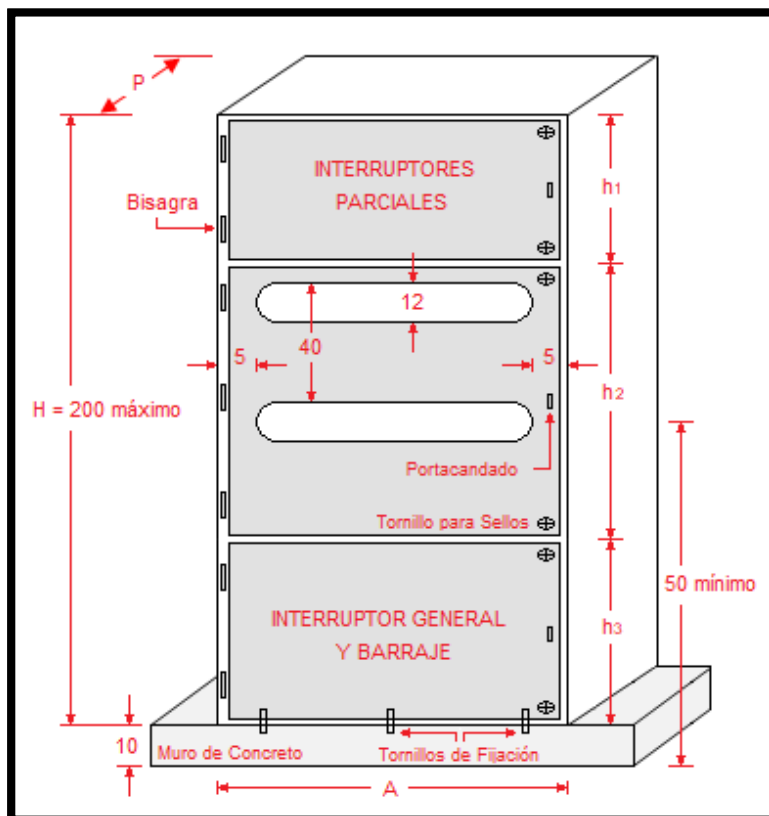
La capacidad nominal mínima del barraje de un tablero será, al menos, igual a la especificación de la corriente nominal del totalizador, correspondiente al barraje, cuyo cálculo se indica en el numeral 7.3.3.

Tabla 11. Dimensiones para tableros de medidores (servicio bifilar, trifilar o trifásico)

Servicios	A	H	h1	h2	h3	P
4	65	160	35	75	50	40
6 (*)	65	200	40	110	50	40
6 (**)	95	165	40	75	50	40
9	95	200	40	110	50	40
12	125	200	40	110	50	40

(*) Configuración de 3 filas con 2 medidores cada una.

(**) Configuración de 2 filas con 3 medidores cada una.



Nota: Configuración de 2 filas con 3 medidores cada una.

Figura 29. Diseño típico de un tablero de medición para seis (6) medidores



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

9.3 TIPOS DE INSTALACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

Las instalaciones de medida en media tensión (medida indirecta), pueden ser interiores o exteriores y de dos o tres elementos. Para instalaciones de medida tipo exterior, los elementos de medida (t.t., t.c.) deben estar ubicados en poste sencillo (para 13,2 kV) o en estructura en H (para 34,5 kV), antes de la ubicación de los dispositivos de corte (cortacircuitos).

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

9.3.1 Cableado de las Señales de Medida

El cableado de las señales de medida se debe efectuar con cable de colores siete (7) hilos calibre 12 AWG (3,31 mm²), el cual debe cumplir con el código de colores indicado en la Tabla 12.

Tabla 12. Cableado para medición indirecta y semidirecta cable 7 colores

Tipo de Señal	Color del Cable
Tensión Fase 1	Amarillo
Tensión Fase 2	Azul
Tensión Fase 3	Rojo
Neutro	Verde
Corriente Fase 1	Amarillo raya Negra
Corriente Fase 2	Azul raya Negra
Corriente Fase 3	Rojo raya Negra
Cierres de Corriente	Verde

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

Se deberá cumplir con lo establecido en la norma NTC 5019 en su numeral 6.6, donde se establece que el error porcentual total máximo (en módulo y fase), a un FP de 0,9; introducido en la medición de energía por la caída de tensión en los cables y demás accesorios ubicados entre los secundarios de los transformadores de tensión y el equipo de medida, no debe superar el 0,1%.

Para equipos de medida instalados en intemperie, las señales de los equipos de medida se deben instalar en conducto galvanizado de Ø1½" (3,75 cm) desde los equipos de medida hasta el gabinete del

medidor, respetando el código de colores descrito en la presente norma. Los tramos que interconectan los equipos de medida pueden estar cubiertos con coraza Liquid Tight tipo intemperie.

Nota: Aunque la Figura 19 a Figura 24 para medición semidirecta y la Figura 31 a Figura 36 para medición indirecta, muestran todos los cierres de corriente con los cables respectivos de cada color por fase, entre el bloque de pruebas y los transformadores de medición, en la práctica estos cierres se realizan por el cable de color verde del multiconductor siete (7) hilos, como lo muestra el ejemplo de la Figura 30.

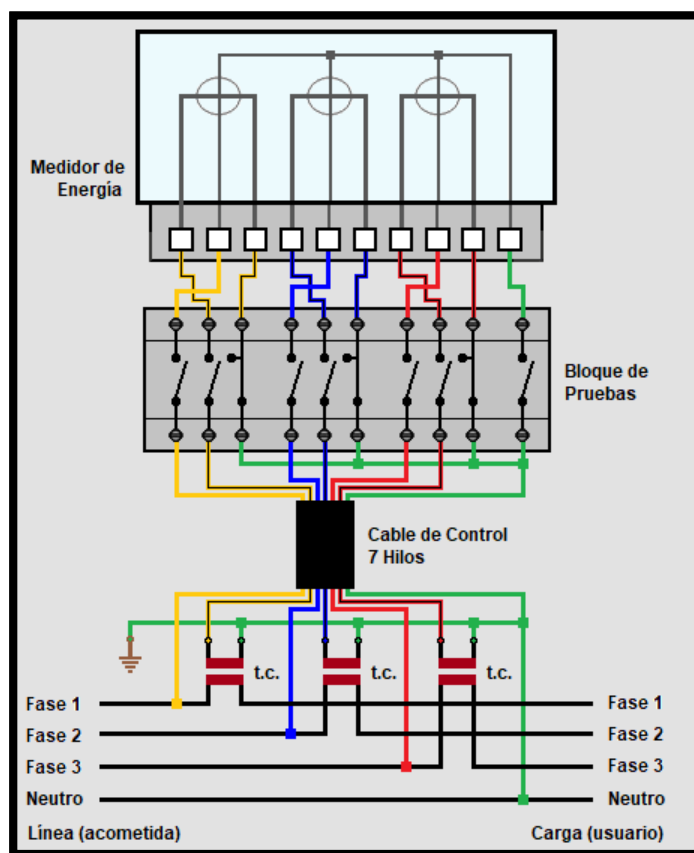


Figura 30. Ejemplo de conexión, utilizando cable de control 7 hilos

Los esquemas de conexión para los medidores de medición indirecta se presentan en las Figura 31 a Figura 36, de acuerdo con los diferentes tipos de servicio. El cableado de las señales de medida debe cumplir con el código de colores indicado en la Tabla 12 Tabla .

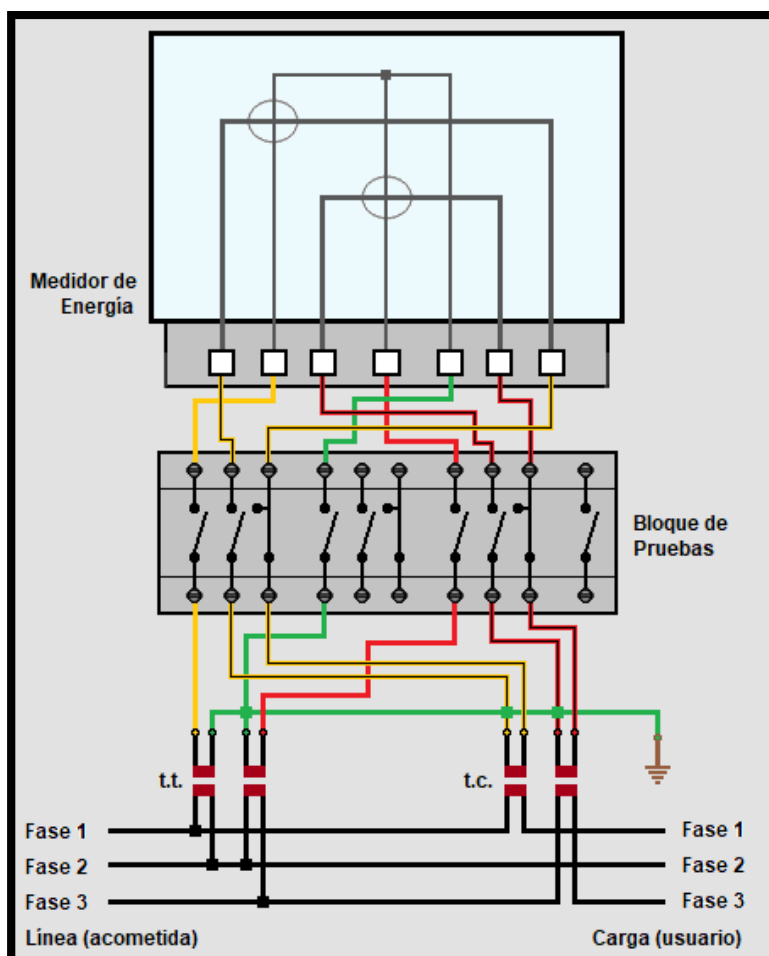


Figura 31. Medidor trifásico trifilar, medición indirecta en 2 elementos, conexión simétrica (aron o delta abierta)

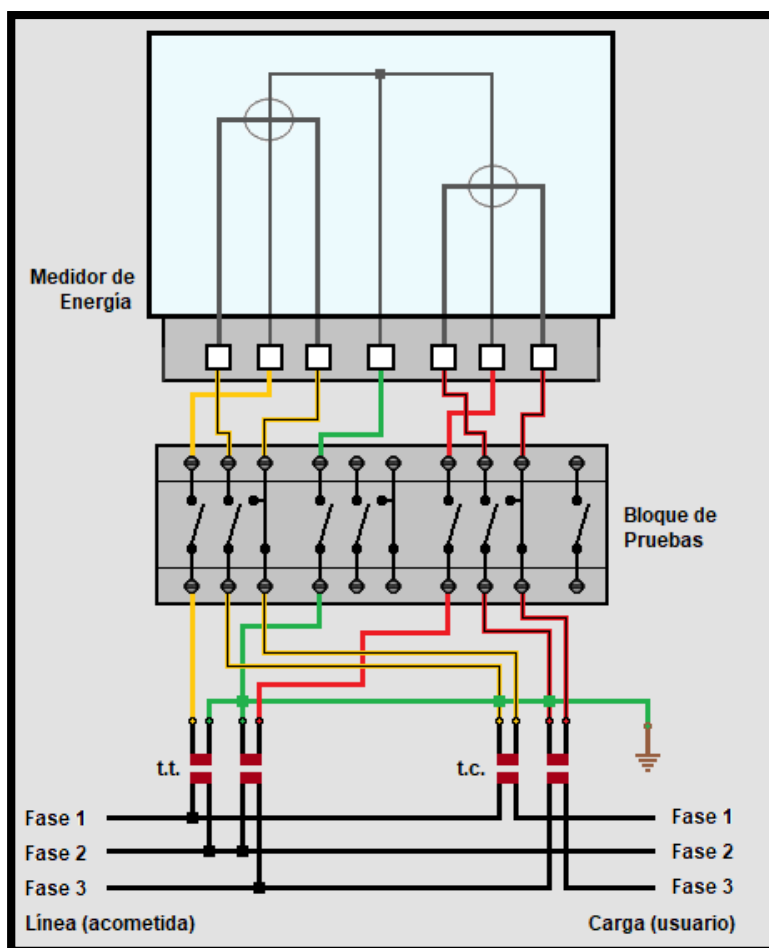


Figura 32. Medidor trifásico trifilar, medición indirecta en 2 elementos, conexión asimétrica

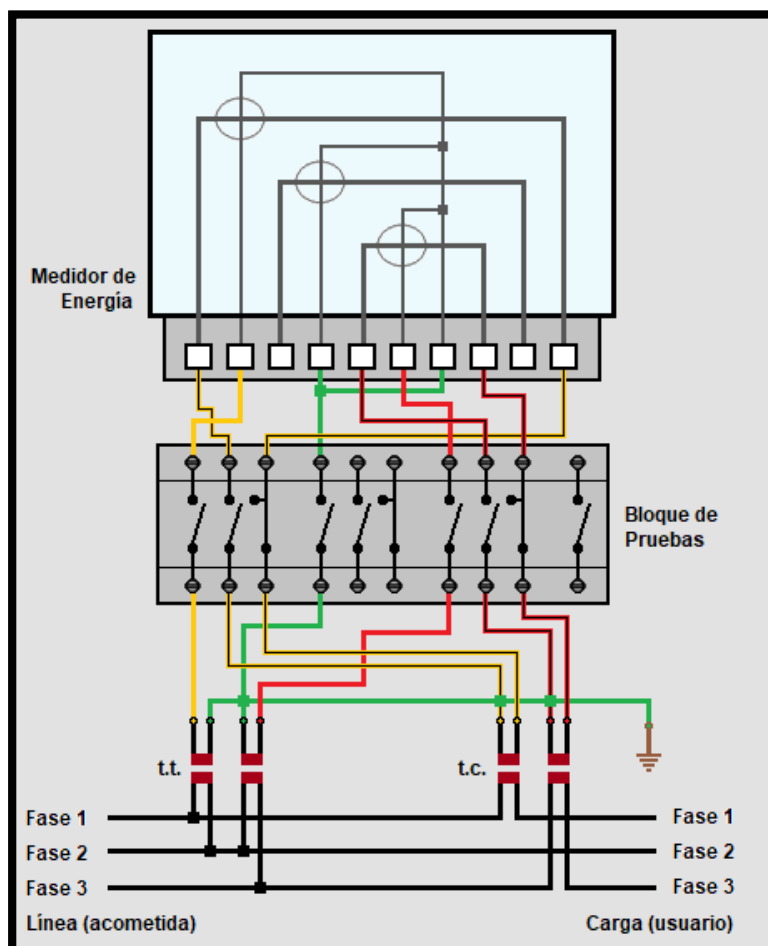


Figura 33. Medidor trifásico tetrafilar, medición indirecta en 2 elementos, conexión simétrica

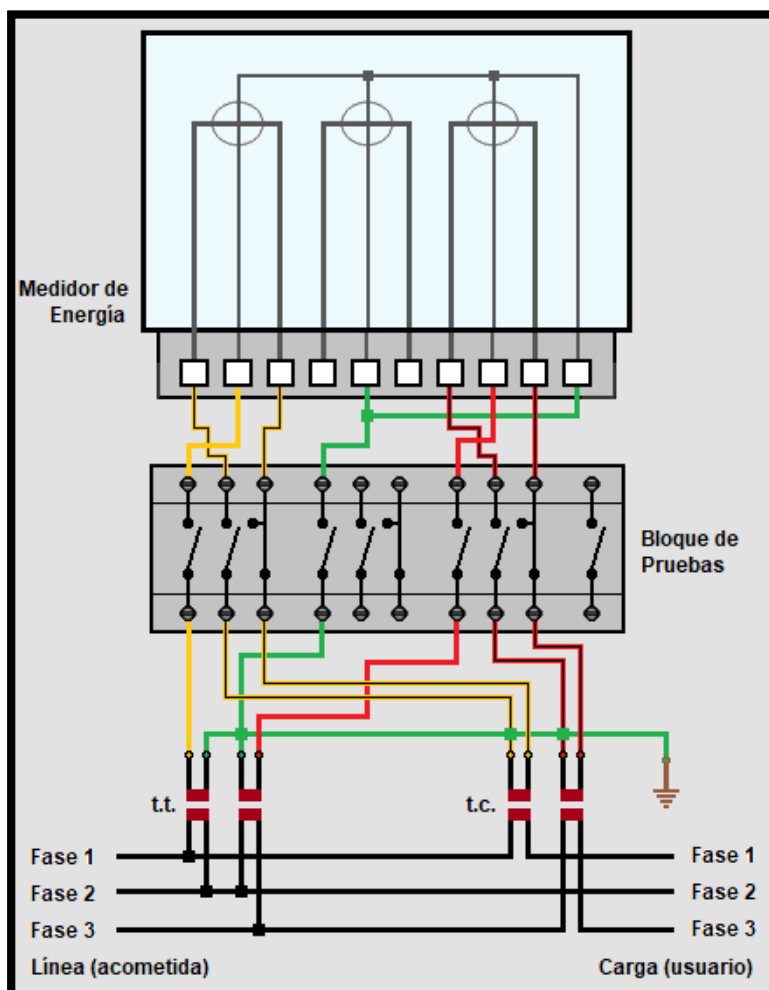


Figura 34. Medidor trifásico tetrafilar, medición indirecta en 2 elementos, conexión asimétrica

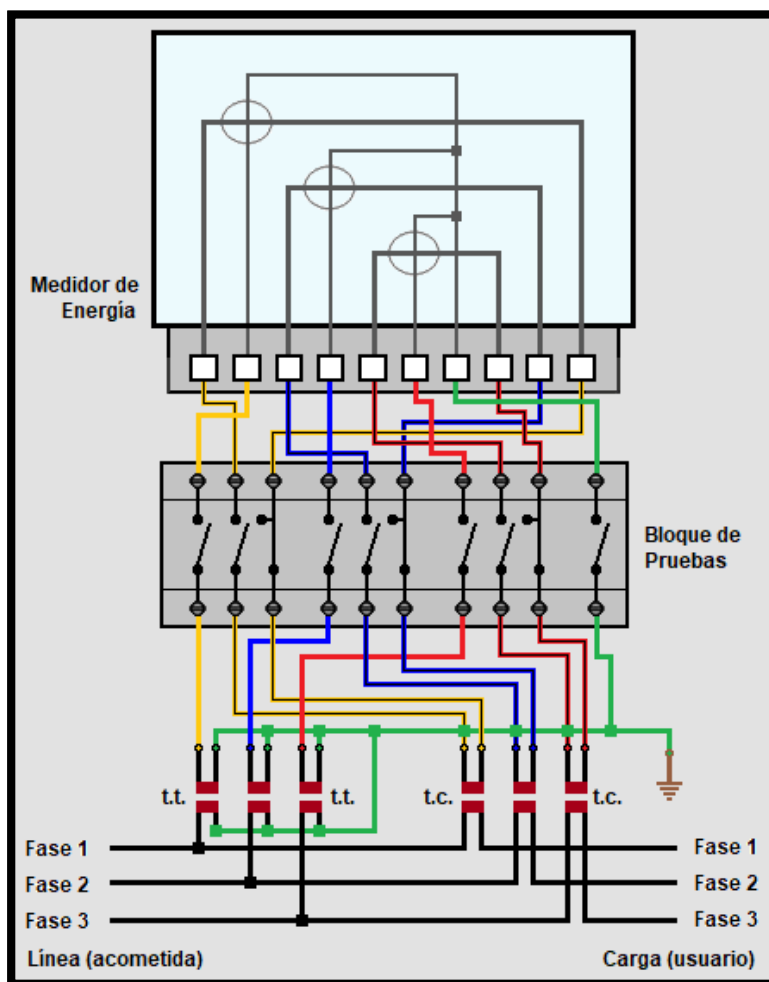


Figura 35. Medidor trifásico tetrafilar, medición indirecta en 3 elementos, conexión simétrica

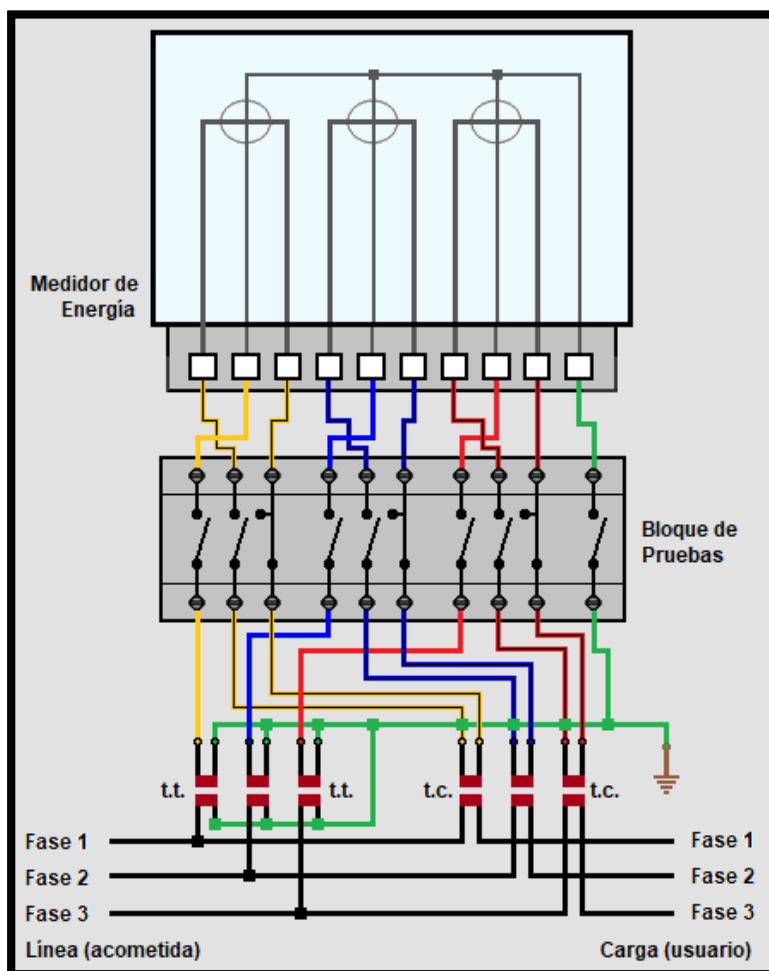


Figura 36. Medidor trifásico tetrafilar, medición indirecta en 3 elementos, conexión asimétrica

9.3.2 Instalación de Sellos de Seguridad

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

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

- Gabinete del medidor.
- Tapa bornera del medidor.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA

GM 2020

VERSIÓN: 1

- Tapa principal del medidor.
- Reset de demanda (si aplica).
- Gabinete de t.c.
- Tapa bornera de cada t.c.
- Tapa bornera de cada t.t.
- Tapa bornera del bloque de pruebas.
- Celda de medida.
- Celda de totalizador principal.
- Celda de barraje principal.
- Celda de totalizadores parciales

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

9.3.3 Sistema de Telemedida

Los medidores de energía de los clientes del mercado no regulado y las fronteras comerciales representadas por otros comercializadores, además de garantizar la confiabilidad y precisión de la medida, deben disponer de modem de comunicación interno o externo que permita la comunicación remotamente con el medidor, a través de algún medio de comunicación alámbrico o inalámbrico, de los soportados por los sistemas de telemedida utilizados por **EMCALI**. El usuario es el responsable de garantizar la integridad del sistema de telemedida y debe velar por sus condiciones operativas.

10 DISPOSITIVO DE CORTE Y PROTECCIÓN

10.1 GENERALIDADES

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

- a) De tipo cerrado, es decir, que la parte actuante para la interrupción de la falla no debe estar al descubierto.
- b) Deberán tener tantos polos como conductores activos o fases tenga el sistema al que se conectan, los cuales deben operar simultáneamente.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 4 INSTALACIÓN Y MEDIDA	
	GM 2020	VERSIÓN: 1

- c) Fácil reconexión en caso de que hayan operado interrumpiendo alguna falla en el sistema.
- d) Fácil remoción y reemplazo en caso de falla del dispositivo.

10.1.1 Selección

- a) **Corriente Nominal:** Para acometidas desde alguna red de distribución, la capacidad nominal de los interruptores termomagnéticos será el valor igual o inmediatamente superior al valor calculado según el Capítulo 2 de la norma NTC 2050.
- b) **Capacidad Interruptiva Mínima:** Con base en el nivel de cortocircuito suministrado por **EMCALI**, se calcula el valor mínimo de la capacidad interruptiva de totalizadores e interruptores automáticos. Tanto el totalizador como los interruptores automáticos conectados a un mismo barraje, tendrán la misma la capacidad interruptiva mínima.

10.1.2 Limitador de Corriente

Estos dispositivos termomagnéticos son utilizados por **EMCALI** para controlar la carga autorizada al usuario y a su vez sirve de protección. Estos elementos son calibrados en el laboratorio de medidores de **EMCALI** y no deben ser manipulados por el usuario, aunque la operación puede ser realizada por el mismo.

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