

## 1. OBJETIVO

Definir las exigencias generales y esquemas de conexión a utilizar en los empalmes de clientes PMGD que se conectan a la red de media tensión de Enel. Además, se indican las características técnicas que deben cumplir los equipos y las condiciones de seguridad que protegen al cliente, operador y la red de distribución.

## 2. ALCANCE

Esta especificación abarca todos los empalmes de clientes PMGD que se conecten a la red de media tensión de Enel, cuyos excedentes de potencia, suministrados al sistema, sean menores o iguales a 9 MW y que además pertenezcan a alguna de las categorías indicadas a continuación según decreto supremo DS-244/2005:

- Medios de generación renovables no convencionales (ERNC), cuya energía primaria provenga de alguna de las fuentes siguientes:
  - Solar
  - Eólica
  - Biomasa
  - Hidráulica
  - Geotérmica
  - Mareomotriz
- Instalaciones de cogeneración eficiente, donde se genera energía eléctrica y calor en un solo proceso de elevado rendimiento energético.
- Otros medios de generación determinados fundamentalmente por la Comisión Nacional de Energía, que utilicen energías renovables para la generación de electricidad, contribuyan a diversificar las fuentes de abastecimiento de energía en los sistemas eléctricos y causen un bajo impacto ambiental.

Las exigencias que se plantean en esta especificación serán aplicables independientemente de que la energía eléctrica sea producida por Unidades de Generación sincrónicas o asincrónicas, con o sin convertidor de frecuencia, o por Unidades de Generación de corriente continua con inversor.

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>	Distribución Chile
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.				
APROBÓ	D. GONZALEZ S.				
DISEÑÓ	M. ROJAS P.				
			FECHA: DIC. 2020		LAM. 1 DE 13

### 3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las instalaciones de generación en Media Tensión PMGD antes descritas deberán cumplir los requerimientos establecidos en las siguientes normas en sus últimas versiones vigentes y toda otra normativa legal que sea pertinente al momento de su puesta en servicio:

- **DS-244/2005** Reglamento para medios de generación no convencionales y pequeños medios de generación establecidos en la ley general de servicios eléctricos.
- **NTCO/2019** Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación.
- **Ley 20.257** Introduce modificaciones a la ley general de servicios eléctricos respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de energías renovables no convencionales.

#### 4. DEFINICIONES

**Funcionamiento en isla:** Estado de operación en la cual uno o más PMGD pueden abastecer un determinado número de consumos de la red de distribución en forma aislada del resto del sistema interconectado.

**Instalación de Conexión:** conjunto de equipos necesarios para permitir la conexión de un PMGD a la red de media tensión. Generalmente, compuesta por los siguientes elementos mínimos, ordenados desde la red de distribución hasta las unidades generadoras: desconectador, equipo de medida, protección RI e Interruptor de acoplamiento. Es equivalente al empalme del cliente.

**Interruptor de acoplamiento:** Dispositivo de maniobra con capacidad de apertura bajo corrientes de carga y cortocircuito que permite la desconexión de las instalaciones de generación de la red de distribución. En la práctica corresponde a equipos reconectadores o celdas con interruptor automático.

**Punto de conexión:** Punto de las instalaciones de distribución de energía eléctrica en el que se conecta uno o más medios de generación a un Sistema de Distribución.

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>Distribución Chile</b>	
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.				
APROBÓ	D. GONZALEZ S.				
DISEÑÓ	M. ROJAS P.				
				<b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>	
				<b>FECHA: DIC. 2020</b> <b>LAM. 2 DE 13</b>	

**Punto de repercusión:** punto de la red de distribución más cercano a un PMGD, en el que está conectado un cliente o existe un proyecto de conexión de un cliente. Es el punto de referencia para evaluar las repercusiones sobre la red, producidas por la operación de un PMGD.

**Punto de señalización de seguridad:** puntos de la red de distribución o del empalme del cliente donde se deben instalar señales de seguridad que adviertan al personal de Enel la presencia de una tensión de retorno durante trabajos.

**Punto de frontera:** Punto dentro de la propiedad del cliente donde se interconecta el empalme de Enel y la instalación del cliente mediante un equipo de seccionamiento.

**Autoproductor:** Entidad cuya capacidad instalada de generación interconectada al sistema sea superior al total de su demanda máxima anual, siempre que su giro principal sea distinto a los de generación o transmisión de energía eléctrica.

**Protección RI:** Protección red e instalación que actúa sobre el interruptor de acoplamiento cuando al menos un valor de operación de la red de distribución se encuentra fuera del rango de ajuste.

## 5. EXIGENCIAS GENERALES

La instalación del cliente PMGD debe cumplir los requisitos establecidos a continuación en conformidad con la norma técnica NTCO/2019.

- Los equipos que formen parte de un equipamiento de generación, para poder ser utilizadas bajo el esquema de PMGD, deberán contar con la certificación o autorización de la Superintendencia.
- La elevación de tensión originada por el PMGD en el punto de repercusión no debe exceder el 6% de la tensión nominal cuando el alimentador al que se conecta sea del tipo urbano y 8% cuando sea del tipo rural, en 12kV o 23kV, según corresponda.
- El PMGD y su instalación de conexión no debe inyectar una corriente continua superior al 1% del valor de corriente nominal en el Punto de Conexión.

PROYECTÓ	FPS/GPH		<p><b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b></p>	 <b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>	<p>Distribución Chile</p>
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.				
APROBÓ	D. GONZALEZ S.				
DISEÑÓ	M. ROJAS P.				
FECHA: DIC. 2020		LAM. 3 DE 13			

- El PMGD no deberá crear una severidad de Parpadeo molesta para otros usuarios del sistema de distribución. Lo anterior se medirá conforme a lo establecido en la Norma Técnica de Calidad de Servicio para Sistemas de Distribución.
- En la operación del PMGD, las corrientes y tensiones armónicas inyectadas en el Punto de Conexión, no deberán superar los límites dispuestos en la Norma Técnica de Calidad de Servicio para Sistemas de Distribución.
- El PMGD no debe energizar la red de distribución de Enel, o parte de ésta, cuando se encuentre desenergizada o en estado de falla. En caso de presentarse una operación en isla de manera involuntaria debido a una falla en la red, la Instalación de Conexión del PMGD deberá detectar la situación y desconectarse de la red del sistema de distribución de Enel en un tiempo máximo de 2 segundos y en forma automática.
- Los transformadores de conexión del PMGD a la red de media tensión deben poseer conexión  $\Delta Y$  (delta en media tensión). Cualquier otra propuesta será sometida a evaluación técnica.
- Cuando se requiera instalar compensación, se deberá acordar con Enel la potencia, conexión y forma de control de ella. Si la potencia reactiva inyectada por el PMGD presenta oscilaciones que generan variaciones superiores o iguales al 5% de la Tensión de Suministro en el punto repercusión asociado, la compensación de reactivos deberá ser regulada automáticamente.
- Si el cliente instala condensadores de compensación junto al PMGD, estos deben ser conectados a la red de distribución de Enel después de sincronizar el generador, y ser desconectados simultáneamente con la desconexión del generador.
- La instalación de conexión debe disponer de baterías u otro sistema de respaldo que permita operar toda la Instalación de Conexión con todos los elementos secundarios, protecciones y servicios auxiliares, durante al menos dos horas cuando falte el apoyo desde la red de media tensión.
- En caso de presencia de grupos de emergencia, se deberá tomar los resguardos necesarios para evitar el paralelismo no intencional entre estos y el o los PMGD.
- El esquema de puesta a tierra de la Instalación de Conexión de un PMGD no debe originar sobretensiones que excedan la capacidad de los equipos conectados al sistema de distribución ni tampoco alterar la coordinación de la protección contra fallas a tierra de la Red de Media Tensión.
- El equipo de cierre de la Instalación de Conexión deberá ser capaz de resistir un 220% de la Tensión de Suministro permanentemente.

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>Distribución Chile</b> <b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.			
APROBÓ	D. GONZALEZ S.			
DISEÑÓ	M. ROJAS P.			
		<b>FECHA:</b> DIC. 2020 <b>LAM. 4 DE 13</b>		

- En el caso que la potencia instalada del PMGD supere los excedentes de potencia declarados para inyección a la red, estos últimos no podrán ser superados bajo ninguna circunstancia. Para garantizar esta condición, se deberá implementar un sistema de protección y/o control adecuado, que limite la inyección hacia la red en un tiempo máximo de actuación de 2 segundos.

## 6. ESQUEMAS DE CONEXIÓN PARA PMGD MAYORES A 500 kW

El empalme de un PMGD con potencia instalada mayor a 500 kW, se constituye de los siguientes elementos mínimos: Desconectador, Equipamiento de medida, Protección RI e Interruptor de acoplamiento, todos instalados en el lado de media tensión.

Los esquemas de conexión para estos empalmes se pueden dividir en tres tipos:

- Empalmes de acometida 100% aérea
- Empalme de acometida 100% subterránea
- Empalme de acometida mixta

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>	Distribución Chile  <b>FECHA: DIC. 2020</b> <b>LAM. 5 DE 13</b>
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.				
APROBÓ	D. GONZALEZ S.				
DISEÑÓ	M. ROJAS P.				

## Empalme de acometida 100% aérea

La acometida del empalme PMGD se realiza con red aérea protegida y por lo tanto todos los equipos deben ser para instalación aérea intemperie en postes.

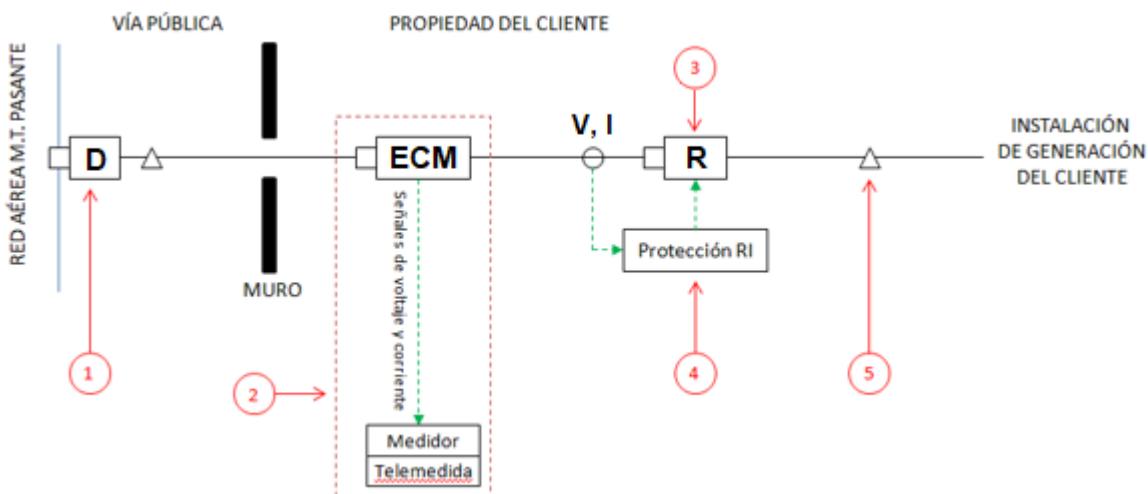


Figura 1. Acometida 100% aérea

Listado de equipos			
Ítem	Norma	Descripción	Nota
1	E-MT-006	Desconector Cuchillo Monofásico	Nota 3
2	ENG-09	Módulo de medida	Nota 5
3	ENG-11	Interruptor de acoplamiento (reconectador)	Nota 6
4	ENG-10	Protección RI	Nota 8, 9
5	DMCE-012	Conectores estribos	Nota 4

### Notas:

1. Se deben instalar las señalizaciones de seguridad conforme a la norma ENG-14 tanto en la red como en el empalme del PMGD.
2. La acometida del cliente se debe realizar con conductor de aluminio protegido según especificación técnica de Enel y dimensionado a la potencia del empalme.

PROYECTÓ	FPS/GPH		EMPALMES EMPALMES PARA CLIENTES PMGD	Distribución Chile  ENG-06      REV. 3
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.			
APROBÓ	D. GONZALEZ S.			
DISEÑÓ	M. ROJAS P.			
FECHA: DIC. 2020		LAM. 6 DE 13		

3. El desconectador cuchillo monofásico debe cumplir con lo señalado en la especificación técnica de Enel E-MT-006. Debe ser instalado en el Punto de Conexión fuera de la propiedad del cliente en el mismo poste donde deriva el empalme para permitir la operación del personal de Enel cuando sea necesario.
4. Los conectores estribos se deben instalar en las tres fases y se utilizan como puntos de aterramiento temporal que permiten instalar puestas a tierra de trabajo durante intervenciones en el empalme.
5. El módulo de medida se compone de un compacto de medida, el equipo de medida y el equipo de comunicaciones para la telemedida. Permite facturar energía, monitorear y enviar las medidas al CEN para las transferencias económicas. El compacto de medida se debe instalar en poste según norma EA-2200.
6. El reconnectador es el equipo de protección y se debe instalar en el poste siguiente al módulo de medida.
7. La protección RI debe tomar las señales de tensión y corriente en el lado de media tensión utilizando para ello transformadores de protección que en general vienen integrados en el reconnectador (se prohíbe la toma de señales desde el compacto de medida en este caso). La protección RI puede ir integrada con el interruptor de acoplamiento como ocurre en los reconnectadores que integran su gabinete de control y protección con el equipo.
8. La protección RI, para este esquema, debe poseer las funciones de protección detalladas en especificación ENG-10: subtensión, sobretensión, subfrecuencia, sobrefrecuencia, anti-isla eléctrica, sobretensión de Secuencia Cero, sobrecorriente de fase, sobrecorriente de fase instantánea, sobrecorriente residual y sobrecorriente residual instantánea.

PROYECTÓ	FPS/GPH	
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.	
APROBÓ	D. GONZALEZ S.	
DISEÑÓ	M. ROJAS P.	

**EMPALMES**  
**EMPALMES PARA CLIENTES**  
**PMGD**



Distribución  
Chile

**ENG-06**      **REV. 3**

FECHA: DIC. 2020

LAM. 7 DE 13

## Empalme de acometida 100% Subterránea

La acometida del empalme PMGD se realiza con cables subterráneos y por lo tanto todos los equipos deben ser para instalación interior subterránea en cámaras.

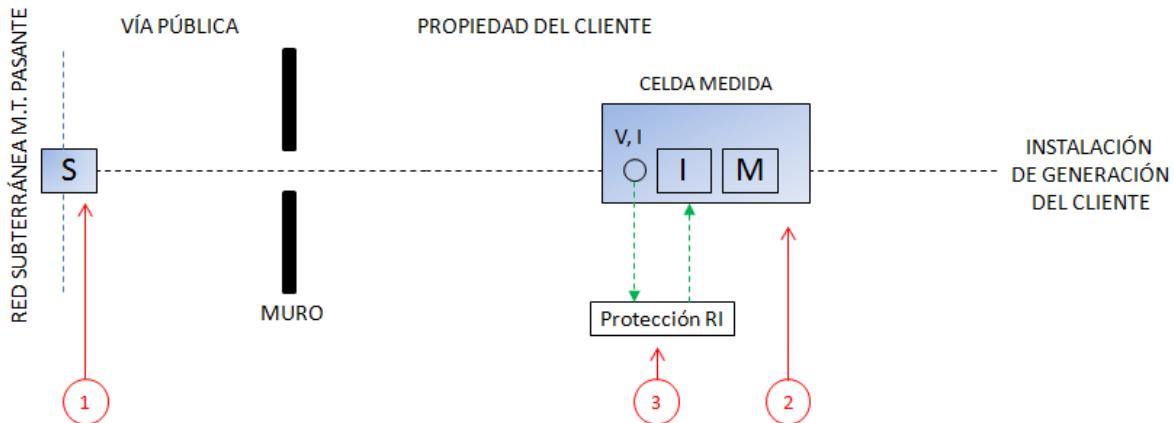


Figura 2. Acometida 100% subterránea

Listado de equipos			
Ítem	Norma	Descripción	Nota
1	ENG-08	Celda seccionadora 3 vías	Nota 2
2	ENG-12	Celda de medida con interruptor de acoplamiento	Nota 4
3	ENG-10	Protección RI	Nota 6, 7

### Notas:

1. Se deben instalar las señalizaciones de seguridad conforme a la norma ENG-14 tanto en la red como en el empalme PMGD.
2. Celda subterránea seccionadora de 3 vías motorizada y telemandada, de operación trifásica y bajo carga. Debe ser instalada fuera de la propiedad del cliente en la misma cámara donde deriva el empalme para permitir la operación del personal de Enel cuando sea necesario.
3. La acometida del cliente se debe realizar con cable de aluminio bajo especificación Enel.

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>Distribución Chile</b> <b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.			
APROBÓ	D. GONZALEZ S.			
DISEÑÓ	M. ROJAS P.			

4. La celda de medida con interruptor de acoplamiento es una composición de módulos entre los cuales se tiene: módulo de remonte de cables, módulo para transformadores de tensión para protección, módulo para interruptor de acoplamiento y módulo para transformadores de medida. Se debe instalar en una sala eléctrica dentro de la propiedad del cliente.
5. La protección RI debe tomar las señales de tensión y corriente en el lado de media tensión en la celda de medida con interruptor utilizando para ello transformadores de protección. La protección RI debe ser instalada en algún gabinete especial junto a la celda.
6. La protección RI, para este esquema, debe poseer las funciones de protección detalladas en especificación ENG-10: subtensión, sobretensión, subfrecuencia, sobrexfrecuencia, anti-isla eléctrica, sobretensión de Secuencia Cero, sobrecorriente de fase, sobrecorriente de fase instantánea, sobrecorriente residual y sobrecorriente residual instantánea.

#### Empalme de acometida mixta

Se pueden instalar combinaciones utilizando tramos aéreos de la acometida con sus respectivos equipos aéreos y tramos subterráneos con equipos subterráneos dependiendo de las necesidades del proyecto.

Las características de los equipos a utilizar y las notas del proyecto, corresponden a las descritas anteriormente para empalmes de acometida aérea o subterránea, según corresponda.

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>ENG-06</b>	<b>Distribución Chile</b> <b>REV. 3</b>
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.				
APROBÓ	D. GONZALEZ S.				
DISEÑÓ	M. ROJAS P.				
				FECHA: DIC. 2020	LAM. 9 DE 13

## 7. ESQUEMAS DE CONEXIÓN PARA INSTALACIONES COMPARTIDAS Y PMGD MENORES A 500 kW

Los autoproductores y PMGDs de potencia menor a 500 kW pueden optar por un esquema de conexión como el siguiente:

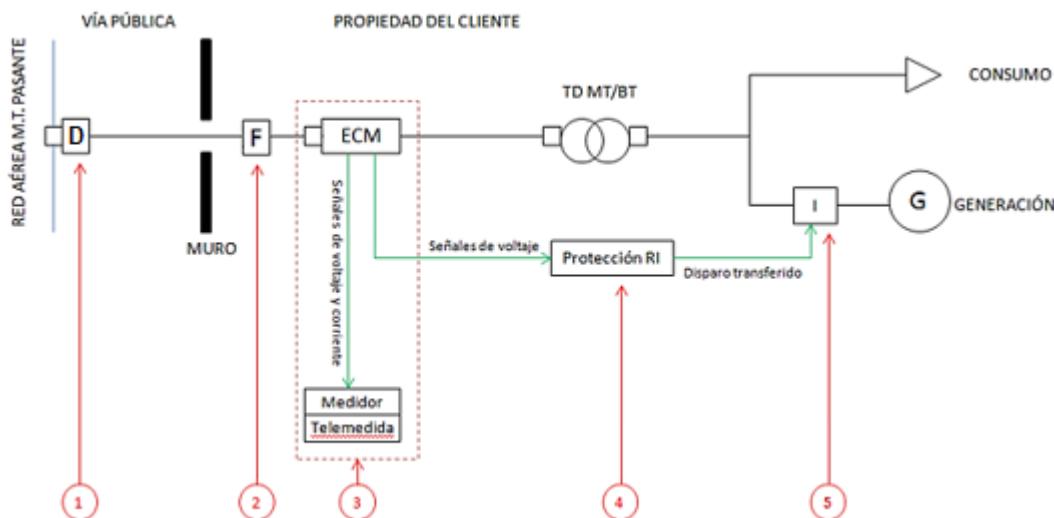


Figura 3. Instalaciones Compartidas y PMGD menores a 500 kW

Listado de equipos			
Ítem	Norma	Descripción	Nota
1	E-MT-006	Desconectador Cuchillo Monofásico	Nota 3
2	E-MT-001	Desconectador fusible	Nota 4
3	ENG-09	Módulo de medida	Nota 5, 6, 7
4	ENG-10	Protección RI	Nota 8, 9
5	---	Interruptor de acoplamiento baja tensión	Nota 10, 11

### Notas:

1. Se deben instalar las señalizaciones de seguridad conforme a la norma ENG-14 tanto en la red como en el empalme del PMGD.
2. La acometida del cliente se debe realizar con conductor de aluminio protegido bajo especificación Enel y dimensionado a la potencia del empalme en caso de ser red aérea.

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>Distribución Chile</b> <b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.			
APROBÓ	D. GONZALEZ S.			
DISEÑÓ	M. ROJAS P.			

3. El desconectador cuchillo monofásico debe cumplir con lo señalado en la especificación técnica de Enel E-MT-006. Debe ser instalado en el Punto de Conexión fuera de la propiedad del cliente en el mismo poste donde deriva el empalme para permitir la operación del personal de Enel cuando sea necesario.
4. Para este caso en que el PMGD cuya potencia instalada es inferior a 500 kW, podrán prescindir de las funciones de Sobrecorriente Residual (Nema 50N/51N) y Sobretensión de Secuencia Cero (Nema 59N), a menos que Enel las requiera justificadamente.  
Si el prescindir de las funciones señaladas anteriormente, conlleva a la utilización de un elemento fusible como dispositivo de acoplamiento del PMGD con la red, la factibilidad de este deberá ser verificada por Enel para efectos de revisar la correcta coordinación y protección en relación al SD.  
Los fusibles deben estar dimensionados de acuerdo a la capacidad nominal declarada por el PMGD para actuar correctamente ante sobrecargas y cortocircuitos de fase.
5. El módulo de medida se compone de un compacto de medida, el equipo de medida y el equipo de comunicaciones para la telemedida. Permite facturar energía, monitorear y enviar las medidas al CEN para las transferencias económicas. El compacto de medida se debe instalar en poste según norma EA-2200.
6. Los transformadores de corriente y de potencial para medida deberán ser de tres elementos y cuatro hilos. Desde el compacto se deben enviar tres señales de voltaje y tres señales de corriente hacia el equipo de medida y tres señales de voltaje a la protección RI.
7. No se debe superar el burden del equipo compacto de medida.
8. La protección RI debe recibir las señales de tensión desde los transformadores de tensión del equipo compacto de medida. No se envían las señales de corriente a la protección RI.
9. La protección RI, para este esquema, debe poseer las siguientes funciones de protección que actúen sobre el interruptor de acoplamiento BT: sobretensión, subtensión, sobrefrecuencia, subfrecuencia y anti isla eléctrica. Para este esquema, no es necesario implementar las funciones de corriente de fase en la protección RI, ya que estas quedan cubiertas por el equipo desconectador fusible en la salida del arranque. Para mayor detalle ver ENG-10.
10. El interruptor de acoplamiento de baja tensión se puede instalar en el circuito de generación para permitir que el cliente pueda seguir alimentando sus consumos en caso de desconectar la generación o en el circuito principal para desconectar tanto la generación como el consumo del PMGD. Además, este equipo debe permitir la apertura por disparo transferido desde la protección RI.

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>Distribución Chile</b> <b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.			
APROBÓ	D. GONZALEZ S.			
DISEÑÓ	M. ROJAS P.			
FECHA: DIC. 2020		LAM. 11 DE 13		

**11.** El Interruptor de Acoplamiento debe permitir la desconexión automática del PMGD bajo corrientes de falla cuando actúen sobre él las protecciones del mismo. Por lo tanto, para la conexión del PMGD con el SD, este equipo de maniobras deberá contar con capacidad de interrupción ante las corrientes de falla previstas en el Punto de Conexión seleccionado o en la ubicación de operación efectiva según lo indicado en el punto anterior. Este equipo, debe asegurar separación galvánica de todas las fases. Adicional al Interruptor propio de la Unidad Generadora, la Instalación de Conexión deberá contar con un interruptor tripolar, sobre el que actuará la Protección RI.

## 8. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

A cada cliente con generación que se conecte a la red de distribución en media tensión se le deben instalar las señalizaciones de advertencia detalladas en la norma ENG-14. Esto con el objetivo de advertir la presencia de una fuente de energía con flujos inversos y resguardar la seguridad del personal de terreno que realiza trabajos en la red.

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>	Distribución Chile
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.				
APROBÓ	D. GONZALEZ S.				
DISEÑÓ	M. ROJAS P.				

HISTORIAL DE LA NORMA				
PROYECTÓ	ACTUALIZÓ	REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
	D.CASTRO D.	3	12 - 2020	SE ACTUALIZA NORMATIVA PARA ALINEAR CON NORMA TÉCNICA DE CONEXIÓN Y OPERACIÓN DE PMGD EN INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN, PUBLICADA EN JULIO 2019.
	F. PEREZ S.	2	03 - 2016	SE ACTUALIZA NORMATIVA PARA ALINEAR CON NUEVA NORMA TÉCNICA NACIONAL PARA PMGD, PUBLICADA EN SEPTIEMBRE 2015.
	F. PEREZ S.	1	09 - 2015	SE MODIFICA LA UBICACIÓN DEL SECCIONADOR EN EL ESQUEMA DE EMPALME AÉREO (SECCIÓN 6.1). SE MUEVE A PUNTO DE DERIVACIÓN DEL EMPALME.
F. PEREZ / G. PINCHEIRA		0	05 - 2015	NORMA BASE

PROYECTÓ	FPS/GPH		<b>EMPALMES</b> <b>EMPALMES PARA CLIENTES</b> <b>PMGD</b>	 <b>Distribución Chile</b> <b>ENG-06</b> <b>REV. 3</b>
ACTUALIZÓ	D. CASTRO D.			
APROBÓ	D. GONZALEZ S.			
DISEÑÓ	M. ROJAS P.			
				FECHA: DIC. 2020      LAM. 13 DE 13