

17. Estudios para las Ampliaciones a Riesgo de la RTR

17.1 Objetivos

- 17.1.1** Para cumplir con los requisitos planteados en el Capítulo 11 de este Libro, la solicitud presentada por un Iniciador de una Ampliación a Riesgo debe contener los estudios de la RTR que se detallan en este Capítulo.
- 17.1.2** Los estudios deben indicar las condiciones del sistema previo a la ampliación, y señalar las limitaciones y restricciones existentes, así como verificar:
- a) El funcionamiento del sistema en estado estable, ante fallas y dinámico;
 - b) La Capacidad Operativa de Transmisión de las instalaciones de la RTR; y
 - c) El desempeño ante transitorios electromecánicos y electromagnéticos ante diferentes perturbaciones y maniobras.

17.2 Contenido de los Estudios

- 17.2.1** Los Iniciadores de Ampliaciones a Riesgo deben presentar una solicitud a la CRIE que contendrá los estudios que se requieren en este Capítulo. Cada Iniciador debe realizar los estudios con personal calificado, o con firmas consultoras especializadas acreditadas ante la CRIE, siguiendo los criterios expuestos en el Numeral 17.3 de este Capítulo. Los estudios serán revisados en sus aspectos técnicos por el EOR. Dentro de este marco el EOR debe:
- a) Verificar que las Bases de Datos y los modelos empleados para los estudios sean adecuados;
 - b) Verificar que los estados y escenarios analizados sean los requeridos en el Numeral 17.6 de este Capítulo;
 - c) Verificar que los resultados obtenidos sean representativos del comportamiento del sistema, y de las consecuencias de la conexión o la ampliación sobre el mismo;;
 - d) Producir un informe técnico, que además de presentar las conclusiones de los estudios incluya las observaciones que correspondan, detallando el impacto sobre la RTR en su conjunto, o sobre algunos Agentes en particular; y
 - e) Cuando la solicitud incluya un pedido de Ingreso Autorizado Regional, realizar los estudios económicos mencionados en el Numeral 11.3.7 Literal a) de este Libro.
- 17.2.2** Al realizarse una ampliación de la RTR, debe verificarse que ésta no producirá efectos adversos en el SER. En particular debe verificarse:
- a) Si se cumplen los CCSD;
 - b) Si reduce la Capacidad Operativa de Transmisión de la RTR;
 - c) Si producen sobretensiones, sobrecorrientes, corrientes de cortocircuito u otros efectos que puedan afectar la vida útil de los equipamientos existentes;
 - d) Si el incremento de los Costos de Suministro de Energía en el MER, es mayor que los beneficios que produce su ingreso;

- e) Si lleva los niveles de tensión fuera de los límites establecidos en estado estable;
- f) Si introduce sobrecargas en los elementos de la RTR que puedan conducir a cortes de carga; y;
- g) Si reduce la reserva de potencia reactiva en el área de influencia de la ampliación.

17.2.3 Se definen tres (3) etapas con diferentes requerimientos de estudios para la conexión a la RTR:

- a) Etapa 1. Estudios Eléctricos del acceso a la RTR. Esta etapa es la requerida para que la CRIE pueda autorizar la ampliación. También incluye el diseño básico de las instalaciones;
- b) Etapa 2. Diseño técnico de detalle: en esta etapa se deberán realizar los estudios necesarios para definir en detalle las características del equipamiento a instalar, el que deberá ser informado al EOR. De existir condiciones que afecten el funcionamiento del sistema en su conjunto, o de algunos Agentes en particular, deberá ser evaluado por el EOR, en consulta con los OS/OM y los Agentes Transmisores.; y
- c) Etapa 3. Ajustes previos a la puesta en servicio: En esta etapa, se realizarán los estudios necesarios para ajustar los equipamientos y verificar su funcionamiento adecuado.

17.2.4 Los estudios de funcionamiento del sistema de potencia requeridos para la incorporación de una ampliación deberán basarse en los criterios establecidos en el Capítulo 18 de este Libro.

17.3 Etapa 1 – Estudios Eléctricos del Acceso a la RTR

17.3.1 En caso que los estudios los realice el Iniciador, deben usarse programas de simulación de sistemas eléctricos y dichos estudios deberán ser reproducibles por el EOR. El EOR publicará en su sitio de Internet la lista de los programas aceptados para estos estudios.

17.3.2 Si un programa de simulación no está en la lista del EOR, será autorizado su uso si se presenta una descripción técnica detallada de sus características y metodología de cálculo. El Iniciador deberá avalar que tal modelo cumple con lo especificado y que los datos y sus resultados han sido verificados.

17.3.3 Los datos a utilizar para realizar estudios de flujos de carga, cortocircuitos, estabilidad transitoria y transitorios electromagnéticos serán los contenidos en la Base de Datos Regional que administra el EOR. Este deberá entregar a los Iniciadores la información para realizar los estudios. Se deberán adjuntar con el estudio aquellos datos que no sean directamente obtenidos de la Base de Datos del EOR, en particular aquellos propios de la instalación para la que se presenta la Solicitud. De requerirse información adicional, se deberá realizar un levantamiento directo en las empresas propietarias de los equipamientos. Se deberán incluir todas aquellas ampliaciones y adiciones que tuvieran autorización de la CRIE o fueran informados por los Reguladores Nacionales.

17.3.4 Será un compromiso del Iniciador o Agente entregar los datos que correspondan a los equipos a instalar.

17.3.5 La solicitud presentada deberá contener:

- a) Estudios de flujos de cargas;

- b) Estudios de cortocircuito; y
- c) Estudios de Estabilidad Transitoria y dinámica, con modelos estándar para los equipos a instalar, y modelos detallados para los equipos existentes, y definición de la necesidad o no de equipamientos adicionales de compensación, protección o control.

17.4 Etapa 2 – Diseño Técnico de Detalle

- 17.4.1** El EOR indicará a los Iniciadores los criterios para el ajuste de los equipamientos de maniobra y protección. El Iniciador realizará estudios de transitorios electromagnéticos asociados a las maniobras que razonablemente deberán realizarse para operar la ampliación, justificando que no causará un impacto negativo en la operación de la RTR, definiendo las características técnicas de los equipamientos de protección necesarios.

17.5 Etapa 3 – Ajustes Previos a la Puesta en Servicio

- 17.5.1** En esta etapa, dependiendo del proyecto, el Iniciador debe realizar los estudios para el ajuste final del equipamiento y pruebas de verificación de su funcionamiento. El alcance y cronograma de los ensayos serán acordados entre el EOR, los OS/OM involucrados y los *Agentes Transmisores*.

17.6 Escenarios

- 17.6.1** Los estudios correspondientes a la Etapa 1 deberán ser realizados, para aquellos estados previstos a partir del momento de la entrada en servicio de la ampliación.
- 17.6.2** Se deberán, además, realizar análisis complementarios para escenarios que determine el EOR para etapas posteriores a la ampliación propuesta que permitan detectar las limitaciones que puede producir la misma.
- 17.6.3** El EOR indicará los despachos a ser analizados con sus respectivos flujos de carga para cada uno de los cinco (5) años siguientes a la puesta en servicio de la ampliación propuesta. Para los despachos, las nuevas ampliaciones de generación y transmisión serán las que el EOR incluya en su Base de Datos.
- 17.6.4** Los estudios a realizar para cada una de las etapas deberán reflejar las modificaciones que la nueva generación o demanda o ampliación producen en la RTR.
- 17.6.5** Para aquellos estudios correspondientes a las Etapas 2 y 3, el Iniciador solicitará al EOR los escenarios a analizar.

18. Alcance de los Estudios Eléctricos

18.1 Alcance de los Estudios

- 18.1.1** Los estudios eléctricos que se describen en este Capítulo se aplican a:

- a) Cumplir con los requisitos planteados en los Capítulos 11 y 17 de este Libro;
- b) Estudios de Planificación a Largo Plazo y de Diagnóstico a Mediano Plazo que realiza el EOR;
- c) Evaluación de la Solicitud presentada por un Iniciador de una Ampliación a Riesgo;
- d) Estudios de la Capacidad Máxima de líneas de transmisión y otras instalaciones de la RTR que realiza el EOR; y
- e) Estudios que solicite la CRIE.

18.1.2 Los estudios que se realicen en cada caso deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Estudios Eléctricos en Régimen Permanente:

I. Flujos de Carga

- Se tomarán como base los escenarios de mínima, media y máxima demanda coincidente y en otras condiciones críticas que surjan de las simulaciones de la operación del SER.
- En base a los resultados de éstos estudios se deben realizar estudios en condiciones críticas en relación a la incorporación de las nuevas instalaciones, en los escenarios arriba mencionados. De estos flujos de carga se deben verificar la existencia o no de sobrecargas en equipamientos, y el cumplimiento del perfil de tensiones en los nodos de la RTR.
- Este estudio debe incluir el funcionamiento de la red con contingencia simple (condición N-1), identificando y analizando los escenarios que sean más exigentes para el SER. El EOR proporcionará el detalle de las contingencias a simular que tengan efecto directo sobre el área donde se ubique la ampliación.
- Cuando existan contingencias múltiples de alta probabilidad de ocurrencia, se deberán realizar los correspondientes estudios de funcionamiento del sistema ante la ocurrencia de los mismos.

II. Cortocircuitos

- Se deben realizar estudios de cortocircuitos trifásicos y monofásicos incluyendo las ampliaciones previstas. Se verificará si en alguna subestación de la red se superen los niveles de potencia de cortocircuito de diseño de los dispositivos existentes.
- Se deberá indicar cuál es el cambio de la potencia de cortocircuito por efecto de la inserción de la nueva obra. Deberá analizarse la condición para demanda máxima y mínima.

III. Equivalentes

- En las áreas lejanas a las ampliaciones analizadas, en coordinación con el EOR, se podrá utilizar equivalentes de la red que incluyan líneas, transformadores y generadores, que sean adecuados y reconocidos de manera tal que muestran un comportamiento aceptable para el tipo de estudios de que se trata.

IV. Datos

- El EOR deberá validar los datos empleados en cuanto a su origen (datos estimados, del fabricante, datos calculados, etc.).

b) Estudios de transitorios electromecánicos.

Para los casos que el EOR considere conveniente, se deberán realizar estudios de transitorios electromecánicos de acuerdo a las siguientes especificaciones. El uso de estos modelos deberá coordinarse con el EOR.

I. Requisitos mínimos para el modelo a utilizar:

- a) Demanda - deberá modelar la sensibilidad a variaciones de frecuencia y de tensión.
- b) Generadores - deberán modelarse de acuerdo a su potencia
 - Para máquinas, o equivalentes de máquinas similares, de potencias mayores ó iguales a 100 MVA se usarán modelos de 5° y 6° orden. (se debe incluir el efecto de los arrollamientos amortiguadores).
 - Para máquinas, o equivalentes de máquinas similares, con potencias menores de 100 MVA se podrán usar modelos de 3° y 4° orden.
- c) Reguladores Automáticos de Tensión
 - El modelo será el proveniente del fabricante;
 - En todos los casos se deberá suministrar todos los datos del modelo y criterios adoptados, así como de su comportamiento. Deben incluirse los diagramas de bloque de los equipos de acuerdo a los datos del fabricante.
 - Para las máquinas, o equivalentes de máquinas que tengan estabilizador de potencia (PSS), este deberá ser modelado. Deben incluirse los diagramas de bloque de los equipos de acuerdo a los datos del fabricante.
- d) Reguladores de Velocidad y Turbinas
 - El modelo será el proveniente del fabricante
 - En todos los casos se deberá suministrar todos los datos del modelo y criterios adoptados, así como de su comportamiento. Deben incluirse los diagramas de bloque de los equipos de acuerdo a los datos del fabricante.
- e) Otros requisitos
Deberán representarse según las instrucciones del EOR:
 - Desconexión Automática de Generación;
 - Resistores de Frenado;
 - Desconexión o conexión de reactores;
 - Puenteado de capacitores serie;
 - Control de oscilaciones de baja frecuencia;
 - Desconexión de generación por sobre/baja frecuencia;
 - Esquemas de disparos transferidos.

II. Simulación de fallas y perturbaciones.

Las fallas que se apliquen en las simulaciones deberán adoptarse en base a los criterios de seguridad dinámica del Capítulo 16, incluyendo, además, otras perturbaciones que definan límites en la operación real, cuando esto pudiera tener efectos sobre la calidad de servicio.

Se deberán simular las fallas que el EOR evalúe como más exigentes para mantener la estabilidad del sistema para los escenarios elegidos

III. Tiempos de simulación:

- Para estabilidad transitoria: mínimo 3 segundos.

- Evaluación de amortiguamiento post-falla mínimo 21 segundos.

c) Estudios de transitorios electromagnéticos

I. Se deberán realizar estos estudios cuando se presenten situaciones que puedan afectar el aislamiento del equipamiento, la capacidad de disipación de los equipos de maniobra o los tiempos de actuación de los sistemas de protección.

II. Los estudios de transitorios electromagnéticos deben permitir identificar exigencias extremas para el equipamiento que impongan criterios de diseño para la especificación de nuevos equipamientos y verificar que una incorporación o modificación del sistema no conduzca a la superación de límites admisibles del equipamiento existente o no provoque un comportamiento anómalo en el sistema.

III. Se deberá utilizar un escenario básico elegido como el más exigente dentro de los siguientes cinco años a partir de la entrada en servicio de la ampliación. Cuando aparezcan modificaciones importantes previstas en la RTR deberán analizarse escenarios adicionales para cada una de ellas.

18.2 Representación del Sistema

18.2.1 En cada estudio el respectivo informe deberá indicar:

- a) Como se han modelado todos los componentes del sistema de potencia involucrados, y la metodología de cálculo y herramienta de simulación empleada.
- b) La composición de potencia activa y reactiva del modelo de la carga y los porcentajes de cada tipo. (por ejemplo $Z = \text{constante}$, $I = \text{constante}$, etc.)
- c) Se deberán consignar el valor y la calidad de los datos empleados, así como su origen.

18.2.2 El modelo deberá basarse en los siguientes criterios:

- a) En los casos de energización de líneas y transformadores, estudios de arco secundario (análisis de pocos ciclos) se podrá utilizar un modelado de reactancia constante y tensión (FEM) constante detrás de la misma.
- b) Cuando se requiera un período mayor (por ejemplo: pérdida de carga) las unidades generadoras de potencia iguales o mayores a 100 MVA, deberán modelarse como

mínimo con el modelo de 5° orden y representar los arrollamientos amortiguadores de estas unidades.

- c) Para unidades generadoras menores de 100 MVA, se representarán con modelos de 3° orden o realizar equivalentes de generación.
- d) Para simulaciones de transitorios de una duración mayor, puede resultar necesario utilizar una representación más detallada del nuevo generador.
- e) Transformadores: Deberán relevarse y calcularse sus datos característicos, el tipo de conexión de sus arrollamientos y datos de secuencia negativa y cero, así como curvas de magnetización y saturación.
- f) Para estudios de transitorios de frecuencias muy altas en una subestación (descargas atmosféricas) debe modelárselo con una capacitancia a tierra.
- g) Interruptores: Se deberán conocer sus tiempos de actuación y el tipo de que se trata, así como el valor de resistores para maniobra. Para el diseño deberá usarse la norma IEC 56.
- h) Pararrayos: Se deberán suministrar el tipo de que se trata y las curvas I/V correspondientes a las diferentes formas de ondas estándar y la capacidad de disipación de energía de los pararrayos considerados
- i) Líneas: Se representarán con sus parámetros de secuencias positiva, negativa y cero, con valores especificados calculados con la configuración geométrica de cada línea. Para los estudios que involucren la presencia de altas frecuencias, como en el caso de energización de líneas y apertura de interruptores es necesario representar las líneas cercanas con sus parámetros de secuencia en función de la frecuencia.
- j) Reactores de Línea o Neutro: Deberán conocerse sus datos de impedancia de secuencia positiva, negativa y cero, así como las curvas de magnetización y saturación.
- k) Arco: Se lo debe modelar de la forma más adecuada posible, por ejemplo como una resistencia no lineal.
- l) Capacitores Serie: Se deberán conocer sus datos de impedancia de secuencia positiva, negativa y cero, así como los parámetros de los equipamientos de actuación para su protección, desconexión o inserción y tiempos de actuación de los explosores y sus características, si los hubiese. y
- m) En las áreas lejanas a la zona de interés se podrá utilizar equivalentes de la red que incluyan líneas, transformadores y generadores que tengan un comportamiento respecto a la frecuencia aceptable para el tipo de estudios de que se trata.