

SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LA MEDIDA PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS PARTICULARES

OBJETIVO



Establecer las características técnicas para la selección y conexión de equipos de medida de energía eléctrica (medidores, transformadores de medida, entre otros), dando cumplimiento al marco regulatorio, según el tipo de instalación en función de la carga instalada.

ALCANCE

Esta guía aplica para todas las instalaciones eléctricas que soliciten conectarse a las redes de energía operadas por la Empresa de Energía de Boyacá EBSA E.S.P. y donde se requiera medir la energía eléctrica de forma directa, semidirecta e indirecta para consumo, control y comercialización.



REFERENCIA NORMATIVA

Resolución CREG 038 de 2014

NTC 5019 (Tercera actualización)

CONTENIDO

1	PASOS PARA LA SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LA MEDIDA	3
1.1	SELECCIÓN DEL TIPO DE MEDICIÓN.....	3
1.2	SELECCIÓN DEL TIPO DE MEDIDOR.....	3
1.3	SELECCIÓN DEL NIVEL DE TENSIÓN.....	3
1.4	SELECCIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN Y REQUISITOS DE EXACTITUD	4
2	TIPO DE MEDICIONES.....	5
2.1	MEDICIÓN DIRECTA	5
2.2	MEDICIÓN SEMIDIRECTA	6
2.3	MEDICIÓN INDIRECTA.....	7
2.4	MEDICIÓN INDIRECTA CON MEDIDOR DE RESPALDO	8
3	EJEMPLOS.....	9
3.1	EJEMPLO CON MEDIDA DIRECTA	9
3.2	EJEMPLO CON MEDIDA SEMIDIRECTA.....	10
3.3	EJEMPLO CON MEDIDA INDIRECTA.....	11
4	ACLARACIONES SOBRE EL DIMENSIONAMIENTO DE LA MEDIDA.....	12
5	DETALLES DE CONEXIÓN DE LA MEDIDA.....	13
5.1	DETALLES PARA LA MEDIDA DIRECTA.....	13
5.2	DETALLES PARA LA MEDIDA SEMIDIRECTA.....	14
5.3	DETALLES PARA LA MEDIDA INDIRECTA	15
5.4	DETALLES PARA LA MEDIDA INDIRECTA CON MEDIDOR DE RESPALDO	16
6	ANEXO 1 EJEMPLOS DE CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL BURDEN.....	17
6.1	EJEMPLO 1. CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL BURDEN PARA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (T.C.)	17
6.2	EJEMPLO 2. CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL BURDEN PARA TRANSFORMADORES DE TENSIÓN (T.T.).....	18

1 PASOS PARA LA SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LA MEDIDA

1.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE MEDICIÓN

Se debe seleccionar el tipo de medición, si es directa, semidirecta o indirecta teniendo en cuenta la capacidad instalada de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Tipo de medición según capacidad instalada

MEDIDA DIRECTA	MEDIDA SEMIDIRECTA	MEDIDA INDIRECTA
<p>$CI \leq X$ (kVA)</p> <p><u>La corriente máxima del medidor NO debe ser inferior a la corriente a plena carga en el punto de conexión.</u></p>	<p>Para nivel de tensión igual a 440 V: $X \leq CI \leq 300$ (kVA)</p> <p>Para los demás niveles de tensión: $X \leq CI < 300$ (kVA)</p> <p><u>La corriente máxima del medidor NO debe ser menor al valor resultante de multiplicar la corriente nominal del TC por su factor de sobrecarga.</u></p>	<p>$CI \geq 300$ (kVA)</p> <p><u>La corriente máxima del medidor NO debe ser menor al valor resultante de multiplicar la corriente nominal del TC por su factor de sobrecarga.</u></p>
<p>X: Potencia aparente obtenida considerando la tensión nominal del sistema eléctrico en el punto de conexión del medidor y la corriente máxima de los medidores disponibles para la instalación.</p>		

Definiciones para tener en cuenta:

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

Corriente a plena carga: Valor de la corriente máxima en una instalación eléctrica calculada con base en la capacidad instalada. Su valor debe ser calculado con base en las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned}
 \text{-Para servicios monofásicos bifilares:} & \quad I_{pc} = \frac{S_t}{V_{fn}} \\
 \text{-Para servicios bifásicos trifilares:} & \quad I_{pc} = \frac{S_t}{2V_{fn}} \\
 \text{-Para servicios trifásicos trifilares o tetrafilares:} & \quad I_{pc} = \frac{S_t}{\sqrt{3}V_{ff}}
 \end{aligned}$$

Donde:

S_t : Capacidad instalada,

I_{pc} : Corriente a plena carga.

V_{fn} : Tensión fase a neutro en la instalación eléctrica

V_{ff} : Tensión fase a fase en la instalación eléctrica.

1.2 SELECCIÓN DEL TIPO DE MEDIDOR

Se debe seleccionar el tipo de medidor a instalar:

Medidor electromecánico o medidor estático.

Nota: Los medidores electromecánicos son clase 2, es decir, solamente se pueden instalar para capacidades menores a 10 kVA.

1.3 SELECCIÓN DEL NIVEL DE TENSIÓN

Es necesario conocer el nivel de tensión que le aplique a la instalación de acuerdo con la Tabla 2.

Tabla 2. Tensiones de referencia

	Nivel de tensión
Baja tensión	3 x 120/208 V
	3 x 127/220 V
	3 x 254/440 V
Media tensión	13.2 kV
	34.5 kV

Nota 1: La tensión de referencia del medidor debe corresponder a la tensión nominal del sistema eléctrico en el punto de conexión del medidor.

Nota 2: La tensión secundaria nominal del transformador de tensión debe corresponder a los rangos de operación del medidor conectado a este. La tensión secundaria nominal normalizada es 208 V entre líneas y de 120 V línea a neutro. También se permite la instalación de medidores multirango de tensión, siempre y cuando la tensión nominal del sistema eléctrico, en el punto de conexión del medidor esté dentro de los rangos de tensiones para los cuales se garantiza la exactitud del medidor.

Nota 3: La tensión secundaria normalizada es 120 V.

Nota 4: En los transformadores de tensión destinados a ser instalados entre fase y tierra en las redes trifásicas en donde la tensión primaria nominal es un N° dividido entre $\sqrt{3}$, la tensión secundaria nominal debe ser uno de los valores antes indicados divididos entre $\sqrt{3}$

1.4 SELECCIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN Y REQUISITOS DE EXACTITUD

En la tabla 3 se define la capacidad instalada en kVA (ver columna C) en el punto de conexión de la medida según la necesidad de su proyecto, posteriormente se selecciona el índice de clase para medidores de energía activa (ver columna D) e índice de clase para medidores de energía reactiva (ver columna E) y la clase de exactitud para transformadores de corriente (ver columna F) y de tensión (ver columna G), según aplique de acuerdo con los puntos de medición (ver columna A) indicados en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de puntos de medición y requisitos de exactitud para medidores y transformadores de medida.

A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo de puntos de medición	Consumo o transferencia de energía, C, (MWh-mes)	Capacidad instalada, CI, (kVA)	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	Medidor de respaldo
1	$C \geq 15000$	$CI \geq 30000$	0.2S	2	0.2 S	0,2	SI
2	$15000 > C \geq 500$	$30000 > CI \geq 1000$	0.5S	2	0.5 S	0,5	SI
3	$500 > C \geq 50$	$1000 > CI \geq 100$	0.5S	2	0.5 S	0,5	NO
4	$50 > C \geq 5$	$100 > CI \geq 10$	1	2	0,5	0,5	NO
5	$C < 5$	$CI < 10$	1 o 2	2 o 3	NA	NA	NO

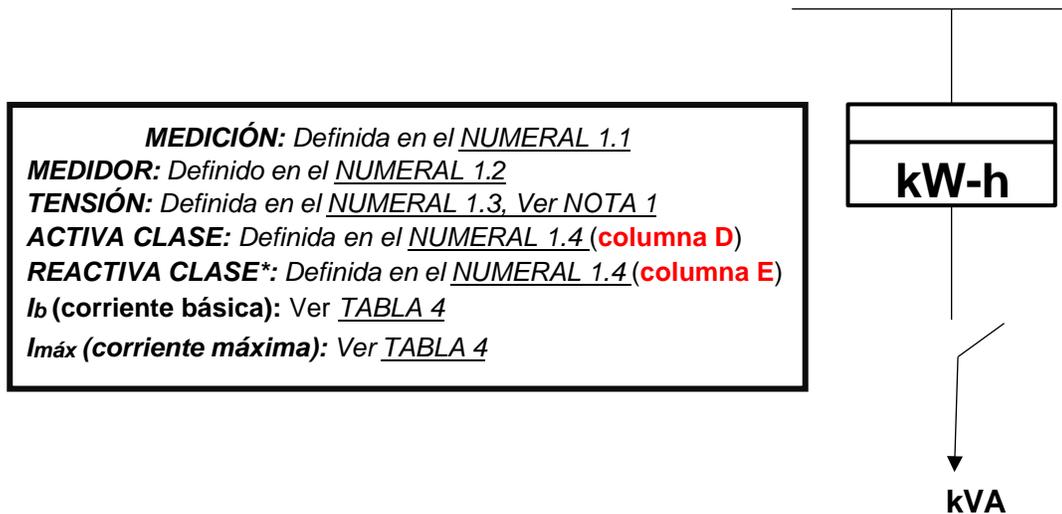
Fuente: Tabla 1 y 2 (CREG 038 de 2014)

Nota: Los índices de clase especificados corresponden a valores máximos; es decir, que se pueden instalar medidores con índices de clase de menor valor a lo exigido, por ejemplo, donde se especifica un índice de clase 1, se puede instalar un medidor clase 0,5, 0.5 S o 0.2 S.

2 TIPO DE MEDICIONES

2.1 MEDICIÓN DIRECTA

DIAGRAMA TIPO Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS



* Se debe instalar medidor de energía reactiva en los sistemas de medición semidirecta e indirecta. Para los sistemas de medición directa la instalación del medidor de energía reactiva se puede realizar en aquellos casos en los que sea considerado necesario con base en lo establecido por el ente regulador.

Tabla 4. Medidores de energía y sus características eléctricas.

Medidor de energía	Ib (A)		Imáx (A)
	Medidor electromecánico	Medidor estático	
Activa, monofásico bifilar	≤ 15	≤ 10	≥ 60
Activa, monofásico trifilar			
Activa, bifásico trifilar	≤ 30		
Activa y/o reactiva, trifásico tetrafilar			

Fuente: Tabla 3 (NTC 5019)

Nota 1: La corriente máxima del medidor debe ser superior a la corriente a plena carga en el punto de conexión.

2.2 MEDICIÓN SEMIDIRECTA

DIAGRAMA TIPO Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS

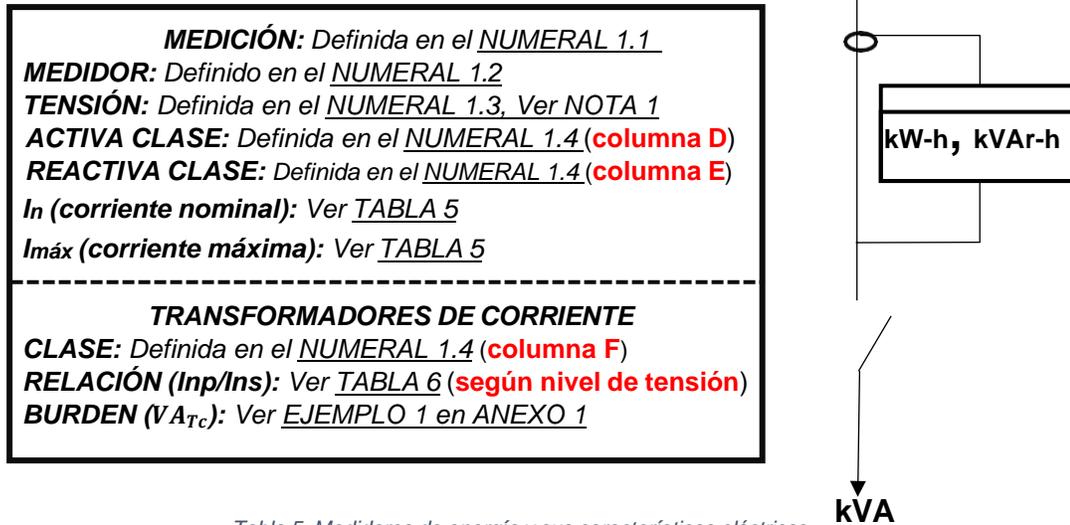


Tabla 5. Medidores de energía y sus características eléctricas.

Medidor de energía	I_n (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A)
Activa, monofásico trifilar	5	≥ 6
Activa y /o reactiva, trifásico trifilar		
Activa y /o reactiva, trifásico tetrafilar		

Fuente: Tabla 3 (NTC 5019)

Tabla 6. Relación de transformación de T.C. para mediciones semidirectas considerando un factor de cargabilidad de 1,2.

Corriente a plena carga (A)	Relación (I_{np}/I_{ns})	Corriente a plena carga (A)	Relación (I_{np}/I_{ns})
$100 \leq I_{pc} < 120$	100/5	$640 \leq I_{pc} < 720$	600-800/5
$120 \leq I_{pc} < 160$	150/5	$720 \leq I_{pc} < 800$	800/5
$160 \leq I_{pc} < 180$	150-200/5	$800 \leq I_{pc} < 960$	800-1000/5
$180 \leq I_{pc} < 240$	200-250/5	$960 \leq I_{pc} < 1200$	1000-1200/5
$240 \leq I_{pc} < 300$	250-300/5	$1200 \leq I_{pc} < 1440$	1200-1500/5
$300 \leq I_{pc} < 320$	300/5	$1440 \leq I_{pc} < 1600$	1500/5
$320 \leq I_{pc} < 360$	300-400/5	$1600 \leq I_{pc} < 1800$	1500-2000/5
$360 \leq I_{pc} < 400$	400/5	$1800 \leq I_{pc} < 2400$	2000/5
$400 \leq I_{pc} < 480$	400-500/5	$2400 \leq I_{pc} < 3200$	3000/5
$480 \leq I_{pc} < 600$	500-600/5	$3200 \leq I_{pc} < 3600$	3000-4000/5
$600 \leq I_{pc} < 640$	600/5		

Fuente: Tabla 4 (NTC 5019)

Nota 2: Valores normalizados de potencia nominal (VA) para transformadores de corriente: **2.5 – 5 – 10 – 15 - 30 VA**

Nota 3: Valores normalizados de potencia nominal (VA) para transformadores de corriente en MT: **10 – 12.5 – 15 – 20 – 25 – 50 – 60 – 75 VA**

Nota 4: Cuando los TC's han sido seleccionados con corriente nominal de 1 A, la corriente nominal del medidor debe ser de 1 A.

2.3 MEDICIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA TIPO Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS

<p>MEDICIÓN: Definida en el <u>NUMERAL 1.1</u></p> <p>MEDIDOR: Definido en el <u>NUMERAL 1.2</u></p> <p>TENSIÓN: Ver <u>NOTA 2 del NUMERAL 1.3</u></p> <p>ACTIVA CLASE: Definida en el <u>NUMERAL 1.4 (columna D)</u></p> <p>REACTIVA CLASE: Definida en el <u>NUMERAL 1.4 (columna E)</u></p> <p>I_n (corriente nominal): Ver <u>TABLA 7</u></p> <p>$I_{m\acute{a}x}$ (corriente máxima): Ver <u>TABLA 7</u></p>
<p>TRANSFORMADORES DE CORRIENTE</p> <p>CLASE: Definida en el <u>NUMERAL 1.4 (columna F)</u></p> <p>RELACIÓN (I_{np}/I_{ns}): Ver <u>TABLA 8 (según nivel de tensión)</u></p> <p>BURDEN ($V_{A_{TC}}$): Ver <u>EJEMPLO 1 en ANEXO 1</u></p>
<p>TRANSFORMADORES DE TENSIÓN</p> <p>CLASE: Definida en el <u>NUMERAL 1.4 (columna G)</u></p> <p>V_{np} y V_{ns}: Ver <u>NOTA 2 y 3 del NUMERAL 1.3</u></p> <p>BURDEN ($V_{A_{TT}}$): Ver <u>EJEMPLO 2 en ANEXO 1</u></p>

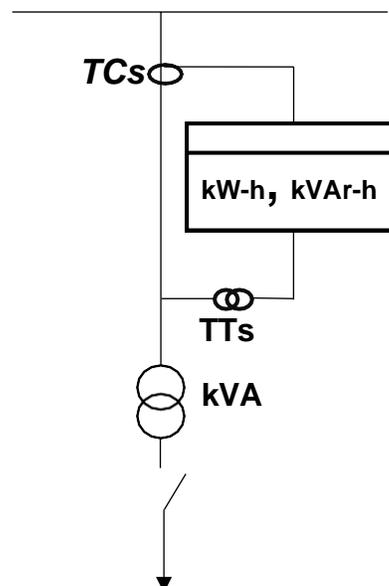


Tabla 7. Medidores de energía y sus características eléctricas.

Medidor de energía	I_n (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A)
Activa y /o reactiva, trifásico trifilar	5	≥ 6
Activa y /o reactiva, trifásico tetrafilar		

Fuente: Tabla 3 (NTC 5019)

Tabla 8. Relación de transformación de T.C. para mediciones indirectas considerando un factor de cargabilidad de 1,2.

Corriente a plena carga (A)	Relación (I_{np}/I_{ns})	Corriente a plena carga (A)	Relación (I_{np}/I_{ns})
$4 \leq I_{pc} < 6$	5/5	$64 \leq I_{pc} < 80$	75-80/5
$6 \leq I_{pc} < 8$	Ver Nota 4	$80 \leq I_{pc} < 90$	75-80-100/5
$8 \leq I_{pc} < 12$	10/5	$90 \leq I_{pc} < 96$	80-100/5
$12 \leq I_{pc} < 16$	15/5	$96 \leq I_{pc} < 120$	100/5
$16 \leq I_{pc} < 18$	15-20/5	$120 \leq I_{pc} < 160$	150/5
$18 \leq I_{pc} < 20$	20/5	$160 \leq I_{pc} < 180$	150-200/5
$20 \leq I_{pc} < 24$	20-25/5	$180 \leq I_{pc} < 200$	200/5
$24 \leq I_{pc} < 30$	25-30/5	$200 \leq I_{pc} < 240$	200-250/5
$30 \leq I_{pc} < 32$	30/5	$240 \leq I_{pc} < 300$	250-300/5
$32 \leq I_{pc} < 36$	30-40/5	$300 \leq I_{pc} < 320$	300/5
$36 \leq I_{pc} < 40$	40/5	$320 \leq I_{pc} < 360$	300-400/5
$40 \leq I_{pc} < 48$	40-50/5	$360 \leq I_{pc} < 400$	400/5
$48 \leq I_{pc} < 60$	50-60/5	$400 \leq I_{pc} < 480$	400-500/5
$60 \leq I_{pc} < 64$	60-75/5	$480 \leq I_{pc} < 600$	500-600/5

Fuente: Tabla 5 (NTC 5019)

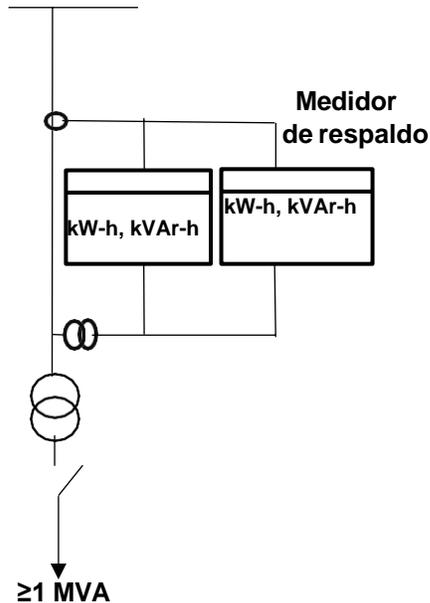
Nota 6: Valores normalizados de potencia nominal (VA) para transformadores de tensión: 10– 15 – 25 – 50 - 100 VA

Nota 7: Para valores de corriente entre 6 y 8 A, el TC debe ser clase 0.2 S o 0.5 S según sea requerido.

Nota 8: La tensión de referencia del medidor se debe seleccionar con base en la tensión secundaria de los TTs asociados a éste, de tal forma que el rango de tensiones para los cuales se garantiza la exactitud del medidor incluya la tensión secundaria de los TTs.

2.4 MEDICIÓN INDIRECTA CON MEDIDOR DE RESPALDO

DIAGRAMA TIPO Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS



Cuando se utiliza medidor de respaldo, se debe **aplicar el mismo procedimiento para la medición indirecta**, con la diferencia de que para el cálculo del Burden de los TT's es la sumatoria de los VA de los dos medidores.

El medidor de respaldo aplica para las fronteras de los puntos de medición tipos 1 y 2. Se debe operar permanentemente y **tener las mismas características técnicas del principal**, según las disposiciones contenidas en la *Resolución CREG 038 de 2014*. Las conexiones deben hacerse de tal forma que los elementos reciban las mismas señales de tensión y de corriente.

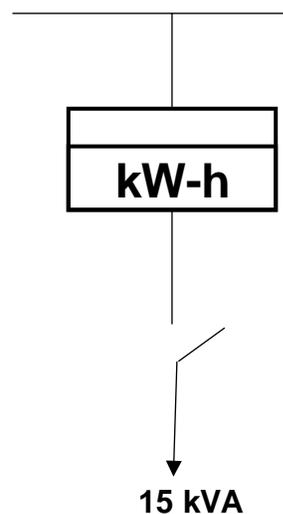
Nota 9: En las fronteras de generación y comerciales conectadas al STN y los puntos de medición tipos 1 y 2 (≥ 1 MVA) se requiere la instalación de un medidor principal y uno de respaldo.

3 EJEMPLOS

3.1 EJEMPLO CON MEDIDA DIRECTA

En una instalación trifásica para uso comercial con capacidad instalada (CI) de 15 kVA a un nivel de tensión 3x120/208 V, se tienen las siguientes características técnicas para la medida:

MEDICIÓN DIRECTA	
MEDIDOR:	ESTÁTICO
TENSIÓN:	3X120/208 V
ACTIVA CLASE:	1
REACTIVA CLASE:	No Aplica
I_b (corriente básica):	5 A
$I_{m\acute{a}x}$ (corriente máxima):	100 A



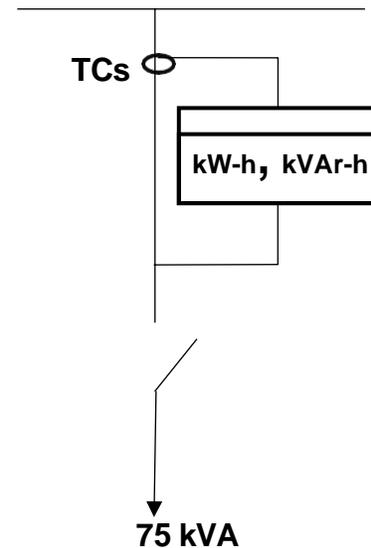
Notas:

- Entre el punto de conexión y la medida no pueden existir elementos de corte, así como se evidencia en el diagrama unifilar anterior.
- Para todos los tipos de medición, se debe garantizar en vista en planta el fácil acceso para toma eficiente de la lectura por parte del OR.

3.2 EJEMPLO CON MEDIDA SEMIDIRECTA

En una instalación trifásica para uso industrial con capacidad instalada (CI) de 75 kVA a un nivel de tensión 3x120/208 V, se tienen las siguientes características técnicas para la medida:

MEDICIÓN SEMIDIRECTA	
MEDIDOR:	ESTÁTICO
TENSIÓN:	3x120/208 V
ACTIVA CLASE:	1
REACTIVA CLASE:	2
I_n (corriente nominal):	5 A
$I_{máx}$ (corriente máxima):	10 A
<hr/>	
TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	
CLASE:	0.5
RELACIÓN (I_{np}/I_{ns}):	200/5
BURDEN ($V_{A_{Tc}}$):	5 VA



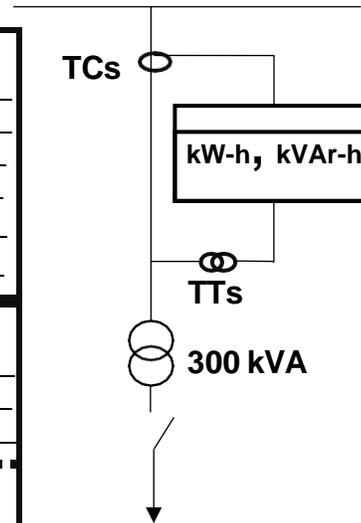
Notas:

- Entre el punto de conexión y la medida no pueden existir elementos de corte, así como se evidencia en el diagrama unifilar anterior.
- Para todos los tipos de medición, se debe garantizar en vista en planta el fácil acceso para toma eficiente de la lectura por parte del OR.

3.3 EJEMPLO CON MEDIDA INDIRECTA

En una instalación trifásica para uso industrial con capacidad instalada (CI) de 300 kVA a un nivel de tensión 13.2 kV/440 V, se tienen las siguientes características técnicas para la medida:

MEDICIÓN INDIRECTA	
MEDIDOR:	ESTÁTICO
TENSIÓN:	3x58/100...277/480 V
ACTIVA CLASE:	0.5S
REACTIVA CLASE:	2
I_n (corriente nominal):	5 A
$I_{m\acute{a}x}$ (corriente máxima):	10 A
TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	
CLASE:	0.5S
RELACIÓN (I_{np}/I_{ns}):	15/5
BURDEN ($V_{A_{Tc}}$):	2.5 VA
TRANSFORMADORES DE TENSIÓN	
CLASE:	0.5
V_{np} y V_{ns}:	$13200\sqrt{3}$ V y $115\sqrt{3}$
BURDEN ($V_{A_{TT}}$):	15 VA



Notas:

- Entre el punto de conexión y la medida no pueden existir elementos de corte, así como se evidencia en el diagrama unifilar anterior.
- Para todos los tipos de medición, se debe garantizar en vista en planta el fácil acceso para toma eficiente de la lectura por parte del OR.

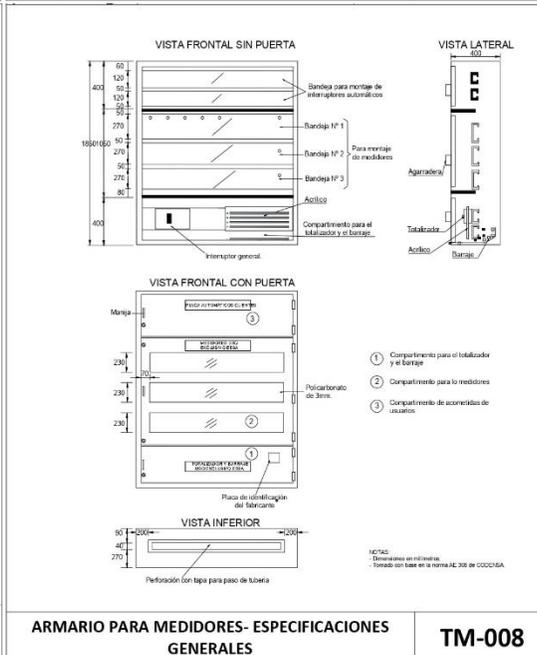
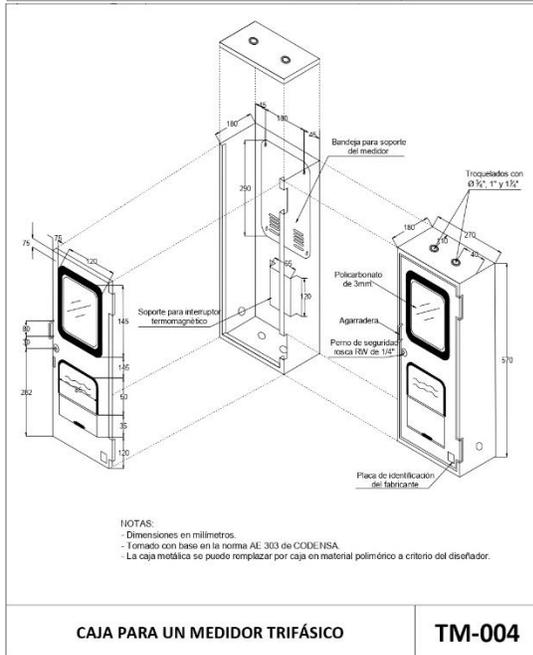
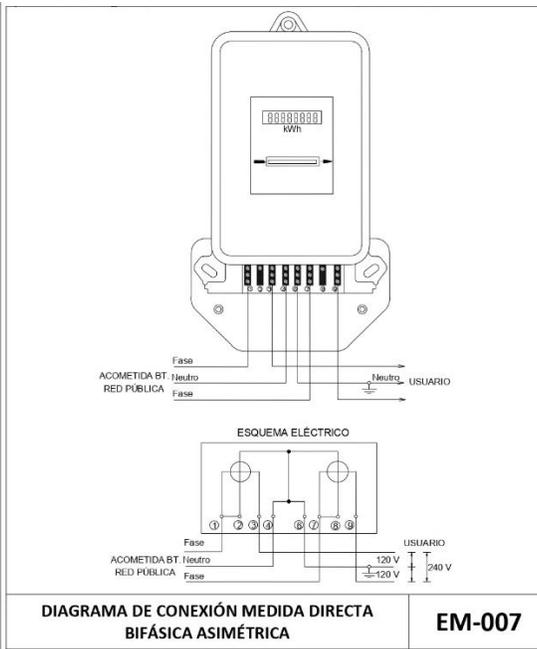
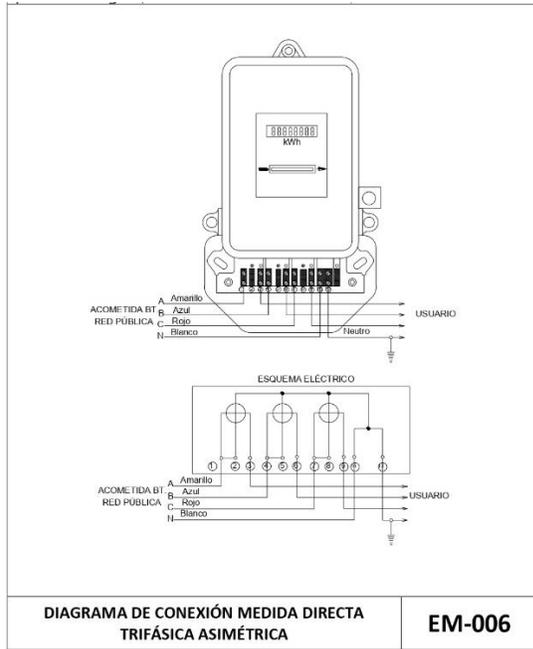
4 ACLARACIONES SOBRE EL DIMENSIONAMIENTO DE LA MEDIDA

1. Para potencias mayores a 300 kVA se debe diseñar con medida indirecta.
2. En los tipos de medición semidirecta e indirecta, se deben contar con bloques de prueba, para garantizar la operación independiente de cada una de las señales provenientes de los transformadores de medida.
3. Para mediciones semidirectas e indirectas, en puntos de medición trifásicas se debe diseñar en tres elementos.
4. Los transformadores de medida deben tener un devanado exclusivo para la conexión de los equipos que conforman el sistema de medida y ser independiente del devanado donde se conecten las protecciones.
5. Los sistemas de medición deben estar internamente en armarios o celdas según aplique para cada sistema de medida y estar debidamente certificados y protegidos contra la humedad y agentes corrosivos.
6. Se pueden tener 2 situaciones para conectar al usuario:
 - En la primera, el usuario se puede conectar en el secundario del transformador cuando hace parte de los activos de uso (ver definición en la resolución CREG 015 de 2018, donde se resalta activos utilizados por más de un usuario), por lo que en dicho sitio se puede instalar la medida.
 - En la segunda, el usuario se puede conectar en el devanado de alta tensión del transformador haciéndose responsable de los activos de conexión (equipos son de su propiedad).
7. Se pueden instalar medidores multirango de tensión, siempre y cuando la tensión nominal del sistema eléctrico, en el punto de conexión del medidor esté dentro de los rangos de tensiones para los cuales se garantiza la exactitud del medidor.

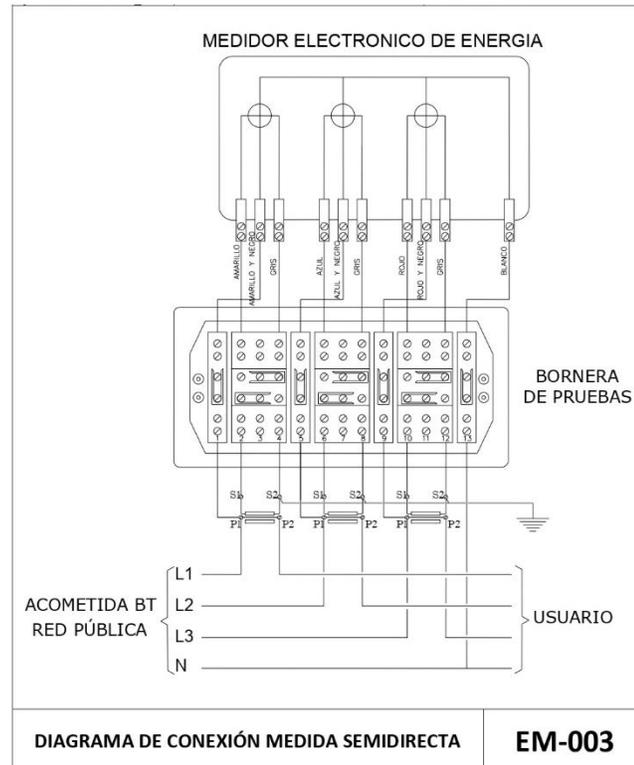
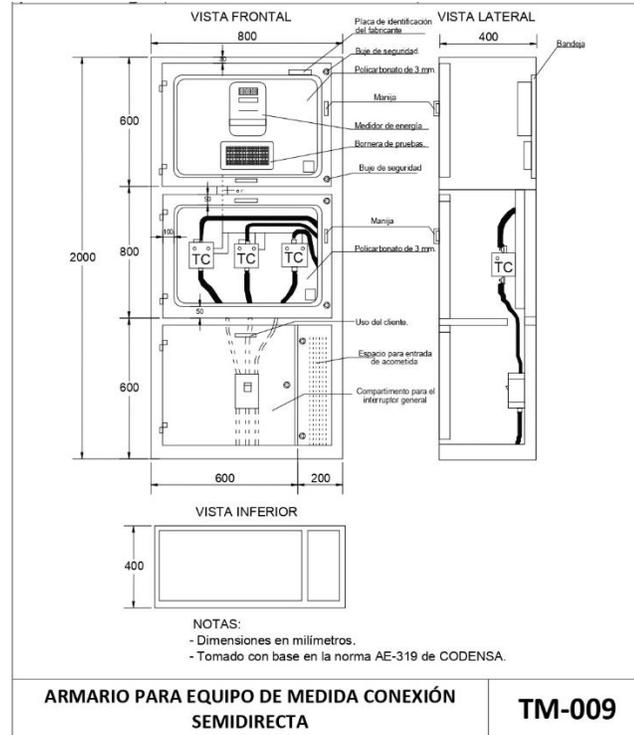
5 DETALLES DE CONEXIÓN DE LA MEDIDA

5.1 DETALLES PARA LA MEDIDA DIRECTA

El armario(s) se debe seleccionar según el tipo de medición y el número de medidores. Se debe presentar detalle de conexionado de los medidores utilizados en la medida. A continuación, se muestran algunos detalles a utilizar según el caso:

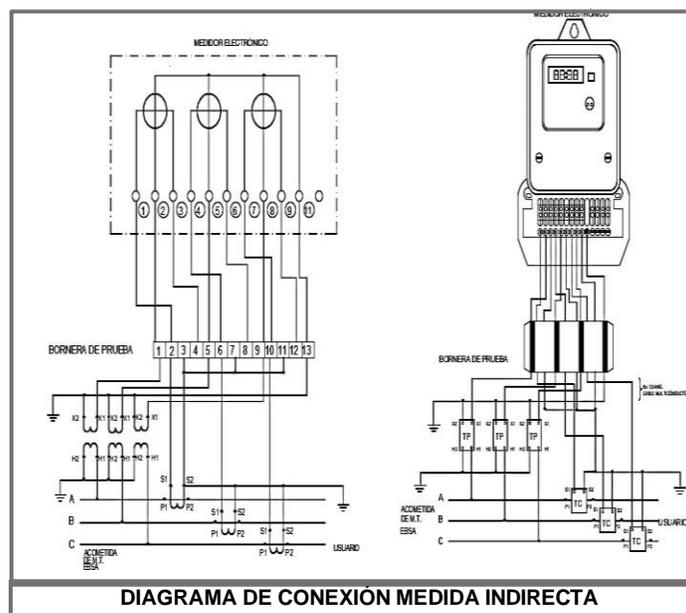
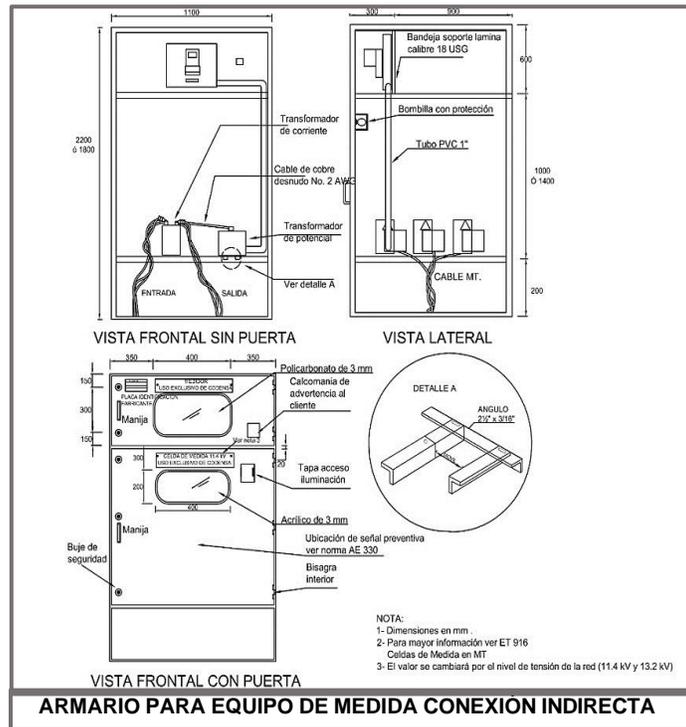


5.2 DETALLES PARA LA MEDIDA SEMIDIRECTA

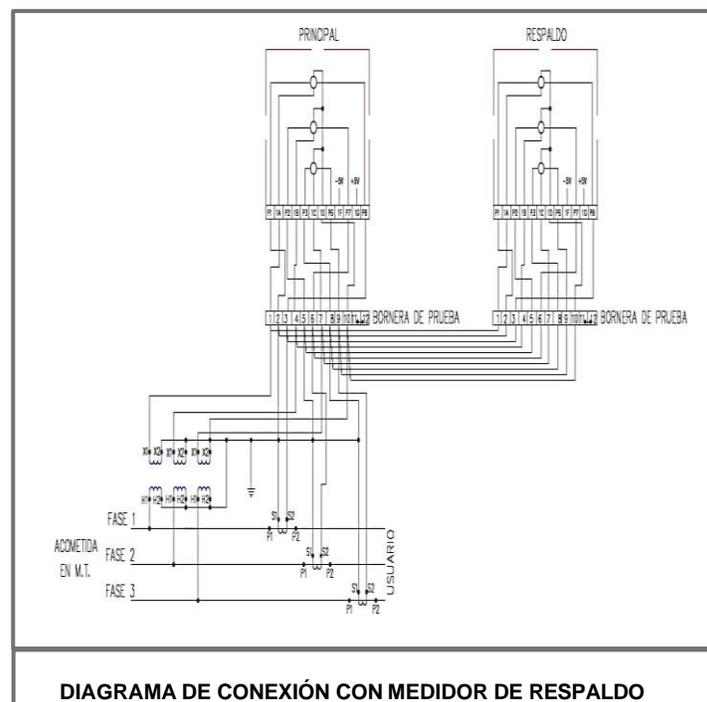
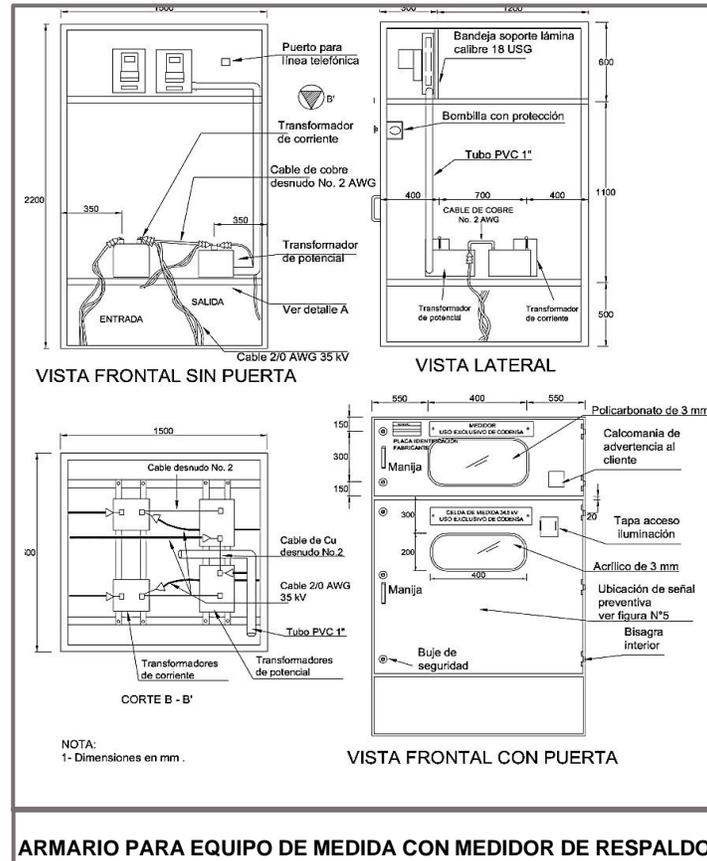


5.3 DETALLES PARA LA MEDIDA INDIRECTA

Para la medida indirecta, el armario se debe seleccionar según el tipo de instalación (**interior** o **exterior**). Se debe utilizar celda de medida, la cual debe ser independiente de la protección.



5.4 DETALLES PARA LA MEDIDA INDIRECTA CON MEDIDOR DE RESPALDO



6 ANEXO 1 EJEMPLOS DE CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL BURDEN

6.1 EJEMPLO 1. CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL BURDEN PARA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (T.C.)

El cálculo del burden de los transformadores de corriente se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$VA_{TC} = VA_{Conductor} + VA_{Medidor} \quad (1)$$

Donde,

$$VA_{Conductor} = I_{ns}^2 (l * R_{ac}) \quad (2)$$

I_{ns} : Corriente nominal secundaria del TC [A]

l : Longitud conductor (alimentador más retorno) [m]

R_{ac} : Resistencia AC del conductor a 75°C [Ω/m]

Por ejemplo, si tenemos un medidor con carga de 4 VA ($VA_{Medidor}$) y se le adiciona los VA asociados al conductor calibre número 10, el cual es de 0,53 VA, se obtiene un burden de 4,53 VA y de acuerdo con los valores de burden normalizados para transformadores de corriente se selecciona un T.C. con potencia nominal de 5 VA, como se observa en la **Tabla A**.

Tabla A. Cálculo del Burden del transformador de corriente para un medidor con consumo de potencia de 4 VA.

Calibre conductor	Longitud conductor (l)	Resistencia conductor (R _{ac})	Corriente nominal secundaria (I _{ns})	VA _{Conductor}	Burden (VA _{TC})	Burden normalizado (VA _{TC})
8	5	0,0027	5	0,34	4,34	5 VA
8	15	0,0027	5	1,01	5,01	10 VA
10	5	0,0042	5	0,53	4,53	5 VA
10	15	0,0042	5	1,58	5,58	10 VA
12	5	0,0067	5	0,84	4,84	5 VA
12	15	0,0067	5	2,51	6,51	10 VA

Es importante aclarar que el cálculo de la ecuación 1 depende de la carga asociada al medidor ($VA_{Medidor}$), la cual depende del fabricante y se puede encontrar en la ficha técnica.

6.2 EJEMPLO 2. CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL BURDEN PARA TRANSFORMADORES DE TENSIÓN (T.T.)

El cálculo del burden de los transformadores de tensión se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$VA_{TT} = VA_{Conductor} + VA_{Medidor}$$

Donde,

$$VA_{Conductor} = \left[\frac{V_{ns}}{(R_{ac} * l) + \left(\frac{V_{ns}^2}{VA_{Medidor}} \right)} \right]^2 * (R_{ac} * l)$$

V_{ns} : Tensión nominal secundaria del TT [V]

l : Longitud del conductor (alimentador más retorno) [m]

R_{ac} : Resistencia AC del conductor a 75°C [Ω/m]

Por ejemplo, si tenemos un medidor con carga de 4 VA ($VA_{Medidor}$) y se le adiciona los VA asociados al conductor calibre número 10, el cual es de 0,000047 VA, se obtiene un burden de 4,00005 VA y de acuerdo con los valores de burden normalizados para transformadores de tensión se selecciona un TT con potencia nominal de 10 VA, como se observa en la **Tabla B**.

Tabla B. Cálculo del Burden del transformador de tensión para un medidor con consumo de potencia de 4 VA.

Calibre conductor	Longitud conductor (l)	Resistencia conductor (Rac)	Tensión nominal secundaria (Vns)	Vacondutor	Burden (VA _{TT})	Burden normalizado (VA _{TT})
8	10	0,0027	120	0,00003	4,00003	10 VA
10	10	0,0042	120	0,000047	4,00005	10 VA
12	10	0,0067	120	0,000074	4,00007	10 VA

Es importante aclarar que el cálculo de la ecuación 3 depende de la carga asociada al medidor ($VA_{Medidor}$), la cual depende del fabricante y se puede encontrar en la ficha técnica.