

**Procedimiento 8. Procedimiento Integración al SEN de renovables variables y sistemas de almacenamiento**

**INTEGRACIÓN AL SEN DE RENOVABLES VARIABLES Y SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO**

Contenido

<b>1.</b>	<b><u>GENERALIDADES</u></b> .....	<b>93</b>
<b>1.1.</b>	<b><u>CAMPO DE APLICACIÓN</u></b> .....	93
<b>1.2.</b>	<b><u>PROPÓSITO</u></b> .....	93
<b>1.3.</b>	<b><u>DEFINICIONES</u></b> .....	<b>93</b>
<b>1.4.</b>	<b><u>ACRÓNIMOS</u></b> .....	97
<b>2.</b>	<b><u>CRITERIOS APLICABLES</u></b> .....	<b>97</b>
<b>2.1.</b>	<b><u>TIPOS DE INSTALACIONES DE GENERACIÓN CON FUENTES RENOVABLES VARIABLES</u></b> .....	97
<b>2.2.</b>	<b><u>CRITERIOS PARA LA INTEGRACIÓN DE GENERACIÓN CON FUENTES RENOVABLES VARIABLES AL SEN</u></b> .....	97
<b>2.3.</b>	<b><u>MÁXIMA CAPACIDAD DE PENETRACIÓN CON FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE VARIABLES.</u></b> .....	98
<b>2.4.</b>	<b><u>CRITERIOS PARA ESTABLECER LA MÁXIMA CAPACIDAD DE PENETRACIÓN DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES</u></b> .....	99
<b>2.5.</b>	<b><u>CRITERIOS PARA ESTABLECER LA MÁXIMA CAPACIDAD DE PENETRACIÓN DE PLANTAS HIDROELÉCTRICAS A FILO DE AGUA Y CON EMBALSE DE BAJA CAPACIDAD.</u></b> .....	99
<b>2.6.</b>	<b><u>CRITERIOS OPERATIVOS CUANDO HAY EXCESO DE RECURSOS DE GENERACIÓN EN EL SEN</u></b> 100	
<b>3.</b>	<b><u>REQUISITOS TÉCNICOS OBLIGATORIOS</u></b> .....	<b>100</b>
<b>3.1.</b>	<b><u>SUMINISTRO DE INFORMACIÓN TÉCNICA</u></b> .....	100
<b>3.2.</b>	<b><u>ÁMBITOS DE OPERACIÓN CONTINUA SIN DESCONEXIÓN.</u></b> .....	100
<b>3.3.</b>	<b><u>SISTEMAS DE PROTECCIÓN</u></b> .....	100
<b>3.4.</b>	<b><u>SISTEMAS DE COMUNICACIÓN Y TELECONTROL</u></b> .....	101
<b>3.5.</b>	<b><u>SERVICIOS AUXILIARES</u></b> .....	101
<b>3.6.</b>	<b><u>TOLERANCIA DE LAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN EÓLICAS, FOTOVOLTAICAS Y DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ANTE VARIACIONES TEMPORALES DE LA TENSIÓN EN EL PUNTO DE CONEXIÓN POR EVENTOS EN LA RED DE TRANSMISIÓN O DISTRIBUCIÓN.</u></b> .....	102
<b>3.7.</b>	<b><u>TOLERANCIA DE LAS PLANTAS HIDROELÉCTRICAS Y TERMOSOLARES A VARIACIONES TEMPORALES DE LA TENSIÓN EN EL PUNTO DE CONEXIÓN POR EVENTOS EN LA RED DE TRANSMISIÓN O DISTRIBUCIÓN.</u></b> .....	105
<b>3.8.</b>	<b><u>LIMITACIÓN DE POTENCIA</u></b> .....	105
<b>3.9.</b>	<b><u>COORDINACIÓN Y AJUSTES DE OPCIONES DE CONTROL DE RAMPAS DE LAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN Y SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.</u></b> .....	106
<b>3.10.</b>	<b><u>REQUISITOS PARA LA AUTORIZACIÓN DE CONEXIÓN AL SEN</u></b> .....	106

<b><u>3.11.</u></b>	<b><u>COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS</u></b> .....	<b>106</b>
<b><u>4.</u></b>	<b><u>INCUMPLIMIENTOS</u></b> .....	<b>107</b>

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. Campo de aplicación**

El presente procedimiento establece los criterios y metodologías aplicables para la integración al Sistema Eléctrico Nacional de las instalaciones de generación de electricidad que utilizan fuentes renovables variables y sistemas de almacenamiento de energía, de manera que se cumpla con los criterios establecidos en la regulación nacional y regional vigente.

Este procedimiento es aplicable a los agentes del MER y a todas las conexiones posteriores a la oficialización del presente documento (nuevas y renovaciones) de instalaciones de generación o sistema de almacenamiento de energía con capacidad instalada nominal mayor o igual a 1 MW, sin importar el nivel de tensión del punto de conexión. También aplica a instalaciones de generación o almacenamiento que se conecten a la red de transmisión o de distribución eléctrica y cuya capacidad instalada total sea mayor o igual a 1 MW.

Para instalaciones de generación o sistemas de almacenamiento de energía menores a 1 MW el OS/OM podrá establecer consideraciones técnicas debidamente justificadas y ante el Ente Regulador y aprobadas por este, que se requieran en función de su tipo, capacidad instalada e impacto en el SEN, las cuales deberá mantener publicadas en su sitio web si las hubiese.

Se excluye del campo de aplicación, la generación distribuida medición neta sencilla y usuarios conectados en alta tensión con almacenamiento de energía

### **1.2. Propósito**

El propósito de este procedimiento es definir los criterios y requisitos técnicos aplicables para la integración de instalaciones de generación o sistemas de almacenamiento de energía al SEN con fuentes renovables variables. Estos criterios y requisitos técnicos deben ser considerados desde la fase de planeamiento de los proyectos de generación así como para las solicitudes de renovación.

### **1.3. Definiciones**

**Agentes del Mercado Eléctrico Nacional, MEN:**

Son agentes del Mercado Eléctrico Nacional:

- a) Instituto Costarricense de Electricidad: Responsable de la satisfacción de la demanda nacional de electricidad. Participa en Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización. Responsable de la Operación del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado y de la Planificación Eléctrica Nacional.
- b) Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A.: Participa en generación hasta su propia demanda, distribución y comercialización de electricidad en su zona de concesión legal.
- c) Generadores Privados: Participan en generación eléctrica con contrato de compra de energía suscrito con el ICE por disposición de la Ley N° 7200 Ley que Autoriza la Generación Eléctrica o Paralela capítulos I y II.
- d) Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A.: Participa en generación en los términos que autoriza la Ley N° 8345 Ley de Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, distribución y comercialización de electricidad en su zona de concesión legal.
- e) Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago: Participa en generación en los términos que autoriza la Ley N° 8345 Ley de Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, distribución y comercialización de electricidad en su zona de concesión legal.
- f) Cooperativas de Electrificación Rural: Participan en generación en los términos que autoriza la Ley N° 8345 Ley de Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, distribución y comercialización de electricidad en su zona de concesión legal. Siendo actualmente la Cooperativa de Electrificación Rural de San Carlos, RL, la Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste, RL, Cooperativa de Electrificación Rural de Los Santos, RL, Cooperativa de Electrificación Rural de Alfaro Ruiz, RL.
- g) Consorcio Nacional de Empresas de Electrificación de Costa Rica R.L.: Participa en generación de electricidad en conjunto con las Cooperativas asociadas, de conformidad con la Ley N° 8345 Ley de Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional.

- h) Usuarios conectados en alta tensión: Abonado en alta tensión, persona física o jurídica que ha suscrito uno o más contratos para el aprovechamiento de la energía eléctrica en alta tensión.
- i) Y otros legalmente autorizados.

**Agente Distribuidor, Distribuidor o Empresa Distribuidora:** Todo agente del MEN que participe en la etapa de distribución de energía eléctrica.

**Agente Generador, Generador o Empresa Generadora:** Todo agente del MEN que participe en la etapa de generación ya sea por medio de plantas de generación o sistemas de almacenamiento de energía.

**Agente Transmisor, Transmisor o Empresa de Trasmisión:** Todo agente del MEN que participe en la etapa de transmisión de energía eléctrica.

**Centro Nacional de Control de Energía (CENCE):** Dependencia del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) quien realiza las funciones de OS/OM de Costa Rica.

**Corto plazo:** corresponde al periodo de 1 día hasta 1 año

**Demanda máxima:** punto de operación del sistema donde el consumo y la generación de electricidad alcanzan su valor máximo de potencia en un periodo de tiempo determinado.

**Demanda mínima:** punto de operación del sistema donde el consumo y la generación de electricidad alcanzan su valor mínimo de potencia en un periodo de tiempo determinado

**Fuentes de energía renovable:** fuentes de energía que están sujetas a un proceso de reposición natural cuya tasa de recuperación es superior a la de consumo; y que están disponibles en el medio ambiente inmediato, tales como: la energía del sol, el viento, la biomasa, el agua, las mareas y olas, y los gradientes de calor natural, entre otras.

**Fuentes de energía renovable variables:** fuentes de energía renovable que se caracterizan por su comportamiento poco constante, dependiente de las condiciones meteorológicas o hidrológicas y por lo tanto, difícil de pronosticar con precisión.

**Hidroeléctrica a filo de agua (o de pasada):** son las plantas de generación hidroeléctrica sin embalse.

**Hidroeléctrica con embalse de baja capacidad:** son las plantas de generación con embalses de baja capacidad de almacenamiento, administrables en periodos horarios, diarios y como máximo semanales.

**Instalaciones de generación:** es la infraestructura civil, eléctrica y mecánica, de una o más unidades de producción de energía eléctrica que se conectan al SEN.

**Máxima Capacidad de Penetración:** para efectos de este procedimiento se entenderá como Máxima Capacidad de Penetración, la capacidad máxima de referencia que determine el OS/OM que permita cumplir con los CCSD, servicios auxiliares, establecidos en la regulación nacional y regional para la operación segura del SEN en corto y mediano plazo, contemplando el Plan de Expansión de la Generación y Plan de Expansión de la Transmisión.

**Mediano plazo:** corresponde al periodo de 1 a 5 años

**Mercado eléctrico Nacional (MEN):** Ámbito regulado en el que se satisface la demanda nacional de electricidad. Participan prestadores del servicio público de electricidad en las etapas de generación, transmisión, distribución y comercialización, debidamente autorizados por Ley al efecto. Así como los consumidores conectados en alta tensión.

**Operador de Sistema/ Operador de Mercado (OS/OM):** es la entidad responsable del planeamiento operativo, despacho y operación en tiempo real del SEN cumpliendo con los criterios de seguridad operativa y los Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño (CCSD) establecidos en la regulación nacional y regional, incluyendo la operación del mercado como responsable de coordinar los intercambios de energía y servicios auxiliares regionales del MEN y MER. Por Ley N°9004 Aprobación del Segundo Protocolo al Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, esta función fue asignada al ICE quien la realiza a través del Centro Nacional de Control de Energía (CENCE)

**Propietario de Red:** persona física o jurídica propietario de infraestructura de transmisión o distribución perteneciente al SEN.

**Punto de Conexión:** lugar topológico donde se enlaza la infraestructura eléctrica del agente del MEN con el Sistema Eléctrico Nacional.

**Regulación Nacional:** es la normativa del MEN, compuesta por las leyes, decretos, normas y reglamentos dictados para el sector eléctrico dictados por el Gobierno de la República, MINAE o Aresep.

**Regulación Regional:** es la normativa del Mercado Eléctrico Regional, compuesta por el Tratado Marco del Mercado Eléctrico Regional, los Protocolos al Tratado Marco del Mercado Eléctrico Regional, los Reglamentos dictados y las Resoluciones de la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE).

**Sistema de almacenamiento:** conjunto de infraestructura (civil, eléctrica y mecánica) y equipos que permiten acumular energía por diferentes tecnologías para su utilización de manera diferida, así como el posterior suministro de esta al SEN

#### **1.4. Acrónimos**

**Aresep:** Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos de Costa Rica.

**CENCE:** Centro Nacional Control de Energía, Operador del Sistema y Operador del Mercado (OS/OM) de Costa Rica.

**MEN:** Mercado Eléctrico Nacional.

**MER:** Mercado Eléctrico Regional de América Central.

**RMER:** Reglamento del Mercado Eléctrico Regional.

**SEN:** Sistema Eléctrico Nacional.

## **2. CRITERIOS APLICABLES**

### **2.1. Tipos de instalaciones de generación con fuentes renovables variables**

Los tipos de instalaciones de generación que utilizan recursos renovables variables son las siguientes:

- a) Hidroeléctricas a filo de agua (de pasada).
- b) Hidroeléctrica con embalse de baja capacidad.
- c) Eólica.
- d) Solar fotovoltaica.
- e) Termosolar.
- f) Cualquiera de las anteriores que cuenten con sistema de almacenamiento con capacidad horaria o semanal.

### **2.2. Criterios para la integración de generación con fuentes renovables variables al SEN**

Para integrar al SEN instalaciones de generación que utilizan fuentes renovables variables, generación con fuentes renovables variables que cuente con sistema

de almacenamiento y sistemas de almacenamiento de energía, el OS/OMOS/OM debe verificar el cumplimiento de los criterios de seguridad operativa definidos en “*Criterios de seguridad para la planificación, diseño y operación del SEN*”, así como los criterios de calidad, seguridad y desempeño de la regulación nacional y regional, y cumplir con el “*Procedimiento para establecer las conexiones al SEN*” .

Adicionalmente, para integrar instalaciones de generación con fuentes renovables variables al SEN, que trabajen con y sin sistemas de almacenamiento, el OS/OMOS/OM debe comprobar en sus estudios propios de estabilidad del sistema y satisfacción de la demanda energética; mediante la incorporación de los estudios técnicos que respalden los planes nacionales de expansión de la generación, de expansión de la transmisión y los planes de las empresas distribuidoras de electricidad para la expansión de las redes de distribución, que no se afecte la capacidad de cumplir con la regulación secundaria para mantener continuamente el equilibrio entre la generación y la demanda eléctrica nacional y que se disponga de suficiencia de recursos para brindar el respaldo de generación.

### **2.3. Máxima capacidad de penetración con fuentes de energía renovable variables.**

El OS/OM calculará, como referencia, la máxima capacidad de penetración que se puede instalar en el SEN por fuente de generación renovable variables que permita el cumplimiento de los CCSD, contar con servicios auxiliares para la operación segura y confiable del SEN en el corto y mediano plazo. Para esto deberá realizar de estudios técnicos específicos para cada una de estas fuentes y someter a aprobación de la Aresep la metodología de cálculo para determinar la máxima capacidad de penetración.

La máxima capacidad de penetración que determine el OS/OM servirán como referencia de la capacidad máxima que se puede instalar en el SEN de estos tipos de fuentes de generación para cumplir con la calidad, continuidad, confiabilidad , oportunidad y seguridad del SEN, y deberán actualizarse como mínimo cada dos años, o con un periodo menor si la Aresep, MINAE o ICE así lo solicitan o el OS/OM lo considera necesario.

El OS/OM deberá llevar el registro de la capacidad de penetración disponible, para lo cual antes de la fase de factibilidad, todo nuevo proyecto de generación renovable variable debe reportar al OS/OM las características técnicas y fechas estimadas de inicio de operación con el fin de que el OS/OM verifique que no se supere la capacidad máxima de penetración renovable variable en el SEN calculada como referencia; y en caso de superarse, deberá reportar dicha

condición al interesado, Aresep y MINAE para que éstos tomen las acciones pertinentes.

El OS/OM no podrá negar la conexión al SEN a ningún interesado con base en la máxima capacidad de penetración calculada.

El OS/OM deberá mantener actualizada y publicada en su página web la máxima capacidad de penetración de energía renovable variable disponible, con base en la información de proyectos de generación que entren en operación en el SEN para referencia de los interesados.

#### **2.4. Criterios para establecer la máxima capacidad de penetración de plantas eólicas y solares**

Estos estudios deberán contemplar lo estipulado en los PEG y PET vigentes y deberán considerados como mínimo lo siguiente:

- a) El impacto de la generación eólica y solar en el cumplimiento de los servicios indispensables para la operación del SEN, como la regulación de frecuencia, regulación potencia-frecuencia, regulación de voltaje, , entre otros. Además, la evaluación de los aspectos económicos relacionados.
- b) La capacidad de transmisión del SEN para soportar la integración de más instalaciones de generación.
- c) Los requisitos mínimos con respecto a la reserva de regulación, reserva fría y respaldo energético en el parque de generación del SEN.

#### **2.5. Criterios para establecer la máxima capacidad de penetración de plantas hidroeléctricas a filo de agua y con embalse de baja capacidad.**

Estos estudios deberán contemplar lo estipulado en los PEG y PET vigentes y deberán considerados como mínimo lo siguiente:

- a) La disponibilidad de respaldo energético en el parque de generación del SEN.
- b) El impacto de las plantas hidroeléctricas a filo de agua y con embalse de baja capacidad en el cumplimiento de los servicios indispensables para la operación del SEN, como la regulación de frecuencia, regulación potencia-frecuencia, regulación de voltaje y respaldo energético, entre otros. Además, la evaluación de los aspectos económicos relacionados.

- c) La capacidad de transmisión del SEN para soportar la instalación de más plantas de generación.
- d) Los análisis técnicos de los excedentes anuales de generación hidroeléctrica.

## **2.6. Criterios operativos cuando hay exceso de recursos de generación en el SEN**

En las situaciones en que haya exceso de recursos de generación en el SEN, de manera que no sea posible despachar la totalidad de la generación disponible que utiliza fuentes renovables variables y que impidan el cumplimiento de los criterios de calidad, seguridad y desempeño, el OS/OM podrá aplicar un despacho restringido, conforme a lo establecido en el procedimiento *“Planeamiento operativo y operación del SEN”*.

## **3. REQUISITOS TÉCNICOS OBLIGATORIOS**

### **3.1. Suministro de información técnica**

Los propietarios de las instalaciones de generación con fuentes renovables variables y sistemas de almacenamiento de energía, tanto existentes como en proceso de renovación y proyectos futuros, deben entregar la información técnica definida por el OS/OM en su sitio WEB según el caso.

### **3.2. Ámbitos de operación continua sin desconexión.**

Las instalaciones de generación con fuentes renovables variables y los sistemas de almacenamiento de energía deben operar sin desconectarse, como mínimo, en un ámbito de frecuencia de  $\pm 3$  Hz con respecto a la frecuencia nominal. En el caso de las instalaciones de generación eólicas y fotovoltaicas deben operar permanentemente en un ámbito de tensión de  $\pm 10\%$  con respecto a la tensión nominal. En el caso de las otras tecnologías de generación, el ámbito de tensión aceptado es de  $\pm 5\%$  con respecto a la tensión nominal.

### **3.3. Sistemas de protección**

Los propietarios de las instalaciones de generación con fuentes renovables variables y sistemas de almacenamiento de energía, tanto existentes en proceso de renovación y proyectos futuros, deben cumplir con la implementación de los sistemas de protección definidos en los *Requisitos mínimos de protecciones para plantas generadoras y sistemas de almacenamiento* y con los requisitos

específicos para las plantas eólicas, solares y sistemas de almacenamiento de energía que defina el OS/OM para cada caso particular en su página WEB.

Las instalaciones de generación y sistemas de almacenamiento de energía deben contar con protecciones de sobre y baja frecuencia en el punto de conexión con el SEN, así como en los equipos individuales que inyectan potencia activa (generadores síncronos o asíncronos, convertidores, entre otros). Los ajustes de estas protecciones los definirá el OS/OM y la instalación aplicará dichos ajustes en sus sistemas de protección. Los ajustes de las protecciones de sobre y baja frecuencia se comprobarán durante la puesta en marcha de la instalación.

### **3.4. Sistemas de comunicación y telecontrol**

Los propietarios de instalaciones de generación con fuentes renovables variables y sistemas de almacenamiento de energía deben cumplir con la implementación de los sistemas de comunicación y telecontrol definidos en el procedimiento Implementación de enlaces de telecontrol. Así mismo deben implementar un canal de voz directo con el OS/OM.

Los casos de excepción los establece el OS/OM en función de la tecnología de la instalación, su capacidad instalada y las características del punto de conexión al SEN.

### **3.5. Servicios auxiliares**

Las instalaciones de generación con fuentes renovables variables y sistemas de almacenamiento de energía que tengan interés en conectarse al SEN y las plantas existentes que modernicen sus instalaciones deben:

- Participar en el control de voltaje y de la frecuencia, de acuerdo con la regulación nacional y regional vigente.
- Contar con sistemas de control del nivel tensión y de la potencia activa inyectada en función de la frecuencia y deberán coordinar los ajustes de dichos controles con el OS/OM.
- Tener la capacidad de recibir consignas de control de voltaje en el punto de conexión o en las terminales de los equipos de generación, así como consignas de potencia máxima entregada de la instalación, utilizando para ello el enlace de telecontrol con el OS/OM.

Los requisitos para cada tipo de tecnología serán establecidos por el OS/OM y estarán publicados en su página WEB. En caso de incorporarse o diversificarse, deberá publicarse el estudio técnico cuyos resultados lo justifican. Estos

requisitos serán verificados durante las pruebas de puesta en marcha por el OS/OM.

Los casos de excepción los establece el OS/OM en función de la tecnología de la instalación, su capacidad instalada y las características del punto de conexión al SEN.

### **3.6. Tolerancia de las instalaciones de generación eólicas, fotovoltaicas y de sistemas de almacenamiento de energía ante variaciones temporales de la tensión en el punto de conexión por eventos en la red de transmisión o distribución.**

El diseño de las instalaciones de generación eólicas, fotovoltaicas y de sistemas de almacenamiento de energía deben contemplar las especificaciones necesarias que eviten la desconexión de la red eléctrica por causa de variaciones temporales asociadas a eventos en la red eléctrica de empresas transmisoras o distribuidoras.

Los componentes de control y potencia de dichas instalaciones deben ser capaces de soportar (sin desconectarse) variaciones temporales de la tensión en una o más fases, con los perfiles de voltaje y duración indicados en la Figura 1 y medidos en el punto de conexión de la instalación con el SEN, es decir, no se permite la desconexión de la instalación por huecos de voltaje medidos en el punto de conexión con niveles de tensión (en función del tiempo) iguales o dentro del área sombreada definida en la figura 1.

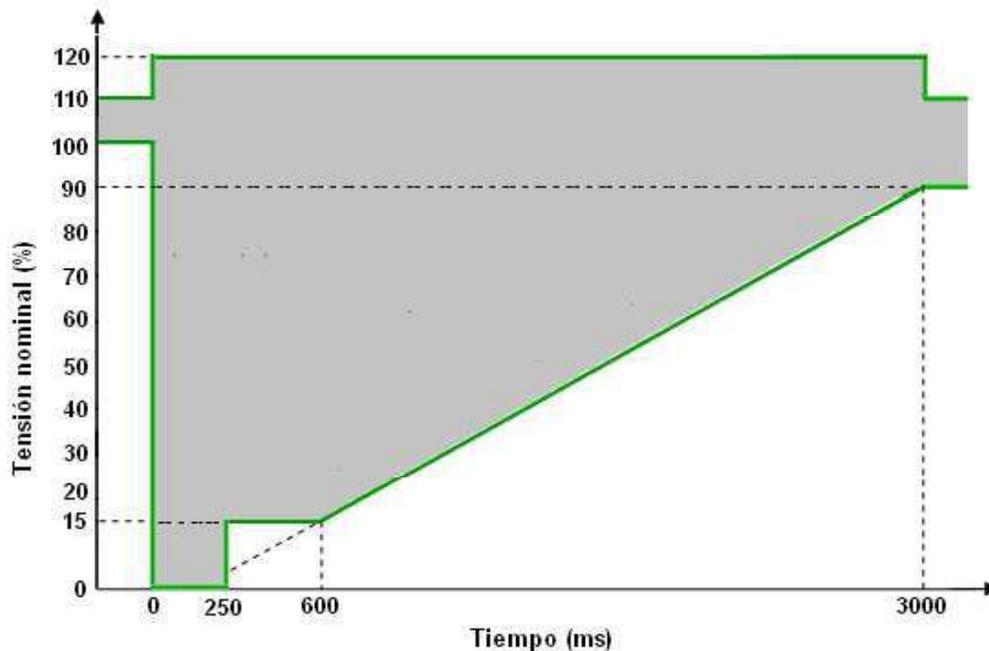


Figura 1. Curva de tolerancia ante sobre y bajas tensiones en el punto de conexión al SEN.

Es un requisito obligatorio que el propietario de la instalación entregue al OS/OM los estudios técnicos que demuestren el cumplimiento de tolerancia a sobre y bajas tensiones en el punto de conexión al SEN. La documentación de los estudios deberá incluir la curva de comportamiento ajustada en los aerogeneradores y convertidores ante las variaciones de tensión en sus terminales. Los estudios técnicos deben comprender lo siguiente:

- Simulaciones dinámicas para las condiciones de operación del SEN de demanda máxima y mínima, según corresponda de acuerdo al tipo de generación.
- Para las condiciones de operación antes indicadas, simular cortocircuitos transitorios en la red de transmisión o de distribución que causen huecos de tensión en el punto de conexión con la característica de la figura 1. Obtener la característica de tensión en los terminales de los generadores. Demostrar que las protecciones y sistemas de control de los generadores no saldrían de servicio, según sus ajustes.
- Para las condiciones de operación antes indicadas, demostrar que los sistemas de protección implementados entre la instalación y en el punto de conexión con el SEN no causan la desconexión de ésta.

Los estudios técnicos indicados, son responsabilidad del propietario y correrán a cargo de éste, quien deben entregarlos al OS/OM como parte del estudio de conexión al SEN incluyendo dentro de éstos, las conexiones a la Red de Transmisión Regional. Dichos estudios deben ser actualizados y entregados al OS/OM al momento de la entrega de la información del diseño de detalle y como requisito previo a la energización del punto de conexión al SEN. El OS/OM está en obligación de entregar toda la información necesaria al propietario para la correcta realización de los estudios.

Durante las variaciones temporales de la tensión, los aerogeneradores y convertidores deben ser capaces de soportar la tensión de la red mediante el consumo o inyección de potencia reactiva según la gráfica de la figura 2. El OS/OM determinará el valor de la pendiente “m” a ser utilizado por cada instalación, en función de las características de la red eléctrica donde se encuentre el punto de conexión.

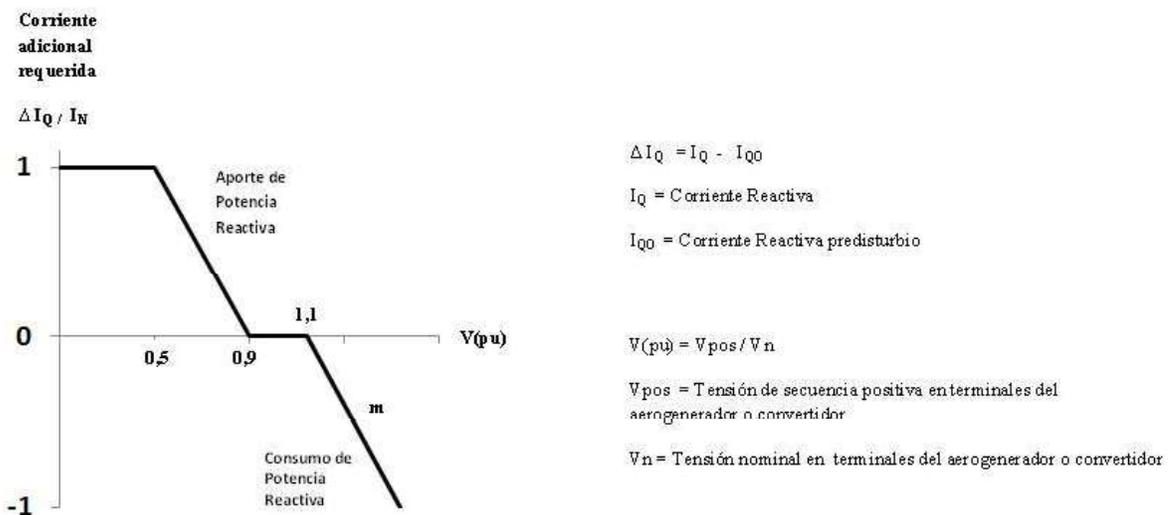


Figura 2. Inyección/extracción incremental de la corriente reactiva en función del voltaje en terminales.

Durante la fase de puesta en marcha se programarán pruebas funcionales específicas, en coordinación con OS/OM, para comprobar la tolerancia a las variaciones temporales de la tensión en el punto de conexión, cuyo costo y ejecución es responsabilidad del propietario de la instalación y por lo tanto deberá contar con el personal idóneo y aportar los equipos e instrumentos necesarios para realizar dichas pruebas.

El OS/OM será el responsable de informar a la ARESEP sobre el incumplimiento de requisitos técnicos y la recomendación para la desconexión de la instalación.

Ante el incumplimiento de este requisito técnico, la Aresep podrá ordenar la desconexión de la instalación del SEN.

### **3.7. Tolerancia de las plantas hidroeléctricas y termosolares a variaciones temporales de la tensión en el punto de conexión por eventos en la red de transmisión o distribución.**

Las plantas de generación hidroeléctricas y termosolares no deben perder estabilidad ante cortocircuitos trifásicos a tierra en el punto de conexión con duración de 150 milisegundos.

Es un requisito obligatorio que el propietario de la planta entregue al OS/OM los estudios técnicos que demuestren la capacidad de la planta para soportar los cortocircuitos sin perder el sincronismo. Como mínimo los estudios deben comprender lo siguiente:

- Simulaciones dinámicas para las condiciones de operación del SEN de demanda máxima y mínima. según corresponda de acuerdo al tipo de generación..
- Para las condiciones de operación antes indicadas, simular cortocircuitos trifásicos en el punto de conexión al SEN. Graficar la respuesta dinámica de los generadores y demostrar que los generadores no pierden el sincronismo y que alcanzan un punto de operación estable.
- Para las condiciones de operación antes indicadas, demostrar que los sistemas de protección instalados entre la planta y en el punto de conexión con el SEN no causan la desconexión de la planta.

Los estudios técnicos indicados son responsabilidad del propietario y correrán a cargo de éste, quien deben entregarlo al OS/OM como parte del estudio de conexión al SEN. Dichos estudios deben ser actualizados y entregados al OS/OM al momento de la entrega de la información del diseño de detalle y como requisito previo a la energización del punto de conexión al SEN. El OS/OM está en obligación de entregar toda la información necesaria al propietario para la correcta realización de los estudios.

Durante las variaciones temporales de la tensión, con las características de la figura 1, los generadores deben mantenerse sincronizados al SEN y ser capaces de soportar la tensión de la red mediante el consumo o inyección de potencia reactiva, por medio del control de su voltaje terminal, conforme a los requisitos de servicios auxiliares del numeral 3.5.

### **3.8. Limitación de potencia**

Toda instalación de generación y sistemas de almacenamiento de energía debe ser capaz de limitar su potencia máxima entregada al SEN en el punto de

conexión cuando reciban consignas por parte del OS/OM por medio del enlace de telecontrol, por una instrucción directa del OS/OM o de la empresa distribuidora.

Durante la fase de puesta en marcha, en coordinación con el OS/OM se programarán pruebas funcionales específicas, cuyo costo y ejecución es responsabilidad del propietario de la instalación para comprobar la capacidad de cumplimiento de este requisito.

### **3.9. Coordinación y ajustes de opciones de control de rampas de las instalaciones de generación y sistemas de almacenamiento de energía.**

Las opciones de control de rampas de la potencia activa de las instalaciones de generación y sistemas de almacenamiento de energía durante la toma de carga por arranque y en operación normal ante variaciones del recurso fuente, deben coordinarse con el OS/OM.

Durante la fase de puesta en marcha se programarán pruebas funcionales específicas para comprobar el cumplimiento del requisito por parte la instalación. Si no fuese posible comprobar esta función durante la puesta en marcha, se hará en tiempo real, luego del inicio de la operación comercial utilizando las facilidades que brinda el SCADA/EMS del OS/OM.

### **3.10. Requisitos para la autorización de conexión al SEN**

Para autorizar su conexión al SEN, los propietarios de las instalaciones de generación con fuentes renovables variables y sistemas de almacenamiento de energía deben cumplir con los requisitos y plazos establecidos en el "*Procedimiento para establecer las conexiones al SEN*".

### **3.11. Comprobación del cumplimiento de los requisitos técnicos**

Los requisitos técnicos para la operación interconectada con el SEN deben considerarse desde la fase de planeamiento del proyecto y se comprobarán en la fase de pruebas de puesta en marcha del mismo.

El cumplimiento de estos requisitos técnicos será comprobado por el OS/OM y por el Propietario de Red (cuando aplique), de acuerdo con los plazos, formatos y detalles establecidos en el "*Procedimiento para establecer las conexiones al SEN*". En todos los casos, sin excepción, se programan pruebas funcionales específicas, cuya ejecución es responsabilidad del propietario de la instalación y por lo tanto deben aportar los equipos e instrumentos necesarios para realizar dichas pruebas.

Una vez iniciada la operación comercial de la instalación y ante el incumplimiento de estos requisitos técnicos, en caso de no ser subsanados en el plazo que se

acuerde con el OS/OM, la Aresep podrá ordenar la desconexión de la instalación del SEN.

#### **4. Incumplimientos**

En caso de presentarse incumplimientos de los Agentes del MEN con lo establecido en este procedimiento, el OS/OM podrá desconectar el generador o sistema de almacenamiento previa comunicación y solicitud de orden de desconexión a la Aresep, para que esta entidad tome las medidas que corresponda de acuerdo con las leyes y reglamentación vigentes.

#### **TRANSITORIO**

A partir de la aprobación del presente procedimiento, se otorga al OS/OM un plazo máximo de 9 meses para desarrollar las aplicaciones, estudios y herramientas para implementar este procedimiento y para poner a disposición en el sitio web los requerimientos, la información y formatos, de acuerdo con lo establecido en este procedimiento.