

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



PASOS PARA LA SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LA MEDIDA

PASO



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

Tabla 1. Tipo de medición según nivel de tensión y capacidad instalada

Nivel de tensión	Medida Directa	Medida Semidirecta	Medida Indirecta
120/208 V	menor a 28 kVA	mayor o igual a 28 kVA	Para capacidades instaladas mayores a 225 kVA
127/220 V	menor a 30 kVA	mayor o igual a 30 kVA	
254/440 V	menor a 60 kVA	mayor o igual a 60 kVA	
120/240 V	menor a 19 kVA	mayor o igual a 19 kVA	

PASO



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 según Tabla 3.

PASO



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
	3 x 120/240 V
Media tensión	13.2 kV
	34.5 kV

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

PASO

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	$C \leq 5$	$CI < 10$	1 ó 2	2 ó 3	NA	NA	NO

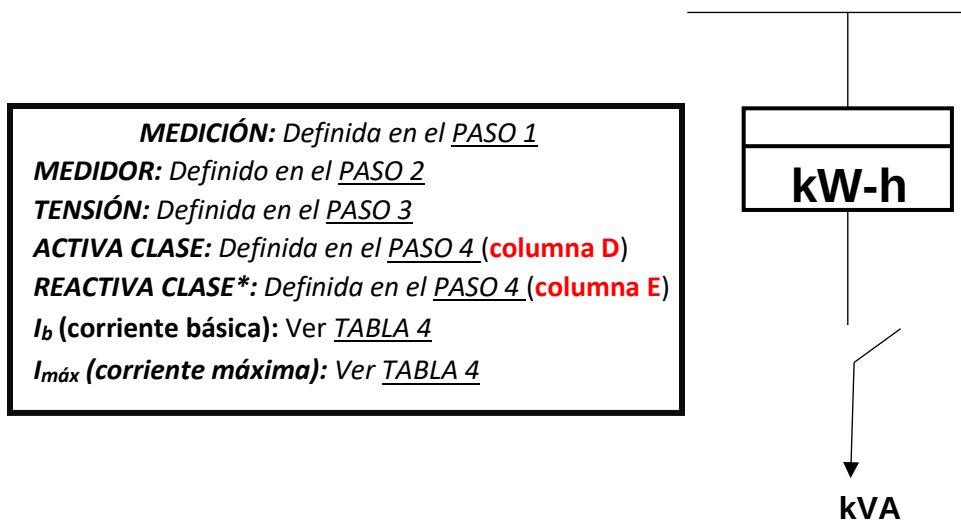
Fuente: Tabla 1 y 2 (CREG 038 de 2014)

Según el tipo de medición seleccionado se debe dirigir a la sección correspondiente:

4.1) Medición Directa, 4.2) Medición Semidirecta, 4.3) Medición Indirecta y 4.4) Medición Indirecta con respaldo.

4.1. MEDICIÓN DIRECTA

DIAGRAMA TIPO Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS



* De acuerdo con la NTC 5019, se debe instalar medidor de energía reactiva cuando la capacidad instalada sea mayor a 15 kVA y cuando la instalación sea para uso comercial o industrial en los sistemas bifásicos y trifásicos.

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)

4.2. MEDICIÓN SEMIDIRECTA

DIAGRAMA TIPO Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS

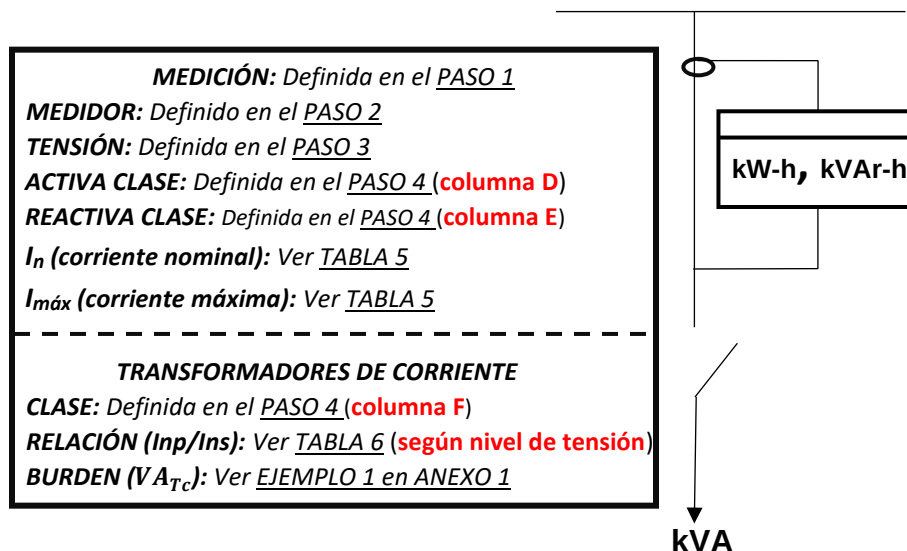


Tabla 5. Medidores de energía y sus características eléctricas.

Medidor de energía	I_n (A)	$I_{máx}$ (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.

Nivel de tensión 3 x 120/208V		Nivel de tensión 3 x 127/220V		Nivel de tensión 3 x 254/440V		Nivel de tensión 3 x 120/240V	
Capacidad instalada (kVA)	Relación (I_{np}/I_{ns})	Capacidad instalada (kVA)	Relación (I_{np}/I_{ns})	Capacidad instalada (kVA)	Relación (I_{np}/I_{ns})	Capacidad instalada (kVA)	Relación (I_{np}/I_{ns})
28 a 43	100/5	30 A 45	100/5	60 A 91	100/5	19 A 28	100/5
44 a 65	150/5	46 A 68	150/5	92 A 137	150/5	29 A 43	150/5
66 a 86	200/5	69 A 91	200/5	138 A 183	200/5	44 A 57	200/5
87 a 129	300/5	92 A 137	300/5	184 A 274	300/5	58 A 86	300/5
130 a 162	400/5	138 A 182	400/5	275 A 365	400/5	87 A 108	400/5
163 a 194	500/5	183 A 228	500/5	366 A 457	500/5	109 A 129	500/5
195 a 259	600/5	229 A 274	600/5	458 A 548	600/5	130 A 172	600/5
260 a 324	800/5	275 A 365	800/5	549 A 731	800/5	173 A 216	800/5
325 a 389	1000/5	366 A 457	1000/5	732 A 914	1000/5	217 A 259	1000/5
390 a 467	1200/5	458 A 548	1200/5	915 A 1097	1200/5	260 A 311	1200/5
468 a 648	1600/5	549 A 731	1600/5	1098 A 1463	1600/5	312 A 438	1600/5

Fuente: Tabla 4 (NTC 5019)

Nota 1: Valores normalizados de potencia nominal (VA) para transformadores de corriente:

2.5 – 5 – 10 – 15 – 30 VA

Nota 2: Valores normalizados de potencia nominal (VA) para transformadores de corriente en MT:

10 – 12.5 – 15 – 20 – 25 – 50 – 60 – 75 VA

4.3. MEDICIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA TIPO Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS

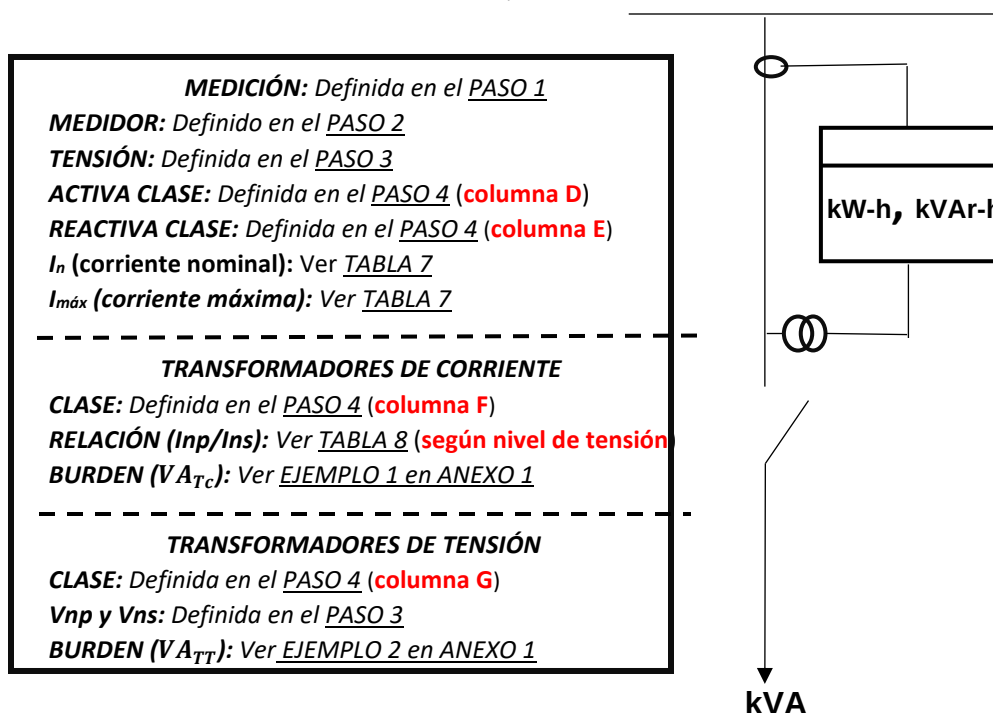


Tabla 7. Medidores de energía y sus características eléctricas.

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.

Nivel de tensión 13.2 KV		Nivel de tensión 34.5KV	
Capacidad instalada (kVA)	Relación (I_{np}/I_{ns})	Capacidad instalada (kVA)	Relación (I_{np}/I_{ns})
91 a 137	5/5	239 a 358	5/5
138 a 274	10/5	478 a 717	10/5
275 a 411	15/5	718 a 1075	15/5
412 a 503	20/5	1076 a 1314	1314
504 a 617	25/5	1315 a 1613	25/5
618 a 823	30/5	1614 a 2151	30/5
824 a 1029	40/5	2152 a 2689	40/5
1030 a 1234	50/5	2690 a 3226	50/5
1235 a 1554	60/5	3227 a 4063	60/5
1555 a 1829	75/5	4064 a 478	75/5
1830 a 2743	100/5	4781 a 7170	100/5
2744 a 4115	150/5	7171 a 10756	150/5
4116 a 5144	200/5	10757 a 13345	200/5

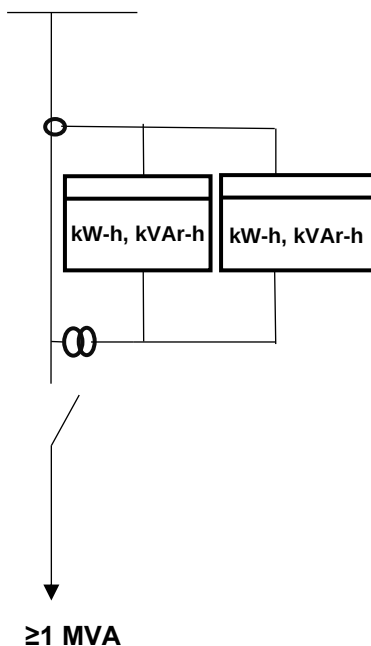
Fuente: Tabla 5 (NTC 5019)

Nota 3: Valores normalizados de potencia nominal (VA) para transformadores de tensión:

10– 15 – 25 – 50 - 100 VA

4.4. 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.

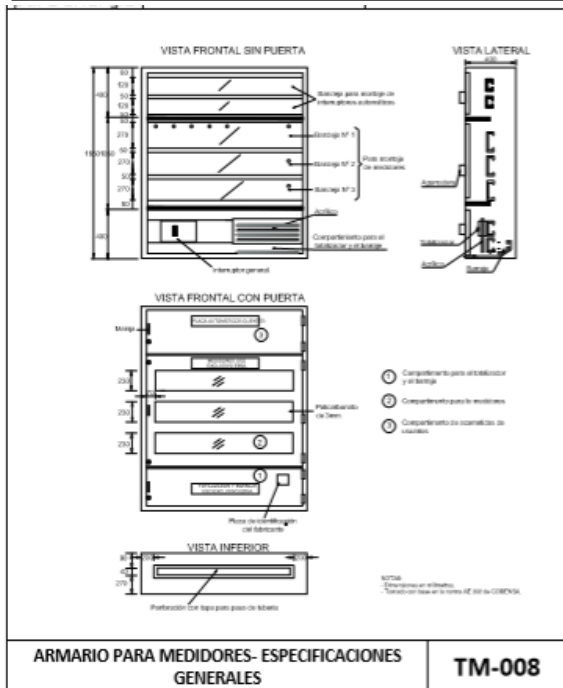
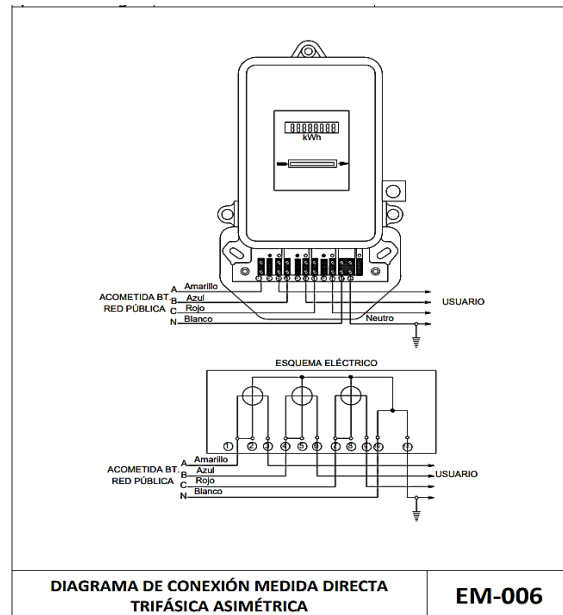
Nota:

En las fronteras de generación y comerciales conectadas al STN y los puntos de medición tipos 1 y 2 ($\geq 1 \text{ MVA}$) se debe utilizar medidor de respaldo.

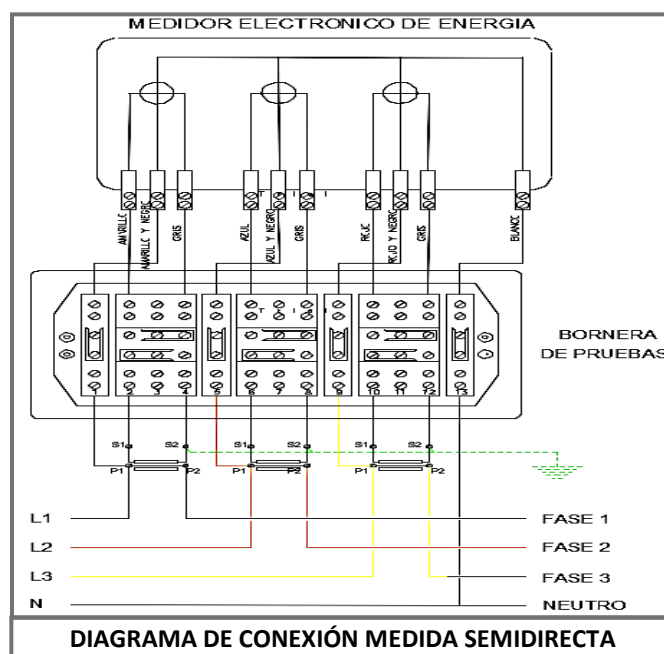
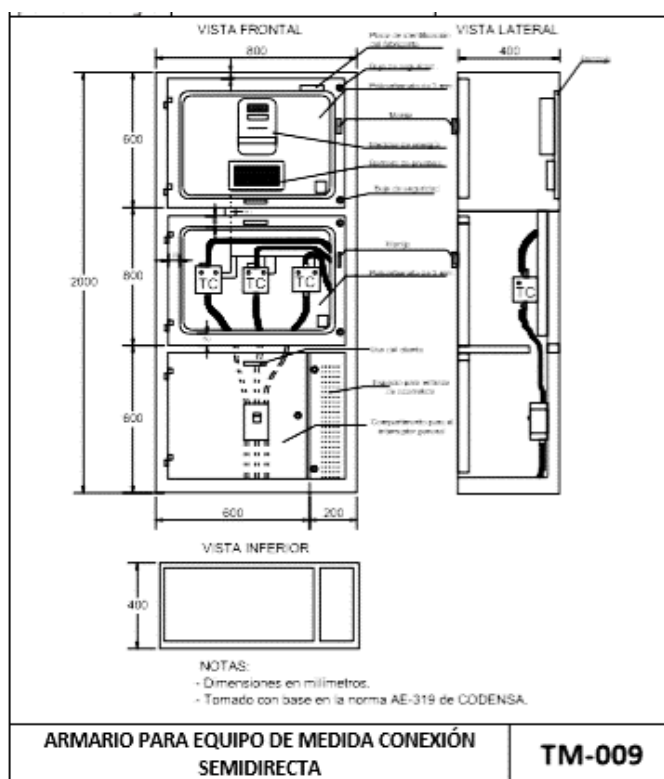
ACLARACIONES SOBRE EL DIMENSIONAMIENTO DE LA MEDIDA

1. *En los transformadores 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 un valor dividido entre $\sqrt{3}$.*
2. *Para potencias mayores a 225 kVA se debe diseñar con medida indirecta.*
3. *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.*
4. *Para mediciones semidirectas e indirectas, en puntos de medición trifásicas se debe diseñar en tres elementos.*
5. *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.*
6. *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.*
7. *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 CREG 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).*
8. *Para todos los tipos de medición, se debe garantizar el fácil acceso para toma eficiente de la lectura por parte del OR.*
9. *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.*

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



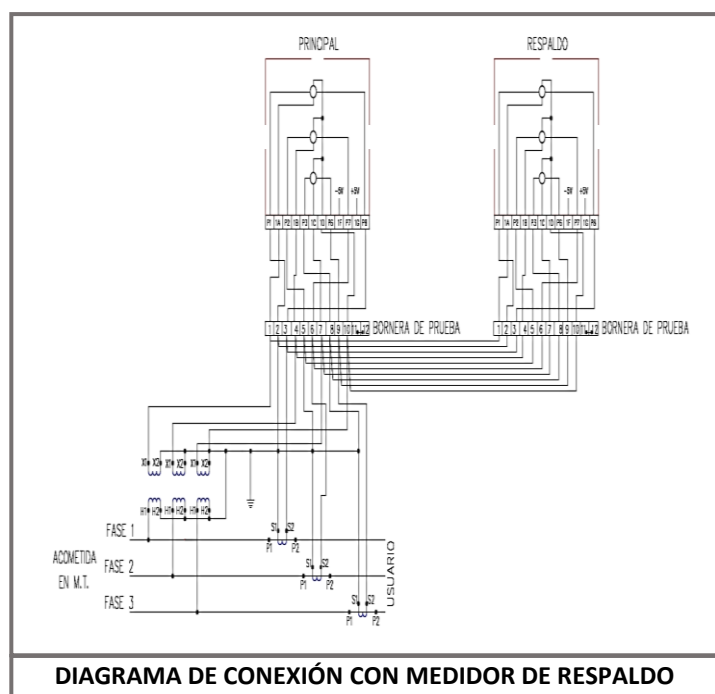
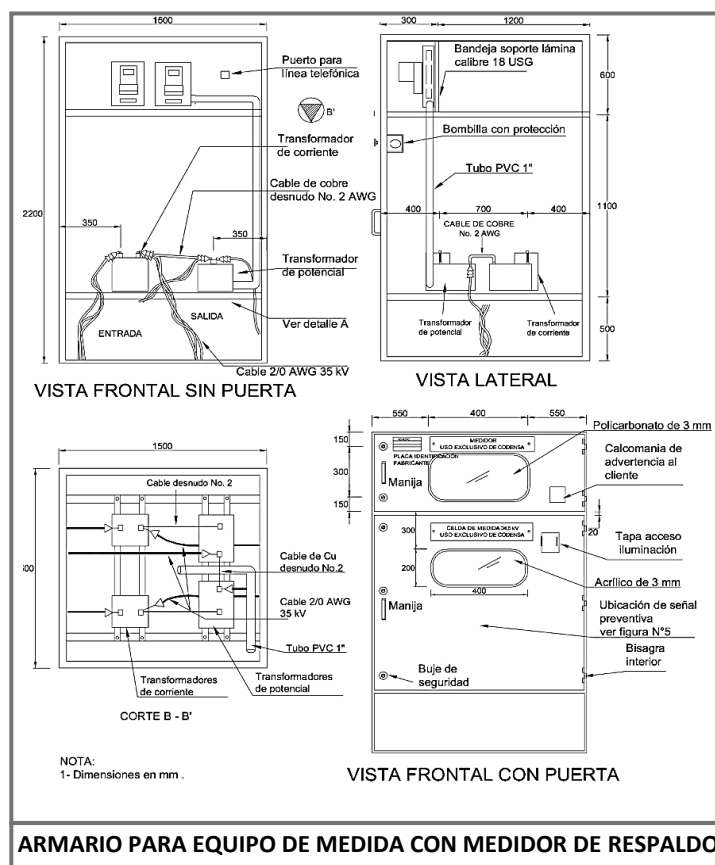
DETALLES REQUERIDOS EN LA MEDIDA SEMIDIRECTA



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.



DETALLES REQUERIDOS EN LA MEDIDA INDIRECTA CON MEDIDOR DE RESPALDO



ANEXO 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.

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:

$$VA_{TT} = VA_{Conductor} + VA_{Medidor} \quad (3)$$

Donde,

$$VA_{Conductor} = \left[\frac{V_{ns}}{(R_{ac} * l) + \left(\frac{V_{ns}^2}{VA_{Medidor}} \right)} \right]^2 * (R_{ac} * l) \quad (4)$$

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

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 0,000047 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 T.T. 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 (R_{ac})	Tensión nominal secundaria (V_{ns})	$VA_{Conductor}$	Burden (VA_{TT})	Burden normalizado (VA_{TT})
8	10	0,0027	120	0,000030	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.