



Consejo Nacional de Operación



INDICE

- Formato simplificado para la conexión de AGPE con capacidad menor a 0.1 MW y GD.
- Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD.
- Acuerdo 1071, “por el cual se definen los requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano”.
- Documentación y verificaciones requeridas para la conexión de GD, AGPE y AGGE con capacidad menor a 5 MW en el SIN colombiano.

Formato simplificado para la conexión de AGPE con capacidad menor a 0.1 MW y GD

FORMULARIO SIMPLIFICADO PARA SOLICITUD DE CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES A PEQUEÑA ESCALA Y GENERADORES DISTRIBUIDOS CON POTENCIA INSTALADA MENOR O IGUAL A 0.1 MW



Tipo de generación:

Tipo:

☐

Generador Distribuido - GD (Potencia $\leq$ 0.1 MW)

Si es AGPE, entrega excedentes a la red?

☐

Autogenerador a pequeña escala - AGPE (Potencia $\leq$ 0.1 MW)

Si

☐

No

☐

Fecha prevista de entrada en operación comercial, si es generador distribuido:

Fecha estimada de conexión del proyecto, si es autogenerador:

Información del cliente:

Cliente nuevo:

☐

Si

☐

No

No. de cuenta cliente (si NO es cliente nuevo):

Nombre del cliente:

Cédula de Ciudadanía/NIT:

Dirección del cliente:

Ciudad:

Teléfono/Celular:

Email:

Tipo de cliente:

☐

Residencial

☐

Comercial

☐

Industrial

☐

Oficial

☐

Agropecuario

☐

Otro, cual:

Estrato (si aplica):

Nombre Comercializador que lo atiende:

Información del inmueble:

Dirección de ubicación del proyecto:

Vereda (si aplica):

Corregimiento (si aplica):

Ciudad:

Información adicional de ubicación para proyectos no asociados a un inmueble:

Ubicación georreferenciada wgs84 (de googlemaps):

Numero de poste o código del transformador más cercano:



Consejo Nacional de Operación

Formato simplificado para la conexión de AGPE con capacidad menor a 0.1 MW y GD

Tipo de tecnología utilizada:

☐ Solar Fotovoltaica-FV ☐ Biomasa ☐ Cogeneración ☐ Eólica
☐ Hidráulica ☐ Gas ☐ Otro, cual _____

Cuenta con almacenamiento de energía: ☐ Si / No Si es si, indique capacidad (kW): _____
Sistema basado en inversores: ☐ Si / No
Sistema basado en máquinas sincrónicas: ☐ Si / No
Sistema basado en máquinas asincrónicas: ☐ Si / No
Otro, cuál ? _____

Información de la tecnología de generación de energía (aplica para generación basada en inversores):

Si es solar fotovoltaica-FV

Potencia por panel (W): _____ Fecha de instalación: _____
de paneles: _____ Posee relé de flujo inverso: ☐ Si ☐ No

Capacidad en DC (kW DC): _____ Potencia total en AC (kW AC): _____
Voltaje salida del Inversor (V): _____ Número de fases: _____
Voltaje entrada del Inversor (V): _____
Número de inversores: _____
Fabricante de los inversores: _____
Modelo de los inversores: _____

En caso que sea un AGPE y no entregue excedentes, indicar los elementos de protección, control o maniobra que limitan la inyección de energía a la red:

Especificar las características del inversor:

Cumple estándar IEEE 1547: ☐ Si ☐ No Versión (Año): _____
Cumple estándar UL 1741: ☐ Si ☐ No Versión (Año): _____

Formato simplificado para la conexión de AGPE con capacidad menor a 0.1 MW y GD

Información de la tecnología de generación de energía NO basada en inversores:

Generador:

Fabricante del Generador: _____

Modelo del generador: _____

Voltaje del generador (V): _____

Potencia nominal (kVA): _____

Factor de potencia: _____

Número de fases: _____

Reactancia subtransitoria x_d'' (p.u.): _____

Transformador (si aplica):

Potencia nominal (kVA): _____

Impedancia de C.C. (%): _____

Grupo de conexión: _____

Indicar los elementos de protección, control y maniobra:

Cumple estándar IEEE 1547: _____

☐

Si

☐

No

Versión (Año): _____

Datos del punto de conexión:

Potencia nominal del sistema (kW): _____

Potencia a entregar a la red (kW): _____

Nivel de tensión (kV): _____

Si entrega excedentes o es un cliente nuevo, código de la subestación, transformador o circuito al cual se realizará la conexión: _____

Protección Anti-isla (Describa las características de la protección a instalar)

Formato simplificado para la conexión de AGPE con capacidad menor a 0.1 MW y GD

Condiciones que debe tener en cuenta el cliente para la aprobación de la solicitud de conexión del proyecto:

- El punto de conexión debe incluir un tipo de protección Anti-Isla, que garantice que no se inyectará energía a la red mientras ésta permanezca desenergizada.
- Adjuntar a la solicitud de conexión el diseño eléctrico de la instalación de acuerdo al RETIE, según las indicaciones del Anexo 1:
- Para la conexión, deberá ser aportada la declaración de cumplimiento del RETIE en AC y DC a través de Ingeniero Electricista con matrícula profesional vigente y el dictamen de inspección y verificación de cumplimiento del RETIE en AC y DC
- Cumplir con los requerimientos de protecciones definidos por el CNO en su Acuerdo 1071 o aquel que lo sustituya.**
- Para la conexión, deberá ser aportada la declaración de cumplimiento del RETIE y el dictamen de inspección y verificación de cumplimiento del RETIE, según aplique.
- Si el usuario se encuentra dentro de una frontera embebida, cumplir con lo estipulado en el artículo 7 de la Resolución CREG 030 de 2018.
- El usuario deberá tener un Certificado de Conformidad de Producto RETIE de los equipos utilizados en la conexión.

Información del sistema de medición:

El medidor en el punto de conexión debe cumplir con los índices de clase y los transformadores de medida, con la clase de exactitud establecidos en la Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que la modifique, complemente y/o sustituya.

¿El cliente suministrará el medidor?*

☐ Si

☐ No

¿El medidor tiene perfil horario?

☐ SI

☐ No

¿El medidor es bidireccional?

☐ Si

☐ No

¿Autoriza al OR a suministrar el medidor?

☐ SI

☐ No

* Debe anexarse al presente formulario el certificado de calibración emitido por un organismo acreditado por el ONAC

Formato simplificado para la conexión de AGPE con capacidad menor a 0.1 MW y GD

Proyecciones de energía generada y consumida (kWh-mes)

Proyección de la energía generada por el sistema a entregar a la red del OR por mes (kWh-mes)

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12

Proyección de la energía generada por el sistema para consumo interno por mes (kWh-mes)

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12

Observaciones (Aclaraciones que desee realizar sobre el proyecto):

Lugar, Fecha:

Firma:

Recibido:

NOTA:

Remitir formulario este formato excel y PDF (firmado) y los anexos que corresponden al proyecto al correo electrónico xxx@yyy.com con el siguiente asunto

Asunto: FORMULARIO SIMPLIFICADO PARA SOLICITUD DE CONEXIÓN DE AUTOGENERADORES A PEQUEÑA ESCALA Y GENERADORES DISTRIBUIDOS CON POTENCIA INSTALADA MENOR O IGUAL A 0.1 MW

Adicionalmente adjuntar el archivo de la consulta de disponibilidad de punto de conexión de la página web del OR con los datos del punto solicitado

Las solicitudes que no lleguen con la información indicada o el formulario incompleto no serán consideradas en el trámite de conexión

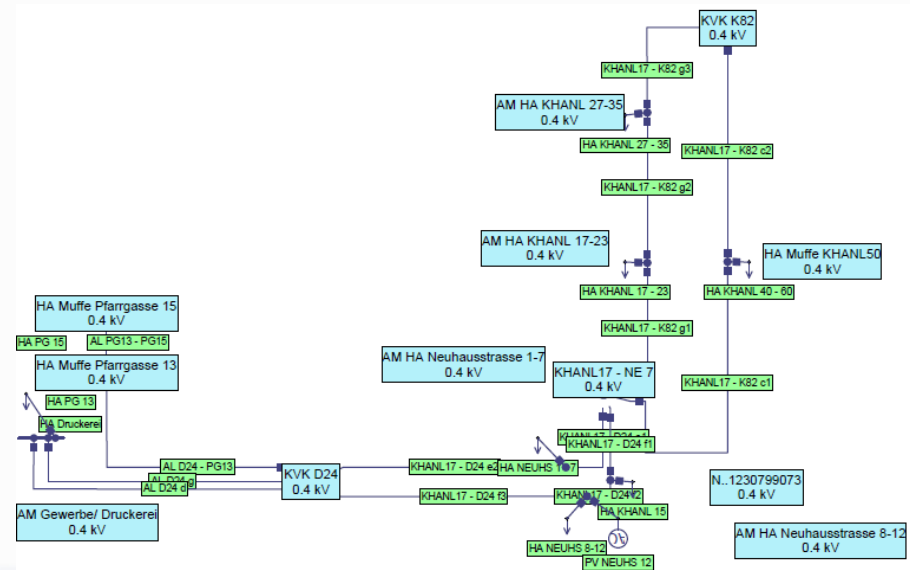
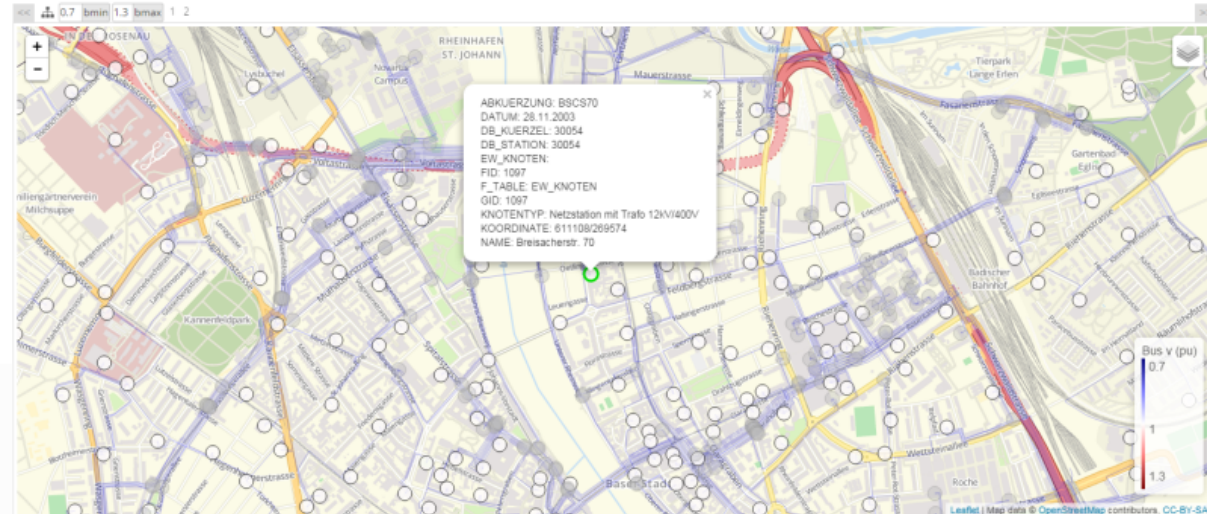


2.1. Introducción.

2.2. Resumen ejecutivo.

2.3. Descripción y ubicación del proyecto.

2.3.0. Esquemas de conexión a la red de BT.



Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

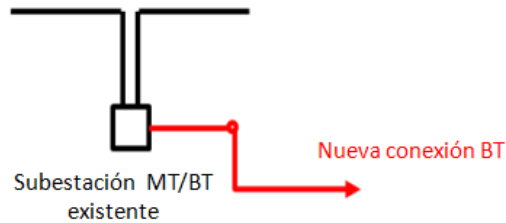


Figura 1. Conexión radial desde una subestación secundaria.

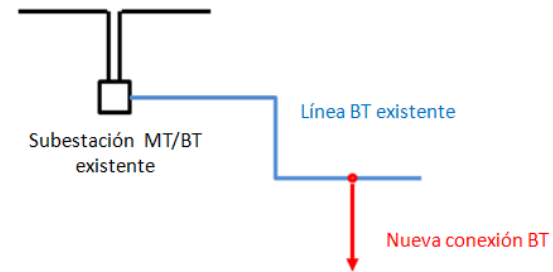


Figura 2. Conexión de derivación en T.

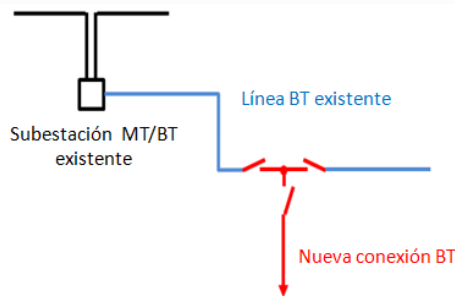


Figura 3. Inserción de ramal en la caja de derivación de acometidas de BT.

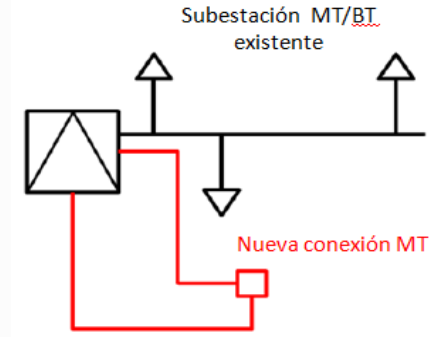


Figura 4. Derivación radial doble desde la subestación AT/MT.

Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

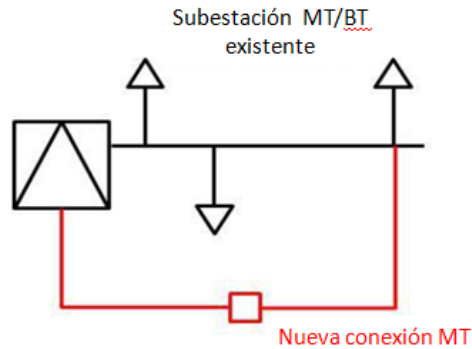


Figura 5. Derivación línea de realimentación dedicada.

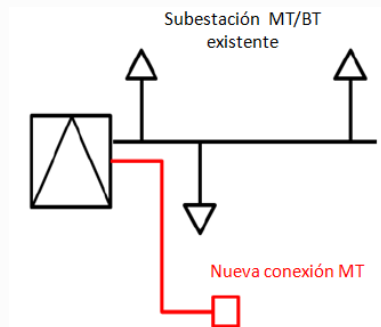


Figura 7. Conexión radial desde una subestación primaria.

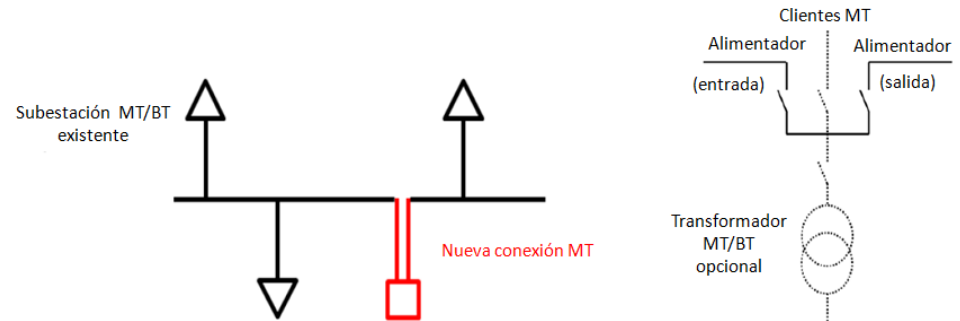


Figura 6. Conexión LILO en línea MT.

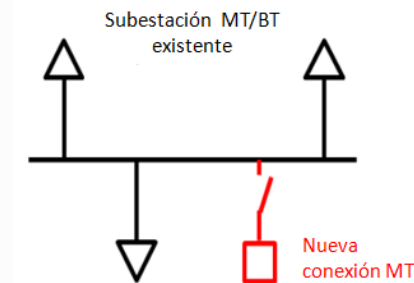


Figura 8. Derivación en T ramificada con seccionamiento.

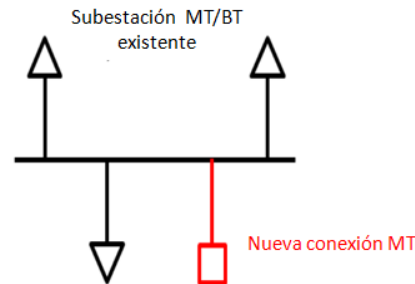


Figura 9. Derivación en T ramificada.

Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

Especificación de parámetros – Transformadores
Capacidad, nivel de tensión, Impedancia de secuencia positiva, impedancia de secuencia cero, grupo de conexión, TAP máximo y mínimo, paso de TAPs, ente otros.

Tabla 2. Datos de placa para transformadores.

2.4. Parámetros eléctricos y de operación de del proyecto.

Especificación de parámetros – Generadores
- Fuente de energía (solar, eólica, hidráulica, térmica, etc). - Tipo de generador (estático, asíncrono, síncrono).
- Datos de placa, capacidad, frecuencia, tensión. - Datos para modelo: - o Potencia aparente nominal. - o Potencia activa nominal. - o Máxima generación activa. - o Mínima generación activa. - o Máxima generación reactiva. - o Mínima generación reactiva. - o Reactancia sincrónica de eje directo – X_d. - o Reactancia transitoria de eje directo - X_d'. - o Reactancia subtransitoria de eje directo - X_d''. - o Reactancia de secuencia negativa - $X(2)$. - o Reactancia de secuencia cero - $X(0)$. - o Resistencia del estator – R. - o Reactancia característica – X_c. - o Reactancia de dispersión del estator – X_l. - o Reactancia sincrónica de eje en cuadratura – X_q. - o Reactancia subtransitoria de eje en cuadratura - X_q''. - o Inercia – H. - o Constante de tiempo transitoria de circuito abierto de eje directo - T_{do}'. - o Constante de tiempo subtransitoria de circuito abierto de eje directo - T_{do}''. - o Constante de tiempo subtransitoria de circuito abierto de eje en cuadratura - T_{qo}''.

Tabla 3. Datos de placa para generadores.

Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

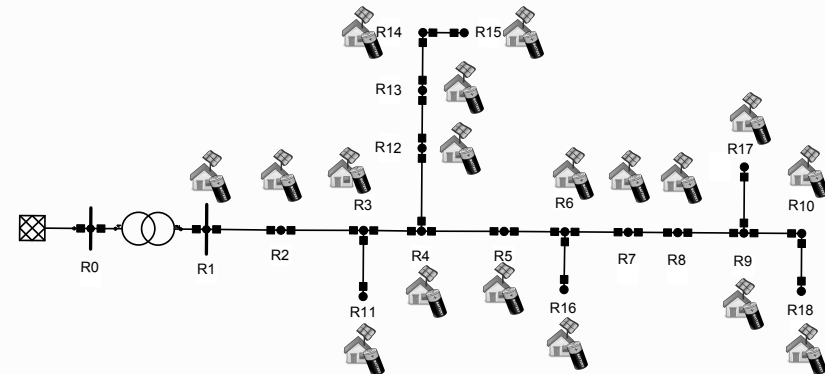
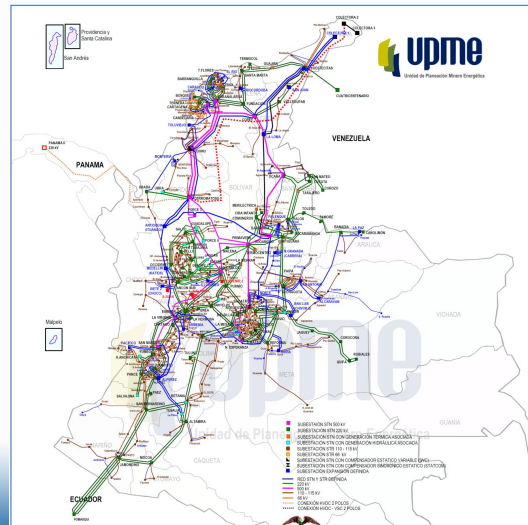
2.4. Parámetros eléctricos y de operación de del proyecto.

2.5. Información utilizada para el estudio.

Especificación de parámetros – Inversores y paneles solares
Datos de entrada: Serie de tensión, tensión de arranque, máxima tensión y corriente de entrada, tensión y corriente de entrada nominal, máxima corriente de cortocircuito de los paneles solares.
Datos de salida: Potencia de salida nominal, máxima potencia de salida, tensión de red nominal, tolerancia de tensión AC del inversor, máxima corriente de salida con V_{nom} , protección contra sobrecorriente, numero de fases, frecuencia de salida nominal, márgenes de frecuencia, dispositivos de protección integrados.

Tabla 4. Datos de placa para inversores y paneles solares.

2.5.1. Modelo de simulación: (equivalentes de red AT, información tramos MT, impedancias, despachos y consignas operativas),

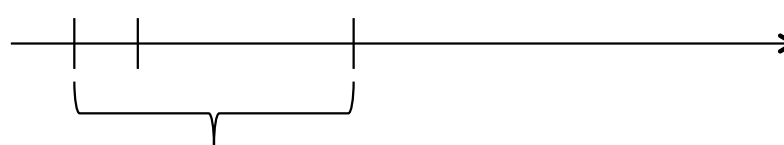


Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

Sin excedentes



t t+1* t+5

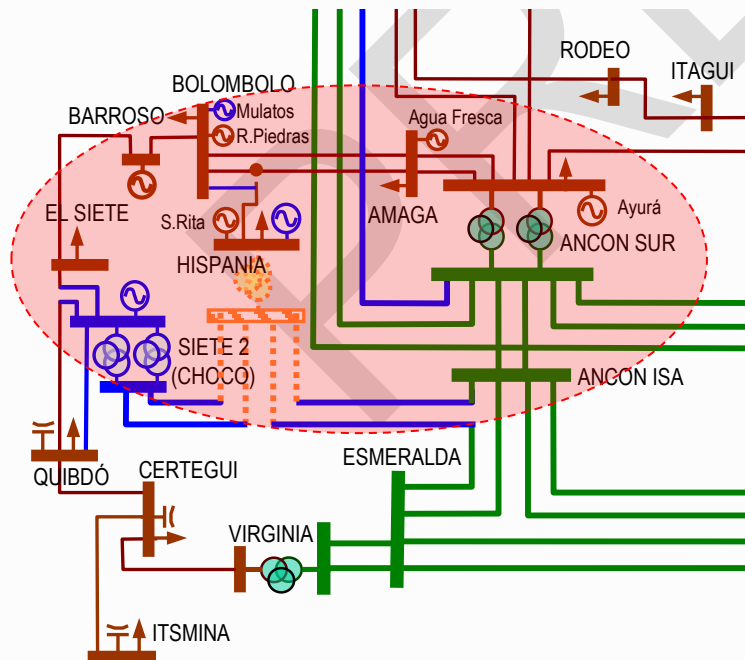


Con excedentes y
 $0,1 < \text{Cap} < 5 \text{ MW}$

2.5.2. Horizonte de análisis.

2.5.3. Información de demanda de potencia: UPME y/u OR.

2.5.4. Información de despachos de generación.



XM, OR o UPME

Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.5.5. Información de compensación reactiva en el área.

2.5.6. Información de consignas operativas.

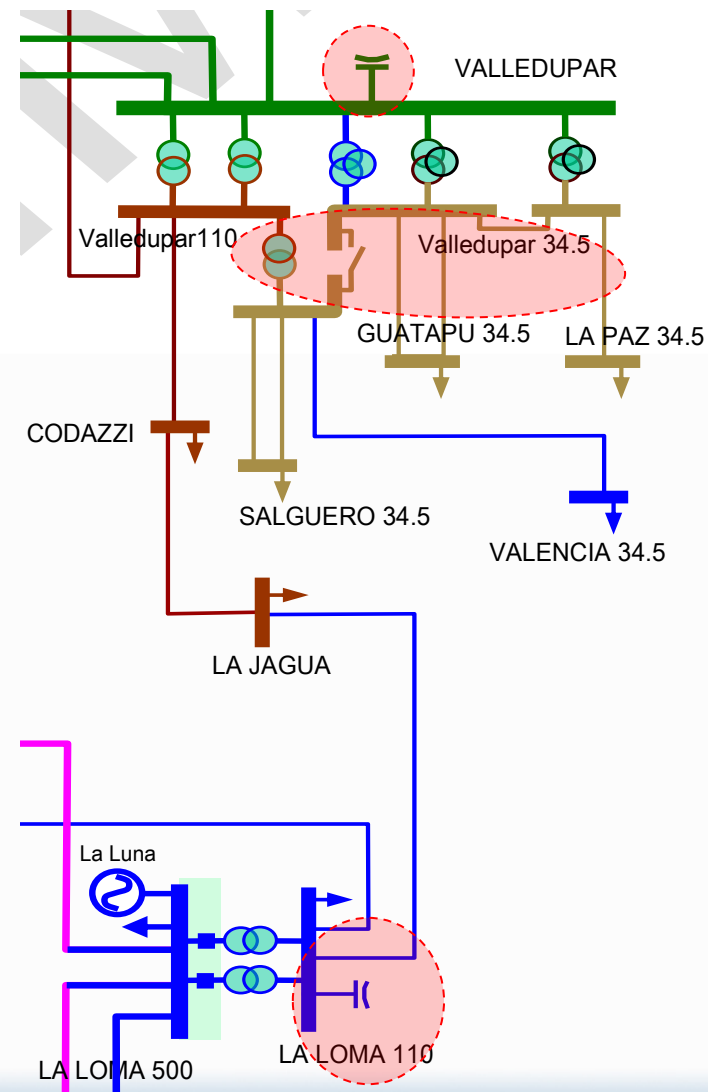
2.6. Estudio eléctrico.

2.6.1. Nivel de tensión requerido.

Potencia instalada (kW)	Nivel de tensión	Sistema eléctrico
1 – 10	BT	Monofásico bifilar Monofásico trifilar
10 – 100	BT o MT ⁽¹⁾	Trifásico
100 – 1000	MT	Trifásico
1000 – 5000	MT	Trifásico

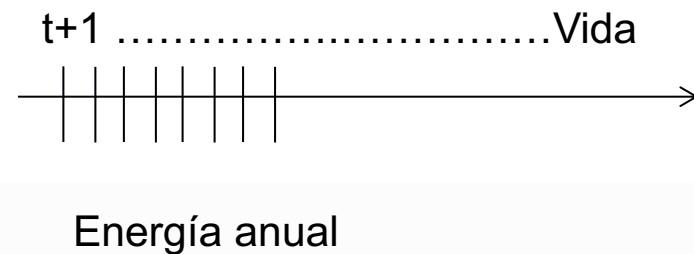
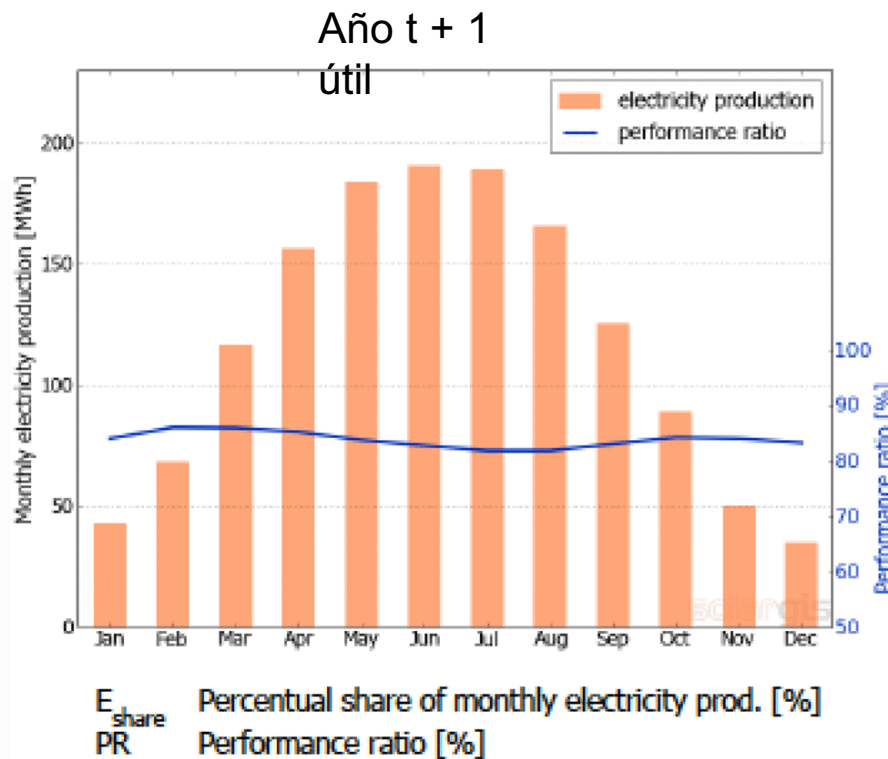
⁽¹⁾ Prevalecerá la conexión en baja tensión acorde con la disponibilidad de capacidad de la red.

Tabla 5. Nivel de tensión requerido según la potencia instalada del sistema de generación.



Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.2. Cálculo teórico de la energía producida.

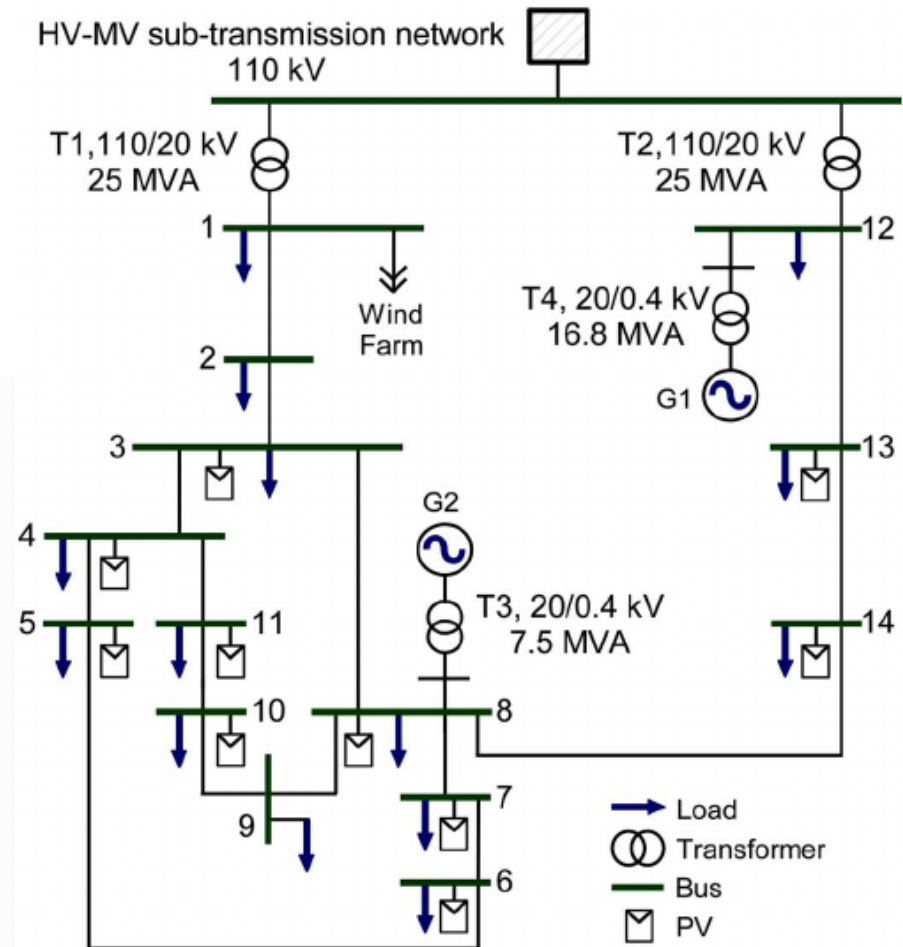


Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.3. Escenarios de estudio.

Se considerará la red de MT o BT afectada por la conexión, desde el transformador AT/MT y hasta el punto de conexión.

Para la conexión estudiada se consideran las solicitudes de inyección y demanda de potencia. La carga a utilizar en los modelos se basará en las curvas de demanda de los usuarios MT, de los circuitos MT y de los transformadores MT/BT. Si no fuera posible acceder a esta información, se utilizarán curvas de demanda típicas por tipo de usuario o la curva de carga de la cabecera del circuito.



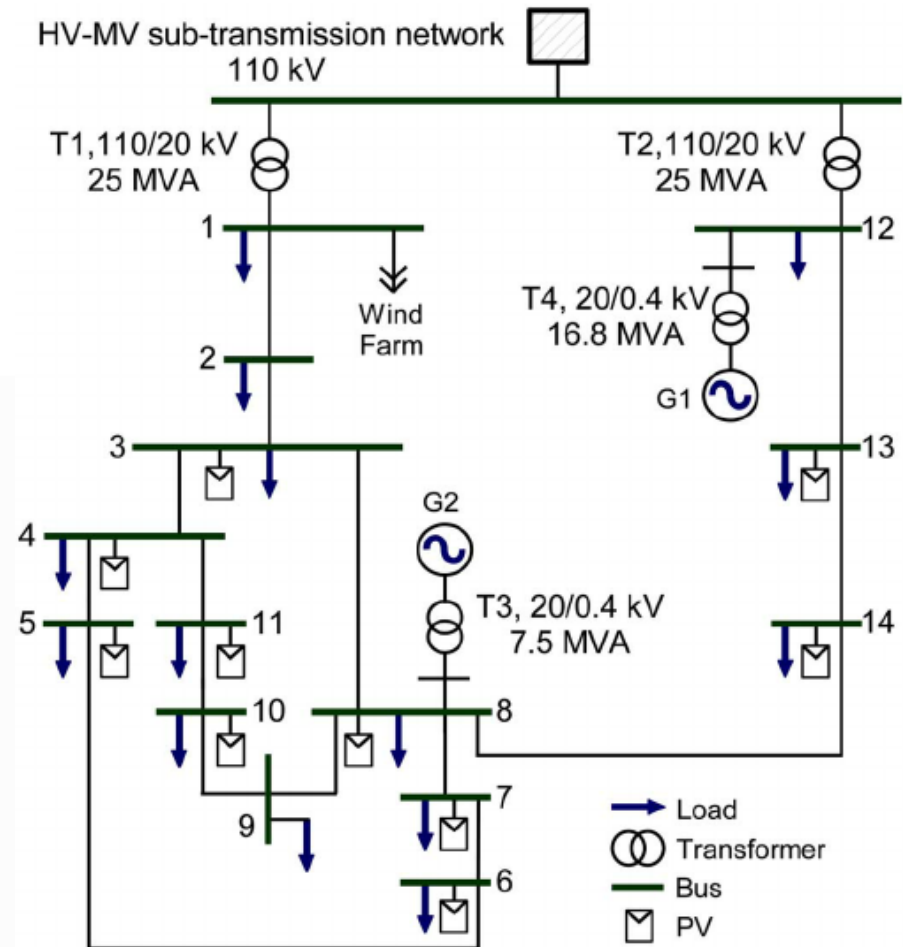
Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.3. Escenarios de estudio.

Carga pura: demanda máxima con mínima generación, es decir, 0 MW para la generación no gestionable (no controlable), y valores históricos (correspondientes a la situación analizada) para la generación gestionable (controlable).

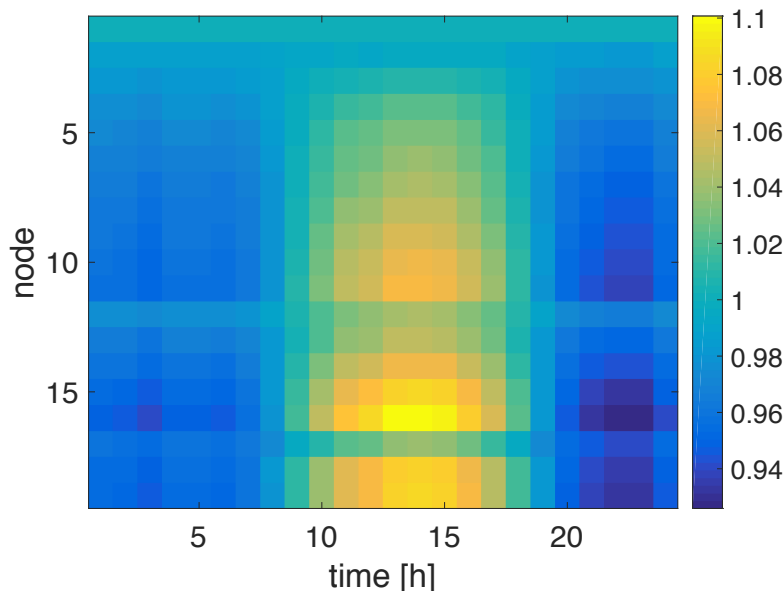
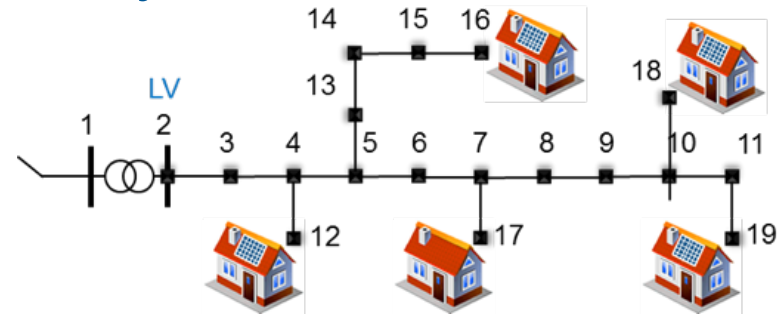
Momento de máxima diferencia: Valores de máxima generación y mínima demanda en el momento de máxima diferencia, ello entre la potencia inyectada a la red y la carga.

Máxima demanda-máxima generación: Valores máximos de carga y generación.

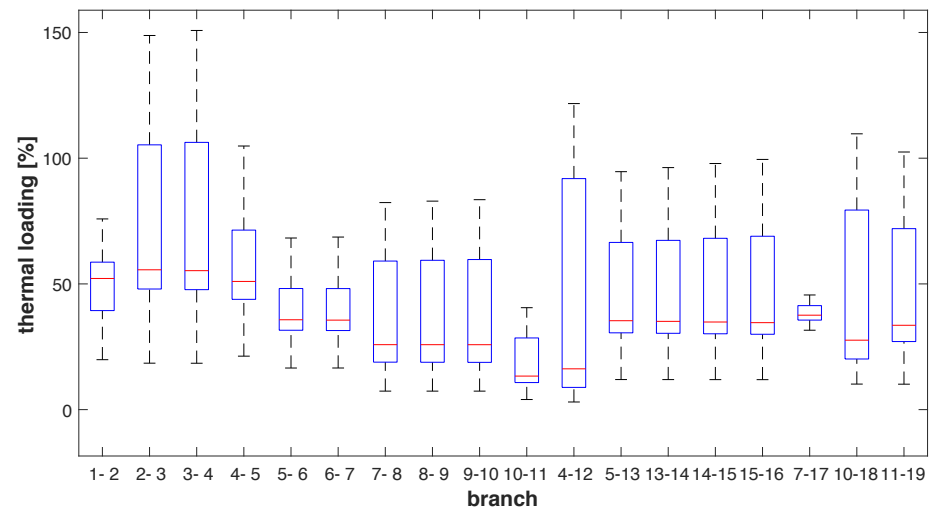


Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.4. Nivel de carga de líneas y transformadores (Flujos de carga BT y MT, balanceados y/o desbalanceados en condiciones N y N-1, según corresponda).



(a) Voltage magnitudes (p.u.)

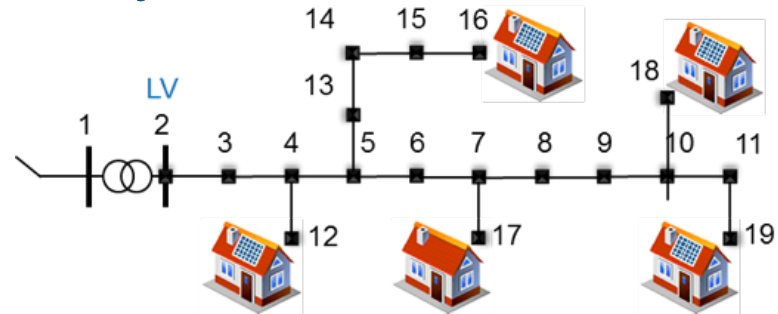


(b) Thermal loadings

Figure 2.5: Voltage magnitudes and thermal loadings for an uncontrolled 1-phase system, based on [1]

Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.4. Nivel de carga de líneas y transformadores (Flujos de carga BT y MT, balanceados y/o desbalanceados en condiciones N y N-1, según corresponda).



- $0.1 < AGPE < 1 \text{ MW}$
- Para conexiones sin entrega de excedentes $[0.1 \ 1] \text{ MW}$
- Para conexiones con entrega de excedentes $[0.1 \ 5] \text{ MW}$

→ Condición N.

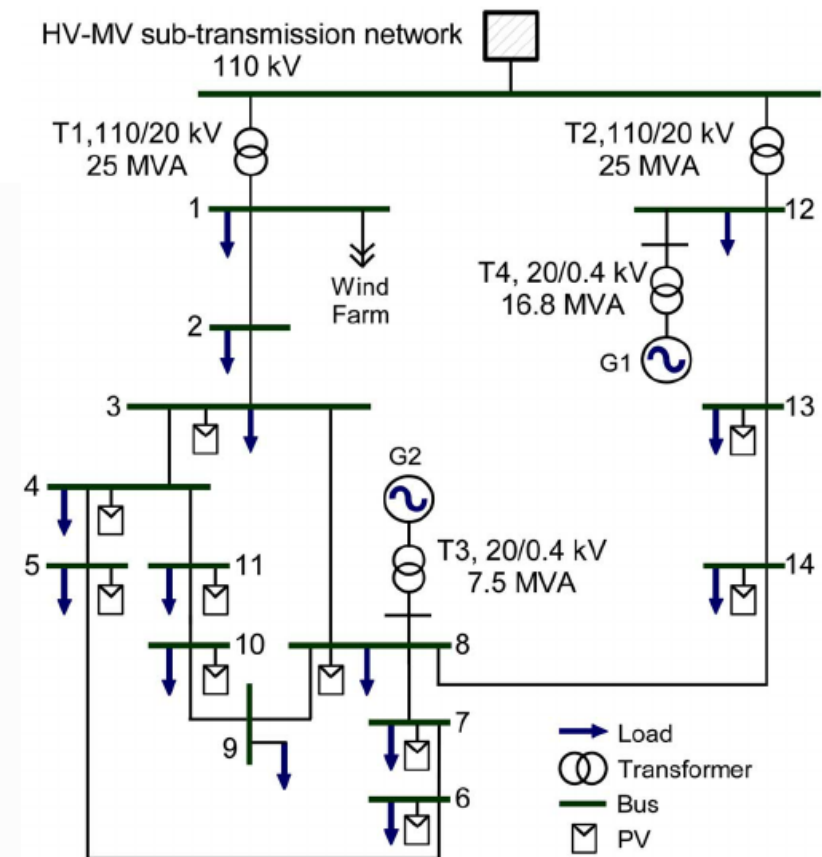
→ Año t.

→ Año t, t+1* y t+5.

Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.5 y 2.6.6. Contribución a la corriente de cortocircuito y falla a tierra.

- $0.1 < AGPE < 1 \text{ MW}$ → Condición N.
- Para conexiones sin entrega de excedentes $[0.1 \text{ } 1] \text{ MW}$ → Año t.
- Para conexiones con entrega de excedentes $[0.1 \text{ } 5] \text{ MW}$ → Año t, t+1* y t+5.



Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.7 y 2.6.8. Variaciones rápidas y lentas de tensión.

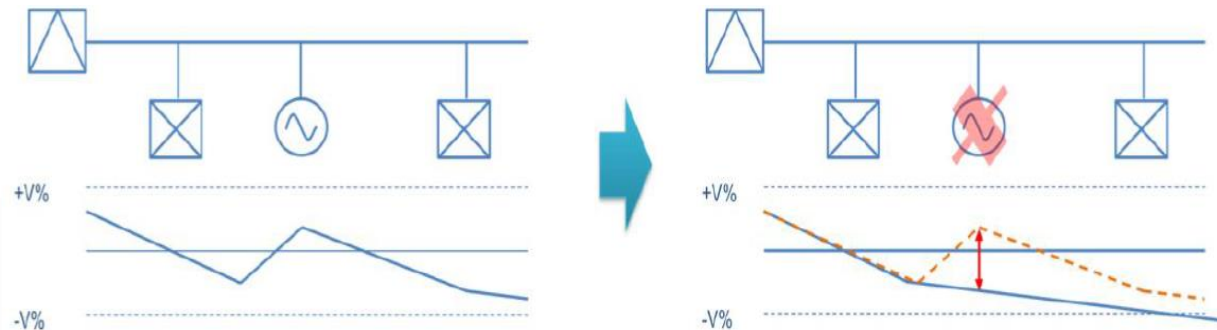


Figura 10. Variaciones rápidas de tensión (desconexión repentina de un generador).

$$\frac{[V_{s1} - V_{s2}]}{V_N} \times 100 \leq V$$

V_{s1} : Tensión máxima de la red en el punto de conexión considerando el escenario Máxima Diferencia.

V_{s2} : Tensión mínima de la red en el punto de conexión considerando el escenario Carga Pura.

V_N : Tensión nominal de la red en el punto de conexión.

Este valor no superará el 6%, valor máximo de referencia propuesto por la IEC 61000-3-7 para MT.

Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.7 y 2.6.8. Variaciones rápidas y lentas de tensión.

$$\frac{[V_{s1} - V_{s2}]}{V_N} * 100 \leq 10\%$$

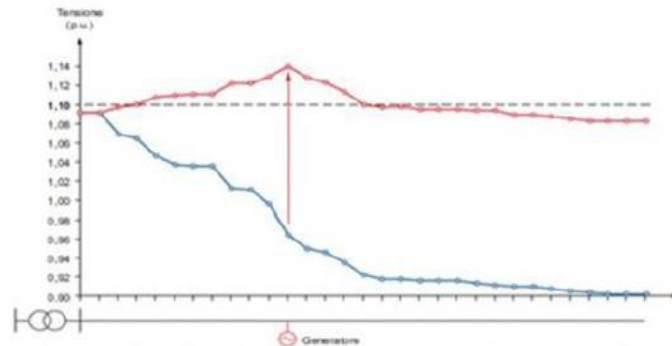
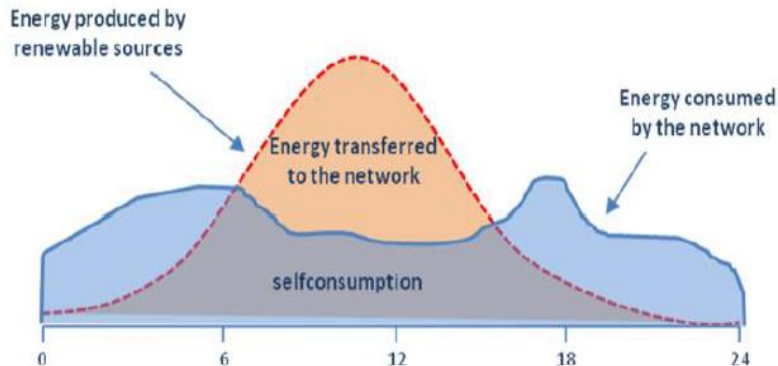


Figura 11. Variaciones lentas de tensión (efecto diario sobre el perfil de tensión).

- $0.1 < \text{AGPE} < 1 \text{ MW}$ → Condición N.
- Para conexiones sin entrega de excedentes $[0.1 \text{ } 1] \text{ MW}$ → Año t.
- Para conexiones con entrega de excedentes $[0.1 \text{ } 5] \text{ MW}$ → Año t, t+1* y t+5.



Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.9 Análisis para evitar el funcionamiento en isla.

El uso del tele-disparo es el método más eficaz para evitar este funcionamiento en isla. En los casos donde la generación es capaz de mantener autónomamente los valores de tensión y frecuencia, existirá riesgo de funcionamiento en isla cuando se cumpla la siguiente relación:

$$\left(\sum_{i=1 \text{ a } N} P_{maxgi} \right) + P_{gnuevo} \geq P_{min \text{ dem}}$$

Donde:

P_{maxgi} : Potencia instalada del generador i.

P_{gnuevo} : Potencia máxima del generador a estudiar.

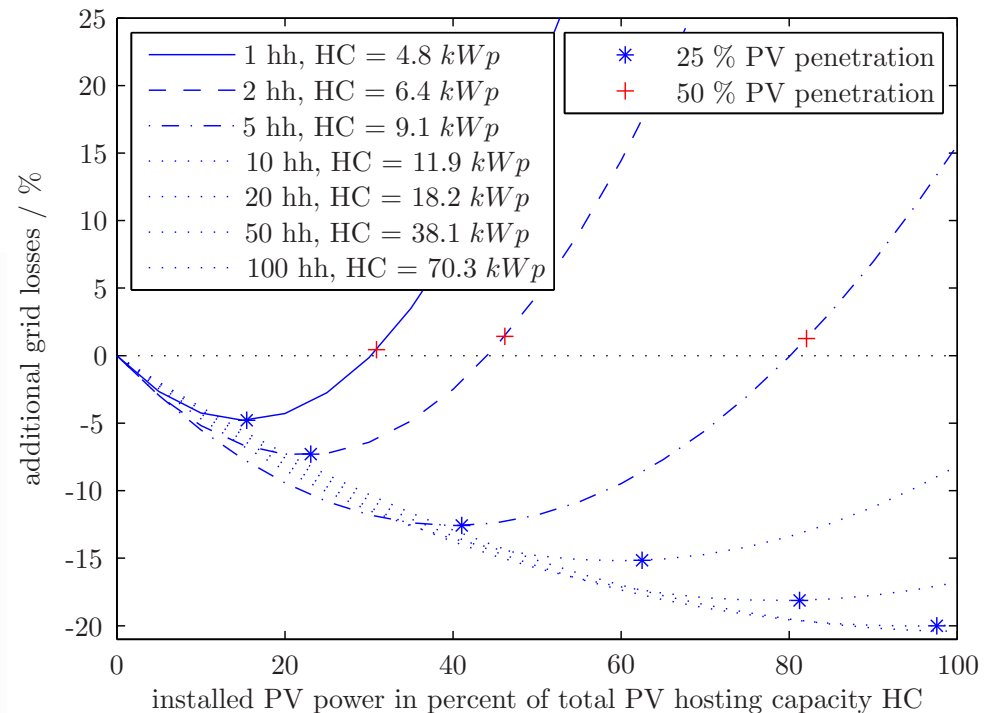
$P_{min \text{ dem}}$: Potencia demandada mínima.

- Para todas las conexiones → Año t.

Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.10 Análisis de pérdidas.

- $0.1 < \text{AGPE} < 1 \text{ MW}$ → Condición N.
- Para conexiones sin entrega de excedentes $[0.1 \text{ } 1] \text{ MW}$ → Año t.
- Para conexiones con entrega de excedentes $[0.1 \text{ } 5] \text{ MW}$ → Año t, t+1* y t+5.



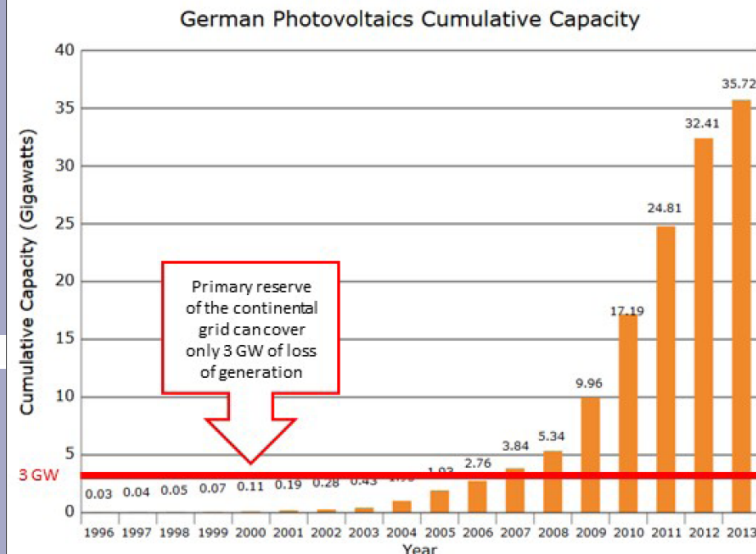
Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.6.11 Análisis de estabilidad **

Example of lessons learnt from grid code practice: 'the 50.2 Hertz (Hz) problem'

The German '50.2 Hz problem' serves as an example of what can go wrong if grid code development is not co-ordinated with energy policy. A grid code requirement (VDE, 1994 / 2005) was set early on that was unsuitable for high VRE share, and unit behaviour had to be corrected through incentive programmes. The nominal frequency in Germany is 50 Hz. While PV levels were low in Germany, PV generators in the low voltage network were required to disconnect when the system frequency increased above 50.2 Hz. However] Germany's feed-in tariff encouraged PV installations, which grew so fast (see figure 5) that this disconnection behaviour posed a threat to system stability. With tens of gigawatts of PV suddenly disconnecting in the event of an over-frequency disturbance, the system could collapse. In 2011 and 2012, new requirements were introduced with a more gradual frequency cut-off, and policy makers had to provide incentives to retrofit older units (BMJV, 2012).

The 50.2 Hz problem mainly affected PV generators in Germany's low voltage network. In the medium voltage network there is also a legacy of inappropriate grid requirements relating to under-frequency - 'the 49.5Hz problem' (affecting primarily wind and cogeneration plants). This was also recently addressed by legislation - see next box. While 49.5 Hz is further from the nominal frequency of 50 Hz than 50.2 Hz, it is in principle more dangerous to disconnect large amounts of generation when the frequency drops. This is because it indicates there is already insufficient generation in the system to balance the load.



- Los problemas alemanes (50.2 Hz Problem y 49.5 Hz Problem), son un claro ejemplo de la desarticulación entre la Política Energética y los requerimientos técnicos del Código de Red.
- Por un lado el gobierno Alemán incentivó la incorporación de fuentes intermitentes con esquemas Feed-in Tariff, alcanzando una alta penetración de plantas PV, que a su vez puso en peligro la estabilidad del sistema, dadas las condiciones de desconexión requeridas a este tipo de tecnologías cuando la frecuencia superara ciertos límites.

Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.7 Evaluación económica.

2.8. Estudio de calidad de potencia (para plantas con capacidad mayor a 0.1 MW que utilicen inversores).

Parámetro Referencia		Nivel de tensión Pcc: 120V a 69,000V				
Límites Distorsión de Corriente						
Máxima Distorsión de Corriente Armónica en porcentaje [%] de IL						
Armónicos Impares de orden h						
Isc/IL	<11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	TDD
<20	4,0	2,0	1,5	0,6	0,3	5,0
20<50	7,0	3,5	2,5	1,0	0,5	8,0
50<100	10,0	4,5	4,0	1,5	0,7	12,0
100<1000	12,0	5,5	5,0	2,0	1,0	15,0
>1000	15,0	7,0	6,0	2,5	1,4	20,0
Armónicos pares de orden h						
Isc/IL	< 11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	
<20	1,0	0,50	0,38	0,15	0,08	
20<50	1,8	0,88	0,63	0,25	0,13	
50<100	2,5	1,13	1,00	0,38	0,18	
100<1000	3,0	1,38	1,25	0,50	0,25	
>1000	3,8	1,75	1,50	0,63	0,35	
IL: Máxima corriente de carga a 60Hz en punto de conexión (Pcc)						
Isc: Máxima corriente de corto circuito en Pcc h:Orden del armónico TDD:Índice de distorsión total de la demanda						
Límites Distorsión de Tensión						
Distorsión Individual de Voltaje (%)			Distorsión Total de Voltaje THDv (%)			
3,0			5,0			
Desbalance de Tensión						
V2/V1 (%)			2,00			
Factor de Potencia						
FP			≥ 0,9 Inductivo			
Fluctuación de tensión - Flicker						
Max. PST (percentil_95)			1,0			
Max. PLT (Percentil_95)			0,8			
Eventos de tensión (sags, swell e interrupciones menores a 1 minuto)						
Instalaciones eléctricas internas cumplen RETIE						

Figura 12. Límites de calidad de potencia eléctrica en el Punto de Conexión (Pcc) de MT-BT.



Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.7 Evaluación económica.

2.8. Estudio de calidad de potencia (para plantas con capacidad mayor a 0.1 MW que utilicen inversores).

Orden armónico individual h (armónicos impares) ^b	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	Distorsión (TDD)
Porcentaje (%)	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0

^b Los armónicos pares son limitados por encima del 25% de los límites de armónicos impares.

Tabla 6. Máxima distorsión armónica de corriente (I), tomada de la Tabla 3 de la IEEE Std. 1547 – 2003.

Para la elaboración del estudio se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ **Limitaciones de inyección DC:** Las fuentes de AGPE o AGGE que entregan energía a la red deben de interrumpir su suministro en un tiempo máximo de 1 [s], si hay inyección de componente de C.C. superior al 0,5 % de la corriente nominal del autogenerador.
- ✓ **Limitaciones de flicker inducido por las fuentes de AGPE o AGGE:** Las fuentes de AGPE o AGGE no debe generar flickers para los demás usuarios conectados al sistema de distribución.



Lineamientos de los estudios de conexión para la incorporación al SDL y STR de la AGPE, AGGE con capacidad menor a 5 MW y GD

2.9 Estudios de coordinación de protecciones.

Se debe tener en cuenta lo estipulado en el documento CNO “GUÍAS PARA EL AJUSTE Y LA COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DEL SIN” y el Acuerdo CNO 1071, o aquel que lo sustituya, donde se definen los requerimientos de protecciones para los generadores con capacidad menor a 5 MW.

2.10. Plan de pruebas.

2.11. Diseño eléctrico y memorias de cálculo (Anexo 1).

2.12 y 2.13. Conclusiones y Anexos.

.

Acuerdo 1071, “por el cual se definen los requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano”

Tabla 1. Requisitos de protecciones en el punto conexión de sistemas de generación síncronos y generadores de inducción.

Requerimiento de Protección	Nivel de tensión 1			Nivel de tensión 2 - 3			Nivel de tensión 4	VER NOTAS
Rango de Potencia	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW	Hasta 5 MW	
Baja tensión (ANSI 27)	X	X	X	X	X	X		(1) (8)
Sobre tensión (ANSI 59)	X	X	X	X	X	X	X	(1) (8)
Sobretensión de secuencia cero (ANSI 59N)				X	X	X		(2)
Sobrepotencia adelante (ANSI 32)	X	X	X	X	X	X	X	(3)
Anti-isla	X	X	X	X	X	X	X	(4)
Chequeo a la energización				X	X	X	X	(10)
Sobrecorriente de fases y tierra (ANSI 51/51N)				X	X	X	X	(5)

Acuerdo 1071, “por el cual se definen los requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano”

Tabla 2. Requisitos de protecciones en el punto de conexión de sistemas de generación conectados a través inversores y onduladores (frecuencia variable).

Requerimiento de Protección	Nivel de tensión 1			Nivel de tensión 2 - 3			Nivel de tensión 4	VER NOTAS
Rango de potencia	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW	Hasta 5 MW	
Baja tensión (ANSI 27)	X	X	X	X	X	X	X	(6) (8)
Sobre tensión (ANSI 59)	X	X	X	X	X	X	X	(6) (8)
Sobretensión de secuencia cero (ANSI 59N)				X	X	X		(7)
Baja frecuencia (ANSI 81U)	X	X	X	X	X	X	X	(9)
Sobre frecuencia (ANSI 81O)	X	X	X	X	X	X	X	(9)
Sobrepotencia adelante (ANSI 32)	X	X	X	X	X	X	X	(3)
Anti-isla	X	X	X	X	X	X	X	(4)
Chequeo a la energización				X	X	X	X	(10)
Sobrecorriente de fases y tierra (ANSI 51/51N)				X	X	X	X	(5)



Acuerdo 1071, “por el cual se definen los requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano”

- X: Requisito mandatorio en el punto de conexión.
- Espacio en blanco: Opcional para el generador, según aplique.
- En el esquema de protecciones de los generadores síncronos, se debe incluir las funciones de sobrecorriente controlada o restringida por tensión (ANSI 51V) además, el sistema de sincronización de las unidades de generación debe considerar el chequeo en dos fases. Para la conexión de los generadores en el nivel de tensión 4, se deberá incluir la función distancia (ANSI 21), sobre y baja tensión (ANSI 27), sobre y baja frecuencia (ANSI 81).
- En el esquema de protecciones de los generadores de inducción en el nivel 4 se debe incluir las funciones sobre y baja tensión (ANSI 27), sobre y baja frecuencia (ANSI 81).
- Todo sistema de generación conectado en el nivel de tensión 4, deberá contar con esquemas de protección principal y respaldo con capacidad para detectar fallas en el generador y en el punto de conexión con el STR, el cual, deberá contar con un esquema de protección selectivo que coordine con la red existente. Para el caso del SDL, el sistema de generación podrá disponer de un solo relé como protección principal.



Acuerdo 1071, “por el cual se definen los requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano”

■ Notas relacionadas en las Tablas 1 y 2:

- (1) La medición de tensión deberá ser trifásica en el punto de conexión.
- (2) Cuando se realiza la conexión de sistemas de generación síncronos mediante un transformador delta o estrella no aterrizada en el punto de conexión de generador con el OR, se deberá disponer de una protección de sobretensión de secuencia cero.
- (3) Esta función aplica solo para autogeneradores, la sobrepotencia hacia adelante puede implementarse en los sistemas de control y/o protección de un autogenerador que no declara entregar excedentes a la red; la función debe estar en capacidad de limitar la potencia entregada de la red o desconectar al autogenerador del sistema según las condiciones pactadas con el OR.
- (4) Sistemas de generación conectados en el nivel de tensión 4 se deberá coordinar con el operador de red la conveniencia de habilitarse una protección anti-isla, en caso de requerirse esta protección, deberá ser de tipo Intertrip⁴. Para sistemas de generación conectados al SDL, se deberá disponer de una protección anti-isla la cual no podrá ser del tipo Vector Shift⁵.



Acuerdo 1071, “por el cual se definen los requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano”

Se permitirán recierres del alimentador principal siempre y cuando se coordinen los tiempos de operación de la protección anti-isla con los tiempos de re-energización automática del sistema.

- (5) Esta función deberá estar en capacidad de interrumpir las corrientes de corto circuito del sistema de potencia ante fallas en el sistema de generación y debe coordinar con las protecciones del sistema.
- (6) La medición de tensión puede ser monofásica a nivel del inversor y trifásica en el punto de conexión
- (7) De acuerdo con el grupo de conexión del transformador se deberá evaluar con el operador de red la conveniencia de disponer de una protección de sobretensión de secuencia cero.
- (8) Las funciones de protección de sobre y baja tensión serán ajustadas según requerimientos operativos del sistema de potencia.
- (9) Las funciones de protección de sobre y baja frecuencia ajustados según requerimientos operativos del sistema de potencia.
- (10) Esta lógica de control y/o protección chequea que previo a la conexión del sistema de generación con el STR o SDL se verifique la tensión, en al menos una fase, en el punto al cual se conectará.



Acuerdo 1071, “por el cual se definen los requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano”

Tabla 3. Requisitos equipos de interrupción

Nivel de Tensión	Potencia	Equipo de Corte
Nivel de tensión 1	< 0,1 MW	Contactores con unidad termomagnética o Breaker
	0,1 - 1 MW	Contactores con unidad termomagnética, Breaker o Interruptor de Potencia con unidades de disparo
	1 - 5 MW	Interruptor de Potencia con unidades de disparo
Nivel de tensión 2 -3	< 0,1 MW	Reconectador o Interruptor de Potencia
	0,1 - 1 MW	Reconectador o Interruptor de Potencia
	1 - 5 MW	Reconectador o Interruptor de Potencia
Nivel de tensión 4	Hasta 5 MW	Interruptor de Potencia



Acuerdo 1071, “por el cual se definen los requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano”

6. Servicios Auxiliares

Todo sistema de generación conectado en el nivel de tensión 4 deberán disponer de fuentes de alimentación que garanticen la operación de los equipos de protección y control, ante la pérdida de la alimentación principal de la subestación.

Para conexiones en el nivel de tensión 4, las fuentes de alimentación de servicios auxiliares deben ser independientes para cada subestación, es decir, la alimentación de los servicios auxiliares del sistema de generación no debe ser compartido con los servicios auxiliares de una subestación del STR.

Para los equipos de protección alimentados con corriente alterna – AC, se deberán garantizar su correcta operación ante ausencia de tensión del alimentador principal.

7. Sistema de puesta a tierra:

El diseño de la puesta a tierra de instalación del sistema de generación incluyendo el punto de conexión, además de cumplir con los requerimientos técnicos del RETIE⁶, debe considerar en combinación con los sistemas de protección propuestos, el despeje oportuno de todo tipo de fallas a tierra, sin originar sobretensiones que excedan la capacidad de los equipos conectados al sistema eléctrico de potencia. El promotor del proyecto de generación deberá presentar al OR certificado de cumplimiento RETIE del punto de conexión.



Acuerdo 1071, “por el cual se definen los requisitos de protecciones para la conexión de sistemas de generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano”

8. Equipos de registro de eventos:

Todo sistema de generación conectado a niveles de tensión 2 o superior deberá disponer de registro cronológico de eventos (SOE) y/o registros oscilográficos de los relés. La información técnica asociada a las protecciones y SOE deberán estar sincronizada con la hora oficial colombiana, a través de los protocolos utilizados por su supervisión. El error máximo de sincronización del SOE y/o registros oscilográficos no deberá ser superior a ± 200 ms.

El SOE deberá capturar el cambio de estado del interruptor de potencia, y el arranque y disparo de los sistemas de protección con resolución de 1 ms.

Los registros oscilográficos de los sistemas de protección se deben proveer en formato COMTRADE con las señales análogas de tensión y corriente por fase y con las señales digitales de arranque y disparo de los sistemas de protecciones. Los registros oscilográficos de los equipos de protección deben capturar eventos con un tiempo mínimo de pre-falla de 500 ms y de post-falla sea mayor a 1.5 segundos, además, contar con una resolución mínima de muestreo de 1 KHz y deberán almacenar mínimo 20 registros.

El OR podrá solicitar al generador en los niveles de tensión 2 o superior, la información técnica para análisis de los eventos.

Documentación y verificaciones requeridas para la conexión de GD, AGPE y AGGE con capacidad menor a 5 MW en el SIN colombiano

Nivel de tensión de la frontera comercial	Nivel 1			Nivel 2 – 3			Nivel 4	Observaciones	
	Requisito de verificación	AGPE y GD ≤ 0.1 MW	AGPE>0.1 MW y ≤ 1MW	AGGE >1 MW y ≤ 5 MW	AGPE y GD ≤ 0.1 MW	AGPE>0.1 MW y ≤ 1MW	AGGE >1MW y ≤ 5 MW		AGGE
									Hasta 5 MW
Verificación de los certificados de conformidad de producto bajo RETIE	X	X	X	X	X	X	X		
Verificación de la declaración del cumplimiento RETIE	X	X	X	X	X	X	X		
Dictamen de inspección RETIE	X	X	X	X	X	X	X		
Curvas PQ suministradas por el fabricante			X	X	X	X	X		
Verificación de la protección anti isla	X	X	X	X	X	X	X		
Verificación de los equipos instalados en el punto de conexión	X	X	X	X	X	X	X		
Verificación funcional del sistema de control				X	X	X	X		
Verificación del tiempo de reconexión	X	X	X	X	X	X	X		
Verificación del sistema de medición	X	X	X	X	X	X	X		
Verificación de chequeo a la energización				X	X	X	X		
Verificación de la supervisión remota				X	X	X	X		
Verificación del esquema de protecciones	X	X	X	X	X	X	X		
Verificación de la función de la sobre potencia (32F) o limitador de potencia					X	X	X	Solo aplica para los sistemas de generación que declaran la NO entrega de excedentes a la red	
Verificación del equipo de protección	X	X	X	X	X	X	X		
Verificación de los servicios auxiliares				X	X	X	X		
Verificación de equipos de compensación				X	X	X	X		



GRACIAS