



DOCUMENTACIÓN Y PRUEBAS REQUERIDAS PARA LA CONEXIÓN DE GENERADORES DISTRIBUIDOS, AUTOGENERADORES A PEQUEÑA ESCALA Y AUTOGENERADORES A GRAN ESCALA HASTA 5 MW EN EL SIN COLOMBIANO

1. ALCANCE.

El presente documento contiene las pruebas requeridas para la conexión de la GD, AGPE y AGGE al SIN, y cubre el encargo regulatorio de la Resolución CREG 030 de 2018, mediante la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional-SIN.

2. DEFINICIONES.

- Equipo de corte: Hace referencia a un seccionador, interruptor o reconectador.
- Protección Anti-isla: Es un esquema de protección y/o control que evita la operación de islas indeseadas en el Sistema Interconectado Nacional-SIN.
- Frontera comercial: Corresponde al punto de medición asociado a la conexión entre agentes o entre agentes y usuarios conectados a las redes del Sistema de Transmisión Nacional o a los Sistemas de Transmisión Regional o a los Sistemas de Distribución Local, o entre diferentes niveles de tensión de un mismo OR. Cada agente en el sistema puede tener una o más fronteras comerciales¹.
- Sistema de generación: En el contexto del presente documento, un sistema de generación hace referencia a los Generadores Distribuidos-GD, Autogeneradores a Pequeña Escala-AGPE o Autogeneradores a Gran Escala hasta 5 MW-AGGE.

3. CONSIDERACIONES.

- I. Los Sistemas de Transmisión Regionales-STR's y los Sistemas de Distribución Local-SDL's se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición²:
 - Nivel 1: Sistemas con tensión nominal menor a 1 kV.
 - Nivel 2: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30 kV.
 - Nivel 3: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 57,5 kV.
 - Nivel 4: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV y menor a 220 kV.
- II. En Colombia el Sistema de Transmisión Nacional-STN opera con tensiones iguales o superiores a 220 kV³.
- III. La Resolución CREG 025 de 1995 define los requerimientos técnicos para la conexión de cualquier sistema de generación al STN.

¹ Fuente: resolución CREG 038 de 2014; Definiciones.

² Fuente: resolución CREG 097 de 2008; Art 1.

³ Fuente: resolución CREG 025 de 1995; Anexo.



- IV. La Resolución CREG 070 de 1998 define los requerimientos para la conexión de cualquier sistema de generación al STR y SDL.
- V. La Resolución CREG 030 de 2018 define requerimientos para la conexión de los Autogeneradores de acuerdo con su capacidad instalada en los siguientes rangos:
 - Conexión al STR y SDL de Autogeneradores de Pequeña Escala-AGPE con potencia instalada menor o igual a 0,1 MW y Generación Distribuida-GD.
 - Conexión al STR o SDL de AGPE con potencia instalada mayor a 0,1 MW y menor o igual a 1 MW.
 - Conexión al STR o SDL de Autogeneradores con potencia instalada mayor a 1 MW y menor o igual a 5 MW (Autogeneradores a Gran Escala-AGGE).
- VI. Las pruebas y certificaciones descritas en el presente documento hacen parte de los requisitos que el Operador de Red-OR debe verificar previo a la energización de un GD, un AGPE o un AGGE hasta 5 MW en el SIN.

4. REQUISITOS DE DOCUMENTACIÓN Y VERIFICACIONES

4.1 Verificación del cumplimiento de la normatividad

A continuación, se describe la documentación que los promotores de los proyectos de generación deben suministrar a los OR's previo a la energización de las instalaciones.

- Los equipos instalados en el sistema de generación deben contar con los certificados de conformidad del producto de fabricante y de conformidad de producto bajo el RETIE para los productos que aplique, y bajo norma Internacional (IEC) o norma reconocida (IEEE, UL, NEMA, etc.) para los productos no cubiertos por RETIE, tales como: inversores, baterías y cajas combinadoras DC.
- Los inversores conectados a un sistema de generación deberán estar certificados por un laboratorio de pruebas reconocido según las condiciones de prueba del estándar IEEE 1547, o aquel que lo sustituya o modifique, y en conformidad con el alcance del estándar UL 1741. La certificación debe ser comparable con la certificación del producto del país de origen.
 - ✓ Declaración de cumplimiento del RETIE en AC y DC firmada por un Ingeniero Electricista con matrícula profesional vigente.
 - ✓ Dictamen de inspección y verificación de cumplimiento del RETIE en AC y DC por un organismo acreditado por el ONAC.
- Para sistemas de generación síncronos cuya capacidad de generación sea mayor a 1 MW, se requieren pruebas específicas donde se valide la curva de capacidad PQ, tal como se describe en el Anexo 1 de este documento "*Procedimiento General Propuesto para la Realización de Pruebas de Verificación de la curva de capacidad para autogeneradores considerando la resolución CREG 030 de 2018*".



Para los demás casos, se deben entregar los resultados de las pruebas PQ suministradas por el fabricante. El OR deberá validar que la información declarada por el interesado sea consecuente con los resultados de dichas pruebas.

4.2 Verificaciones realizadas por el OR

4.2.1 Programación de las pruebas

- Indicar la fecha y hora de la consigna operativa (local o remota), considerando el aplicativo web para el proceso de conexión, del que trata el Artículo 8 de la Resolución CREG 030 de 2018.
- Indicar el objeto de la consigna operativa a desarrollar (local o remota), en la que se indique el procedimiento detallado de la puesta en servicio del sistema de generación.
- El día de la consigna operativa (local o remota) el interesado en conectarse deberá comunicarse con el OR para evaluar si hay necesidad de deshabilitar los re-cierres del circuito de conexión y para coordinar la ejecución de las pruebas.
- El procedimiento de pruebas y conexión deberá efectuarse con acompañamiento de personal del OR.
- Se deberá indicar el nombre de la persona responsable por parte del sistema de generación de ejecutar las pruebas, además de, número de teléfono celular y correo electrónico.
- En el caso de que el usuario interesado en conectarse realice la instalación de un relé en el punto de conexión, este deberá contar con los ajustes debidamente aprobados por el OR.
- El OR verificará que la potencia instalada y la capacidad nominal de los equipos y componentes de la frontera del punto de conexión cumpla con los diseños definidos.
- El OR verificará los ajustes de protecciones y su concordancia con el estudio de coordinación de protecciones.

A continuación, se describe las verificaciones que el OR debe realizar a un sistema de generación antes de su conexión en el SIN.

4.2.2 Verificación de la protección anti-isla

- Condiciones iniciales: Por condiciones de seguridad, las cargas y plantas de emergencia deben estar sin energizar. Adicionalmente, la alimentación de la red debe dar referencia al sistema de generación.
- Maniobras: Abrir el alimentador principal de conexión del generador y verificar la ausencia de tensión en la entrada de la protección principal del usuario, derivada del arreglo de conexión del OR.

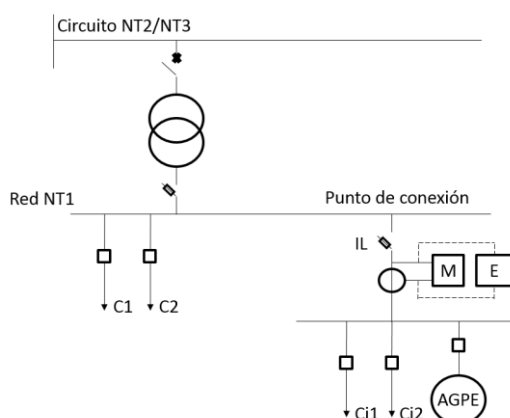
Para sistemas de generación conectados en el nivel de tensión 4 se deberá coordinar con el operador de red la conveniencia de habilitar una protección anti-isla, en caso de requerirse esta

protección ella deberá ser de tipo Intertrip⁴. Para los sistemas de generación conectados a los niveles de tensión 1, 2 y 3, se deberá disponer de una protección anti-isla, la cual no podrá ser del tipo Vector Shift según se define en el Acuerdo CNO 1322, o aquel que lo modifique o sustituya.

Según el tipo de conexión y el nivel de tensión del sistema de generación, se consideran como esquemas de conexión los siguientes:

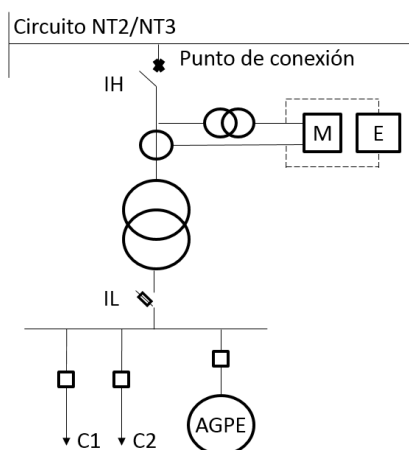
- Esquemas de conexión a la red BT.

Considerando el sistema de generación energizado, se procede a abrir el elemento de conexión (IL) y mediante el equipo de medición de calidad de la potencia (E) que se instale durante las pruebas, se debe verificar la ausencia de tensión.



- Esquemas de conexión a la red MT.

Considerando el sistema de generación energizado, se procede a abrir el elemento de conexión (IH) y mediante el equipo de medición de calidad de la potencia (E), se debe verificar la ausencia de tensión.



⁴ Intertrip: Esquema de protección que envía comando de disparo remoto al punto de conexión cuando se detecta la apertura del interruptor del alimentador principal al cual se encuentra conectado el sistema de generación.



4.2.3 Verificación funcional del sistema de control

Se debe revisar la verificación de estabilidad del sistema de control. Para ello se debe proceder de la siguiente manera:

Para la Auto Generación a Gran Escala-AGGE con capacidad mayor a 1 MW, pero menor a 5 MW, se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- En el sistema de control de la unidad de generación se deben verificar las rutinas de arranque y parada, donde aplique, incluyendo la revisión de disparos programados, al igual que la parametrización de los niveles operativos, es decir, que los valores permitidos por el sistema no excedan los parámetros correspondientes a la potencia y nivel de tensión asignados.
- Respecto al control de tensión, corriente, potencias y/o factor de potencia, se deben realizar cambios en las consignas operativas, tanto en vacío y en carga, verificando un comportamiento estable en la variable modificada. Es importante que la estabilización de la señal se dé en un tiempo inferior a los 20 segundos.

Para la Generación Distribuida-GD y Autogeneración a pequeña escala-AGPE, se deberá informar por parte del interesado en conectarse al SIN si tiene sistema de control, la variable que se controla (control de tensión, control de corriente, etc.), y bajo que estándar se cumplen dichas funcionalidades. Lo anterior se deberá soportar con una prueba del fabricante y su certificado correspondiente.

4.2.4 Verificación del tiempo de reconexión de un sistema de generación

Se debe verificar que los tiempos de reconexión de los sistemas de generación basados en inversores sean superiores a los tiempos de re-cierre establecidos por el OR para el STR y SDL. Para la realización de esta verificación se partirá de las mismas maniobras empleadas para la prueba de operación anti-isla y luego se deberá cerrar el elemento de conexión, para posteriormente verificar el tiempo en el que el medidor (E) detecte inyección de potencia. Este tiempo deberá ser superior a los tiempos de re-cierre establecidos por el OR.

4.2.5 Verificación de chequeo a la energización

Verificar que las condiciones de cierre del interruptor y/o reconectador en el punto de conexión, estén acordes con los requisitos de sincronización y chequeo a la energización descritos en el acuerdo CNO 1322, o aquel documento normativo que lo modifique o sustituya.

- ✓ Condiciones iniciales: Las cargas y plantas de emergencia deben estar sin energizar. Adicionalmente, la alimentación de la red debe dar referencia al sistema de generación y con el equipo de conexión abierto. Verificar unifilares de pruebas anti-isla, equipos de conexión IL ó IH según aplique.
- ✓ Maniobras: Cerrar el equipo de conexión del sistema de generación. Verificar el registro del equipo de medición (E).

Para sistemas de generación eólicos y fotovoltaicos conectados en el nivel de tensión 2 o superior, verificar que se disponga de un sistema que realice el chequeo al cierre del equipo de



interrupción, sólo ante una condición red del OR energizado y sistema de generación des energizado.

Para sistemas de generación sincrónica, verificar que cada unidad de generación disponga de sincronización automática o manual, que permita acoplar adecuadamente el generador al sistema de potencia.

4.2.6 Verificación de la supervisión remota

Verificar que la supervisión del sistema de generación en el punto de conexión, este en concordancia con los requerimientos técnicos para la conexión de generación al SIN especificados en la regulación CREG vigente.

Nota: Se aclara que en concordancia con la prueba 4.2.3, Verificación funcional del Sistema de Control, todos los sistemas de generación mayores a 1 MW, pero menores a 5 MW, deben ser integradas en el punto de conexión al OR al SCADA de cada operador de Red.

4.2.7 Verificación y pruebas del esquema de protecciones

Para la verificación de los esquemas de protecciones se deberá diligenciar la *“Lista de Chequeo de los Requisitos de Protecciones para la Conexión de Sistemas de Generación en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) colombiano para los Niveles de Tensión 1, 2 y 3”*, la cual corresponde al Anexo 2 de este documento.

Adicionalmente, se deberán llevar a cabo los procedimientos contenidos en el Anexo 3 de este documento, *“Procedimiento general para realizar pruebas a equipos de protección de sistemas de generación considerados en la resolución CREG 030 de 2018”*.

4.2.8 Medición indicativa de calidad de la potencia

En el punto de conexión deberá medirse antes y después de la incorporación del sistema de generación, a través de un equipo de clase A, la calidad de la potencia, ello con el fin de evaluar si el usuario la afectó negativamente, superando los límites permitidos por la resolución CREG 024 de 2005. De acuerdo con los resultados obtenidos se solicitarían las acciones correctivas al generador.

Estas pruebas deberán realizarse siempre y cuando el sistema de generación o autogeneración cumpla con las siguientes condiciones:

- Capacidad mayor o igual a 0.1 MW y menor a 1 MW, y cuando en el circuito de conexión existan usuarios sensibles, como cargas Industriales u Hospitalarias.
- Capacidad mayor o igual a 1 MW y menor a 5 MW.

Para sistemas de generación o autogeneración con potencias mayores o iguales a 0.1 MW y menores a 1 MW y cuando en el circuito de conexión no existan usuarios Industriales u Hospitalarios, no se requerirán pruebas de calidad de la potencia. Sin embargo, estos sistemas deberán presentar los certificados de cumplimiento del estándar IEEE 1547 de 2003 en su capítulo asociado a calidad de la potencia, o cualquiera que lo modifique, adicione o sustituya.



En estas pruebas se debe realizar seguimiento a los siguientes fenómenos de calidad de la potencia: Flickers, armónicos, eventos de tensión, frecuencia, factor de potencia y desbalances de tensión.

Las pruebas previas serán efectuadas por el OR y las pruebas posteriores podrán ser efectuadas por el OR o por el generador o autogenerador. Los costos implicados para las pruebas posteriores podrán ser acordadas en el contrato de conexión.

Para las pruebas anteriores, las señales se podrán obtener de los equipos que hacen parte del sistema de medida.

4.2.9 Verificación de los servicios auxiliares

Cuando el sistema de generación se encuentre conectado al nivel de tensión 4, se debe verificar que los servicios auxiliares estén en concordancia con lo dispuesto en el acuerdo CNO 1322 o aquel que lo modifique o sustituya.

4.2.10 Verificación de equipos de compensación

De existir una instalación compensadora de potencia reactiva, se debe comprobar que se conecte o desconecte simultáneamente con el sistema de generación.

4.2.11 Verificación de la configuración de los inversores (niveles de tensión y frecuencia)

Cuando se cuente con un sistema de generación basado en inversores, se debe verificar que los niveles de tensión y la frecuencia del inversor sean acordes con el punto de conexión (teniendo en cuenta que su conexión puede ser en el nivel de tensión de baja).

5. APLICACIÓN DE LOS REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN

En la siguiente tabla se presenta la aplicación de los requisitos de documentación y verificaciones en función de la potencia instalada y nivel de tensión. La “X” representa un requisito mandatorio y el espacio en blanco es opcional para el generador, según aplique.

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 M W y ≤ 1MW	AGGE >1MW y ≤ 5 MW	AGGE Hasta 5 MW	
Verificar que la potencia instalada y la capacidad nominal de los equipos y componentes de la frontera del punto de conexión cumpla con los diseños definidos.	X	X	X	X	X	X	X	
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	
Medición indicativa de calidad de la potencia		X*	X		X*	X	X	* Aplica cuando en el circuito de conexión existan usuarios sensibles, como cargas Industriales u Hospitalarias
Verificación funcional del sistema de control			X**			X**	X**	** Esta prueba implica que el sistema de generación deberá tener un control de planta.
Verificación del tiempo de reconexión	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 y pruebas del esquema de protecciones	X	X	X	X	X	X	X	
Verificación de los servicios auxiliares							X	
Verificación de equipos de compensación				X	X	X	X	
Verificación de la configuración de los inversores (niveles de tensión y frecuencia)	X	X	X	X	X	X	X	

 Consejo Nacional de Operación
ANEXO: LISTA DE CHEQUEO

Requisito de verificación	Aplica	Cumple	Observaciones
Verificar que la potencia instalada y la capacidad nominal de los equipos y componentes de la frontera del punto de conexión cumpla con los diseños definidos.	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación de los certificados de conformidad de producto bajo RETIE	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación de la declaración del cumplimiento RETIE	Sí () No ()	Sí () No ()	
Dictamen de inspección RETIE	Sí () No ()	Sí () No ()	
Curvas PQ suministradas por el fabricante	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación de la protección anti isla	Sí () No ()	Sí () No ()	
Medición indicativa de calidad de la potencia	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación funcional del sistema de control	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación del tiempo de reconexión	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación de chequeo a la energización	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación de la supervisión remota	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación y pruebas del esquema de protecciones	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación de los servicios auxiliares	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación de equipos de compensación	Sí () No ()	Sí () No ()	
Verificación de la configuración de los inversores (niveles de tensión y frecuencia)	Sí () No ()	Sí () No ()	