

ESTUDIOS DE PRE OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN AL SEIN DE  
CENTRALES DE GENERACIÓN CON RECURSOS ENERGÉTICOS  
RENOVABLES (EÓLICOS, BIOMASA, HIDROELÉCTRICAS, SOLAR  
FOTOVOLTAICAS)

ALCANCES

**1. EXIGENCIAS DE DISEÑO**

Se resumen en el Anexo 1.

**2. ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD**

El estudio tendrá tres partes: Características Técnicas del Proyecto, Ingeniería de la Transmisión para la conexión al SEIN y Estudios Eléctricos.

**2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO**

Se debe presentar:

(1) Resumen de las características generales del proyecto: ubicación geográfica, zona de influencia, Puntos de Conexión al SEIN y cronograma de implementación. Declaración de la máxima capacidad de generación simultánea esperada con todas las unidades instaladas en servicio,

(2) Vista de planta de la Central RER:

i. Centrales Térmicas (Biomasa), Hidroeléctricas y Eólicas

La disposición física de cada uno de los generadores y transformadores elevadores, las líneas de subtransmisión colectoras, los equipos de maniobra, el transformador de potencia colector de toda la central, así como el sistema de transmisión que lo conecta al Punto de Conexión con el SEIN.

ii. Centrales Solares Fotovoltaicas

La disposición física de cada uno de los componentes de la central: paneles fotovoltaicos, equipos inversores y transformadores elevadores, líneas de subtransmisión colectoras, los equipos de maniobra, el transformador de potencia colector de toda la central, así como el sistema de transmisión que lo conecta al Punto de Conexión con el SEIN.

(3) Los diagramas unifilares del sistema eléctrico y el unifilar de protección de la Central RER y el transformador de la subestación de transformación colectoras.

(4) Características de los componentes principales de cada unidad o grupo de generación, que comprende:

i. Centrales Térmicas (Biomasa), Hidroeléctricas y Eólicas

La turbina RER propiamente dicha, el tipo de generador, equipos convertidores, controladores, el transformador de potencia de cada generador, el transformador de potencia colector de la Central RER (la impedancia de cortocircuito, el rango de la regulación bajo carga) y los equipos de maniobra (interruptores).

ii. Centrales Solares Fotovoltaicas

Los paneles fotovoltaicos, tableros de corriente continua, inversores, transformadores elevadores, líneas de subtransmisión colectoras, los equipos de maniobra, el transformador de potencia colector de toda la central (la impedancia de cortocircuito, el rango de regulación bajo carga), así como el sistema de transmisión que lo conecta al Punto de Conexión con el SEIN.

(5) Descripción técnica de los componentes de control que poseen las unidades de generación RER:

i. Centrales Eólicas

Control de velocidad y potencia de la turbina, control de tensión, control de frecuencia, control de factor de potencia, emulador de inercia.

ii. Central RER con generadores síncronos conectados directamente a la red

Sistema de excitación y regulación automática de tensión, así como el sistema de control de potencia–frecuencia.

iii. Centrales Solares Fotovoltaicas

Sistema de Control de la Inversión Continua/Alterna y Sistema de Control de Alterna.

Para todos los componentes de control declarados debe incluirse el diagrama de bloques con los parámetros típicos dados por el fabricante.

## **2.2 INGENIERÍA DE LA TRANSMISIÓN PARA LA CONEXIÓN DE LA CENTRAL RER**

Se debe presentar:

(1) Características eléctricas del sistema (niveles de tensión, aislamiento, cortocircuito, distancias mínimas y de seguridad).

- (2) Subestaciones
  - i. Descripción del equipamiento electromecánico: equipos de patio, sistema de protecciones, sistema de control y mando, sistema de mediciones, sistema de comunicaciones, sistema de pórticos y barras, sistema de puesta a tierra, servicios auxiliares en alterna y continua, y de ser el caso la ampliación de las instalaciones existentes.
  - ii. Planos de planta, diagramas unifilares del equipamiento y unifilares de protección y sistema de barras.
  - iii. Tabla de datos técnicos de los equipos de patio.
- (3) Líneas de transmisión
  - i. Descripción del área del proyecto.
  - ii. Descripción del equipamiento: conductores, estructuras, aisladores, cables de guarda.
  - iii. Consideraciones de diseño mecánico y eléctrico de conductores y estructuras.
  - iv. Plano de ruta de línea y silueta de las estructuras típicas.
- (4) Cálculos justificativos
  - i. Niveles de aislamiento en líneas y subestaciones.
  - ii. Selección de Pararrayos.
  - iii. Cálculo de Barras.
  - iv. Parámetros eléctricos de líneas.

## **2.3 ESTUDIOS ELÉCTRICOS**

El objetivo de estos estudios es demostrar que la Central de Generación RER no provocará efectos negativos sobre el Sistema de Transmisión. En ese sentido los resultados de las simulaciones con la Central RER deben satisfacer los Criterios de Desempeño consignados en el Anexo 2.

### **2.3.1 MODELAMIENTO DEL SISTEMA Y LA CENTRAL RER**

El COES proporcionará el Archivo del software DigSILENT Power Factory que contiene la topología y la Base de Datos del SEIN en el año en curso (ARCHIVO DEL SEIN). A su vez el titular de cada proyecto modelará su central RER en el ARCHIVO DEL SEIN siguiendo las directivas que se exponen a continuación. Los otros proyectos RER que no correspondan al titular podrán modelarse como un generador equivalente sin inercia y sin controles, que inyecta al SEIN la potencia de referencia admitida en el proceso de Subasta.

i. Central Eólica

En el ARCHIVO DEL SEIN, el titular deberá incorporar el modelo detallado del Parque Eólico y del sistema de transmisión hasta el Punto de Conexión con el SEIN. El modelo debe representar en detalle al Parque Eólico, con cada uno de los generadores individuales y su transformador de generación, así como el sistema de subtransmisión para colectar la producción de cada grupo individual. Además de los controladores del generador, suministrados por el fabricante de acuerdo al tipo de generador (inducción doblemente alimentado o síncrono con un *full converter*), el modelo debe disponer de la representación de los sistemas de protección por tensión y frecuencia, que desconecten los equipos automáticamente de acuerdo a ajustes típicos.

ii. Central RER con generadores síncronos conectados directamente a la red

En el ARCHIVO DEL SEIN, el titular deberá incorporar el modelo detallado de la nueva central y del sistema de transmisión hasta el Punto de Conexión con el SEIN. El modelo debe representar a la nueva central, considerando cada uno de sus grupos o unidades de generación (generador y transformador).

iii. Centrales Solares Fotovoltaicas

En el ARCHIVO DEL SEIN, el titular debe proponer el modelo que represente el efecto de la fuente de corriente continua, el inversor y sus controladores. Asimismo, incluir el transformador y el sistema de transmisión que lo conecta al SEIN.

### 2.3.2 OPERACIÓN EN ESTADO ESTACIONARIO

Los análisis de flujo de potencia serán realizados para los escenarios de avenida y estiaje, en las condiciones de máxima, media y mínima demanda en el año de ingreso de las nuevas instalaciones, en condiciones normales y en contingencia simple. Se evaluarán los flujos por las líneas de transmisión considerando dos escenarios, el escenario denominado Caso Base (que no considera la Central RER) y el Caso con la Central RER inyectando su máxima potencia en el Punto de Conexión con el SEIN. Las contingencias simples comprenden desconexiones de líneas en el SEIN que pudieran variar significativamente la operación en la zona de influencia de la Central RER.

La evaluación con la Central RER inyectando su máxima potencia debe mostrar si aparecen violaciones en la tensión y/o sobrecargas en las líneas y transformadores de la zona de influencia del proyecto. Si esta potencia pudiera dar lugar a alguna congestión en la red, es necesario indicar la medida correctiva propuesta para superarla.

Estos análisis deben realizarse considerando los despachos económicos, en los cuales serían desplazados los generadores convencionales de mayor costo variable de producción por los generadores RER.

### **2.3.3 CALCULOS DE CORTOCIRCUITO**

Serán realizados para los escenarios de avenida y estiaje, en las condiciones de máxima y mínima demanda en el año de ingreso de las nuevas instalaciones, en los escenarios del Caso Base y el Caso con la Central RER. Asimismo, es necesario preparar un escenario en el cual estén rotando todas las máquinas síncronas disponibles en el SEIN.

Se mostrará los resultados de las corrientes de cortocircuito trifásico, bifásico a tierra y monofásico franco a tierra en el SEIN, con particular atención a las instalaciones de la Central RER y las barras del SEIN en su zona de influencia.

### **2.3.4 VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD TRANSITORIA**

#### **Fallas en el Sistema de Transmisión**

Se deben evaluar:

- i. Fallas en los enlaces de transmisión vecinos a la Central RER, tales como fallas monofásicas con recierre exitoso (para enlaces de simple circuito entre subsistemas) y también fallas trifásicas con apertura de líneas vecinas, tal que dejen la Central RER vinculada al SEIN.
- ii. Desconexión de centrales de generación o de equipos de compensación reactiva que son relevantes para el control de tensión en la zona de influencia de la Central RER.

#### **Respuesta de la Central RER ante Huecos de Tensión**

La Central RER a ser instalada para conexión al SEIN, que no utilice un generador síncrono conectado directamente a la red de alterna, deberá cumplir con el Hueco de Tensión consignado en los Requerimientos Técnicos de Conexión del Anexo 1. Estas verificaciones tendrán carácter referencial y serán confirmadas en el Estudio de Operatividad.

Los huecos de tensión serán simulados mediante fallas monofásicas y trifásicas ubicadas muy cerca de los bornes del secundario del transformador de un grupo aerogenerador o del transformador de la central solar fotovoltaica, conectados a una barra equivalente del SEIN.

#### **Estimación de tiempos críticos de despeje de fallas**

Se debe evaluar la estabilidad transitoria de primera oscilación de las nuevas unidades de generación RER que utilicen generadores síncronos, con los tiempos normales de operación de las protecciones, para encontrar el tiempo crítico de despeje de falla. Para ello se aplica una falla trifásica en la barra de alta tensión del transformador elevador de la unidad durante 100 ms o más, hasta que el generador pierda el sincronismo. Estos análisis deberán ser realizados para el año de ingreso al SEIN.

Lima, 01 de marzo de 2010

## ANEXOS

### ANEXO 1. EXIGENCIAS DE DISEÑO

- i. [“Requisitos Mínimos para los Sistemas de Protección del SEIN”](#).
- ii. [“Directiva para la Función de Asignación de Responsabilidades por Eventos que Ocasionan Transgresiones a la NTCSE”](#), Anexo N° 02 - Requisitos Técnicos mínimos de Registradores de Falla.
- iii. [Resolución OSINERGMIN N° 002-2010-OS/CD](#)  
Anexo A: Requerimientos Técnicos de Conexión de Instalaciones Eólicas al SEIN.
- iv. **Central RER con Generadores Síncronos conectados directamente a la red**

Para el caso de las centrales RER que posean generadores síncronos conectados directamente a la red de corriente alterna, estos generadores deberán poseer un sistema de excitación y regulación automática de tensión, así como un sistema de control de potencia–frecuencia.

Asimismo, estas unidades deberán soportar, sin salir de servicio, la circulación de la corriente de secuencia inversa correspondiente a una falla asimétrica cercana durante el tiempo que transcurre desde el origen de la falla hasta la operación de la última protección de respaldo o durante el tiempo muerto del sistema automático de recierre en las protecciones de líneas.

### ANEXO 2. CRITERIOS DE DESEMPEÑO

Los resultados de los estudios eléctricos deben satisfacer los siguientes Criterios de Desempeño:

#### Tensión

- Estado Normal: debe estar dentro del rango  $\pm 5 \%$  de las tensiones nominales de los equipos instalados en las subestaciones, principalmente transformadores de potencia. Asimismo, en el caso de las barras del sistema de transmisión, las tensiones en Estado Normal deben estar en el rango de  $\pm 2.5 \%$  de las tensiones de operación.
- Estado de Emergencia: se debe mantener un nivel de tensión comprendido entre 0.90 y 1.10 p.u. de la tensión de operación, en todas las barras con tensión nominal de 220 kV. Debe estar en el rango de 0.90 y 1.05 p.u. de la tensión de operación en todas las barras con tensión igual o menor a 138 kV.

#### Frecuencia

- Estado Normal: debe estar comprendida entre 59.64 y 60.36 Hz (variación máxima  $\pm 0.6\%$ ).

- Las excursiones toleradas luego de los desequilibrios de potencia acelerante en el SEIN podrían provocar variaciones transitorias de frecuencia comprendidas entre 57 y 62 Hz.
- Estado de Restablecimiento: en el régimen posterior a una falla, la frecuencia debe estar comprendida entre 59.5 y 60.5 Hz.

### **Sobrecargas**

- Estado Normal: no se admite sobrecargas ni en líneas ni en transformadores de potencia.
- Estado de Alerta (Contingencia N-1): líneas y transformadores: Admisibles de acuerdo a las fichas técnicas.

### **Criterios de estabilidad transitoria y de pequeña señal**

- Los generadores del SEIN no deben perder el sincronismo ante las contingencias.
- Las fallas deberán ser despejadas por la protección principal en 100 ms en el nivel de 220 kV, y en 150 ms en el nivel de 138 kV. El tiempo muerto para el recierre deberá ser 500 ms, excepto para las líneas Mantaro-Cotaruse-Socabaya, en las que deberá ser de 800 ms.
- Se deben identificar las excursiones transitorias de la tensión mayores al 20 %, y las sobretensiones temporarias de más del 10 % de la tensión nominal por más de 2 s.
- La tensión en el Parque Eólico y sus componentes deberán superar las condiciones del Hueco de Tensión especificados en el Anexo A: Requerimientos Técnicos de Conexión de Instalaciones Eólicas al SEIN-Resolución OSINERGMIN N° 002-2010-OS/CD.
- Se considerará aceptable la recuperación de la tensión si los estudios de estabilidad transitoria demuestran que las tensiones de barra del sistema no sean menores al 85 % del valor inicial luego de 3 s.
- El amortiguamiento del sistema para pequeñas perturbaciones, será como mínimo 5 % en condiciones N o de Red Completa. En condiciones de contingencia N-1, la relación de amortiguamiento en post-falla debe ser positiva, y en lo posible mayor al 2 %.