



**EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA CORPORACIÓN  
NACIONAL DE ELECTRICIDAD**

**MANUAL DE INSTALACIÓN DE  
SISTEMAS DE GENERACIÓN  
DISTRIBUIDA**

Datos generales del documento				
ELABORACIÓN	X	ACTUALIZACIÓN		ELIMINACIÓN
Nombre del documento:	Manual de instalación de sistemas de generación distribuida			
Código:	MN-TEC-CTR-100			
Versión:	01			
Proceso / Subproceso:	Gestión Técnica / Ingeniería y Construcciones			
Observación:	-			

	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

## 1 OBJETIVO:

Establecer las normas y disposiciones que se aplica para el diseño y la instalación de Sistemas de Generación Distribuida; que incluyen: los Sistemas de medición, Paneles y tableros de Distribución, Inversores, Paneles Solares, Motores síncronos, Transformadores.

## 2 ALCANCE:

Es de aplicación y de uso obligatorio para el personal de las áreas de Distribución, Comercial y Planificación; así como, los representantes técnicos de los proyectos, que tengan relación con el diseño y la instalación de sistemas de generación distribuida para autoabastecimiento de clientes regulados de CNEL EP.

## 3 DEFINICIONES

**ACOMETIDA:** Es un conjunto de conductores y equipos utilizados para suministrar la energía eléctrica, desde el sistema de distribución a los diferentes niveles de voltaje hasta las instalaciones del consumidor.

**ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE:** Es la que se conecta a una red de distribución con voltaje de hasta 600 V.

**ACOMETIDA EN MEDIO VOLTAJE:** Es la que se conecta a una red de distribución sobre 600 V y hasta 40 kV y comprende los conductores de alimentación con sus accesorios, desde dicha red hasta los bornes del transformador o hasta el sistema de medición en medio voltaje, en caso de existir.

**ARREGLO:** Conjunto de paneles conectados en serie y/o en paralelo para abastecer un MPPT.

**BASE SOCKET:** Es el elemento enchufable sobre el cual se realiza el montaje del medidor tipo socket.

**BYPASS:** Ruta alternativa que permite desviar el flujo de corriente eléctrica alrededor de un componente o sección de un circuito, a través de transferencia automática o manual

**CA:** Corriente Alterna

**CADENA:** Conjunto de paneles conectados en serie.

**CAMPO DE CONEXIÓN PARA AUTOABASTECIMIENTO:** Conjunto de equipos de transformación, maniobra y/o protección con los que se materializa la vinculación eléctrica de un(os) SGDA(s).

**CAPACIDAD OPERATIVA DEL ALIMENTADOR:** Es el límite máximo de la capacidad de un alimentador, sin provocar sobrecalentamiento del conductor y problemas de voltaje de acuerdo a las regulaciones vigentes, considerando el calibre, temperatura ambiente, restricciones de operación, contingencias.

**CC:** Corriente Continua

	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

**CERTIFICADO DE HABILITACIÓN:** Documento administrativo otorgado por la empresa eléctrica distribuidora, conforme la regulación aplicable, para la construcción, instalación, operación y mantenimiento de un SGDA.

**CGD:** Central de Generación Distribuida

**CONDUCTORES DE SEÑAL:** Es un conductor de control concéntrico con chaqueta externa de policloruro de vinilo (PVC), conformado por varios conductores de cobre, aislados individualmente con PVC, y que interconecta las borneras de control de los transformadores de corriente (TC) y de los transformadores de potencial (TP) con los medidores.

**CONSUMIDOR O USUARIO:** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación del servicio público de energía eléctrica, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio.

**CONSUMIDOR REGULADO:** Persona natural o jurídica que, mediante la suscripción de un Contrato de Suministro, se beneficia con la prestación del servicio público de energía eléctrica y del servicio de alumbrado público general, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio.

**DISYUNTOR:** Se entiende por disyuntor al interruptor provisto de dispositivos para la desconexión automática en caso de sobrecarga o cortocircuito en la respectiva instalación.

**FACTOR DE POTENCIA:** Es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica y se la define como la relación entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA).

**IEC:** International Electrotechnical Commission o su traducción Comisión Electrotécnica Internacional

**INTERRUPTOR:** Es un dispositivo que sirve para abrir o cerrar manualmente el paso de corriente eléctrica de un circuito y su unidad de medida está dada en amperios.

**INVERSORES:** Equipos que utilizan electrónica de potencia para convertir energía eléctrica de CC a CA.

**LECTURA:** Registro tomado de manera visual o estimado basado en el historial del consumo.

**MEDIDOR:** Es un equipo electro-mecánico o electrónico que registra el consumo de energía y otros parámetros eléctricos.

**MEDIDOR BIDIRECCIONAL:** Medidor que tiene la capacidad de diferenciar entre la energía que suministra la Distribuidora y la energía que entregan fuentes de energía como son los paneles solares cuando no es consumida en su totalidad por el mismo usuario.

**MEDIDOR DE CARGA:** Medidor de control instalado en el campo de conexión del SGDA del lado de la carga, su función es aislar la energía generada por el SGDA para el cálculo del factor de potencia del cliente.

	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

**MEDIDOR DE GENERACIÓN:** Medidor de control instalado en el campo de conexión del SGDA del lado del generador, su función es aislar la energía generada por el SGDA para el cálculo del factor de potencia del cliente.

**MEDICIÓN DIRECTA:** Cuando el suministro de energía y potencia entregado pasa directamente por las borneras del medidor instalado.

**MEDICIÓN INDIRECTA:** Cuando el suministro de energía y potencia pasa directamente a la carga y el sistema de medición está tomado por una relación de corriente y voltaje a través de los Transformadores de Corriente (TC) y Transformadores de Potencial (TP).

**MEDICIÓN SEMI INDIRECTA:** Cuando el suministro de energía y potencia pasa directamente a la carga y el sistema de medición está tomado por una relación de corriente a través de los Transformadores de corriente (TC).

**MICROINVERSOR:** Inversor diseñado para funcionar conectado a un o dos módulos fotovoltaicos. Su entrada es para corriente continua y en su salida exporta corriente alterna. Generalmente se instala debajo del módulo fotovoltaico

**MOTORES SÍNCRONOS:** Máquina rotatoria impulsada por una turbina, para generar energía eléctrica.

**MPPT:** Seguidor de punto de máxima potencia, conocido por sus siglas en inglés (Maximum Power Point Tracking)

**OHMIOS:** Unidad de medida de la resistencia eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades. Representa la resistencia que ofrece un material al paso de la corriente eléctrica cuando se le aplica una diferencia de potencial de 1 voltio y por ella circula una corriente de 1 amperio.

**PANELES SOLARES:** Módulos fotovoltaicos individuales que captan la energía que proporciona el sol convirtiéndola en electricidad.

**PUNTO DE CONEXIÓN PARA AUTOABASTECIMIENTO:** Es la frontera de conexión entre las instalaciones de propiedad de la Distribuidora y las instalaciones de un SGDA.

**PUNTO DE ENTREGA:** Es la frontera de conexión entre las instalaciones de propiedad de la distribuidora y las instalaciones de propiedad de un consumidor o usuario final

**PUNTO DE MEDICIÓN:** Es el lugar físico donde se instalará el sistema de medición, que permita medir el consumo total de energía eléctrica del consumidor.

**SERVICIOS AUXILIARES (SA):** Corresponde a la demanda de energía eléctrica de equipos (transformadores, inversores, regulador de carga) y componentes necesarios para en funcionamiento de uno o varios SGDA (equipos de comunicación, alumbrado y tomacorrientes en el cuarto de inversores) suministrada desde una red de distribución.

**SERVICIO ELÉCTRICO:** Es el servicio público de energía eléctrica que suministra el Distribuidor a los Consumidores, desde sus redes de distribución de baja, media y alto voltaje, amparado en el contrato de suministro.

	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

**SGDA:** Sistemas de generación distribuida para autoabastecimiento

**SISTEMA DE MEDICIÓN:** Son los componentes necesarios para la medición o registro de energía activa, energía reactiva, demandas máximas y otros parámetros relacionados. Incluyen los equipos de medición (medidores), los transformadores de medición (cuando apliquen), los cables de conexión, los accesorios de sujeción y protección física de los medidores y de los transformadores.

**STC:** Standard Test Conditions

**SISTEMA HÍBRIDO:** Equipo inversor que puede tener más de una fuente (paneles fotovoltaicos, baterías, Grupo electrógeno) suministra energía de respaldo a un circuito específico.

**SEGUIDOR DE PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA (MPPT):** Consiste en un dispositivo electrónico que busca el balance entre el voltaje y la corriente en el que los paneles fotovoltaicos operan a su máxima potencia.

**STRING:** Circuito conformado por varios módulos fotovoltaicos conectados en serie

**TABLERO GENERAL DE MEDIDORES:** Es un armario metálico que contiene los equipos de medición y protección de un determinado predio, cuyo diseño debe ser aprobado por CNEL EP.

**TC:** Transformador de corriente

**TP:** Transformador de potencial

## **4 DESARROLLO:**

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

- 4.1 Cumplir con lo indicado en las Regulaciones ARCONEL 005/24 codificada, ARCONEL 006/24 y ARCONEL 010/24 y el manual de instalaciones de acometidas de CNEL EP; además, de lo indicado en el contrato de conexión.
- 4.2 Garantizar el fácil y libre acceso con caminos y líneas de vida para su mantenimiento, limpieza y operación en los diseños de instalación de los paneles fotovoltaicos sean estos en cubierta o en piso.
- 4.3 La sincronización de los sistemas de generación distribuida con la red de distribución de CNEL EP, no deberá provocar distorsiones ni alteraciones superiores a las admitidas por la regulación ARCONEL 009/24.
- 4.4 En caso de ausencia temporal de la red de distribución de CNEL EP, por mantenimiento o falla, los SGDA no deben mantener energizada la línea de distribución, ni dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento de CNEL EP.
- 4.5 Cumplir con indicado en las Regulaciones ARCONEL 005/24, ARCONEL 006/24 y ARCONEL 010/24 para el dimensionamiento de los SGDA.
- 4.6 El voltaje máximo de la unidad de generación fotovoltaica en lado de CC no debe ser superior a 1.5 kV.

	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

- 4.7 Contar con un sistema de control y monitoreo inteligente para el grupo electrógeno, que garantice la estabilidad de los parámetros de la Microred (microgrid) de referencia para el SGDA; o, en su defecto los SGDA no podrán funcionar en sincronismo con los grupos electrógenos de emergencia.
- 4.8 Instalar los elementos de seccionamiento necesarios para la desconexión de los equipos como inversores, baterías, controladores de carga y similares para facilitar el mantenimiento y reparación de la unidad de generación fotovoltaica. Se excluyen de esta disposición los microinversores.
- 4.9 De acuerdo con la regulación ARCONEL 005/24 codificada, una misma Cuenta Contrato podrá estar asociada a más de una modalidad (ej. 1a y 2a, o 2a y 2c) excepto por limitaciones técnicas, operativas y de factibilidad comercial que deberán ser analizadas y justificadas por la Unidad de Negocio.
- 4.10 Usar preferentemente sistemas de generación trifásicos para los usuarios que cuenten con servicio trifásico en estrella. Cuando el servicio trifásico sea en delta cerrado o abierto, se podrá utilizar para la configuración inversores monofásicos acordes al voltaje.
- 4.11 El registro de la lectura del medidor que se instala en el SGDA (paneles solares), se lo realizará el día uno (1) del mes  $n + 1$ , correspondiente al consumo  $n$ , y se compensará con los medidores de los consumidores regulados que se facturen en el mes  $n + 1$ , sin afectar los cronogramas de lectura y facturación de estos.

## CONSIDERACIONES DE EQUIPOS

### Paneles Solares

- 4.12 Cumplir, con las siguientes normas (independiente de la potencia de su placa):
- IEC 61215: Design Qualification and Type Approval (módulos fotovoltaicos de silicio cristalino).
  - IEC 61730: Requisitos para la construcción, ensayos y seguridad.
- 4.13 Aplicar las siguientes normas de acuerdo a las zonas geográficas, entornos y sus características particulares de instalación.
- IEC 60068-2-68: Pruebas de resistencia para arena y polvo
  - IEC 61701: Resistencia a la niebla salina (ambiente marino)
  - IEC 62716: Prueba de resistencia al amoniaco (zonas agrícolas, crianza de animales o ganadera)
- 4.14 Marcar de manera visible la polaridad en los cables o terminales de módulos fotovoltaicos.
- 4.15 En caso de instalar en un mismo sistema paneles fotovoltaicos de diferentes marcas, características y orientación de montaje, cumplir que los módulos fotovoltaicos que estén

orientados en una dirección ingresen a un MPPT y los módulos fotovoltaicos orientados en dirección distinta ingresen a otro MPPT del mismo inversor.

4.16 Los paneles solares deben tener como mínimo, los siguientes datos STC en la placa:

- a) Voltaje de circuito abierto.
- b) Voltaje de operación.
- c) Corriente de operación.
- d) Corriente de cortocircuito.
- e) Potencia máxima.

### Equipos de medida

4.17 CNEL EP suministrará e instalará los medidores bidireccionales en los casos de generación local, mientras que los elementos como TC y TP requeridos según sea el caso, que son adquiridos por el cliente deben ser entregados a CNEL EP de acuerdo a la regulación de comercialización y distribución que se encuentre vigente.

4.18 En el caso de generación remota, los Consumidores Regulados o el Representante Legal asumirán en los costos de adquisición de la base socket, medidor, calibración inicial, calibraciones posteriores; instalación del Medidor, TC y TP requeridos para el SGDA. Los costos de mantenimiento o reemplazo de cualquier componente de los sistemas de medición, los cuales serán cancelados en los términos que se establezcan en común acuerdo con CNEL EP.

4.19 Considerar las características técnicas de TC y TP indicadas en el “Manual para la instalación de la acometida y sistema de medición a los consumidores de CNEL EP”.

4.20 En el caso de la modalidad local, 1b, existirá un solo punto de inyección en el cual se instalará la medición bidireccional.

4.21 Todos los medidores deben estar ubicados en lugares de fácil y libre acceso para su registro de lectura y revisión técnica por parte del personal de CNEL EP.

4.22 Los parámetros para los medidores bidireccionales de acuerdo al tipo de tarifa se indican en la siguiente tabla:

PARAM	RESIDENCIAL		GENERAL S/D		GENERAL C/D		GENERAL C/DH		GENERAL C/D H D	
	CONSUMO	INYECCIÓN	CONSUMO	INYECCIÓN	CONSUMO	INYECCIÓN	CONSUMO	INYECCIÓN	CONSUMO	INYECCIÓN
1	kWh		kWh		kWh		kWh		kWh	
2		kWh		kWh	kW		kWh-A		kWh-A	
3					kVARh		kWh-B		kWh-B	
4						kWh	kWh-C		kWh-C	
5						kW	kW-A		kWh-D	
6						kVARh	kW-B		kW-A	
7							kW-C		kW-B	
8							kVARh		kW-C	

9									kWh	kW-D	
10									kWh-A	kVARh	
11									kWh-B		kWh
12									kWh-C		kWh-A
13									kW-A		kWh-B
14									kW-B		kWh-C
15									kW-C		kWh-D
16									kVARh		kW-A
17											kW-B
18											kW-C
19											kW-D
20											kVARh

**Parámetros de los medidores bidireccionales.**

**Nota:** Para la tarifa general con demanda horaria y con demanda horaria diferenciada, las bandas horarias se encuentran descritas en el pliego tarifario vigente.

**Inversores y microinversores**

4.23 Cumplir en el caso de los inversores con al menos una de las siguientes normas técnicas:

- IEC 62109: Seguridad de los convertidores de potencia para uso en sistemas de energía fotovoltaica. Partes 1 y 2. Requisitos generales y particulares para inversores.
- UL 1741 Standard for Safety of Inverters, Converters and Controllers for Use in Independent Power Systems
- IEC 61727. Photovoltaic (PV) systems – Characteristics of the utility interface (Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características de la interface con la red en el punto de conexión)
- IEEE 1547: Norma para la interconexión e interoperabilidad de recursos de energía distribuida con sistemas eléctricos de energía.
- IEC 62116: Procedimiento de pruebas para medidas de prevención de operación en isla.

4.24 Entregar el certificado de conformidad de producto de los inversores solo en los casos de los CGD. De acuerdo a la normativa con la que fueron fabricados y probados.

4.25 Contar con una protección anti-isla, la cual consiste en evitar que los inversores o microinversores permanezcan energizados cuando la red de CNEL EP sea desenergizada o se presente alguna interrupción en el suministro eléctrico. Esta protección no corresponde a un elemento o componente externo al inversor, sino que debe ser parte del diseño y del funcionamiento interno del mismo.

4.26 Llevar a cabo la conexión para los casos que se utilicen microinversores, de la siguiente manera:

- Los paneles solares deberán conectarse de manera independiente y directamente al microinversor según la polaridad en positivo y negativo, sin ninguna conexión intermedia.
- Las salidas en CA de los microinversores se deberán conectar en paralelo en una caja de conexiones con sus respectivas protecciones.

#### **Conductores y conectores para SGDA**

4.27 Cumplir al menos con una de las siguientes normas para los conductores para los SGDA:

- Norma UL 4703 Photovoltaic wire (USE-2 o PV Wire).
- Norma IEC 62930 Electric for photovoltaic systems with a voltaje rating of 1.5 kV DC.
- EN 50618 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos

4.28 Canalizar de forma independiente los conductores de CC a los conductores en CA.

4.29 Los conectores MC4 deben cumplir con las normativas UL 6703, IEC 62852 o equivalente.

4.30 Los conectores tendrán la siguiente apariencia:



#### **Baterías**

4.31 Se deben usar baterías de litio ferrofosfato (batería LFP o LifePO<sub>4</sub>) o plomo-ácido estacionarias selladas de gel (batería de gel).

4.32 Las baterías deberán cumplir al menos con las siguientes normas o sus equivalentes:

- Baterías de gel: IEC 60896-21/22, IEC 61427, IEC 62040, UL 1989 o UL 94
- Baterías de LFP: IEC 62619, IEC 62133, UL 9540, UL 1642

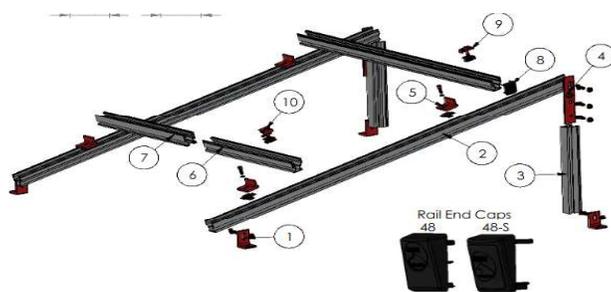
4.33 Instalar las baterías en lugares ventilados y libres de humedad, especialmente para las baterías de gel y su ubicación a una altura que evite el contacto con el agua.

4.34 En el caso de baterías LFP, por seguridad, quedará a criterio del diseñador el contar con sistema de gestión para monitoreo de temperatura, voltaje y corriente, desequilibrio entre celdas, protección contra sobrecarga y descarga profunda.

- 4.35 Cumplir con la profundidad de descarga (DoD) para las baterías de LFP mayor del 80% y una vida útil de más de 4000 ciclos.
- 4.36 Contar con equipo de desconexión (disyuntor termo-magnético CC).

**Herrajes:**

- 4.37 Los herrajes (Mid Clamp, End Clamp, Rail, L-Foot) para las estructuras de soporte y fijación de los SGDA deberán estar certificados bajo la norma UL2703. Para la clasificación de corrosividad que afectan los materiales instalados debido a factores climáticos y de ambiente según la localidad serán de acuerdo a lo establecido en las Normas ISO 9223 y la ISO 9224.
- 4.38 Para efectos de instrucción técnica, las instalaciones de SGDA deben aplicar como zona de alta contaminación salina a la franja costera, definida como una zona de 10 km de ancho, medidos desde el borde costero, al igual que instalaciones ubicadas en recintos en donde se procesen componentes químicos corrosivos.
- 4.39 Considerar en el diseño y montaje de la estructura de soporte para paneles solares; un ángulo de inclinación que permita un adecuado mantenimiento y limpieza de los paneles solares.
- 4.40 Aterrizar firmemente todas las estructuras y paneles, la puesta a tierra de CC del SGDA deberá ser accesible e inspeccionable en un punto y este punto conectarse eléctricamente al sistema de puesta a tierra de CA de las instalaciones existentes con el propósito de obtener una conexión equipotencial. En cualquier caso, el sistema de puesta a tierra deberá limitar los voltajes de paso, de contacto o transferidas y cumplir con los límites de resistencia de puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en la Norma Ecuatoriana para la Construcción NEC 10 capítulo 15.
- 4.41 La estructura y componentes referenciales se refleja en la siguiente imagen:



\*\*All dimensions in mm unless otherwise specified

ITEM NO.	DESCRIPTION
1	L-Foot w/T-Bolt & Nut, CR48-S/48/80 Mill
2	CrossRail 48-S, Front Tilt Leg
3	CrossRail 48-S, Rear Tilt Leg
4	Tilt Up Connector Set, Mill
5	Climber Set CR 48-S/48/80, Hole
6	CrossRail 48-S, Mill, Dark Anodized
7	CrossRail 48, Mill, Dark Anodized
8	CrossRail 48-S End Cap
9	Mid Clamp UL 2703, SS, Set 30-50mm CR
10	End Clamp UL 2703, SS, Set 30-50mm CR



	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

4.42 En el caso de usar otro tipo de anclaje y fijación de los paneles, éste deberá garantizar en todo momento una correcta puesta a tierra de los paneles y estructuras.

**Protecciones en CC:**

- 4.43 Cumplir la norma IEC 60947-2 para los interruptores en CC.
- 4.44 Portafusibles norma IEC 60269-6 (gPV).
- 4.45 Fusibles, protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19)
- 4.46 Tener como mínimo un seccionamiento interno/externo al inversor en los arreglos (serie, paralelo), cuando se considere un arreglo con más de dos cadenas en paralelo se deberá contar con protecciones independientes para cada cadena (fusibles). Ver Figura 1.
- 4.47 El punto anterior será obligatorio para los proyectos con tarifa Residenciales y General sin demanda, quedará bajo la responsabilidad del diseñador y representante técnico el uso o no de estos equipos para el resto de consumidores.
- 4.48 Para sistemas CC con o sin almacenamiento con voltajes superiores a 80 Vcc, el equipo debe contar con protección AFCI (Arc Fault Circuit Interrupter). Esta protección tiene la función de detectar e interrumpir arcos eléctricos generados por fallas en conductores, conexiones, módulos o paneles. La protección AFCI puede estar integrada en el inversor o en otros dispositivos equivalentes.

**Protecciones en CA:**

- 4.49 Contar en los sistemas fotovoltaicos (interno o externo al inversor) con:
- Interruptor termo-magnético
  - Interruptor diferencial tipo A (proyectos residenciales). Ver Figura 2.
  - Adicional podrán usar supresores de sobretensiones.
- 4.50 El sistema de puesta a tierra deberá limitar los voltajes de paso, de contacto o transferidas y cumplir con los límites de resistencia de puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el Manual para la instalación de la acometida y sistema de medición a los consumidores de CNEL EP vigente y la Norma Ecuatoriana para la Construcción NEC 10, capítulo 15.
- 4.51 Contar como mínimo con las siguientes protecciones para los casos de SGDA o CGD basadas en máquinas rotatorias:
- ANSI 59 Sobre voltaje
  - ANSI 27 Bajo voltaje
  - ANSI 32 Flujo de potencia inversa.

	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

- ANSI 25 Sincronismo
- ANSI 81 Sobrefrecuencia y subfrecuencia.

#### **Cajas de conexiones**

- 4.52 Las cajas de conexiones deben cumplir en lo posible con las normas de seguridad UL 1741 o UL 508 A.
- 4.53 Ubicar las cajas de conexiones en lugares de fácil acceso para el personal técnico de CNEL EP.

#### **Sistemas de exportación cero a la red eléctrica de CNEL EP.**

- 4.54 Aplicar para la modalidad de Consumidores que opten por la modalidad 1a; es decir, sin inyección de generación a la red de CNEL EP regulación ARCONEL 005/24 y para los Consumidores no regulados de acuerdo con la regulación ARCONEL 010/24.
- 4.55 Presentar un esquema del control para validar la cero exportación a la red para el caso de varios inversores.

#### **CONSIDERACIONES PARA EL MONTAJE DE INVERSORES.**

- 4.56 Montar en un espacio adecuado para los inversores a fin de permitir realizar el mantenimiento y control de los equipos y garantizar al menos 1 metro libre frente a cada inversor, una ventilación adecuada y que no esté afectado directamente por el calor, polvo, material inflamable, agua y químicos y cualquier otro factor que especifique las condiciones técnicas del inversor que pueda afectar su normal desempeño.
- 4.57 Las paredes del cuarto pueden ser de mampostería o malla metálica o soluciones compactas.
- 4.58 Montar todos los equipos en pared o sobre estructuras tipo rack sólidamente anclados al piso y aterrizadas.
- 4.59 Recomendar una altura de montaje mínima de 0.60 metros y una máxima de 1.8 metros sobre el piso terminado.
- 4.60 Separar como mínimo 0.5 metros, tanto en sus laterales como en la parte superior e inferior para los inversores que no cuenten con sistemas de ventilación forzada.
- 4.61 Separar para aquellos que cuentan con sistemas de ventilación forzada, entre ellos 1.2 metros y de las paredes 1 metro para los inversores.
- 4.62 Canalizar con canaletas PVC/ Parrillas a los conductores en DC y AC de forma independiente.

	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

- 4.63 Las puertas de ingreso al cuarto donde se ubique los inversores deberán ser abatibles al exterior.
- 4.64 Considerar la instalación de un tablero colector, una protección por cada inversor y una protección principal (para voltajes hasta 800 V) cuando el SGDA esté compuesto por más de un inversor, como se describe en la Figura 3.

#### **CONSIDERACIONES PARA LOS SISTEMAS DE GENERACION DISTRIBUIDA CON BATERÍAS DE RESPALDO (SISTEMA HIBRIDO).**

- 4.65 Diseñar e instalar un nuevo panel con las cargas o circuitos de emergencia (Aire acondicionado, luces, nevera, etc). Esta carga tendrá una demanda coincidente máxima acorde a la potencia del inversor y el respaldo de las baterías. Ver Figura 4.
- 4.66 Rotular los circuitos que pertenezcan al panel de emergencia.
- 4.67 Contar con un botón de paro de emergencia para el SGDA externo al inversor, que se encuentre ubicado en un lugar visible y de fácil acceso.
- 4.68 Indicar el orden de prelación con el cual fue configurado el inversor.
- 4.69 Considerar un sistema de ByPass al inversor, para casos de mantenimiento o daño.
- 4.70 Contar con la función “paralelismo” cuando se considere conectar las salidas de carga de dos inversores híbridos en paralelo, como se muestra en la Figura 4.

#### **CONSIDERACIONES SOBRE LA CAPACIDAD DE ALOJAMIENTO**

##### Circuitos de bajo voltaje:

- 4.71 La suma de las capacidades nominales de los SGDA, que puede alojarse en un circuito de bajo voltaje o en un transformador de distribución de CNEL EP, no debe ser mayor al 80% de la capacidad de dicho transformador o del circuito de bajo voltaje.
- 4.72 Si supera el 80% de la capacidad se realizará las mejoras en la red que sean requeridas con base en lo indicado en la Regulación ARCONEL 005/24 codificada o la que la reemplace.

##### Circuitos de medio voltaje:

- 4.73 La suma de las capacidades nominales de los SGDA o CGD, que puede alojarse en un circuito de medio voltaje, no debe ser mayor al 40% de la capacidad operativa de cada alimentador.
- 4.74 La capacidad de alojamiento se sujetará a los análisis técnicos respectivos de acuerdo a la regulación vigente.

	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

- 4.75 Los SGDA o CGD conectados a medio voltaje deberán tener un tiempo de sincronización con la red de mínimo 5 minutos y en forma escalonada de acuerdo a la cantidad de inversores.
- 4.76 La capacidad de alojamiento en los transformadores de poder de las subestaciones de CNELEP, no deberá tener flujo inverso superior al 60% de su capacidad nominal.
- 4.77 Ubicar en un espacio independiente, cuando por razones de diferencia en los niveles de voltaje en el campo de conexión, se requiera instalar un transformador elevador o reductor, cumpliendo con lo dispuesto en el “Manual para la instalación de la acometida y sistema de medición a los consumidores de CNELEP”.
- 4.78 Tener un factor mínimo K4 para los transformadores de uso exclusivo para los SGDA en el campo de conexión.
- 4.79 Respecto a los grupos de conexión y configuración de los transformadores y seguir las recomendaciones de la IEEE C57. 159.

**Circuitos de alto voltaje:**

- 4.80 La capacidad de alojamiento de un circuito de alto voltaje dependerá de los análisis técnicos integrales de la red considerando los SGDA instalados en los circuitos de bajo, medio y alto voltaje. En el caso que el total de la capacidad instalada de los SGDA superen la demanda mínima histórica (dos años) de la línea de subtransmisión, se coordinará y consultará previamente con CELEC EP y CENACE.
- 4.81 Para el caso de CGD se debe considerar el uso de una subestación elevadora de 13.8/69 kV o el que se establezca en el estudio técnico, con el factor K que aplique. En el caso de los SGDA será opcional el nivel de medio voltaje dependiendo del inversor.

**CONSIDERACIONES DE ACUERDO A LAS MODALIDADES**

**PARA MODALIDADES LOCALES**

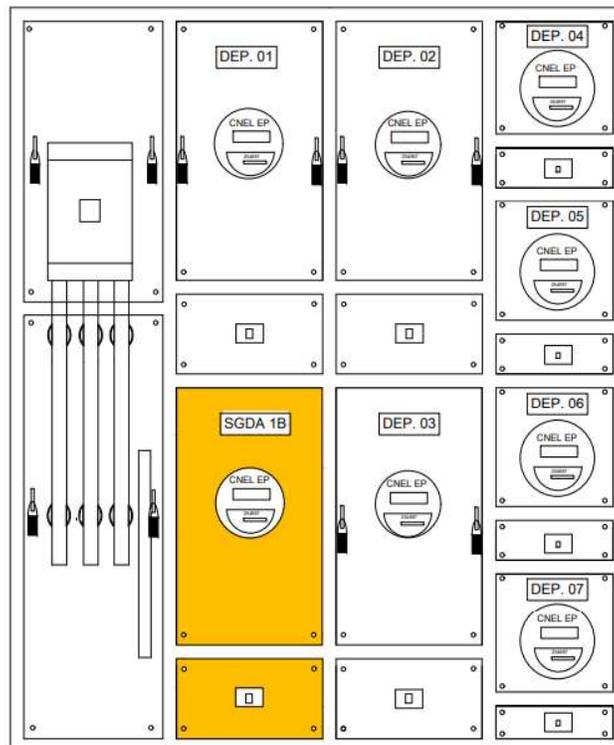
- 4.82 Ubicar el campo de conexión en el tablero principal o en un tablero secundario, siempre que se encuentre dimensionado acorde al requerimiento de energía.
- 4.83 Para la modalidad 1b se deberá ubicar el campo de conexión, antes de los sistemas de medición de los clientes que se encuentren asociados para la implementación del SGDA.
- 4.84 Para los casos con factor de potencia considerar lo indicado en el apartado correspondiente.
- 4.85 Utilizar solo inversores con voltaje hasta 220 V o 240 V para clientes residenciales.
- 4.86 Cuando se desea asociar un SGDA local a una obra en construcción (Edificios, condominios, urbanizaciones, centros comerciales, etc.), previo a la presentación de la

solicitud de factibilidad por parte de la promotora. Deberá contar con la aprobación del diseño eléctrico de dicha edificación emitido por CNEL EP.

4.87 Cuando se considere un complejo habitacional/comercial/industrial definido en régimen de propiedad horizontal, urbanizaciones, y el SGDA se encuentre montado sobre diferentes edificaciones del complejo, plantear el campo de conexión de las siguientes formas:

- Colectar toda la generación en un solo punto de conexión a la red, sea esta en bajo, medio o alto voltaje. El punto de medición será único con medición bidireccional. Esta energía será distribuida al 100% de clientes asociados al SGDA.
- Realizar diferente punto de conexión a la red interna más cercanas a la edificación, cada punto de conexión contará con una medición bidireccional. La lista de beneficios total se subdividirá en cuantos puntos de conexión existan. Se definirán en las nuevas listas el número de clientes que se deban asociar a cada punto de medición bidireccional.

4.88 Cuando se considere la modalidad 1b en edificios o condominios, se podrá instalar el medidor Ma (inyección de la generación) dentro del mismo tablero de medidores, este módulo se deberá pintar de color NARANJA y contar con su rotulación, como se demuestra en la siguiente figura de tableros para medidores:



	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

### FACTOR DE POTENCIA

- 4.89 Plantear soluciones de medición de lado de la generación o de la carga, centralizado en un solo punto de medición en coordinación con CNEL EP, para consumidores con registros de demanda y que tenga afectación del factor de potencia.
- 4.90 Con relación al punto anterior, el consumidor deberá adquirir todos los elementos relacionados al sistema de medición (base socket, medidor, conductores de señal, TC y TP, etc.), los medidores que son adquiridos por el consumidor, serán llevados a los laboratorios de CNEL EP para la parametrización del mismo (kWh, kW, kVAR)

#### Caso a.

- 4.91 Considerar instalar un sistema de medición unidireccional en el campo de conexión del lado del SGDA. El punto de inyección podrá ser en un tablero secundario. Ver Figura 5.
- 4.92 Para establecer la energía activa total se utilizando la siguiente ecuación:

$$E_{TOTAL} = E_{neta Ma} + E_{Mb}$$

- 4.93 Considerar para el caso de que la  $E_{Mb}$  y  $E_{neta Ma}$  se encuentren en diferente nivel de voltaje, las pérdidas de transformación como lo indica la regulación, serán el 2%.

#### Caso b

- 4.94 Considerar instalar un sistema de medición unidireccional en el campo de conexión del lado de carga del cliente, con esto se registrará la energía total consumida por el cliente, para el uso de esta configuración se deberá tener como condición sine qua non que realizar el campo de conexión en el tablero principal del cliente. Ver Figura 5

### PARA MODALIDAD REMOTA

- 4.95 Para los casos de generación remota el punto de inyección deberá ser directamente a la red de CNEL EP, bajo, medio o alto voltaje. Ver Figura 6.
- 4.96 Considerar el diseño de una subestación para SGDA, en los casos que los estudios técnicos realizados indican sea un campo de conexión de nivel de 69 kV.
- 4.97 Cuando se desea asociar un SGDA remoto a una obra en construcción (edificios, condominios, urbanizaciones, centros comerciales, etc.), se deberá contar con la aprobación de CNEL EP del diseño eléctrico de la edificación, (punto de entrega y medición, entre otros) previo a la presentación de la solicitud de factibilidad por parte de la promotora.
- 4.98 Asociar en un campo de conexión común cuando dentro de un mismo predio se encuentran instalados varios SGDA remotos. Los puntos de medición de cada SGDA se deberán realizar de forma independiente y en niveles de voltaje y corriente acordes al sistema eléctrico de CNEL EP.

	<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>Código:</b> <b>MN-TEC-CTR-100</b>
		<b>Versión:</b> 01

- 4.99 Nombrar un representante legal, cuando se tenga un campo de conexión común para los clientes regulados (persona natural/personas jurídicas) asociadas para este proyecto como lo establece el artículo 8 de la Regulación ARCONEL 005/24 codificada, quien será el encargado de administrar el campo de conexión común y realizar la coordinación con la CNEL EP.
- 4.100 Cuando existe un grupo de SGDA asociados en un campo de conexión común, previo a la etapa de certificado de habilitación se deberá contar con todas las factibilidades aprobadas de los SGDA asociados al campo de conexión común.
- 4.101 Cuando existan SGDA de modalidades remotas que involucren más de una unidad de Negocios de CNEL EP. La Gerencia de distribución podrá solicitar una revisión en conjunto de todas las unidades de negocio involucradas en la modalidad remota. posterior a la emisión del certificado de factibilidad emitido por la unidades de negocio que le correspondiera atender el trámite.
- 4.102 Contar con todas las factibilidades aprobadas de los SGDA asociados al campo de conexión común, previa a la etapa de certificación de habilitación, cuando existe un grupo de SGDA asociados en un campo de conexión común.
- 4.103 Cuando se requiera construir un tramo de línea de interconexión en la vía pública entre la red existente de CNEL y el campo de conexión del SGDA/CGD, se deberá realizar la aprobación de recepción de acuerdo al procedimiento PR-TEC-CTR-002 “Procedimiento para la aprobación de Proyectos Eléctricos, Ejecución, Recepción y Energización de Infraestructura Eléctrica”
- 4.104 Posterior a la emisión del certificado de factibilidad emitido por la Unidad de Negocio que le corresponde atender el trámite, cuando existan SGDA de modalidades remotas que involucren más de una Unidad de Negocios de CNEL EP, la Gerencia de Distribución podrá solicitar una revisión en conjunto de las Unidades de Negocio involucradas en la modalidad remota.
- 4.105 Considerar los parámetros de acuerdo a las categorías de las Centrales de Generación, dependiendo de su potencia nominal, indicadas en la Regulación ARCONEL 001/24 CODIGO DE CONEXIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO ECUATORIANO, según la tabla siguiente.

Categoría	Potencia nominal [MW]	Voltaje referencial de conexión [kV]
A	$0.1 \leq P_n < 1$	$V_n < 69$
B	$1 \leq P_n < 15$	$V_n \leq 69$
C	$15 \leq P_n < 50$	$V_n \leq 138$
D	$P_n \geq 50$	$V_n \geq 138$

4.106 Cuando se consideren campos de conexión para SGDA modelo 2a, 2b, 2c con el punto de inyección en medio voltaje se deberá:

- Colocar en el poste un segundo nivel de cruceta para instalar los seccionadores fusibles y los pararrayos o el equipo de protección que se proponga.
- Rotular el poste del punto de inyección a la red, como se demuestra en la Figura 7, el letrero tendrá las siguientes características:
  - ✓ Plancha metálica de 1.5 mm (1/16") de espesor, protegido con pintura anticorrosiva color **NARANJA**, de dimensiones 80 cm de ancho por 40 cm de alto.
  - ✓ Colocar a una altura de 4 m del piso terminado, sujeto a la tubería rígida de 4" mediante 2 sunchos de acero inoxidable de ½" de ancho.
  - ✓ Pintar La información en color negro con letras de imprenta de altura y ancho de 4 cm.
  - ✓ Contener en el letrero la siguiente información:
    - Número del poste.
    - Tipo SGDA o CGD y modalidad
    - Capacidad instalada en kW.

4.107 Rotular la vía del centro de carga que se conecta al sistema de generación distribuida en sistemas subterráneos.

4.108 Pintar la leyenda en la pared interior de cuarto eléctrico con letras negras (altura mínima 4 cm) sobre fondo blanco, especificando el mayor número de detalles como: Tipo SGDA o CGD, número del predio, nombre del condominio o edificio, capacidad de la generación en kW y modalidad, como se demuestra en la siguiente figura:



Centro de carga de Medio Voltaje

## **CONSIDERACIONES PARA LA ROTULACIÓN**

### Cadenas de paneles

4.109 Rotular y numerar todos los MPPT y Cadenas de paneles

MPPT 1, MPPT2,...MPPT n...

String1+, String1-,..... Stringn+, Stringn-

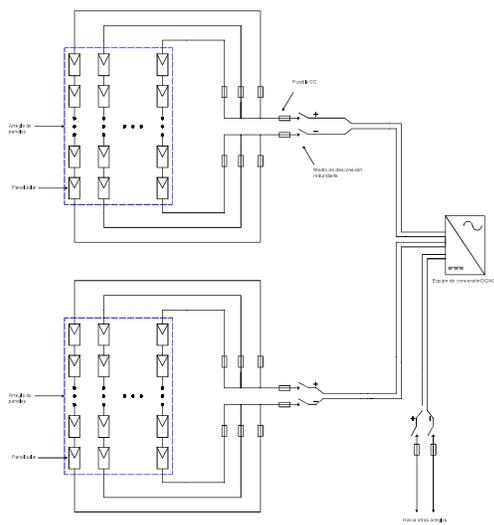
4.110 Etiquetar los inversores, medios de desconexión del sistema fotovoltaico en CA y CC y todos los equipos de distribución asociados al SGDA, como se demuestra en la siguiente figura:



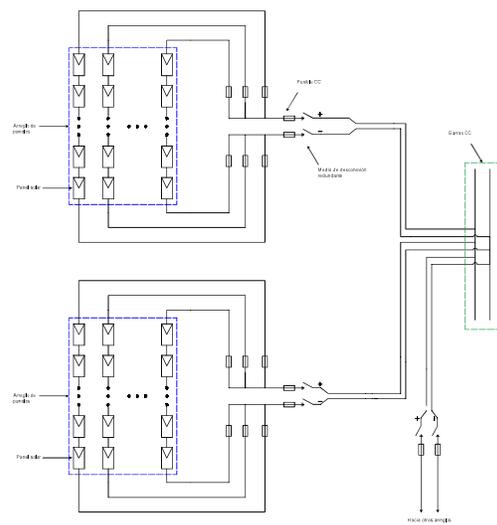
4.111 Colocar señales de Peligro en CC y CA, en las canaletas, tableros, cajas de conexión y tuberías, como se demuestra en la siguiente figura:



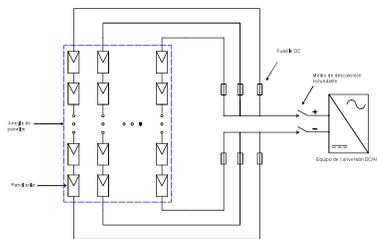
**FIGURA 1**



**Inversor con multiples entradas serie/paralelo**



**Inversor con multiples entradas serie/paralelo y barra cc**



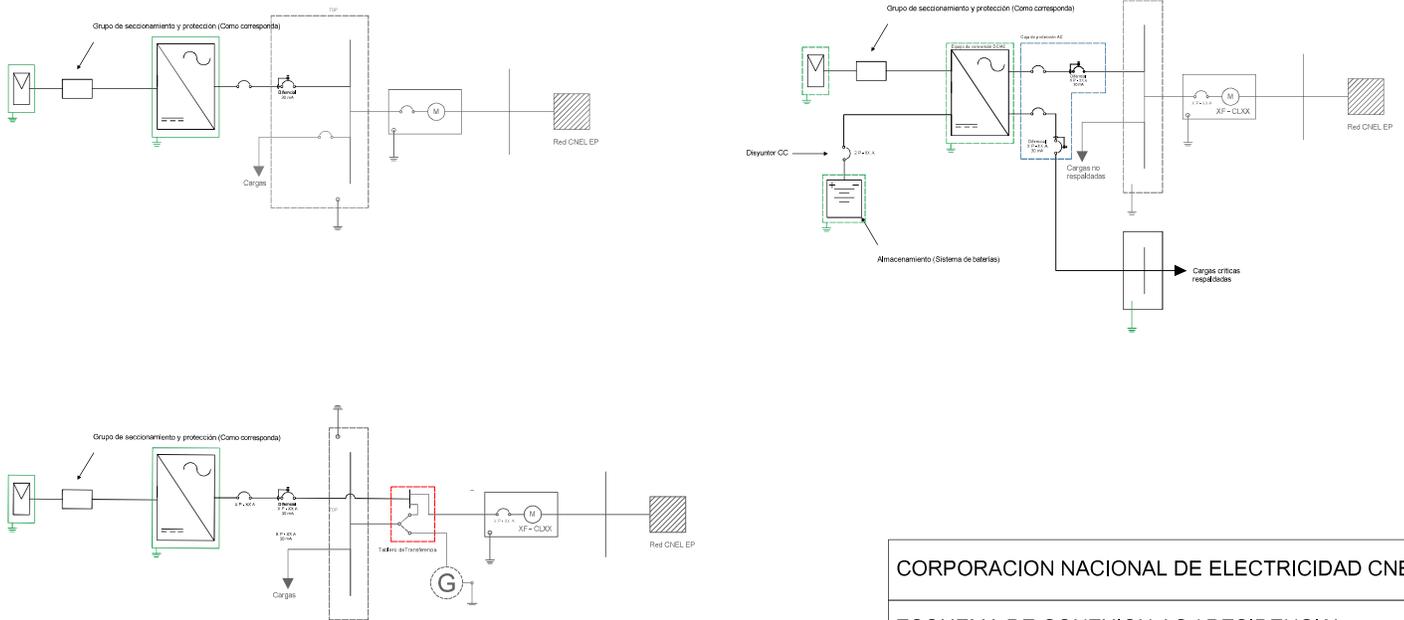
**Inversor con entrada serie/paralelo**

CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP

**ESQUEMA DE CONEXIÓN CC**

DIBUJADO ING. DAVID ZAMBRANO	APROBADO	10/7/2025
REVISADO ING. DAVID ZAMBRANO	ING. DIEGO ANCHUNDIA	ESCALA: S/E

FIGURA 2

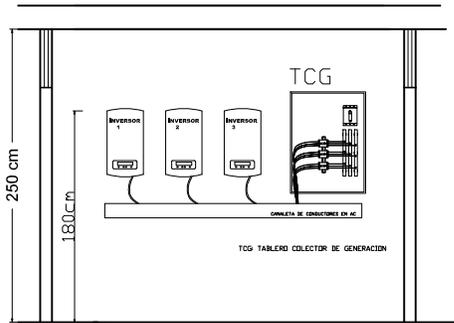


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNELEP

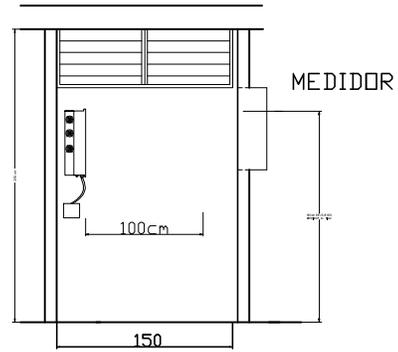
ESQUEMA DE CONEXION AC / RESIDENCIAL

DIBUJADO ING. DAVID ZAMBRANO	APROBADO  ING. DIEGO ANCHUNDIA	10/7/2025
REVISADO ING. DAVID ZAMBRANO		ESCALA: S/E

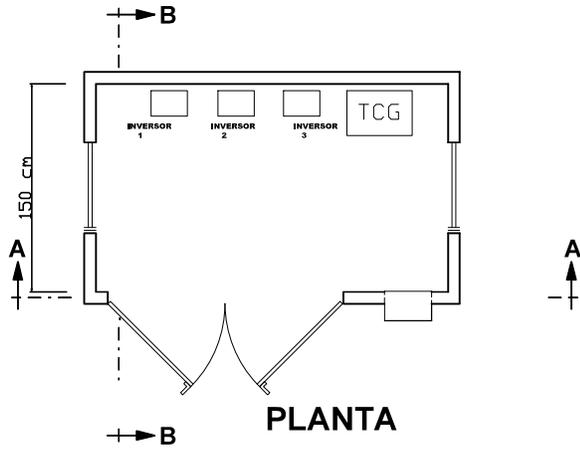
FIGURA 3



**CORTE A - A**



**CORTE B - B**



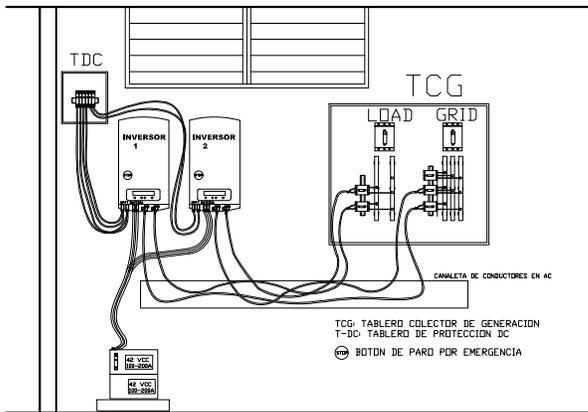
**PLANTA**

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP

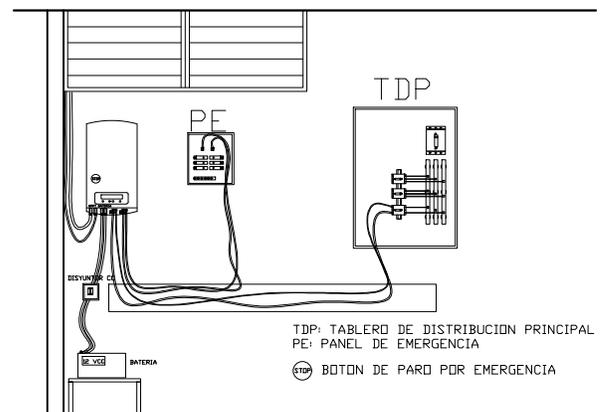
CUARTO PARA MONTAJE DE INVERSORES Y BATERIAS

DIBUJADO	RONAL REYES	APROBADO	10/7/2025
REVISADO	RONAL REYES	EDUARDO ORTIZ	ESCALA : S/E

FIGURA 4



**INVERSORES HIBRIDOS EN PARALELO**  
**TABLERO COLECTOR DE GENERACIÓN**  
**BARRAS PARA GRID Y LOAD**



**INVERSOR HIBRIDO CON PANEL DE CARGAS DE EMERGENCIA**

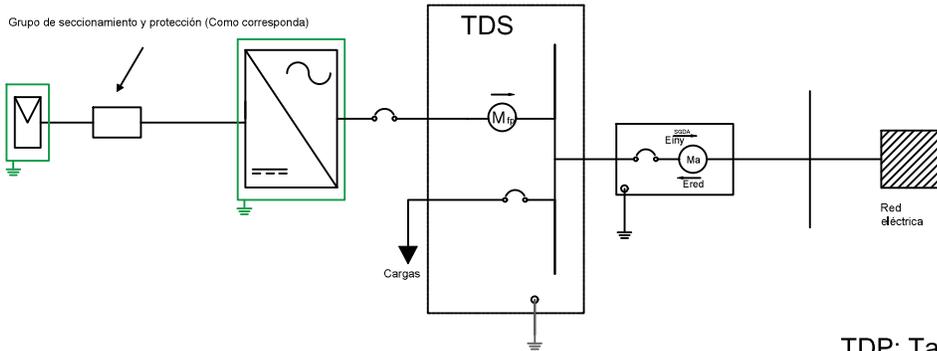
CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP

INVERSORES HIBRIDOS

DIBUJADO	RONAL REYES	APROBADO	10/7/2025
REVISADO	RONAL REYES	EDUARDO ORTIZ	ESCALA : S/E

**FIGURA 5**

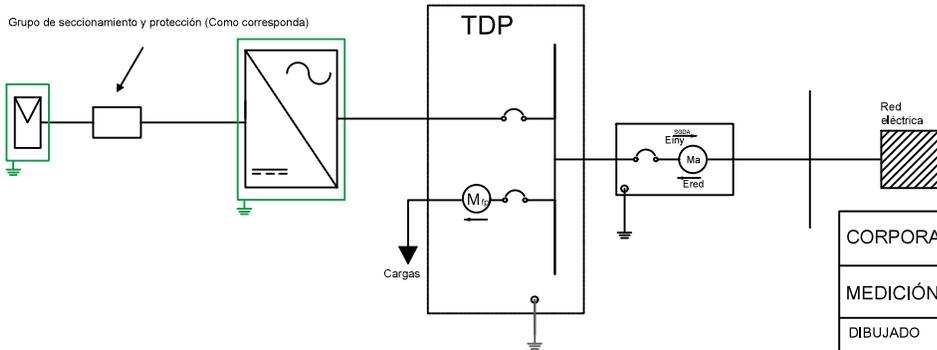
Grupo de seccionamiento y protección (Como corresponda)



**MEDICIÓN EN LA GENERACION**

TDP: Tablero de distribución principal  
 TDS: Tablero de distribución secundario  
 M fp: Medidor Factor de potencia

Grupo de seccionamiento y protección (Como corresponda)



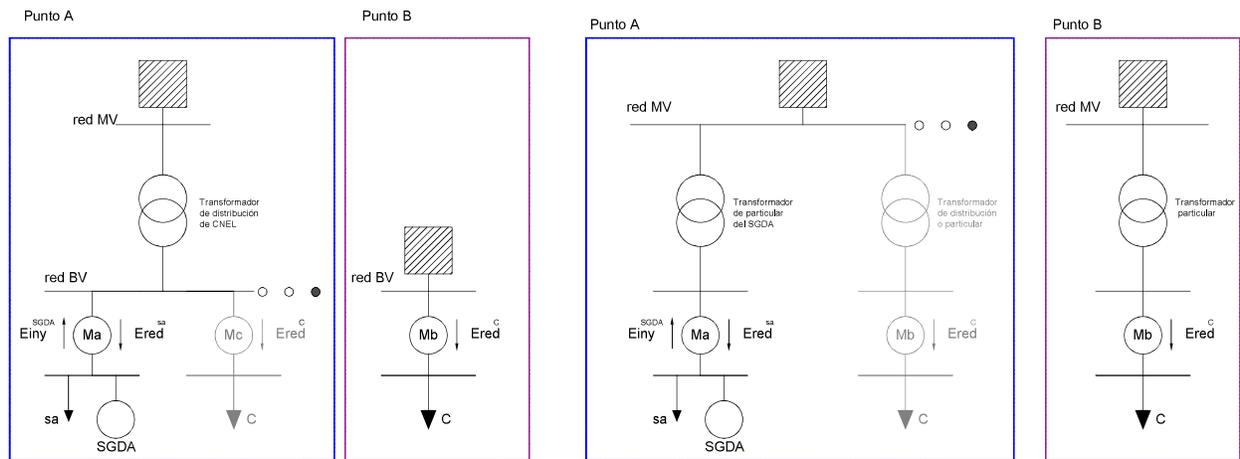
**MEDICIÓN EN LA CARGA TOTAL**

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP

MEDICIÓN PARA EL FACTOR DE POTENCIA

DIBUJADO	APROBADO	10/7/2025
ING. RONAL REYES		
REVISADO	ING. EDUARDO ORTIZ	
ING. RONAL REYES		ESCALA: S/E

FIGURA 6

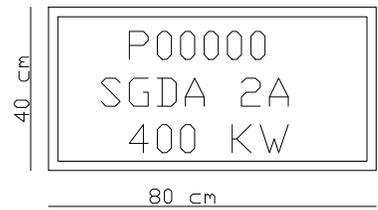
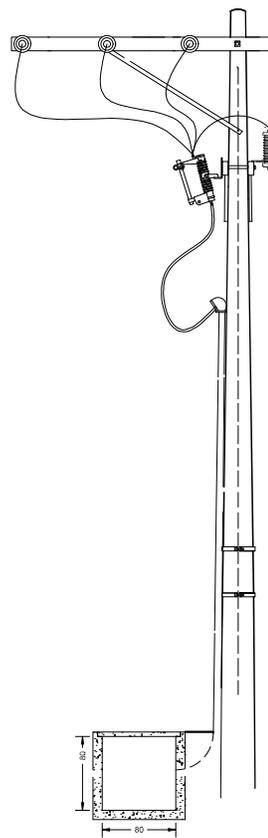
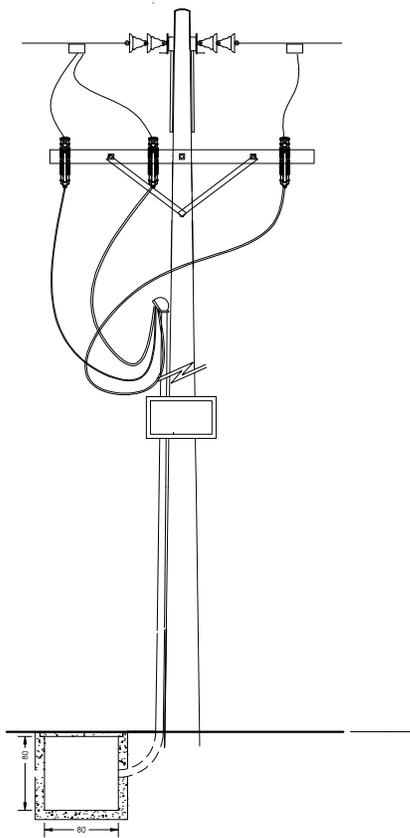


CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP

CAMPO DE CONEXIÓN PARA GENERACIÓN REMOTA

DIBUJADO ING. DAVID ZAMBRANO	APROBADO  ING. DIEGO ANCHUNDIA	10/7/2025
REVISADO ING. DAVID ZAMBRANO		ESCALA: S/E

FIGURA 7



CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP

MODALIDAD REMOTA, PUNTO DE CONEXIÓN  
EN MEDIO VOLTAJE

DIBUJADO		APROBADO	10/07/2025
PROYECTADO	RONAL REYES		ESCALA: S/E
REVISADO	RONAL REYES	EDUARDO ORTIZ	