

ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN DE PEQUEÑOS MEDIOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA

6ta sesión del CCE que analiza las modificaciones a la
NTCO



ELICE
INGENIERIA ELECTRICA

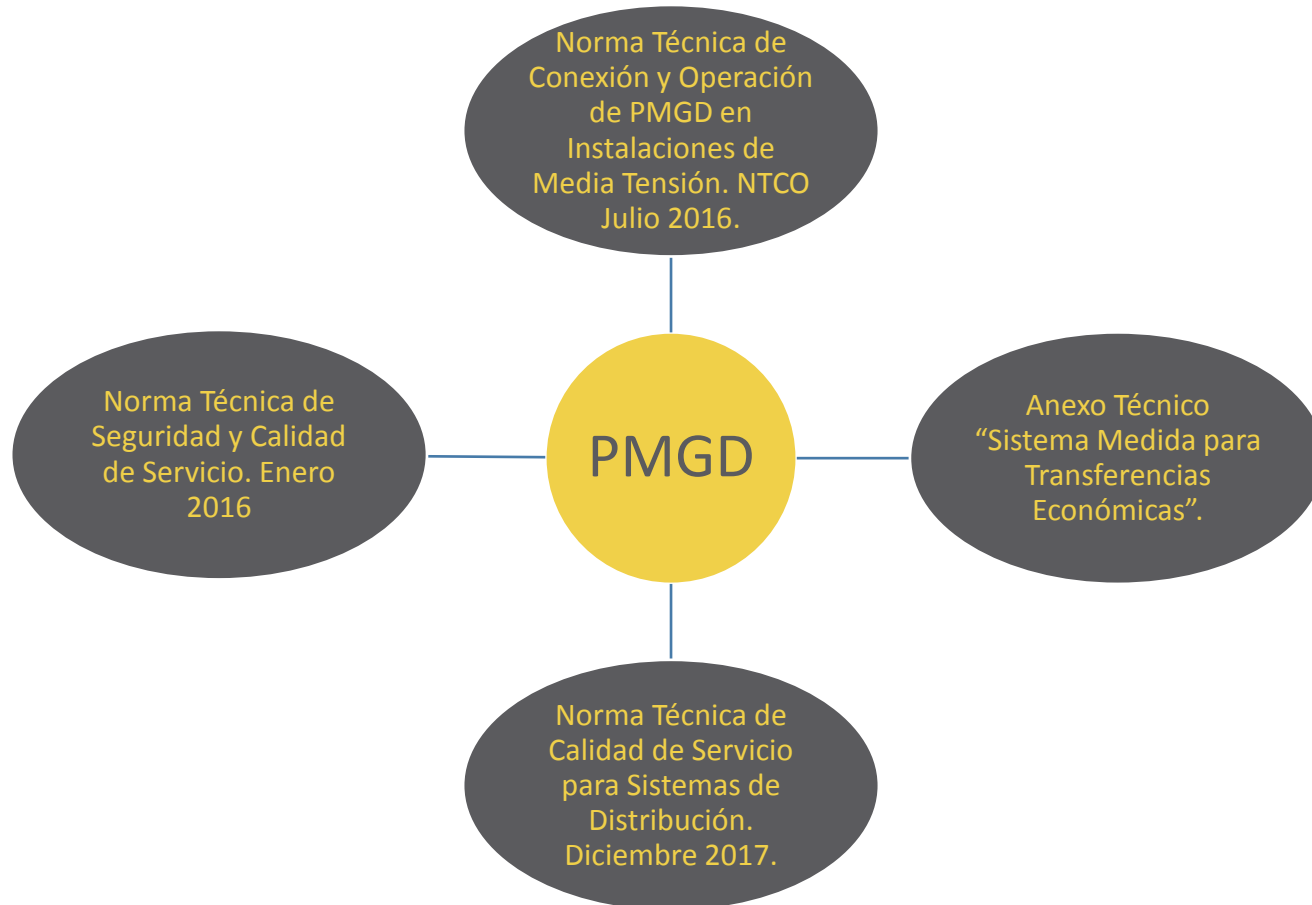
Objetivo

Determinar las exigencias justas y necesarias para las instalaciones de conexión de PMGD, en especial para aquellos que se encuentran bajo los 1500kW conectados en media tensión. Definiendo como justas y necesarias aquellas que se realizan en función del impacto que el sistema de generación ocasiona en la red, y que son suficientes para garantizar una operación segura, al menor costo posible.

Determinar las principales funciones que debe cumplir una instalación de conexión para un generador conectado a redes de distribución de forma de permitir una operación segura y armónica con el resto del sistema.

Proponer alternativas costo – efectivas para las instalaciones de conexión de generadores distribuidos según su impacto en la red.

MARCO NORMATIVO PMGD



- Los PMGD en el punto de conexión deben cumplir principalmente lo indicado en los capítulos 4 y 5 de la NTCO, referentes a las exigencias técnicas para conexión y pruebas respectivamente.
- En general Exigencias Técnicas de Conexión están NTCO capítulo 4.
 - i. Artículo 4-2: Interruptor de Acoplamiento
 - ii. Artículo 4-5: Respaldo
 - iii. Artículo 4-7: Elementos mínimos y Disposición de equipos
 - iv. Artículo 4-8: Desconectador
 - v. Artículo 4-13: Equipo de Medida
 - vi. Artículo 4-14: Medidor y Autonomía
 - vii. Artículo 4-15: Equipamiento Medida PMGD < 1MVA
 - viii. Artículo 4-17 y 4-18: Enlace Comunicación
 - ix. Artículo 4-19: Protección RI
 - x. Artículo 4-20: Protecciones (27/59/81U/81O/Anti Isla/51/51N/59N)

- **Título 4-1: Exigencias Generales.**

- **Artículo 4.1** Los PMGD conectados a una Empresa Distribuidora tiene la calidad de usuario de SD.
- **Artículo 4.2** Las exigencias de este articulo deben cumplirse en el Punto de Conexión.

Punto de Conexión: punto de las instalaciones de distribución de energía eléctrica en el que se conecta uno o mas medios de generación a un SD.

- **Título 4-2: Instalación de Conexión.**

Instalación de Conexión: conjunto de equipos necesarios para permitir la conexión de un PMGD a la red de media tensión.

- **Artículo 4.5** La Instalación de conexión dispondrá de una alimentación SSAA desde el SD y un sistema distinto al SD (Batería).

La capacidad deberá estar dimensionada para operar toda la Instalación de Conexión (todos los elementos secundarios, protecciones y auxiliares), durante ocho (8) horas en ausencia de la red de MT.

Implica incluir al menos UPS.

• **Título 4-2: Instalación de Conexión.**

- **Artículo 4.7** La Instalación de conexión del PMGD requiere los siguientes elementos ordenados del SD a las unidades generadoras.
 - Desconectador.
 - Equipamiento de medida.
 - Protección RI.
 - Interruptor de Acoplamiento. (Debe operar en MT, excepto Instalaciones Compartidas y PMGD menores a 500kW).
- Las Instalaciones de Conexión unidas a la red MT del SD deben disponer de protección contra descargas atmosféricas y sobre tensiones.

Implica incluir pararrayos.

- **Artículo 4.8** El desconectador debe ser de apertura visible, y estará ubicado en el punto de conexión al SD. Accesible a la Empresa Distribuidora. Además, debe contar con un letrero “Peligro Generador Funcionando”.
- **Título 4-4: Instalaciones de Control y Medida.**
 - **Artículo 4.13** Los medidores de facturación deben estar ubicados cerca del Punto de Conexión.
 - **Artículo 4.14** El sistema de medida de los PMGD deben contar con lo indicado en NTSyCS “Sistema de Medida de Transferencias Económicas” vigente. El sistema de medida debe disponer de sistemas de respaldo para SSAA para operar por dos(2) horas.
 - **Artículo 4.15** Los medidores de energía y los ECM podrán ser de clase de precisión **0,5% si el PMGD es menor o igual a 1,0MW.**

- **Artículo 4.16** en caso que el PMGD este compuesto por unidades generadoras de mas de una tecnología, un equipo de medida para las unidades ERNC y otro para las otras unidades.
- **Artículo 4.17** El enlace de comunicación hacia DP (CDEC) se puede implementar de dos formas:
 - Primero: Según lo indicado en el Anexo Técnico “Sistema de Medida para Transferencias Económicas” de la NTSyCS. Enlace de comunicación directo y exclusivo con el CDEC, e incluir un acceso a la Empresa Distribuidora.
 - Segundo: **Artículo 4.18**
- **Artículo 4.18** Enlace de comunicación PMGD con la empresa distribuidora.

Protección Red e Instalación (Protección RI): Protección que actúa sobre el Interruptor de Acoplamiento cuando al menos un valor de operación del SD se encuentre fuera del rango de ajuste.

- **Artículo 4.19** Los PMGD deberán contar con una protección RI, con las siguientes características:
 - Debe estar ubicada cerca del equipo de medida, o un punto a convenir con la empresa Distribuidora.
 - Si el Interruptor de Acoplamiento es un reconectador, la Protección RI podrá estar integrada a este.
 - La pérdida de comunicación entre la Protección RI y el Interruptor de Acoplamiento implica la apertura instantánea del Interruptor.
 - La Protección RI medirá las variaciones de tensión en MT trifásicamente y se medirá entre fases.

Este punto deja equipos comercializados en Chile fuera de lo exigido.

- La Protección RI medirá las variaciones de frecuencia en MT y la medida de frecuencia podrá ser monofásica.
- La protección RI debe detectar una condición de funcionamiento en isla.
- La lectura de los ajustes de la Protección RI debe realizarse sin la necesidad de elementos adicionales.
- La empresa Distribuidora debe verificar los ajustes de la Protección RI y sellar el equipo para evitar modificaciones.
- La Protección RI debe ser garantizada por un certificado entregado por el fabricante.

- **Artículo 4.20** La Protección RI debe implementar al menos las siguientes funciones de protección.
 - a) Subtensión (27).
 - b) Sobretensión (59).
 - c) Subfrecuencia (81U).
 - d) Sobre frecuencia (81O).
 - e) Anti Isla Eléctrica.

Adicionalmente, la Instalación de conexión debe contar con las siguientes funciones:

- a) Sobrecorriente de Fase (50/51).
- b) Sobrecorriente Residual (50N/51N).
- c) Sobretensión de Secuencia Cero (59N).

Para los PMGD menores a 500kW podrán prescindir de las protecciones 50N/51N y 59N, siempre que la Empresa Distribuidora no lo requiera.

Instalación Compartida: Conjunto compuesto por instalaciones de consumo de un cliente y un PMGD, que se conectan al sistema de distribución a través de un mismo empalme.

- **Artículo 4.21** Instalación Compartida y PMGD menores a 500kW, el Interruptor de Acoplamiento podrá ubicarse en un lugar distinto a la Instalación de Conexión.

La Protección RI actuara sobre el Interruptor de Acoplamiento mediante un sistema de disparo transferido.

- **Título 4-5: Comportamiento en Estado Normal.**
 - **Artículo 4.32** El equipo de cierre de la instalación de conexión debe ser capaz de resistir un 220% de la tensión permanente.

• Título 4-6: Comportamiento en Estado de Falla.

- **Artículo 4.33** Todos los parámetros de tensiones y frecuencia de las disposiciones deben ser cumplidas en el Punto de Conexión.
- **Artículo 4.34** El PMGD debe separarse automáticamente **de la red de MT del SD**, durante fallas en el circuito al que está conectado.
- **Artículo 4.35** El PMGD debe estar separado de la red de MT del SD, cuando ésta sea reconectado al SI.
- **Artículo 4.36** Si cualquiera de las **tensiones entre fase medidas** alcanza uno de los rangos de tensión indicados.

Rango de Tensión (%Vn)	Tiempo de despeje (segundos)
$V < 50$	0,16
$50 \leq V \leq 90$	2,00
$110 < V < 120$	1,00
$V \geq 120$	0,126

- **Artículo 4.37** Cuando la frecuencia nominal del SD esta en los rangos indicados, el PMGD debe separase de la red de MT.

Rango de Frecuencia [Hz]	Tiempo de despeje (Segundos)
>51,5	0,1
51,5 a 51,0	90
51,0 a 49,0	Permanente
49, 0 a 48,0	90
<48,0	0,1

Las protecciones anti isla eléctrica podrán ser tipo ROCF, Vector Shift u otro. Deberán detectar la condición de “isla eléctrica” y desconectarse de la red en un tiempo de 2 segundos.

Las protecciones anti islas integradas en las unidades generadoras deben ser activadas obligatoriamente.

- **Artículo 4.39** Los PMGD podrán reconectarse automáticamente, solo si la tensión y la frecuencia de la red están dentro de los siguientes rangos.
 1. RED URBANA: 0,94 a 1,06 Vc y 49,6 a 51,0 Hz respectivamente, durante 5 minutos, con una gradiente del 10%.
 2. RED RURAL: 0,92 a 1,08 Vc y 49,6 a 51,0 Hz respectivamente, durante 5 minutos, con una gradiente del 10%.

Título 4-8 Operación en Isla

- **Artículo 4-43** En las Instalaciones Compartidas, el PMGD podrá abastecer el consumo del respectivo cliente, siempre que dichas instalaciones permanezcan aisladas del SD, para lo cual, deberán implementar un esquema de protecciones que garantice que no se inyectará energía la red mientras ésta permanezca desenergizada.

La NTSyCS define los requerimientos para los **“Sistema de Medidas de Transferencias Económicas”** **(Título 4-5)**. A continuación se indica un extracto de algunos de los artículos:

Artículo 4-29: Los coordinados deberán disponer de sistemas de medida de transferencias económicas dedicados exclusivamente para tal función, esto implica transformadores de medida con núcleos exclusivos y cableados dedicados con diseños que permitan la inclusión de sellos que garanticen la invulnerabilidad de los sistemas en todos los puntos en los que sea posible intervenir. Los medidores de energía que son utilizados en la balance de transferencia de energía deben cumplir con el índice de clase de precisión del 0,2% IEC (62053-22 y 62052-11). Los errores máximos admisibles para los transformadores de medida deben ser de Clase 0,2% (IEC 61869-2 para TC e IEC 61869-3/5 para TP), para el caso de Equipos Compactos de Medida deben ser de Clase 0,3% (ANSI C.12).

Adicionalmente los Coordinados deberán disponer del equipamiento y comunicaciones necesarias del sistema de medida, los cuales deben cumplir con las características de precisión y accesibilidad para la interrogación remota, sincronización horaria, y otras características técnicas que establecerá el Anexo Técnico “Sistemas de Medidas para Transferencias Económicas”.

- **Artículo 4-30:** Las medidas requeridas para las transferencias económicas deben contar con la debida **sincronización horaria mediante GPS en el Equipo de Medida** ya sea en forma local o vía remota mediante protocolo NTP o IRIG-B.

TITULO II. ESQUEMA DE MEDIDA

• **Artículo 5: Características Técnicas del Equipo de Medida**

- El equipo de medida debe cumplir con última revisión de la norma IEC 60687, ANSI 12.20, NCh 2542 o aquella que en su oportunidad reemplace a cualquiera de ellas.
- Medidor de 4 cuadrantes para energía activa y reactiva con corrientes y tensiones por fase.
- **Los Equipos de Medida deberán ser del tipo estático normalizados como clase 0,2% (IEC 62053-22 y 62052-11) o aquella que en su oportunidad reemplace a cualquiera de ellas.**
- Debe registrar variables eléctricas en unidades de ingeniería y no a través de registros de pulsos.
- Debe disponer de puertos de comunicaciones de datos para interrogación local y remota. Para el caso de interrogación remota, como mínimo debe disponer de una puerta de comunicaciones Ethernet, exclusiva o compartida con posibilidad de interrogación simultánea por medio de diferentes agentes, disponible para la DP, a objeto de que sea accedida por la PRMTE.
- **Si el Transformador de Corriente asociado dispone de varios núcleos, el Equipo de Medida debe estar conectado a un núcleo de clase de precisión 0,2 % (IEC 61869-2 para transformador de corriente e IEC 61869-3/5 para transformador de potencial).**
- Debe disponer de almacenamiento de información en períodos de integración de a lo menos 15 minutos.
- Debe disponer de memoria masiva para el registro de al menos 10 canales, durante al menos 40 días para almacenamiento en períodos de integración 15 minutos.

- Debe permitir la sincronización horaria directamente por medio de un GPS u otro medio que permita asegurar dicha sincronización con la Hora Oficial definida en la presente NT.
- Debe tener la capacidad de conservar los datos históricos ante ajustes de sincronización.
- Debe disponer de capacidad de autonomía en su funcionamiento con vida útil de al menos 5 años, la cual sólo alimentará el reloj interno, y en forma independiente mantener su configuración y almacenamiento de datos durante al menos 40 días por medio de una memoria no volátil.
- Debe disponer de capacidad para generar archivos de salida con formato exportable a planillas de cálculo de uso comercial.

Artículo 6: Características Técnicas de los Transformadores de Medida (Tensión y Corriente)

- **La Clase de Precisión debe ser igual o mejor que 0,2% según norma IEC 61869-2 para el TC e IEC 61869-3/5 para TP) o aquella que en su oportunidad la reemplace.**
- **La conexión de los TC y TP debe corresponder a un Sistema de Medida de tres elementos, lo que origina la instalación de un elemento por fase.**
- Para el TC la corriente primaria de trabajo en condiciones normales, debe encontrarse entre 35 y 100 [%] de la corriente nominal primaria.
- Para el TC la suma de las potencias de consumo de los Equipos de Medida u otros elementos instalados en el secundario del TC debe ser permanentemente menor o igual al 100 % de la potencia de precisión o burden del transformador. Para el TP la suma de las potencias de consumo no debe superar el burden nominal del transformador.
- La tensión primaria de trabajo del Transformador de medida debe ser correspondiente con la tensión del punto de medida.

Artículo 10 Sincronización de Equipos de Medida

Los EM deben permanecer sincronizados con la Hora indicada en la NT. La sincronización horaria debe ser por medio de una señal proveniente de un GPS, el cual puede ser conectado al medidor de las siguientes formas:

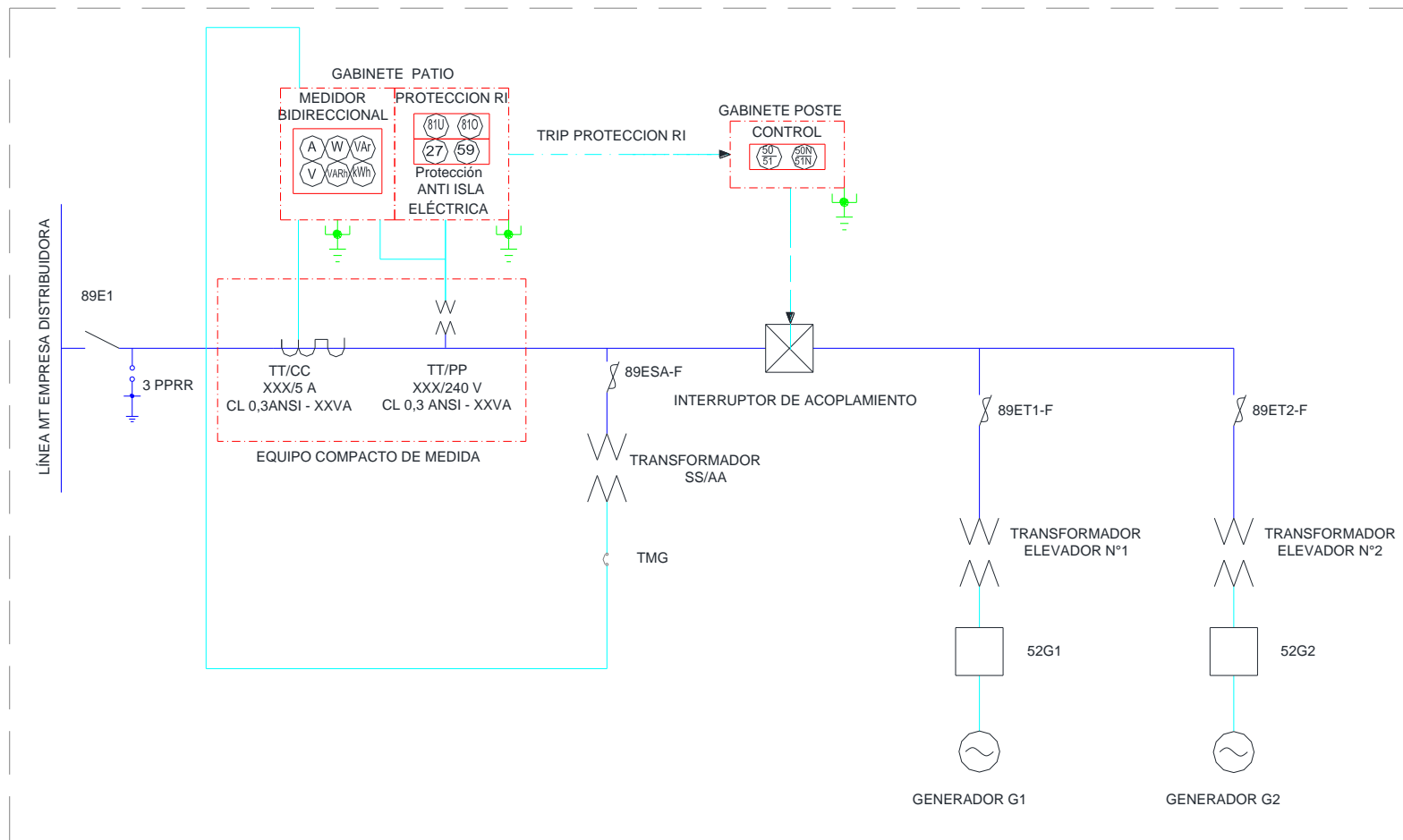
- a) GPS local, el que puede tener enlace directo al medidor vía protocolos estándar, como IRIG-B u otros.
- b) GPS en red, el cual permite un enlace vía red Ethernet al medidor vía protocolos estándar, como NTP u otros.
- c) GPS indirecto, el cual permite a través de un sistema centralizado el envío de la hora normada al medidor.

Titulo 6-2: SISTEMA DE TRANSFERENCIAS ECONOMICAS

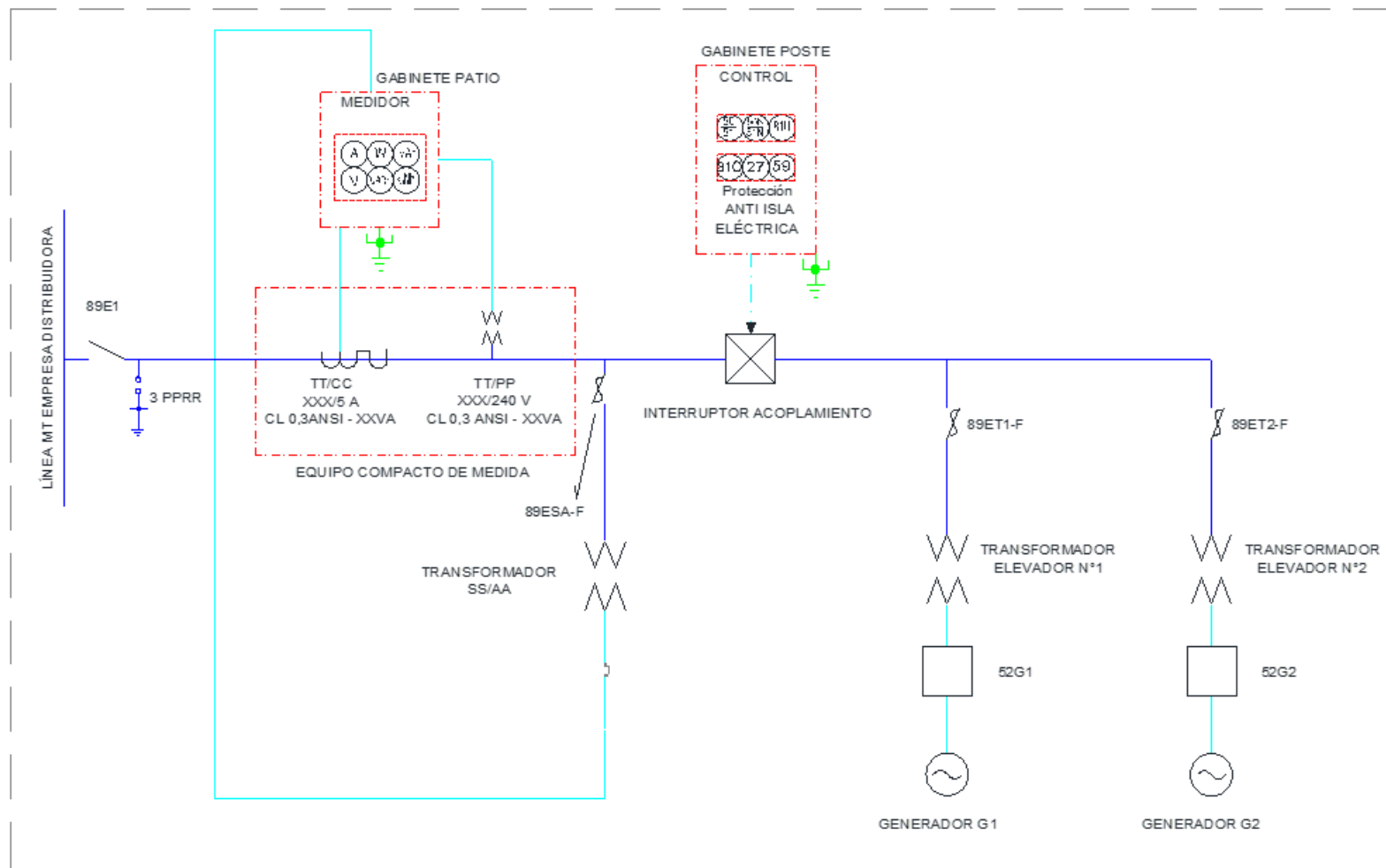
Articulo 6-8 Incorporación de Clientes Libres con Baja Potencia Instalada

- Características Generales de los Sistemas de Medición:
 - a) Fabricación acorde a última revisión de norma IEC 62052-11:2003 e IEC 6205322:2003, ANSI 12.20, NCh 2542, o aquellas que las reemplacen.
 - b) Capacidad de medición de cuatro cuadrantes para energía activa y reactiva.
 - c) **Del tipo estático normalizados como índice de clase de precisión 0,5 o más precisa, según norma IEC 62053-22:2003 o aquella que la reemplace.**
 - d) Disponer de tres elementos y cuatro hilos, para conexión designada como Sistema de Medida de tres elementos. Solo se podrán instalar transformadores de corriente y de potencial de dos elementos en caso de que la medición se realice en un transformador elevador con grupo de conexión no aterrizado en el lado de media tensión, donde se realice la medición.
 - e) Corriente de carga máxima secundaria de, al menos, 10 [A] para medidores de corriente nominal de 5 [A], y de, al menos, 2 [A] para medidores de corriente nominal de 1 [A].
 - f) Disponer de indicadores visuales de, al menos, energía acumulada y demanda máxima.
 - g) Disponer de programas que como mínimo permitan la lectura y configuración local.
 - h) Disponer de capacidad para generar archivos de salida con formato exportable a planillas de cálculo de uso comercial.

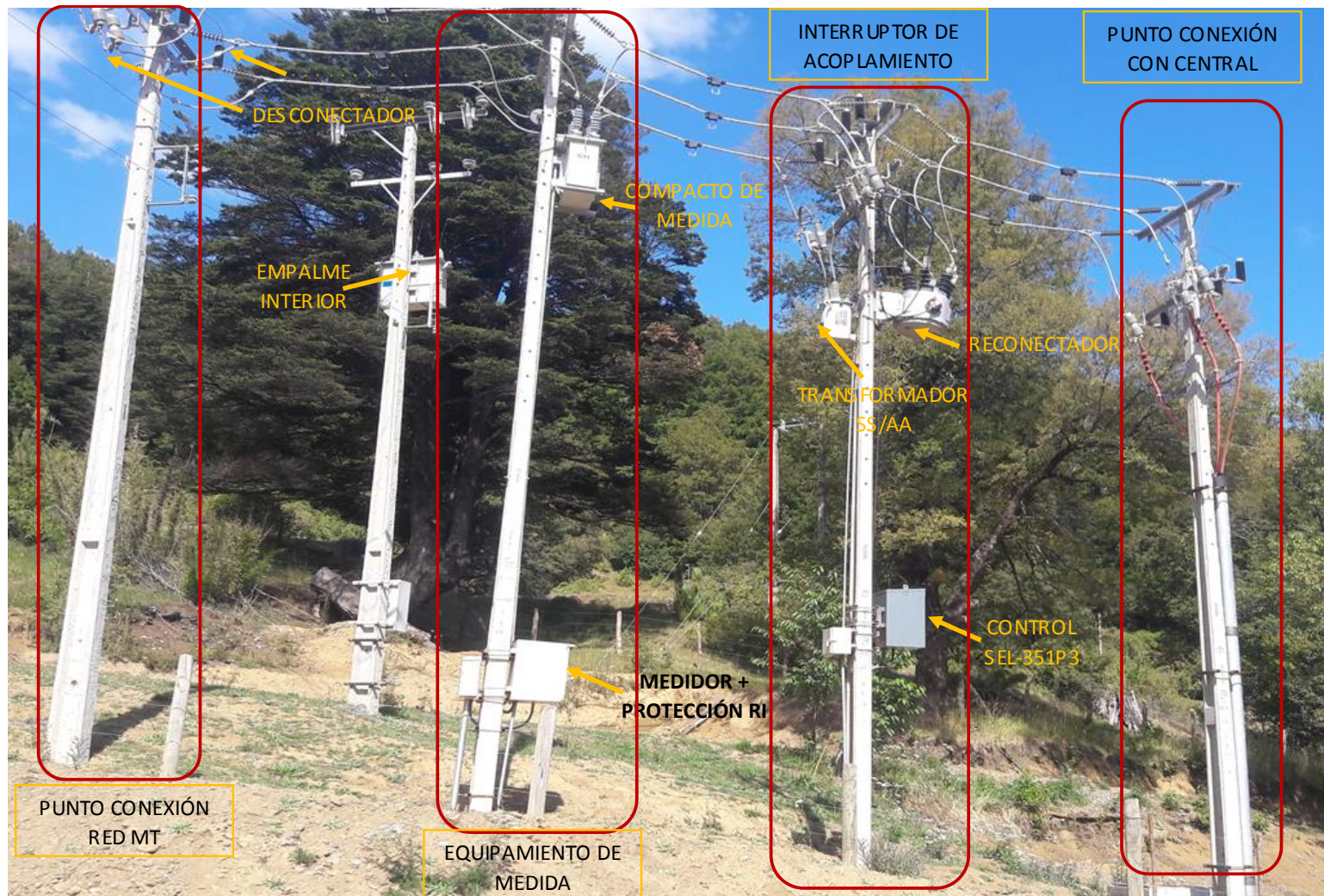
PUNTO CONEXIÓN ALTERNATIVA 1

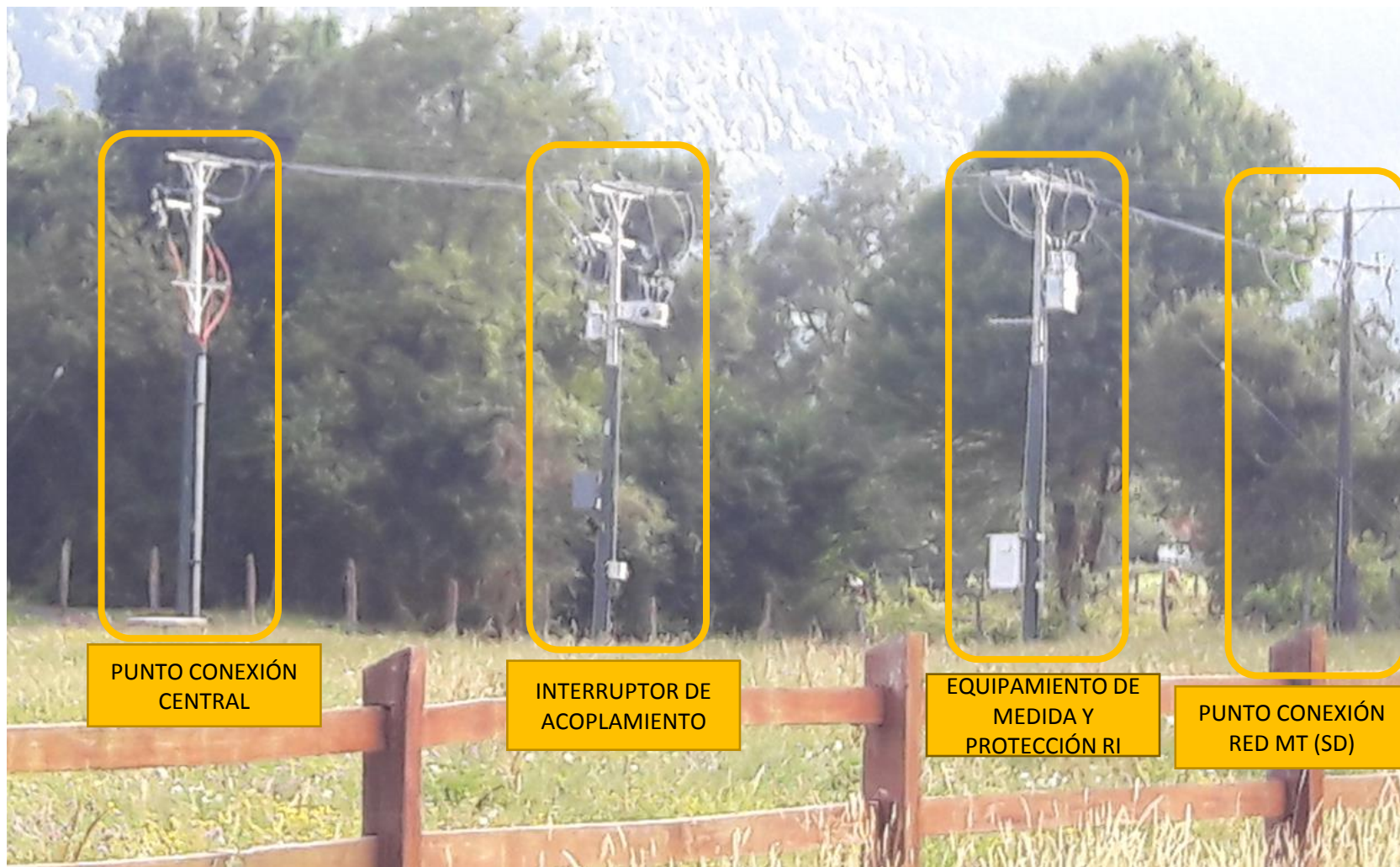


PUNTO CONEXIÓN ALTERNATIVA 2



INSTALACIÓN EXISTENTE PMGD 3,20MVA – COMUNA LONQUIMAY





Reconectador

Que cumple con todas las funciones de protección

SEL-651RA con GVR

- **Medición Tensión entre fases**
- Sobrecorriente 51/51N
- **Dos escalones de sobre voltaje (27)**
- **Dos escalones de bajo voltaje (59)**
- Dos escalones de sobre frecuencia (81O)
- Dos escalones de baja de frecuencia (81U)
- **Protección Anti Isla**
- Sobretensión de Secuencia Cero (59N)
- Reconexión Automática (79)



**Valor Equipo
25500 USD app.**

- Ejemplo de Soluciones Implementadas
- No cumple medición entre fases



PROTECCIÓN RI

- El Relé Woodward MRU4 cumple con todas las condiciones establecidas en NTCO para Protección RI.
- El relé Ingeteam PL-70 cumple con todas las condiciones establecidas en NTCO para Protección RI. Sin embargo, impone una condición que el secundario de los TTPP debe ser de 120V.

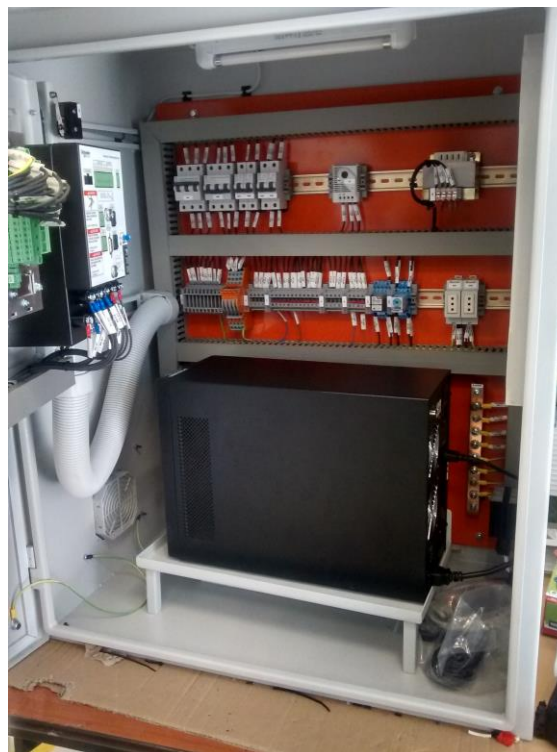


Valor Equipo
3300 USD app.

Valor Equipo
1200 USD app.



- Solución integrada.



FALTA GPS Y COMUNICACIONES

- Punto de Conexión
 - i. Desconectador conexión red MT
 - ii. Compacto de medida y medidor de facturación
 - iii. Reconectador SEL-651RA o Reconectador + Protección RI
 - iv. GPS, UPS, etc.
- Costo Estimado: 115000 USD

IMPORTANTE: No se considera costos PES y Operacionales

Estimación Costo Punto de Conexión según tecnología PMGD

PMGD MINI HIDRO	PMGD SOLAR	PMGD EOLICA
3,3 Millones de dólares por MW instalado	1,5 Millones de dólares por MW instalado	2,5 Millones de dólares por MW instalado
El Punto de Conexión representa 3,48%	El Punto de Conexión representa 7,67%	El Punto de Conexión representa 4,6%

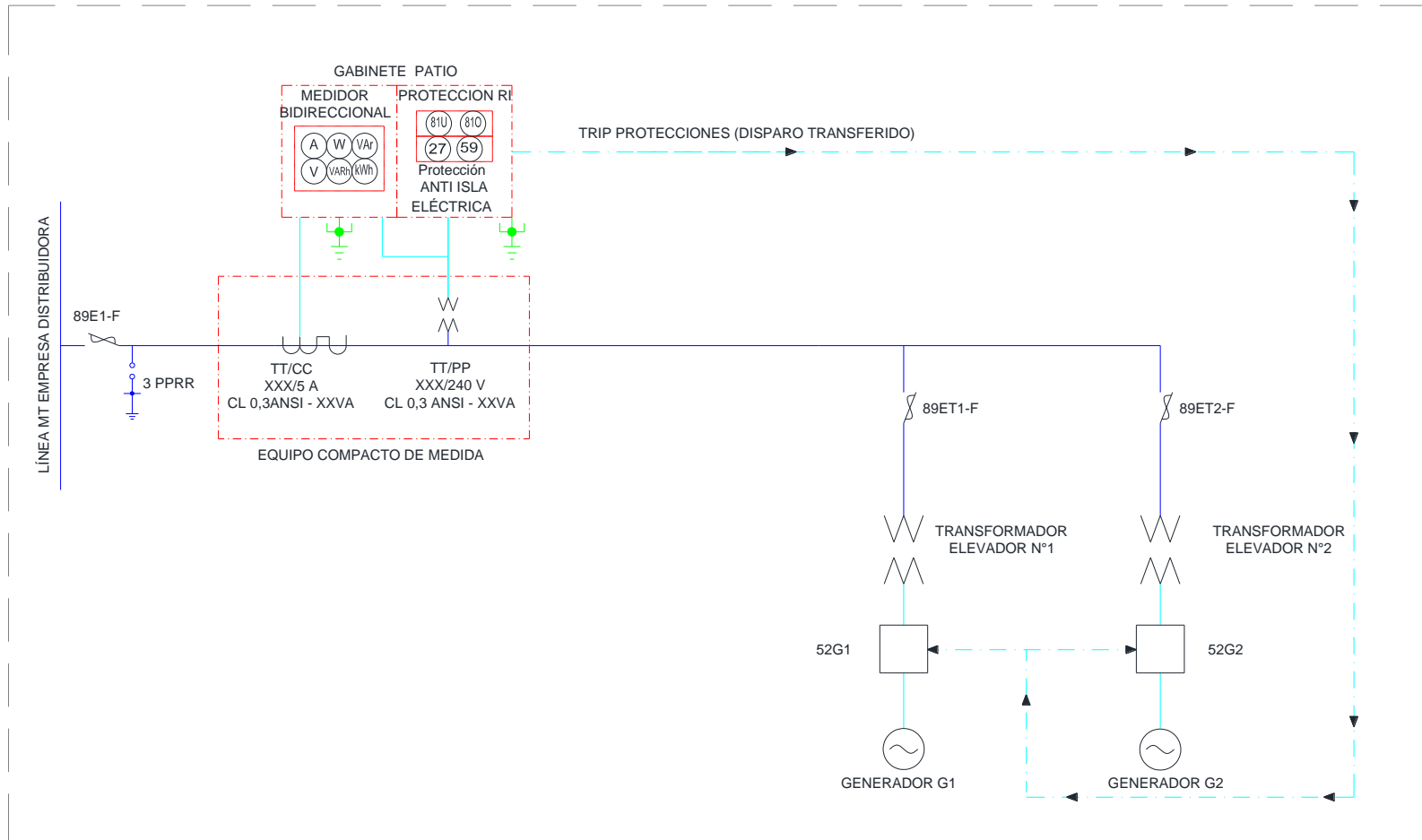
Para PMGD Solar menores a 300kW.

- Se propone permitir protección mediante Fusibles, en reemplazo del Interruptor de Acoplamiento.
- Se debe incluir un “Estudio de Coordinación” para validar la posibilidad de reemplazar el “Interruptor de Acoplamiento” por Fusibles, principalmente la posibilidad de coordinación para fallas residuales.
- Ahorro estimado Punto de Conexión 40000 USD

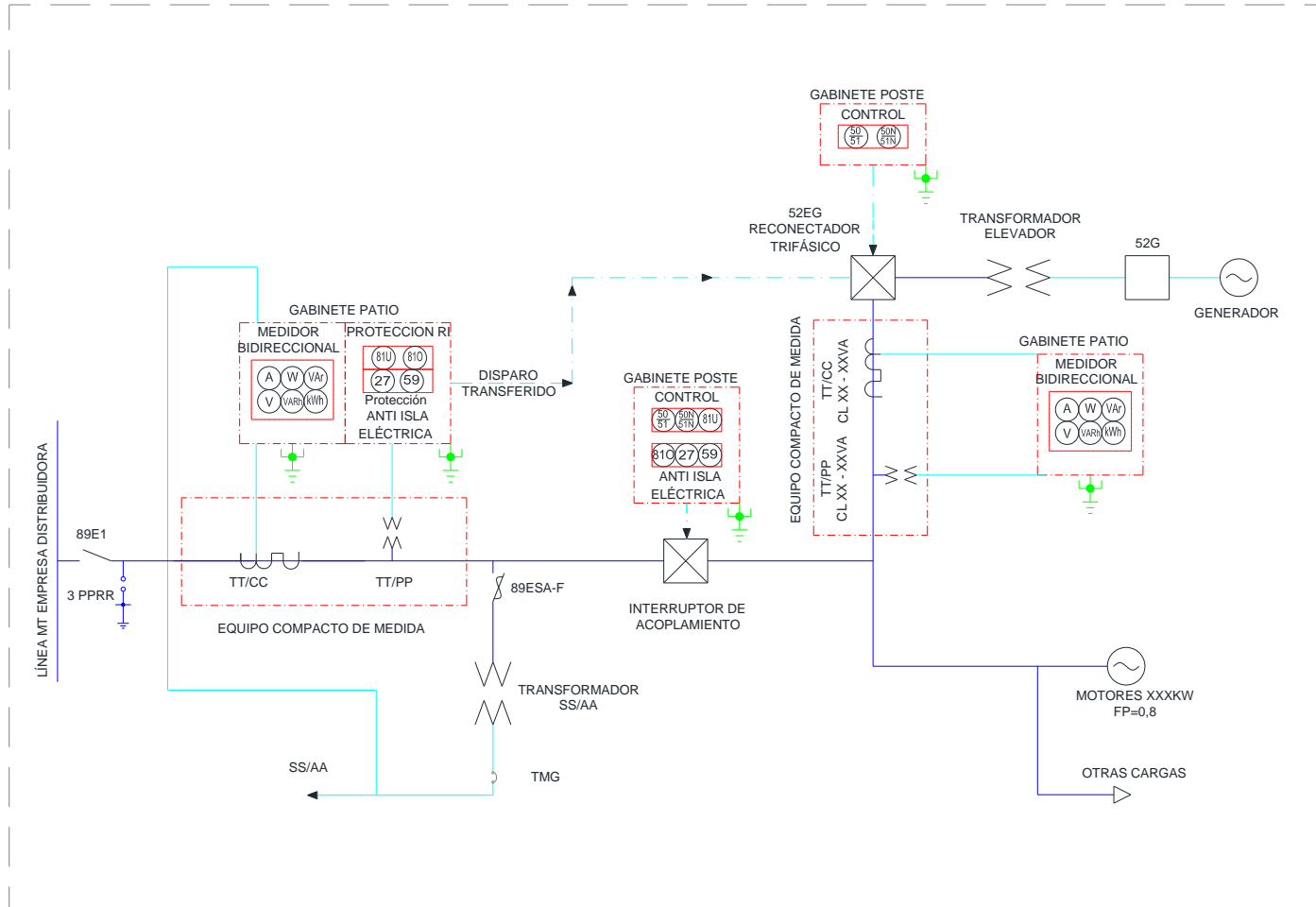
Desventajas

- Dificultad para coordinación de protecciones, especialmente fallas residuales.
- Reposición falla (operación de fusibles) aproximadamente 8 horas.
- Disparo transferido de Protección RI a Interruptor BT.
- Capacidad de Compacto de Medida (Burden).

CENTRAL SIN RECONECTADOR IDEA 1



INSTALACIONES COMPARTIDAS

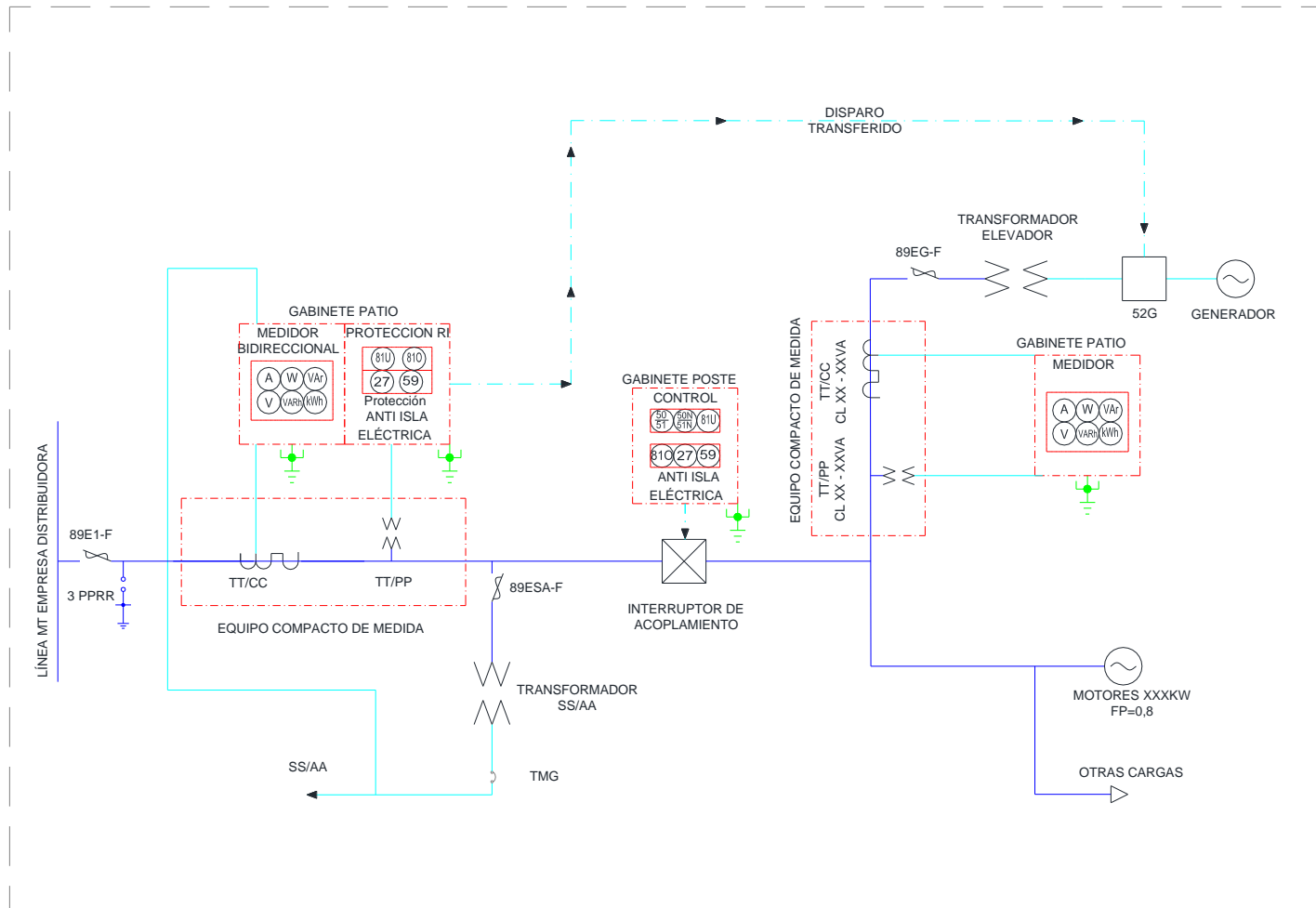




ELICE
INGENIERIA ELECTRICA

INSTALACIONES COMPARTIDAS

INSTALACIONES COMPARTIDAS PROPUESTAS 1

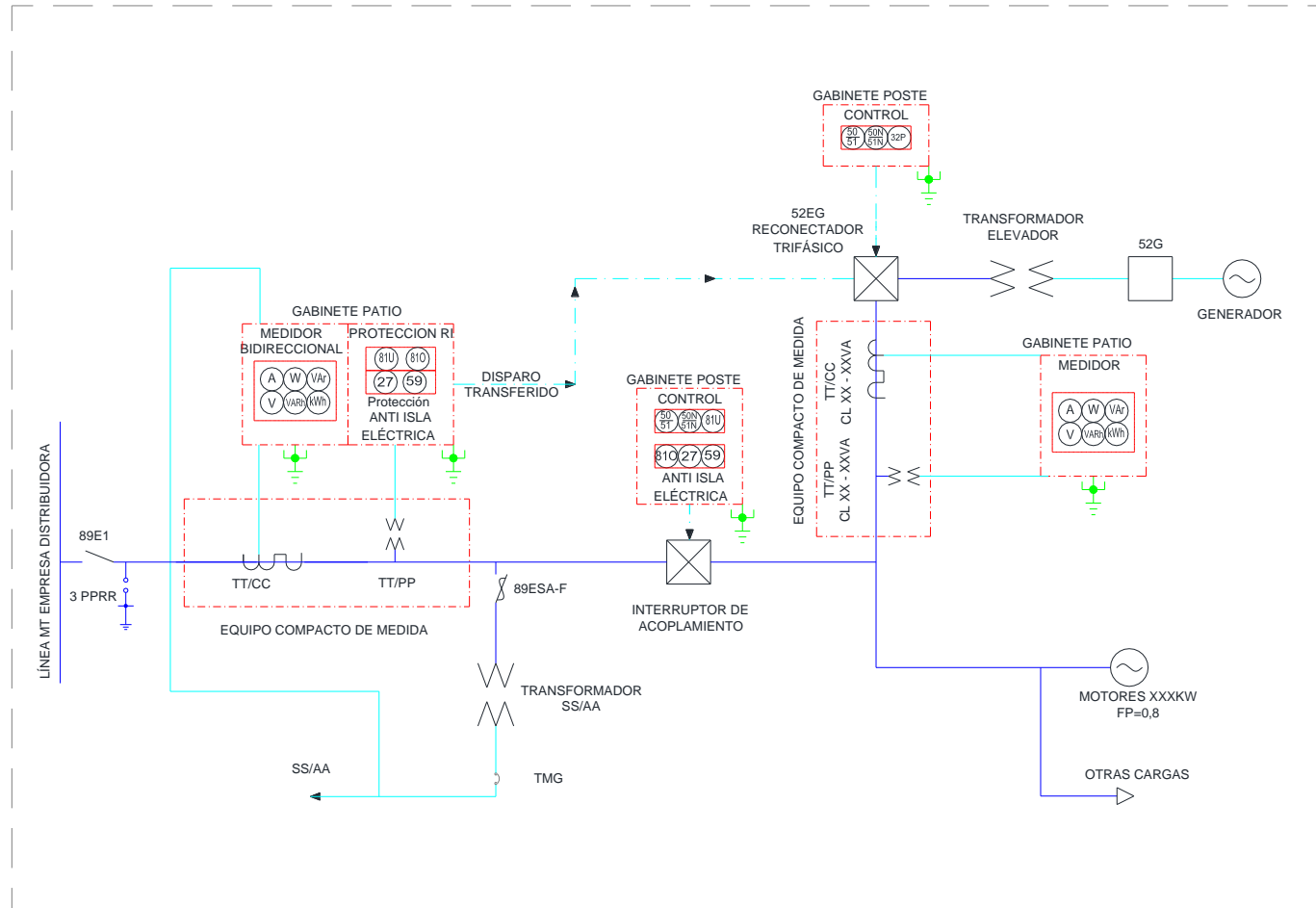




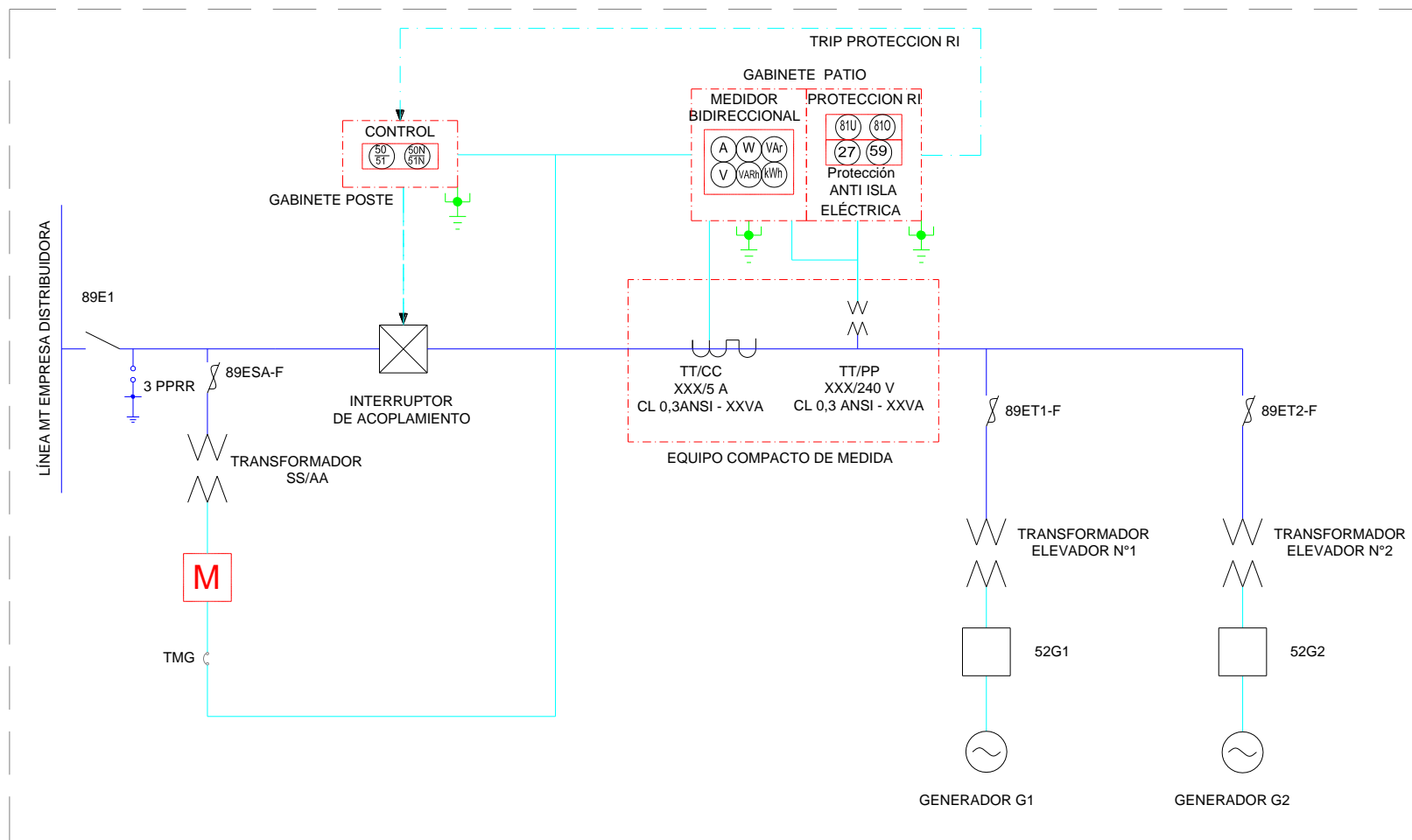
ELICE
INGENIERIA ELECTRICA

INSTALACIONES COMPARTIDAS

INSTALACIONES COMPARTIDAS PROPUESTAS 2



PUNTO CONEXIÓN (orden alternativo)

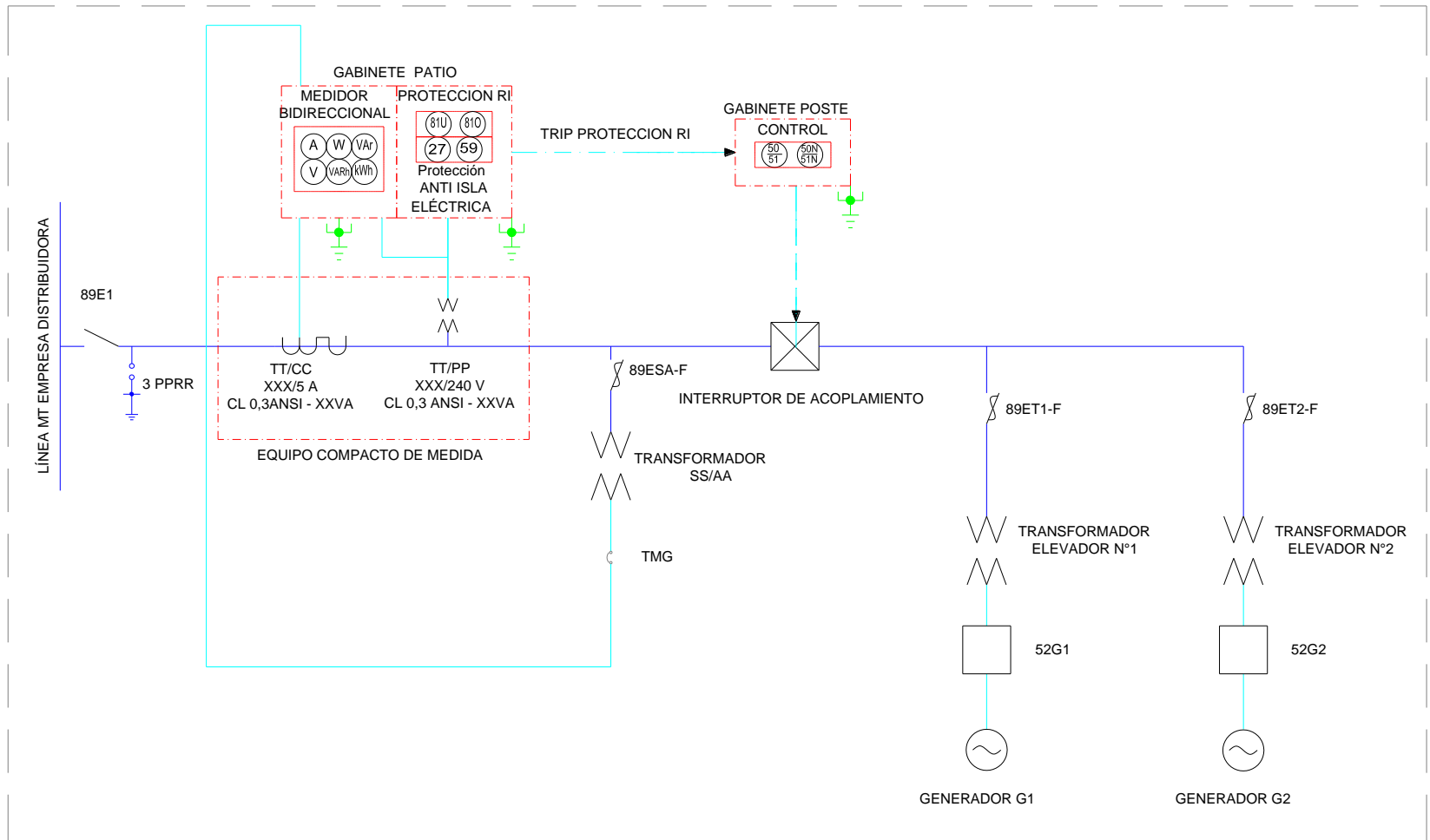




ELICE
INGENIERIA ELECTRICA

VARIACIÓN DEL ORDEN DE LOS EQUIPOS

PUNTO CONEXIÓN (orden NTCO actual)



- Se debe explorar la posibilidad de incorporar tácitamente en la NTCO, la utilización de fusibles como medio de protección para PMGD, sin prescindir de la protección RI.
- Flexibilizar la disposición (orden) de los equipos que conforman el punto de conexión.
- Avanzar hacia la elaboración de una única norma técnica para generación distribuida.