



NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO

ANEXO TECNICO DE METODOLOGÍA PARA DETERMINAR REQUERIMIENTOS DE ROBUSTEZ

Junio de 2025

Santiago, Chile

ÍNDICE

Título 1 Aspectos generales	2
Artículo 1-1 Objetivo.....	2
Artículo 1-2 Alcance.....	2
Artículo 1-3 Abreviaturas y definiciones.....	2
Artículo 1-4 Objetivo del Estudio.....	2
Artículo 1-5 Conjunto de medidas que contribuyen a robustecer el SI.....	2
Artículo 1-6 Publicación del Estudio	3
Artículo 1-7 Informe preliminar y final del Estudio	3
Artículo 1-8 Discrepancias del Estudio	3
Artículo 1-9 Actualización del Estudio	3
Título 2 Funciones y obligaciones.....	4
Artículo 2-1 Funciones y obligaciones del Coordinador	4
Artículo 2-2 Obligaciones de los Coordinados.....	4
Título 3 Procedimiento para realizar el Estudio	5
Artículo 3-1 Consideraciones y horizonte de evaluación del Estudio.....	5
Artículo 3-2 Metodología para el desarrollo del Estudio.....	5
Artículo 3-3 Base de datos y modelos	6
Artículo 3-4 Modelo dinámico del SI proyectado	6
Artículo 3-5 Modos de Operación Representativos.....	7
Artículo 3-6 Indicadores de Robustez	7
Artículo 3-7 Determinación de áreas coherentes.....	7
Artículo 3-8 Determinación de contingencias para cada AfC yAtC.....	8
Artículo 3-9 Indicadores de desempeño dinámico	8
Artículo 3-10 Medidas que pueden robustecer el SI	8
Artículo 3-11 Análisis de fortaleza o Robustez de Tensión	9
Artículo 3-12 Selección de medidas para aumentar la fortaleza del SI	11
Artículo 3-13 Análisis de la robustez de frecuencia.....	12
Artículo 3-14 Clasificación de Red Débil	13
Título 4 Disposiciones finales.....	15
Artículo 4-1 Resultado del Estudio	15
Título 5 Disposiciones transitorias	16
Artículo 5-1 Publicación del primer Estudio	16

Título 1 Aspectos generales

Artículo 1-1 Objetivo

El presente Anexo Técnico tiene por objetivo establecer la metodología que deberá aplicar el Coordinador para la elaboración del Estudio de Requerimientos de Robustez del SEN, en adelante “Estudio”, de acuerdo con lo señalado en el Título 6-8 de la NTSyCS.

Artículo 1-2 Alcance

El Anexo establece los procedimientos, criterios, escenarios, supuestos e indicadores que deberán ser utilizados por el Coordinador para el desarrollo del Estudio, con el propósito de asegurar consistencia metodológica y transparencia en los resultados.

Para efectos de la aplicación del presente Anexo Técnico, los plazos establecidos sólo consideran días hábiles, salvo en los casos que se indique expresamente lo contrario.

Artículo 1-3 Abreviaturas y definiciones

Se aplican las abreviaturas y definiciones establecidas en el Título 1-2 de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, para efectos de este Anexo Técnico.

Artículo 1-4 Objetivo del Estudio

El objetivo del Estudio es identificar los requerimientos mínimos de Robustez de Frecuencia y Tensión con los que debe contar el SI para garantizar el cumplimiento de los estándares de seguridad establecidos en la NTSyCS.

Para efectos de este Estudio, la Robustez se medirá en base al desempeño dinámico del SI durante contingencias, utilizando los indicadores de desempeño definidos en el Artículo 3-9 del presente Anexo.

Artículo 1-5 Conjunto de medidas que contribuyen a robustecer el SI

A efectos de verificar el cumplimiento de los estándares de Robustez definidos en la NTSyCS, el Estudio deberá considerar un conjunto de medidas orientadas a robustecer el SI. Dicho conjunto podrá incluir cuatro tipos de medidas, clasificadas de la siguiente forma:

- a) Servicios Complementarios con recursos existentes: Servicios complementarios prestados en base a recursos e infraestructura existentes en el SI.
- b) Ajuste de parámetros de control en IBR.
- c) Servicios Complementarios con nuevos recursos: Servicios complementarios basados en nuevos recursos e infraestructura que podrían ser incorporados al SI.
- d) Restricciones operacionales, si corresponde.

Cabe señalar que, las medidas indicadas en las letras a) y c), deberán determinarse conforme con lo establecido en la normativa aplicable a los Servicios Complementarios.

Artículo 1-6 Publicación del Estudio

El Coordinador anualmente elaborará y publicará en su sitio web el Estudio, de acuerdo con el calendario señalado en el Artículo 1-9 de la NTSyCS.

Artículo 1-7 Informe preliminar y final del Estudio

El Coordinador elaborará una versión preliminar del Estudio el cual será publicado en su sitio web para que los interesados realicen sus observaciones, en el formato y plazo que establezca el Coordinador. El plazo de observaciones deberá ser de, al menos, 10 días. Los formatos para realizar las observaciones que establezca el Coordinador deberán, al menos, asegurar la debida individualización del interesado que formula las observaciones.

Terminado el periodo de observaciones, el Coordinador deberá analizar las observaciones, y luego emitir la versión final del Estudio junto con un informe consolidado de respuestas a las observaciones recibidas.

Artículo 1-8 Discrepancias del Estudio

Los Coordinados podrán someter al dictamen del Panel de Expertos sus discrepancias respecto de los resultados del Estudio, o sus respectivas actualizaciones, dentro de los 10 días siguientes a la publicación o actualización del Estudio por parte del Coordinador.

En caso de haberse presentado discrepancias, el Coordinador deberá, dentro de los 10 días siguientes a la notificación del respectivo dictamen, publicar el Estudio, el que deberá incorporar e implementar lo resuelto por el Panel, si corresponde.

Artículo 1-9 Actualización del Estudio

El Coordinador podrá actualizar el Estudio en caso de que se produzcan interconexiones, modificaciones o retiros relevantes de instalaciones que puedan afectar la seguridad y calidad de servicio del SI y que no hayan sido considerados inicialmente en el Estudio.

En todo caso, las actualizaciones al Estudio deberán someterse a lo señalado en el Artículo 1-7 y el Artículo 1-8 del presente Anexo.

Título 2 Funciones y obligaciones

Artículo 2-1 Funciones y obligaciones del Coordinador

Para efectos del cumplimiento de lo dispuesto en el presente Anexo, el Coordinador deberá:

- a) Solicitar a los Coordinados la información y antecedentes que se requieran para el desarrollo del Estudio por medio de los formatos que establecerá y publicará en su sitio web;
- b) Desarrollar el Estudio conforme a la metodología establecida en el presente Anexo;
- c) Determinar y definir las distintas AfC y AtC del SEN; y,
- d) Clasificar las áreas determinadas de acuerdo con el punto anterior como Redes Débiles o Redes Fuertes conforme a la metodología establecida en el presente Anexo.

Artículo 2-2 Obligaciones de los Coordinados

Para efectos del cumplimiento de lo dispuesto en el presente Anexo Técnico, los Coordinados deberán:

- a) Proporcionar al Coordinador toda la información técnica y antecedentes que este requiera para la evaluación y verificación de los requerimientos de Robustez del SI;
- b) Informar oportunamente sobre cualquier actualización relativa a ajustes, indisponibilidades o limitaciones operacionales de sus instalaciones; y,
- c) Ajustar los parámetros técnicos de sus instalaciones producto de los requerimientos de Robustez instruidos por el Coordinador.

Título 3 Procedimiento para realizar el Estudio

Artículo 3-1 Consideraciones y horizonte de evaluación del Estudio

El Estudio deberá contemplar un horizonte de evaluación de, al menos, tres años, incluyendo el estado actual del sistema (año T_0), así como su proyección para los años T_1 , T_2 y T_3 . La proyección deberá considerar, al menos, lo siguiente:

- a) Las instalaciones declaradas en construcción, así como aquellas derivadas del plan de expansión o que hayan sido autorizadas en conformidad con el artículo 102° de la Ley, y que se espera que su fecha de Entrada en Operación se encuentre dentro del horizonte de evaluación considerado en el Estudio;
- b) La nueva infraestructura para la prestación de Servicios Complementarios a que hace referencia el artículo 72°-7 de la Ley, y que se espera que su fecha de Entrada en Operación se encuentre dentro del horizonte de evaluación considerado en el Estudio;
- c) El retiro, modificación relevante, desconexión o cese de operaciones de instalaciones que le hayan sido comunicadas de conformidad con el Artículo 72°-18 de la Ley; y,
- d) Los mantenimientos preventivos mayores aprobados por el Coordinador, en conformidad con el AT “Programa de Mantenimiento Preventivo Mayor” de la NTSyCS.

En caso de que la información técnica disponible de las instalaciones sea insuficiente para su adecuada modelación, el Coordinador podrá solicitar a los Coordinados los antecedentes técnicos que requiera para dichos fines.

Artículo 3-2 Metodología para el desarrollo del Estudio

La Figura 1 muestra la metodología para el desarrollo del Estudio, la cual se compone de cuatro etapas principales. Las primeras tres etapas se ejecutan de manera secuencial al inicio del Estudio teniendo por objetivo establecer las condiciones base y escenarios a considerar en el análisis. Mientras que la cuarta etapa corresponde al análisis técnico de Robustez, el cual se realiza en base a simulaciones dinámicas en el dominio del tiempo.

El análisis de Robustez se lleva a cabo en dos evaluaciones secuenciales: en primer lugar, se evalúa la Fortaleza del SI proyectado y, en segundo lugar, la Robustez de Frecuencia. Cabe señalar que, dado que la Fortaleza presenta un comportamiento de carácter local, a diferencia de la Robustez de Frecuencia que responde más bien a dinámicas globales y sistémicas, resulta metodológicamente adecuado iniciar el análisis con posterioridad a la evaluación de Fortaleza.

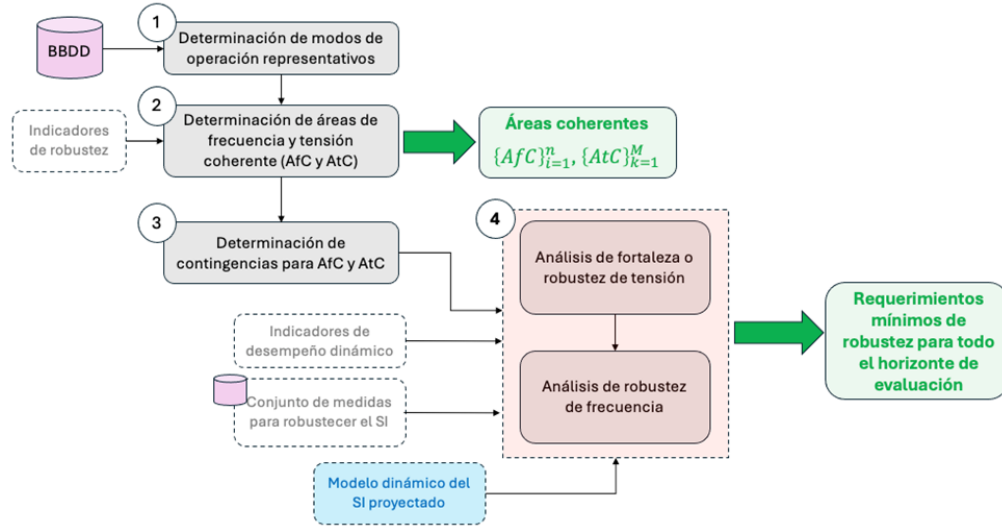


Figura 1: diagrama metodológico para el desarrollo del Estudio

Artículo 3-3 Base de datos y modelos

La base de datos del Estudio deberá contener toda la información necesaria para representar adecuadamente las diferentes condiciones de operación que podría experimentar el SI proyectado para cada año del horizonte de evaluación. La base de datos deberá incluir, al menos, lo siguiente:

- Operación esperada del SEN, con resolución horaria, para cada año del horizonte de evaluación;
- Instalaciones del Sistema de Transmisión existentes, así como las que entrarán en operación durante el horizonte de evaluación;
- Unidades generadoras y Sistemas de Almacenamiento existentes, así como las que entrarán en operación durante el horizonte de evaluación;
- Características técnicas de las instalaciones; y,
- Modelo dinámico del SI proyectado y vigente, considerando las unidades generadoras, Sistemas de Almacenamiento de Energía y sus sistemas de control, así como otros componentes relevantes para efectos del comportamiento dinámico del SI.

Artículo 3-4 Modelo dinámico del SI proyectado

El modelo dinámico del SI proyectado para los años T_1 , T_2 y T_3 deberá ser elaborado considerando la información contenida en la base de datos señalada en el Artículo 3-3 del presente Anexo.

Dicho modelo deberá representar adecuadamente la topología proyectada del SI para cada año del horizonte de evaluación, incorporando instalaciones y nueva infraestructura que se prevean que estén operativas dentro del período de análisis del Estudio, que correspondan.

Artículo 3-5 Modos de Operación Representativos

Para cada año del horizonte de evaluación, el Coordinador deberá identificar, sobre la base de la operación esperada, un conjunto acotado de configuraciones de despacho que represente adecuadamente la operación del SI a lo largo de un año calendario.

Los Modos de Operación Representativos deberán ser identificados mediante la aplicación de algún método de agrupamiento sobre la base de datos de la operación esperada horaria anual. El agrupamiento deberá considerar como variable de entrada el estado de encendido o apagado de las unidades generadoras, e incorporar la matriz de conectividad del SEN de modo de mantener la coherencia eléctrica de las configuraciones identificadas.

La cantidad de Modos de Operación Representativos deberá definirse en función del error de agrupamiento.

Artículo 3-6 Indicadores de Robustez

A efecto de identificar las áreas coherentes el Coordinador deberá utilizar los siguientes indicadores:

- Sensibilidad de la tensión con respecto a variaciones en los flujos de potencia reactiva por barra ($\Delta U/\Delta Q$): este indicador mide el cambio del módulo de la tensión ante una variación en la potencia reactiva en la misma barra. Se utiliza para definir Áreas de Tensión Coherentes.
- Inercia sincrónica equivalente por barra: este indicador representa la inercia equivalente “vista” desde cada barra del SI. Se utiliza para definir Áreas de Frecuencia Coherentes, mediante la siguiente expresión:

$$H_i = \sum_{g \in GS}^N D_{ig} H_g$$

Donde, D_{ig} corresponde a la distancia eléctrica en por unidad entre la barra i y el generador g , H_g corresponde a la inercia sincrónica en segundos del generador g y N la cantidad de generadores sincrónicos en operación.

Cabe señalar que, el Coordinador podrá considerar como aporte a la inercia del SI, aquella inercia sintética o emulada proveniente de IBR, y que sea capaz de sustituir parte de la respuesta de los generadores sincrónicos.

Artículo 3-7 Determinación de áreas coherentes

Las AtC y AfC serán determinadas por el Coordinador, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- Para cada Modo de Operación Representativo, determinado de acuerdo con lo señalado en el Artículo 3-5 del presente Anexo, el Coordinador deberá identificar las AfC y AtC del SI.

b) La identificación de las áreas coherentes deberá realizarse a partir de un método de agrupamiento aplicado sobre las barras del SI en función de los indicadores de Robustez definidos en el Artículo 3-6 del presente Anexo:

- i. Para la identificación de las AtC, se deberá utilizar la sensibilidad de la tensión con respecto a variaciones en el flujo de potencia reactiva por barra.
- ii. Para la identificación de las AfC, se deberá utilizar la inercia sincrónica equivalente por barra.

c) La cantidad de áreas coherentes deberá determinarse en función del error de agrupamiento.

Cabe señalar que, la cantidad de AtC y AfC pueden diferir entre sí, producto de que representan fenómenos de distinta naturaleza.

Artículo 3-8 Determinación de contingencias para cada AfC yAtC

Para cada una de las AtC y AfC identificadas en los distintos Modos de Operación Representativos, el Coordinador deberá definir un conjunto de Contingencias Simples que deben ser consideradas en el análisis de Robustez. Dicho conjunto deberá incluir, al menos:

- i. Una Contingencia Simple de Severidad 4a para cada AtC.
- ii. Una Contingencia Simple de Severidad 5 para cada AfC.

Adicionalmente, el Coordinador podrá incorporar, justificadamente, otras Contingencias Simples en una o más áreas coherentes, en función de analizar la Robustez de dichas áreas.

Artículo 3-9 Indicadores de desempeño dinámico

El análisis técnico de la Robustez deberá basarse en indicadores de desempeño dinámico que permitan evaluar la respuesta del SI proyectado frente al conjunto de contingencias definidas según el Artículo 3-8 del presente Anexo. Dichos indicadores deberán ser aplicados en cada una de las fases de análisis descritas en el Artículo 3-11 y Artículo 3-13 del presente Anexo, según corresponda. Los indicadores de desempeño serán, al menos, los siguientes:

- i. Indicador de Fortaleza: índice de desempeño dinámico, calculado para cada contingencia de las AtC conforme a lo establecido en el Artículo 5-75 de la NTSyCS.
- ii. Indicador de Robustez de Frecuencia: frecuencia mínima calculada para cada contingencia de las AfC conforme a lo establecido en el Artículo 5-76 de la NTSyCS.

Artículo 3-10 Medidas que pueden robustecer el SI

Para el desarrollo del análisis establecido en el Artículo 3-11 y Artículo 3-13 del presente Anexo, el Coordinador deberá identificar, para cada año dentro del horizonte de evaluación del Estudio, el conjunto de todas las posibles medidas que puedan contribuir a la Robustez del SI. Dicho conjunto deberá incluir, al menos, las siguientes categorías:

- a) Todos aquellos recursos técnicos e infraestructura disponibles en el SI que, en el marco de los Servicios Complementarios, estén habilitados para prestar servicios que contribuyan a mejorar la Robustez de Frecuencia o Fortaleza del SI.
- b) Alternativas de nuevas instalaciones, adecuaciones de instalaciones o nueva infraestructura con el potencial de robustecer Redes Débiles y cuya instalación y entrada en operación sea factible dentro de un plazo máximo del horizonte de evaluación.

Para la selección de alternativas de indicadas en la letra b), el Coordinador deberá adoptar un enfoque de neutralidad tecnológica, considerando todas las opciones y tecnologías disponibles en el mercado que, al momento de la ejecución del Estudio, puedan contribuir a la Fortaleza o Robustez de Frecuencia del SI.

El conjunto final de medidas a considerar en el Estudio deberá clasificarse según:

- i. Tipo de aporte a la Robustez que realizan (frecuencia, tensión o ambas);
- ii. Año a partir del cual la medida puede ser aplicada; y,
- iii. Área del SI en la que la medida impacta: AtC, en el caso de medidas dirigidas a mejorar la Fortaleza; y AfC, en el caso de medidas orientadas a mejorar la Robustez de Frecuencia. En aquellos casos en que una medida contribuya simultáneamente a la Robustez de Frecuencia y de tensión, se deberá identificar explícitamente tanto el AtC como el AfC en las cuales dicha medida tiene efecto.

Artículo 3-11 Análisis de fortaleza o Robustez de Tensión

En esta etapa se lleva a cabo el análisis de Fortaleza para identificar los requerimientos mínimos que deberá cumplir el SI proyectado, a fin de garantizar el cumplimiento de los estándares de Robustez establecidos en la NTSyCS.

Este análisis deberá desarrollarse para cada año dentro del horizonte de evaluación del Estudio en base a simulaciones dinámicas en el dominio del tiempo, utilizando el modelo dinámico del SI proyectado, elaborado conforme a lo dispuesto en el Artículo 3-9 del presente Anexo.

La Figura 2 presenta el procedimiento metodológico a seguir para llevar a cabo el análisis de un año dentro del horizonte de evaluación. Este procedimiento deberá aplicarse de forma independiente para cada uno de los años considerados en dicho horizonte.

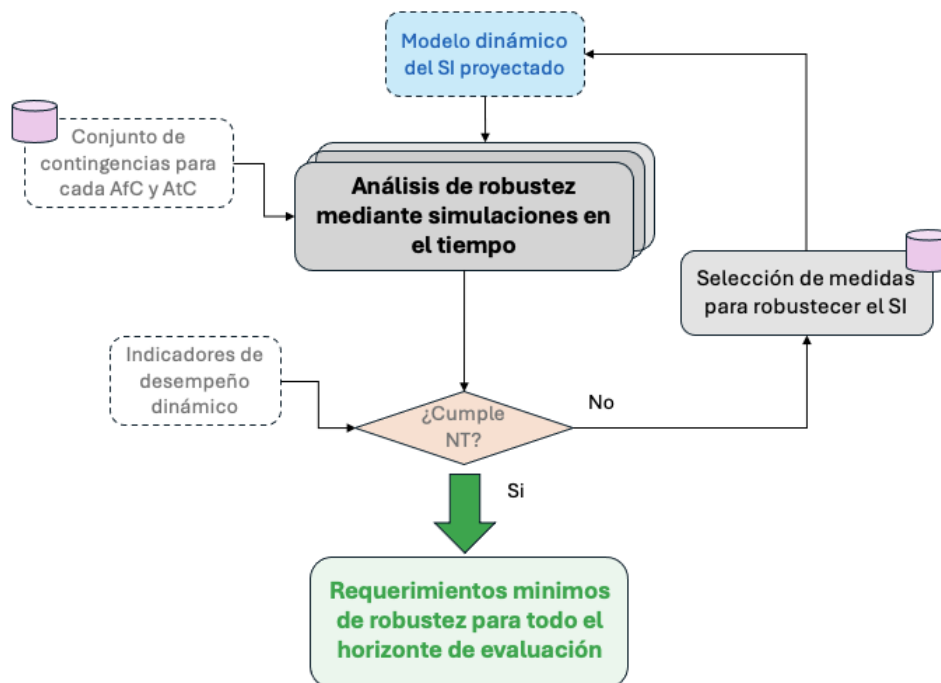


Figura 2: diagrama metodológico para el análisis de robustez

Para un año particular del horizonte de evaluación, se seguirá el siguiente procedimiento. Para cada Modo de Operación Representativo del año de análisis, se deberán simular las contingencias asociadas a cada una de sus AtC, para luego calcular los indicadores de desempeño. Para cada contingencia, se deberá verificar el cumplimiento de los siguientes criterios normativos:

- I. Que se cumpla lo dispuesto en el Artículo 5-31 de la NTSyCS.
- II. Que, una vez finalizado el período transitorio de la falla, las tensiones del SI se encuentren dentro de los estándares definidos para el Estado de Alerta, conforme a lo dispuesto en el Artículo 5-23 de la NTSyCS.
- III. Que el IDD cumpla con lo indicado en el Artículo 5-73 de la NTSyCS.

Si para una de las contingencias asociadas a una AtC, no se cumple alguna de los criterios normativos indicados en los numerales I., II. o III., el Coordinador deberá seleccionar una o más medidas entre aquellas contenidas en el conjunto definido en el Artículo 3-10 del presente Anexo, que permitan aumentar la Fortaleza de dicha AtC, es decir, el área en la que se haya verificado el incumplimiento normativo. Para estos efectos, la selección de medidas deberá realizarse siguiendo el orden de priorización establecido en el Artículo 3-12 del presente Anexo.

A continuación, la o las medidas seleccionadas deberán implementarse en el modelo dinámico del SI proyectado, para luego volver a simular la contingencia correspondiente y verificar si la o las medidas implementadas permiten dar cumplimiento a los criterios normativos indicados en los numerales I., II. y III. Si se verifica el cumplimiento de dichos criterios, el proceso continúa con la simulación de la siguiente contingencia dentro del conjunto definido en el Artículo 3-10 del presente

Anexo. En caso contrario, se deberá seleccionar una nueva medida, dentro del mismo conjunto, e incorporar dicha medida en el modelo dinámico proyectado para volver a simular la contingencia correspondiente.

El procedimiento descrito deberá repetirse de forma iterativa hasta que se verifique el cumplimiento de todas las exigencias señaladas en los numerales I., II. y III anteriores. para cada una de las contingencias asociadas a las AtC de los Modos de Operación Representativos del año en análisis.

Como resultado del análisis de fortaleza descrito, aplicado a cada año dentro del horizonte de evaluación del Estudio, se obtendrá:

- a) El conjunto de medidas con las que debe contar el SI a fin de garantizar el cumplimiento de los estándares de Fortaleza establecidos en la NTSyCS durante todo el horizonte de evaluación.
- b) Una lista con las AtC que cumplan con los criterios para ser clasificadas como Redes Débiles según el Artículo 3-14 del presente Anexo, incluyendo el o los años en que dicha clasificación resulte aplicable.

Artículo 3-12 Selección de medidas para aumentar la fortaleza del SI

La selección de medidas indicada en el Artículo 3-11 del presente Anexo, deberá efectuarse priorizando aquellas que presenten una mejor relación costo-beneficio, siguiendo el orden de priorización que se detalla a continuación:

- a) Grupo 1t – Servicios Complementarios con recursos existentes: el análisis deberá comenzar considerando las medidas asociadas a recursos técnicos e infraestructura actualmente disponibles en el SI que estén habilitados para la prestación de Servicios Complementarios que contribuyan a mejorar la Fortaleza del AtC en la que se haya verificado un incumplimiento normativo. Entre estas medidas se podrán incluir, entre otras: la incorporación de Control de Tensión, o la participación de las correspondientes IBR.

Adicionalmente, en aquellos casos en que el Coordinador identifique un problema de estabilidad local asociado a una IBR, se podrá considerar la resintonización de parámetros de sus controladores como medida adicional dentro de este grupo.

- b) Grupo 2t – Servicios Complementarios con nuevos recursos: cuando ninguna de las medidas contenidas en el Grupo 1t, ya sea aplicadas de manera individual o conjunta, permita garantizar el cumplimiento de los criterios normativos I., II. y III. del Artículo 3-11 del presente Anexo, el análisis deberá continuar considerando aquellas medidas basadas en la incorporación de nuevas instalaciones e infraestructura que contribuyan a mejorar la Fortaleza del AtC en la que se haya verificado el incumplimiento normativo. No obstante, estas medidas sólo podrán ser consideradas si sus plazos de implementación y entrada en operación resultan compatibles con el año en que se requiere su aplicación.
- c) Grupo 3f – Restricciones operacionales: De manera excepcional, y sólo en aquellos casos en que se cumpla que:

- a. Ninguna de las medidas del Grupo 1t, ya sea aplicadas de manera individual o conjunta, permita garantizar el cumplimiento de los criterios normativos I., II. y III. del Artículo 3-11 del presente Anexo.
- b. Las medidas contenidas en el Grupo 2t no pueden ser aplicadas debido a una incompatibilidad de sus plazos de implementación con el año de análisis.

El Coordinador podrá considerar la aplicación de restricciones operacionales en el AtC en la que se haya verificado el incumplimiento normativo.

Dentro de las restricciones operacionales que podrán considerarse en estos casos se incluyen: la exigencia de una cantidad mínima de unidades sincrónicas en operación o restricciones de generación a Centrales IBR. La aplicación de dichas restricciones se deberá realizar exclusivamente en el AtC en la que se haya verificado el incumplimiento normativo.

En todos los casos, el Coordinador deberá justificar técnica y fundadamente la necesidad de dichas restricciones, y documentar la decisión en el Estudio.

Las medidas analizadas por el Coordinador y que contribuyen a la Fortaleza podrán ser implementadas, de acuerdo con la normativa vigente que corresponda.

Artículo 3-13 Análisis de la robustez de frecuencia

El análisis de Robustez de Frecuencia se desarrolla de manera análoga al análisis de Fortaleza del Artículo 3-11 del presente Anexo, con las siguientes diferencias:

El análisis se basa en el modelo dinámico proyectado del SI, incorporando aquellas nuevas instalaciones e infraestructura que se deriven del análisis de Fortaleza, en el marco de “SSCC con nuevos recursos”. Respecto a las zonas, en lugar de considerar las AtC, se utilizan las AfC.

Junto a lo anterior, el indicador de desempeño dinámico a utilizar en este caso es la frecuencia mínima de acuerdo con lo definido en el Artículo 5-76 de la NTSyCS.

Al igual que en el análisis de Fortaleza descrito en el Artículo 3-11 del presente Anexo, para cada Modo de Operación Representativo del año en análisis, se deberán simular las contingencias asociadas a cada una de sus AfC, para luego calcular el indicador de desempeño definido en el Artículo 3-9 del presente Anexo.

Para cada contingencia simulada, se deberá verificar el cumplimiento de los criterios normativos I. y II. definidos en el Artículo 3-11 del presente Anexo, así como el cumplimiento del siguiente criterio adicional:

- I. Que la frecuencia mínima de sistema cumpla con lo establecido en el Artículo 5-74 de la NTSyCS.

En cuanto a las medidas para aumentar la Robustez de Frecuencia, estas deberán seguir el mismo principio de priorización establecido en el Artículo 3-12 del presente Anexo, salvo que, en este caso, las medidas a considerar incluyan:

- a) Grupo 1f – SSCC con recursos existentes: incluye medidas asociadas a recursos técnicos e infraestructura actualmente disponibles en el SI que estén habilitados para la prestación de Servicios Complementarios que contribuyan a mejorar la Robustez de Frecuencia del AfC en la que se haya verificado el incumplimiento normativo. Entre estas medidas se podrán incluir: la incorporación de capacidad de control primario de frecuencia, control rápido de frecuencia o inercia sintética, entre otras.
- b) Grupo 2f – SSCC con nuevos recursos: incluye medidas basadas en la incorporación de nuevas instalaciones e infraestructura que contribuyan a mejorar la Robustez de Frecuencia del AfC en la que se haya verificado el incumplimiento normativo. Estas medidas sólo podrán ser consideradas si sus plazos de implementación y Entrada en Operación resultan compatibles con el año en que se requiere su aplicación.
- c) Grupo 3f – Restricciones operacionales: de manera excepcional, y sólo en aquellos casos en que se cumpla que:
 - a. Ninguna de las medidas del Grupo 1f, ya sea aplicadas de manera individual o conjunta, permita garantizar el cumplimiento de los estándares normativos establecidos en los numerales I. y II. del Artículo 3-11 del presente Anexo, así como en el numeral I. del presente Artículo.
 - b. Las medidas contenidas en el Grupo 2f no pueden ser aplicadas debido a una incompatibilidad de sus plazos de implementación con el año de análisis.

El Coordinador podrá considerar la aplicación de restricciones operacionales en el AfC en la que se haya verificado el incumplimiento normativo. Dentro de las restricciones que podrán considerarse en estos casos se incluyen: la exigencia de una cantidad mínima de unidades sincrónicas en operación o la exigencia de una cantidad mínima de inercia sincrónica, entre otras. La aplicación de dichas restricciones se deberá realizar exclusivamente en el AfC en la que se haya verificado el incumplimiento normativo.

En todos los casos, el Coordinador deberá justificar técnica y fundadamente la necesidad de dichas restricciones, y documentar la decisión en el Estudio.

Las medidas analizadas por el Coordinador y que contribuyen a la Robustez de Frecuencia podrán ser implementadas, de acuerdo con la normativa vigente que corresponda.

Artículo 3-14 Clasificación de Red Débil

Se entenderá que una AtC se clasifica como un Red Débil cuando, habiéndose verificado el incumplimiento de al menos uno de los criterios normativos establecidos en los numerales I., II. o III. del Artículo 3-11 de presente Anexo, ninguna de las medidas del Grupo 1t, ya sea aplicadas de manera individual o conjunta, permite aumentar la Fortaleza del área al punto de garantizar el cumplimiento de dichos criterios normativos.

De manera similar, un AfC se clasificará como una Red Débil del SI cuando, habiéndose verificado el incumplimiento de al menos uno de los criterios normativos establecidos en los numerales I. o II.

del Artículo 3-11 del presente Anexo, o en el numeral I. del Artículo 3-13 del presente Anexo, ninguna de las medidas del Grupo 1f, ya sea aplicadas de manera individual o conjunta, permite aumentar la Robustez de Frecuencia del área al punto de garantizar el cumplimiento de dichos criterios normativos.

Título 4 Disposiciones finales

Artículo 4-1 Resultado del Estudio

El Estudio deberá incluir, como mínimo, los siguientes resultados para cada año en el horizonte de evaluación:

- a) Identificación de los Modos de Operación Representativos del SI utilizados en el análisis.
- b) Definición de las AfC y AtC para cada Modo de Operación Representativo.
- c) Clasificación de cada una de las áreas coherentes como una Red Débil o Red Fuerte, para cada año del horizonte de evaluación.
- d) Conjunto de contingencias utilizadas en cada Modo de Operación Representativo por cada año del horizonte de evaluación.
- e) Resultados de las simulaciones dinámicas realizadas para el análisis de Robustez de Tensión y Frecuencia, incluyendo el valor de los indicadores de desempeño.
- f) Conjunto de medidas que contribuyen a garantizar el cumplimiento de los estándares de Robustez establecidos en la NTSyCS, incluyendo su justificación técnica. Las medidas deberán ser clasificadas según tipo de aporte a la Robustez que realizan, el año a partir del cual la medida se podrían aplicar y el AtC o AfC en la que la medida impactaría, según corresponda.
- g) Ajustes de parámetros, restricciones o consideraciones operacionales que se aplicaran para el año del Estudio, cuando corresponda.

Título 5 Disposiciones transitorias

Artículo 5-1 Publicación del primer Estudio

El Coordinador deberá publicar el primer Estudio, en un plazo no superior a 6 meses contados desde la publicación en el Diario Oficial de la resolución exenta que aprueba el presente Anexo. El primer Estudio deberá considerar, como mínimo, las siguientes áreas coherentes:

1. Áreas de Frecuencia Coherente:
 - 1.1. Área Norte: Desde la Subestación Jadresic al norte.
 - 1.2. Área Sur: Desde la Subestación Jadresic al sur.
2. Áreas de Tensión Coherente:
 - 2.1. Área Norte Grande: desde S/E Jadresic hacia el norte.
 - 2.2. Área Norte Chico: desde S/E Jadresic por el norte, hasta SS/EE Polpaico 500 kV, Centella 220 kV y Nogales 220 kV por el sur.
 - 2.3. Área Centro Sur:
 - 2.3.1. Área Centro Sur 500 kV: de S/E Polpaico hasta S/E Charrúa 500 kV.
 - 2.3.2. Área Quinta Región: entre SS/EE Quillota 110 kV, Las vegas 110 kV, Alto Melipilla 200 kV y 110 kV, y Agua Santa 220 kV.
 - 2.3.3. Área Centro Sur 220 kV: entre SS/EE Nogales y Charrúa.
 - 2.3.4. Área Centro Sur 154 kV: entre SS/EE Alto Jahuel y Charrúa.
 - 2.4. Área Concepción: de S/E Charrúa 220 kV y 154 kV hacia el área de Concepción
 - 2.4.1. Área Sur: de S/E Charrúa 220 kV al sur.