

| ACTIVIDAD | ENTRADAS | RESPONSABLE | SALIDA | VARIABLE DE CONTROL | CRITERIO DE ACEPTACIÓN | REGISTROS | RECURSOS |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|---|---|--|----------------------------------|---|
| Recopilación de información | <p>Información general (Circular CREG 058 2022):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre del proyecto - Capacidad - Tipo de tecnología (solar, eólico, PCH, térmica, hidráulica, etc.) - Alternativas de conexión - Fecha de puesta en operación y horizonte de análisis - Ubicación - Parámetros técnicos propios del proyecto - Listado de proyectos de generación en el área o subárea operativa - Listado de obras de expansión en el área o subárea operativo <p>Definición del enfoque de estudio a realizar (para planeación, evaluación, etc.)</p> <p>Diagramas unifilares.</p> <p>Topologías de operación (definición de condición de máximo aporte al cortocircuito).</p> <p>Para estado estable y dinámico, datos de los elementos eléctricos tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transformadores - Líneas - Generadores - Bancos de Condensadores - Demandas - Barrajes | Ingeniero responsable del proyecto. | <p>Información verificada.</p> <p>Confirmación de suficiencia de datos para iniciar el estudio.</p> | <p>Número de datos recolectados.</p> <p>Consistencia, coherencia de los valores recolectados.</p> <p>Tiempo de entrega de la información.</p> | <p>Cada elemento del sistema debe contar con los datos nominales mínimos así:</p> <p>Transformador: Voltaje nominal, impedancia de corto y potencia nominal, regulación del voltaje, límites operativos (ONAN, ONAF), aterrizamiento.</p> <p>Cable: Impedancias de secuencia positiva y cero, longitudes, capacidad máxima de corriente.</p> <p>Generadores: Reactancias saturadas y no-saturadas, voltaje nominal, potencia nominal, límites operativos, regulación de voltaje, potencia de despacho, ctes de tiempo, ctes de inercia, parámetros de saturación.</p> <p>Banco de Condensadores: Voltaje, capacidad</p> <p>Demanda: Consumo de potencia activa y reactiva, características del modelo ZIP.</p> <p>Controles: AVR, GOV, PSS, controladores FACTS, con diagramas de bloques que presenten la función de transferencia y su parametrización</p> | Registro de inspección RG-010-01 | <p>Internet, fax, teléfono, correo-e, computador con las especificaciones adecuadas.</p> <p>Si la recolección de datos es una actividad de GERS, se debe contar con transporte, personal, papelería y elementos de protección personal.</p> |

| ACTIVIDAD | ENTRADAS | RESPONSABLE | SALIDA | VARIABLE DE CONTROL | CRITERIO DE ACEPTACIÓN | REGISTROS | RECURSOS |
|-----------|--|-------------|--------|---------------------|------------------------|-----------|----------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reguladores de voltaje (AVR) - Conjunto gobernador turbina (GOV) - Estabilizadores (PSS) - Controladores plantas basadas en inversores - Demandas del área de influencia - Controladores FACTS <p>Nota:</p> <p>1. Los datos de los equipos se pueden obtener de placas o de catálogos, especificaciones técnicas, informes de pruebas, etc.</p> <p>2. El tipo de elemento depende de cada sistema en particular (industrial, transmisión o distribución).</p> <p>3. Estos datos son suministrados por el cliente o por el fabricante. En caso de no contar con esta información, es necesario recurrir a datos típicos de norma.</p> <p>Factor de planta</p> <p>Información para evaluación económica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unidades constructivas CREG 015 2018 y CREG 011 2009. - Diagramas unifilares de las subestaciones punto de conexión. - Tasa de retorno CREG 215 2021 - Precio promedio ponderado de bolsa IPP | | | | | | |

| ACTIVIDAD | ENTRADAS | RESPONSABLE | SALIDA | VARIABLE DE CONTROL | CRITERIO DE ACEPTACIÓN | REGISTROS | RECURSOS |
|--|---|-------------------------------------|--|--|---|---|--|
| | - Franjas horarias de acuerdo con la CREG 011 2009 | | | | | | |
| Modelamiento de la red | Datos de estado estable y dinámicos recopilados y revisados en la etapa anterior. | Ingeniero responsable del proyecto. | Archivos en el software de análisis con la red modelada, el cual contiene: <ul style="list-style-type: none"> - Diagramas unifilares - Base de datos con los modelos eléctricos - Modelos dinámicos | Cantidad de elementos. Cantidad de datos. Correspondencia entre los datos del modelo y el suministrado por el cliente. | Comparación entre: Diagrama modelado en el software y el diagrama y/o datos introducidos (# de datos introducidos =# de datos presentes en el software). | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Simulación de flujo de carga y contingencias N-1 (Cálculos) | Base de datos modelada en la etapa anterior. Condiciones de operación en diferentes escenarios de demanda y generación (si son requeridos). Condiciones del algoritmo de cálculo (método de cálculo, precisión de los resultados) | Ingeniero responsable del proyecto. | Resultados de flujo de carga: Voltajes, potencia generada, potencia activa y reactiva por líneas y transformadores, demandas, cargabilidad de todos los elementos. Diagrama unifilar con resultados en nodos y elementos. Tabla de resultados. | Voltajes. Potencia generada. Demandas. | % de voltaje: 100 +- 10 (Para nivel de 500 kV 100 +5 -10). Datos por fuera de este rango deben ser revisados. Potencias <= que los límites operativos del generador. Demanda <= que la capacidad de la subestación donde se encuentra. Transmisión de potencia <= que la capacidad del elemento asociado (línea, transformadores). Cumplir lineamientos establecidos en el código de redes CREG 025 1995. | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Validación de resultados de flujo de carga y contingencias N-1 por medio de análisis | Resultados de la simulación. Condiciones de operación en diferentes escenarios de demanda y generación (si son requeridos). | Ingeniero responsable del proyecto. | Confirmación de veracidad de resultados. Modificación de datos si se | Voltajes. Potencia generada. Demandas. | % de voltaje: 100 +- 10 (Para nivel de 500 kV 100 +5 -10). Datos por fuera de este rango deben ser revisados. | Registro de validación para estudios RG-010-02 Informe final del proyecto. | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, |

| ACTIVIDAD | ENTRADAS | RESPONSABLE | SALIDA | VARIABLE DE CONTROL | CRITERIO DE ACEPTACIÓN | REGISTROS | RECURSOS |
|--|---|-------------------------------------|---|---|---|----------------------------------|---|
| | | | presentaron inconsistencias. | | <p>Potencias \leq que los límites operativos del generador.</p> <p>Demanda \leq que la capacidad de la subestación donde se encuentra.</p> <p>Transmisión de potencia \leq que la capacidad del elemento asociado (línea, transformadores).</p> <p>Cumplir lineamientos establecidos en el código de redes CREG 025 1995.</p> | | <p>Digsilent, Etap, etc.).</p> <p>Ingeniero.</p> |
| Actualización de la simulación de flujo de carga y contingencias N-1 | Datos para la simulación modificados después de la validación. | Ingeniero responsable del proyecto. | Resultados de flujo de carga: Voltajes, potencia generada, potencia activa y reactiva por líneas y transformadores, demandas, cargabilidad de todos los elementos, lo anterior expresado en un diagrama unifilar y/o en una tabla de resultados. | <p>Voltajes.</p> <p>Potencia generada.</p> <p>Demandas.</p> | <p>% de voltaje: 100 +- 10 (Para nivel de 500 kV 100 +5 -10). Datos por fuera de este rango deben ser revisados.</p> <p>Potencias \leq que los límites operativos del generador.</p> <p>Demanda \leq que la capacidad de la subestación donde se encuentra.</p> <p>Transmisión de potencia \leq que la capacidad del elemento asociado (línea, transformadores).</p> <p>Cumplir lineamientos establecidos en el código de redes CREG 025 1995.</p> | Registro de inspección RG-010-01 | <p>Computador.</p> <p>Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.).</p> <p>Ingeniero.</p> |
| Simulación de flujo de carga para cálculo de pérdidas | <p>Base de datos modelada en la etapa anterior.</p> <p>Condiciones de operación en diferentes escenarios de demanda y generación (si son requeridos).</p> | Ingeniero responsable del proyecto. | <p>Resultados de flujo de carga: Pérdidas técnicas.</p> <p>Tabla de resultados.</p> | <p>Voltajes.</p> <p>Potencia generada de acuerdo con el factor de planta.</p> | <p>Delta de pérdidas resultante entre la comparación de las pérdidas sin proyecto y las pérdidas obtenidas con cada alternativa de conexión.</p> | Registro de inspección RG-010-01 | <p>Computador.</p> <p>Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan,</p> |

| ACTIVIDAD | ENTRADAS | RESPONSABLE | SALIDA | VARIABLE DE CONTROL | CRITERIO DE ACEPTACIÓN | REGISTROS | RECURSOS |
|---|---|-------------------------------------|---|---|--|----------------------------------|--|
| | Condiciones del algoritmo de cálculo (método de cálculo, precisión de los resultados) | | | Demandas. | | | Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Validación de resultados de flujo de carga para cálculo de pérdidas | Resultados de la simulación. Condiciones de operación en diferentes escenarios de demanda y generación (si son requeridos). | Ingeniero responsable del proyecto. | Confirmación de veracidad de resultados. Modificación de datos si se presentaron inconsistencias. | Voltajes. Potencia generada de acuerdo con el factor de planta. Pérdidas. Demandas. | Delta de pérdidas resultante entre la comparación de las pérdidas sin proyecto y las pérdidas obtenidas con cada alternativa de conexión. | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Actualización de la simulación de flujo de carga para cálculo de pérdidas | Datos para la simulación modificados después de la validación. | Ingeniero responsable del proyecto. | Resultados de flujo de carga: Pérdidas técnicas. Tabla de resultados. | Voltajes. Potencia generada de acuerdo con el factor de planta. Demandas. | Delta de pérdidas resultante entre la comparación de las pérdidas sin proyecto y las pérdidas obtenidas con cada alternativa de conexión. | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Simulación de cortocircuito (Cálculos) | Base de datos modelada en la etapa de modelamiento de la red. Condiciones de operación (típicas, máximas, mínimas o condiciones especiales), norma técnica a aplicar en el cálculo (ANSI o IEC). | Ingeniero responsable del proyecto. | Resultados de cortocircuito según las condiciones de operación y la norma técnica escogida. Diagrama unifilar emitido por el software con recuadros sobre cada barraje. Tabla de resultados. Cálculo del SCR cuando se tienen plantas solares o eólicas. | Coherencia de los valores de cortocircuito en los barajes de interés. Consecuencia con los datos de entrada. | La aceptación depende del criterio del ingeniero quien tiene en cuenta los datos y condiciones usados en la simulación (cada sistema eléctrico tiene asociado un nivel de corto que depende de sus condiciones). | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |

| ACTIVIDAD | ENTRADAS | RESPONSABLE | SALIDA | VARIABLE DE CONTROL | CRITERIO DE ACEPTACIÓN | REGISTROS | RECURSOS |
|---|--|-------------------------------------|--|---|--|---|--|
| Validación de resultados de cortocircuito por medio de análisis | Resultados de la simulación de cortocircuito. Condiciones de operación que cumplan el rango de posibilidades reales (mínimas, máximas, típicas) | Ingeniero responsable del proyecto. | Confirmación de veracidad de resultados. Modificación de datos si se presentaron inconsistencias. | Niveles de corto en los barajes de interés. | Comparación entre los valores obtenidos y los de referencia de cada proyecto. Verificar con las capacidades de los equipos instalados en el sistema, cercanos a fuentes generadoras. | Registro de validación para estudios RG-010-02 Informe final del proyecto. | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Actualización de la simulación de cortocircuito | Datos para la simulación, modificados después de la validación. | Ingeniero responsable del proyecto. | Resultados de cortocircuito actualizados según las nuevas condiciones. Diagrama Unifilar emitido por el software con recuadros sobre cada barraje. Tabla de resultados. Cálculo del SCR cuando se tienen plantas solares o eólicas. | Coherencia de los valores de cortocircuito en los barajes de interés. Consecuencia con los datos de entrada. | La aceptación depende del criterio del ingeniero quien tiene en cuenta los datos y condiciones usados en la simulación (cada sistema eléctrico tiene asociado un nivel de corto que depende de sus condiciones). | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Simulación de estabilidad transitoria (Cálculos) | Base de datos modelada en las etapas anteriores. Condiciones de operación reales (típicas, máximas, mínimas o condiciones especiales). | Ingeniero responsable del proyecto. | Resultados de estabilidad transitoria para los casos simulados. Gráficos en función del tiempo con las variables eléctricas: frecuencia, voltaje, y ángulo de rotor | Variables del sistema: Frecuencia, Voltaje y ángulo de rotor. | Antes de ocurrir una perturbación, las variables deben presentar un valor constante determinado por la evaluación de flujo de carga. Estable o inestable. Desviaciones de las variables. | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Validación de resultados de estabilidad transitoria por medio de análisis | Resultados de la simulación del flujo de carga (estado estable). Condiciones de operación y condiciones hipotéticas extremas (dinámico). | Ingeniero responsable del proyecto. | Confirmación de veracidad de resultados. Modificación de datos si se presentaron inconsistencias. | Variables del sistema: Frecuencia, Voltaje y ángulo de rotor. | Antes de ocurrir una perturbación, las variables deben presentar un valor constante determinado por la evaluación de flujo de carga. | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, |

| ACTIVIDAD | ENTRADAS | RESPONSABLE | SALIDA | VARIABLE DE CONTROL | CRITERIO DE ACEPTACIÓN | REGISTROS | RECURSOS |
|---|---|-------------------------------------|--|---|--|---|---|
| | | | | | Tendencias continuas en las curvas de los modelos (sin discrepancias o cambios bruscos). | | Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Actualización de la simulación de estabilidad transitoria | Datos para la simulación modificados después de la validación. | Ingeniero responsable del proyecto. | Resultados de estabilidad transitoria para los casos simulados. Gráficos en función del tiempo con las variables eléctricas: frecuencia, voltaje, y ángulo de rotor | Variables del sistema: Frecuencia, Voltaje y ángulo de rotor. | Antes de ocurrir una perturbación, las variables deben presentar un valor constante determinado por la evaluación de flujo de carga. Estable o inestable. Desviaciones de las variables. | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software de análisis de sistemas de potencia (Neplan, Digsilent, Etap, etc.). Ingeniero. |
| Evaluación económica | Resultados obtenidos en el cálculo de pérdidas técnicas. Información para evaluación económica | Ingeniero responsable del proyecto. | Beneficios y costos asociados a cada alternativa de conexión evaluada | Relación beneficio costo VPN | Relación beneficio costo ≥ 1 $VPN > 0$ | Registro de inspección RG-010-01 | Computador. Software Office (Excel). Ingeniero. |
| Análisis de resultados y elaboración de informe final | Resultados validados. Resultados de flujo de carga (voltajes, potencia generada, potencia activa y reactiva por líneas y transformadores, demandas, cargabilidad de todos los elementos) Niveles de corto de cada barraje. Resultados de simulación de estabilidad transitoria. Resultados de flujo de carga para cálculo de pérdidas Resultados de la evaluación económica. | Ingeniero responsable del proyecto | Conclusiones y recomendaciones para el cliente. Informe final. | Verificación del cumplimiento de los objetivos definidos en el alcance del estudio. | Coincidencia con el alcance estipulado en el contrato. Estructura y presentación del informe. Cumplimiento de los criterios de la circular CREG 058 2022. | RG-010-01 Registro de inspección. Registro de validación para estudios RG-010-02. Propiedades del archivo. | Computador. Softwares Office (Word, Excel, etc.). Software de análisis de sistemas de potencia. Ingeniero. |