

Especificación de Estudio DID N° 02

Desbalance de Tensiones

GERENCIA DE INGENIERÍA Y PROYECTOS

Departamento de Ingeniería y Diseño

Código del Documento: COOR-DID-EC-TEC-ET-EST-NA-NA-00009

www.coordinador.cl

CONTROL DOCUMENTAL

APROBADO POR

Revisión	Aprobado por	Cargo
1	Departamento Ingeniería y Diseño	

REVISADO POR

Revisión	Aprobado por	Cargo
1	Departamento Ingeniería y Diseño	

REALIZADO POR

Revisión	Realizado por	Cargo
1	Departamento Ingeniería y Diseño	

REGISTRO DE CAMBIOS

Fecha	Autor	Revisión	Descripción del Cambio
20-02-2019	Departamento Ingeniería y Diseño	1	Aprobado
01-02-2019	Departamento Ingeniería y Diseño	0	Aprobado
11-01-2019	Departamento Ingeniería y Diseño	B	Documento para Aprobación Interna
16-11-2018	Departamento Ingeniería y Diseño	A	Documento para Revisión Interna

Contenido

TITULO I ASPECTOS GENERALES.....	4
1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVO.....	4
3. ALCANCE	4
4. REFERENCIAS TÉCNICAS	4
5. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES.....	5
TITULO II ANÁLISIS	6
6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.....	6
7. CRITERIOS APLICADOS.....	6
8. DATOS DEL ESTUDIO	7
9. MODELACIÓN DE LAS INSTALACIONES	8
TITULO III SUPUESTOS Y SIMPLIFICACIONES	11
10. SIMPLIFICACIONES DEL ESTUDIO	11
TITULO IV ESCENARIOS Y CONTINGENCIAS.....	12
11. ESCENARIOS DEL ESTUDIO	12
12. CONTINGENCIAS DEL ESTUDIO	13
13. FORMATO DE LA BASE DE DATOS.....	13
TITULO V RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	14
14. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	14
15. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO.....	15
TITULO VI ENTREGABLES	15
16. INFORME DEL ESTUDIO.....	16
17. ENTREGA DE LA BASE DE DATOS.....	16
18. OTROS ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	17

TITULO I ASPECTOS GENERALES

1. INTRODUCCIÓN

La Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio en su Anexo Técnico “Requisitos Técnicos Mínimos de Instalaciones que se Interconectan al SI”, establece las etapas y define el proceso de interconexión al SI de Nuevas Instalaciones declaradas en construcción y/o aquellas que, estando ya interconectadas, deban ser modificadas. Además, especifica los requerimientos técnicos que el Coordinador Eléctrico Nacional podrá solicitar a todo propietario de instalaciones de generación y transmisión, interesado en interconectar Nuevas Instalaciones al SI y/o modificar instalaciones existentes.

2. OBJETIVO

En el contexto indicado en el numeral anterior, en este documento se especifican los procedimientos de análisis y formatos de los entregables de los Estudios de Interconexión establecidos en el Título IV “ESTUDIOS DE INTERCONEXIÓN” del Anexo Técnico “Requisitos Técnicos Mínimos de Instalaciones que se Interconectan al SI” de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.

En particular, en esta especificación se establece el procedimiento para la realización del estudio de Desbalance de Tensiones y el formato de entrega de los resultados del análisis.

3. ALCANCE

Las especificaciones indicadas en este documento aplican a todos los estudios de Desbalance de Tensiones solicitados por el Coordinador Eléctrico Nacional como parte del proceso de interconexión al SI de Nuevas Instalaciones declaradas en construcción y/o aquellas que, estando ya interconectadas, deban ser modificadas.

4. REFERENCIAS TÉCNICAS

Para la elaboración del presente documento fueron utilizadas como referencia las normas técnicas nacionales e internacionales indicadas a continuación:

- Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, versión mayo 2018.
- Anexo Técnico “Requisitos Técnicos Mínimos de Instalaciones que se Interconectan al SI” de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.
- NSEG 5.n.71 Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes.
- Estándar IEEE 1159 – 2009 “IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality”.
- Estándar IEEE 738 – 2012 “IEEE Standard for Calculating the Current – Temperature Relationship of Bare Overhead Conductors”.
- DIgSILENT PowerFactory, Technical Reference Documentation.

5. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES

Para este documento las siguientes abreviaturas tendrán el significado que a continuación se indica:

- SI: Sistema Interconectado.
- NTSyCS: Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.

Para este documento se precisan las siguientes definiciones:

- Transposición de una línea de transmisión: Rotación de los conductores de las fases de una línea trifásica de tal forma que éstos cambian la posición que ocupan en relación a las otras dos fases. La transposición de los conductores se realiza en puntos específicos mediante estructuras especiales o combinación de estructuras típicas localizadas a lo largo de la línea. Estos puntos también son llamados “transposiciones”.
- Ciclo de transposición: Corresponde a la rotación completa de los conductores, es decir, cada conductor de fase ha ocupado las tres posiciones posibles a lo largo de la línea de transmisión.
- Estructura de transposición: Estructura soportante de una línea de transmisión especialmente diseñada para realizar el intercambio de posiciones de los conductores en el punto de transposición.
- Línea de doble circuito: Línea de transmisión consistente en dos circuitos de la misma tensión que comparten una única estructura de soporte y que están acopladas magnéticamente.
- Contingencia simple: Corresponde a una falla o desconexión intempestiva de un elemento de SI, pudiendo ser este último una unidad generadora, un Elemento Serie del ST, una Barra de Consumo, o Elemento Paralelo del ST, entre otros y que puede ser controlada con los Recursos Generales de Control de Contingencias.
- Estado Normal: Estado del SI en que se satisfacen simultáneamente las siguientes condiciones (entre otras no nombradas aquí):
 - Las tensiones de todas las barras del SI se encuentran dentro de los rangos definidos para Estado Normal, según la siguiente tabla:

Voltaje de Barra	Límite Inferior	Límite Superior
$V \geq 500 \text{ kV}$	0,97	1,03
$200 \leq V < 500 \text{ V}$	0,95	1,05
$V < 200 \text{ kV}$	0,93	1,07

- El SI puede superar sin pérdida de sincronismo una contingencia simple.
- El SI debe operar con todos los elementos e instalaciones del ST y compensación de potencia reactiva disponibles.

TITULO II ANÁLISIS

De acuerdo con lo establecido en el artículo 3-22 de la NTSyCS, las líneas de transmisión deben garantizar que al transmitir la potencia correspondiente a su límite térmico a 25°C con sol, en Estado Normal, el desbalance de tensiones en su extremo receptor no supere los límites siguientes:

- a) Inferior al 1,0% para líneas de tensión igual o superior a 200 [kV]
- b) Inferior al 1,5% para líneas de tensión inferior a 200 [kV]

En caso de no cumplir los límites anteriores, se debe incluir los ciclos de transposiciones necesarios para cumplir con los límites indicados.

El análisis requerido para verificar las exigencias a) y b) debe estar basado en la simulación de uno o más flujos de potencia desbalanceados mediante la herramienta computacional DigSilent Power Factory.

El procedimiento del análisis y las consideraciones necesarias para la realización de las simulaciones, así como los formatos de presentación de los resultados se especifican en los siguientes ítems en este documento.

6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

La simulación computacional utilizada para el estudio debe modelar la línea analizada considerando en el extremo transmisor una fuente ideal balanceada sólidamente puesta a tierra y en el extremo receptor una carga ideal balanceada con factor de potencia 0,98 inductivo, también puesta a tierra. El modelo de la línea, la fuente ideal y la carga, deben ser realizados según lo indicado en numeral correspondiente a la modelación de las instalaciones de este título.

Para los efectos de cálculo, se deben realizar simulaciones de flujos de potencia AC del tipo desbalanceados. De esta forma es posible obtener los valores de voltaje fase-fase en el extremo carga de la línea. Con los valores indicados se debe calcular el voltaje fase-fase promedio y luego la máxima desviación que existe entre los diferentes voltajes y el valor promedio.

Si como resultado del análisis se obtiene que es necesario realizar transposiciones en la línea analizada para cumplir con la exigencia normativa, se requerirá que el estudio especifique la localización y número de las transposiciones requeridas y que simule la nueva condición demostrando la efectividad de la solución propuesta.

7. CRITERIOS APLICADOS

En conformidad con lo detallado en el artículo 3-22 de la NTSyCS, el índice de desbalance u se debe calcular como la máxima desviación, en módulo, de las tensiones entre fases respecto del promedio de ellas, dividida por dicho promedio, donde los subíndices i y j corresponden a las fases A, B y C, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$u = 100 \cdot \max \left[\frac{U_{ij} - U_{prom}}{U_{prom}} \right]$$

Para cada escenario analizado se debe verificar el cumplimiento de la exigencia normativa, en las condiciones establecidas en el presente título, verificando el cumplimiento simultáneo de los siguientes criterios:

- a) La corriente por la línea corresponde a su límite térmico a 25°C con sol.
- b) El índice de desbalance u cumple con el siguiente límite (de acuerdo con su correspondiente voltaje nominal):

Voltaje de la Línea	Índice de Desbalance
$V \geq 200 \text{ kV}$	$u < 1,0 \%$
$V < 200 \text{ kV}$	$u < 1,5 \%$

- c) Los voltajes fase-fase entre las fases A, B y C del extremo fuente y carga de la línea de transmisión se encuentran en los rangos indicados a continuación (de acuerdo con su correspondiente voltaje nominal):

Voltaje de Barra	Límite Inferior	Límite Superior
$V \geq 500 \text{ kV}$	0,97	1,03
$200 \leq V < 500 \text{ V}$	0,95	1,05
$V < 200 \text{ kV}$	0,93	1,07

8. DATOS DEL ESTUDIO

Para la realización del estudio de desbalance de tensiones se requiere disponer de los siguientes datos:

- Límite térmico de la línea [kA] de transmisión a 25°C con sol, en Estado Normal.
- Tensión nominal [kV] de la línea de transmisión
- Longitud del conductor [km] de la línea de transmisión.
- Geometría de la(s) estructura(s) de soporte más representativa(s) de la línea o de los diferentes tramos que componen la línea, incluyendo la disposición de los conductores de fase y cable guardia.
- Parámetros técnicos del o los conductores de fase y guardia a 25°C con sol.
- Número y localización de las transposiciones de la línea (si las hay).
- Resistividad del terreno.
- Parámetros técnicos de la compensación serie de la línea (si la hay)

Para las líneas de transmisión existentes los datos requeridos se deben obtener desde la plataforma de información técnica (Infotécnica) del Coordinador Eléctrico Nacional (www.coordinador.cl).

Para las líneas de transmisión proyectadas, los datos requeridos deben ser proporcionados por el propietario de la línea, los cuales deben coincidir con los datos que fueron informados al Coordinador Eléctrico Nacional.

9. MODELACIÓN DE LAS INSTALACIONES

En este numeral se especifica la modelación de los siguientes elementos de simulación, los cuales deben ser utilizados para la realización del estudio de desbalance de tensión mediante el programa DigSilent Power Factory: fuente ideal balanceada, carga ideal balanceada, línea de transmisión y compensación serie de la línea de transmisión.

- La fuente ideal balanceada debe ser considerada como una Red Equivalente sólidamente aterrizada, parametrizada con un voltaje dentro del rango aceptable de Estado Normal, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5-24 de la NTSyCS y con impedancia de Thévenin igual a cero. Se entiende por fuente ideal balanceada como aquella con potencia de cortocircuito infinita, es decir, que no presenta desbalance de tensión ante cualquier condición de carga.
- La carga ideal balanceada debe utilizar un modelo tipo “3PH PH-E”. Esta carga debe ser independiente del voltaje y debe ser ajustada de forma tal que a través de la línea de transmisión circule la corriente requerida para la realización del estudio, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 - Para las líneas de simple circuito se debe ajustar la carga para que circule la corriente correspondiente al límite térmico de la línea a 25°C con sol, en Estado Normal.
 - Para las líneas de doble circuito se debe ajustar la carga para que circule la corriente correspondiente al límite térmico de la línea a 25°C con sol, en Estado Normal. Es decir, con ambos circuitos y la compensación serie (si la hay) en servicio.
 - Para las líneas de más de dos circuitos, se debe proceder en forma similar a lo indicado en el punto anterior.
- La línea de Transmisión debe ser modelada de la siguiente forma:
 - Modelación del conductor de fase y de guardia: Para la modelación de los conductores, deben ser incluidos todos los parámetros solicitados en el modelo tipo de conductor (*Conductor Type*) los cuales se presentan a continuación. La siguiente tabla debe ser incluida en el informe del estudio:

Tabla 1: Características modelo tipo de conductor

CARACTERÍSTICAS CONDUCTOR DE FASE/GUARDIA		
PARÁMETRO	UM	VALOR
TENSIÓN NOMINAL	[kV]	
CORRIENTE NOMINAL	[kA]	
MATERIAL DEL CONDUCTOR		
NUMERO DE SUBCONDUCTORES	-	
ESPACIAMIENTO DEL CONJUNTO DE CONDUCTORES (SI APLICA)	m	
MODELO DEL CONDUCTOR	solido/tubular	
PARÁMETROS DE SUBCONDUCTORES	UM	VALOR
RESISTENCIA DC (20° C)	Ohm/km	

CARACTERÍSTICAS CONDUCTOR DE FASE/GUARDIA		
RADIO MEDIO GEOMÉTRICO - RMG	mm	
DIÁMETRO EXTERNO	mm	
DIÁMETRO INTERIOR (SI APLICA)	mm	

Para obtener un valor aproximado del radio medio geométrico del conductor, se utiliza la fórmula que se presenta a continuación, en base lo indicado en la documentación técnica de referencia del programa DlgSILENT PowerFactory.

$$RMG = r \times e^{-1/4}$$

Donde:

RMG Radio Medio Geométrico [mm].
 r Corresponde al radio del conductor [mm].

- Modelación de la torre: Para la modelación de la torre se utiliza un modelo tipo torre (*Tower Type*), el cual considera la distribución geométrica de los conductores. Para la realización de este modelo se debe considerar la estructura más representativa del trazado. El modelo debe considerar la resistividad del terreno.

Para la obtención de la altura media (h_{media}) de cada conductor se debe tener en consideración el siguiente esquema.

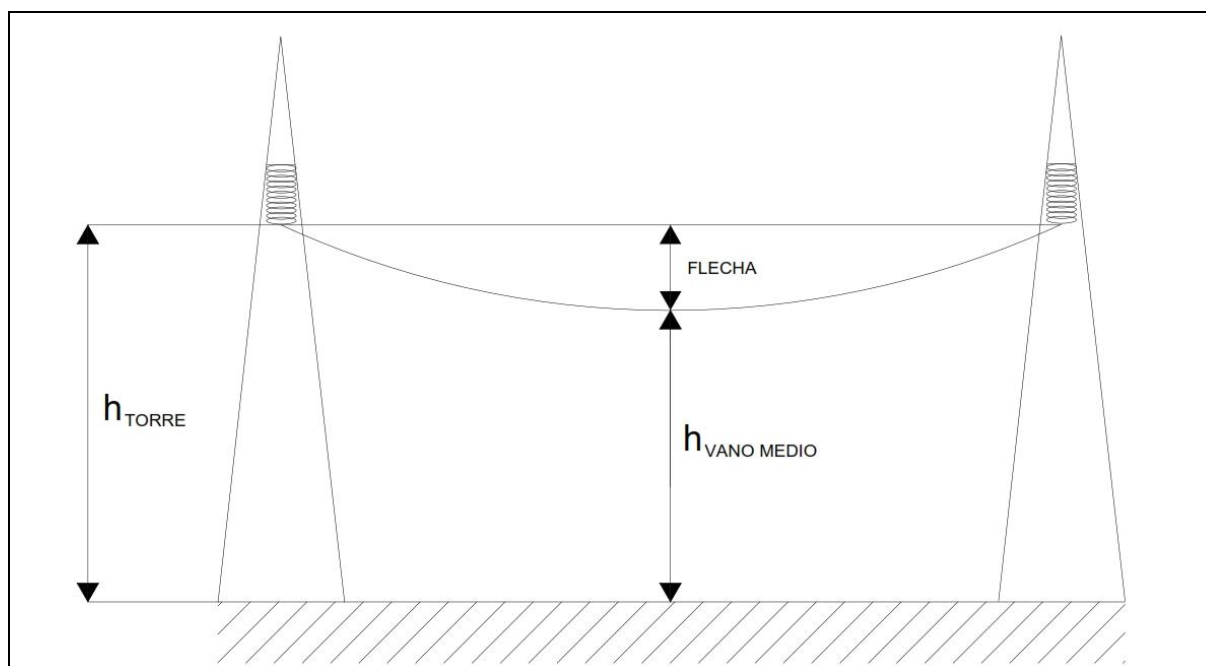


Figura 1: Esquema de Altura media, conductores, línea de transmisión.

Se debe considerar la altura media de los conductores de acuerdo con el siguiente cálculo:

$$h_{\text{media}} = \frac{1}{3}h_{\text{Torre}} + \frac{2}{3}h_{\text{Vano Medio}}$$

Donde:

- h_{media} : Altura media de cada conductor [m].
 h_{Torre} : Altura del conductor en el punto de soporte (considerar cadena de aisladores) [m].
 Flecha : Distancia entre el punto más bajo situado en el centro de la curva y la recta que une los apoyos [m].
 $h_{\text{Vano Medio}}$: Altura del conductor en el punto central del vano, para efectos prácticos corresponde a la diferencia entre h_{Torre} y la flecha del conductor [m].

La fórmula de h_{media} es aplicable para conductores de fase y conductores de guardia.

Luego de obtener las alturas y disposiciones de los conductores del modelo se deben ingresar al programa de simulación las coordenadas cartesianas (x,y) de cada conductor. La siguiente tabla debe ser incluida en el informe del estudio, para indicar las posiciones de los conductores consideradas en el análisis.

Tabla 2: Coordenadas geométricas conductores en una estructura tipo

COORDENADAS GEOMETRICAS DE CONDUCTORES EN TORRE			
CONDUCTOR DE GUARGIA			
CIRCUITO	COORDENADAS EN EL EJE (X , Y)	UM	VALOR
CIRCUITO 1	X0	m	
	Y0	m	
CIRCUITO 2	X0'	m	
	Y0'	m	
CONDUCTOR DE FASE			
CIRCUITO	COORDENADAS EN EL EJE (X , Y)	UM	VALOR
CIRCUITO 1	X1	m	
	X2	m	
	X3	m	
	Y1	m	
	Y2	m	
	Y3	m	
CIRCUITO 2	X1'	m	
	X2'	m	
	X3'	m	
	Y1'	m	
	Y2'	m	
	Y3'	m	

En caso de líneas de transmisión, de dos o más circuitos que comparten estructuras, se debe considerar el efecto de acoplamiento mutuo que se produce entre los circuitos.

Si la línea de transmisión estudiada cuenta con transposiciones, estas deberán ser consideradas en la modelación del caso base y ser incluidas en el informe, de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 3: Número y Localización de Transposiciones

LOCALIZACIÓN DE TRANSPOSICIONES		
TRANSPOSICIÓN	LOCALIZACIÓN [km]	SUBESTACIÓN DE REFERENCIA
1		
2		
3		

- La compensación serie de la línea debe ser modelada utilizando el elemento disponible para tal efecto en el programa DigSilent Power Factory, considerando el voltaje e impedancia nominal del equipo informada por el proveedor.

TITULO III SUPUESTOS Y SIMPLIFICACIONES

Con el objeto de estandarizar supuestos y simplificaciones que se pueden utilizar en la realización del estudio, se indican a continuación las más relevantes, cuyo objetivo es simplificar el procedimiento de análisis sin perjudicar la precisión y validez de los resultados.

10. SIMPLIFICACIONES DEL ESTUDIO

- En el caso que se verifiquen diferentes valores de resistividad del terreno a lo largo del trazado de la línea de transmisión, se permitirá la utilización de un valor promedio, el cual deberá ser ponderado con la longitud del tramo de línea de cada valor de resistividad.
- En el caso que la línea posea diferentes estructuras de soporte a lo largo del trazado, se permitirá la modelación de solo una de ellas para toda la línea, aquella que se repite la mayor cantidad de veces.
- Se permitirá la utilización de un valor promedio y representativo del vano de la línea. En forma similar se utilizará un valor promedio para la flecha de la línea.
- Los consumos y la generación conectada en derivación a una línea de transmisión no serán considerados en el análisis. Sin perjuicio de lo indicado, el Coordinador podrá solicitar incluir estos elementos en el análisis en aquellos casos en que, a juicio exclusivo de este, el efecto en el desbalance de tensiones sea relevante.
- Si la línea posee más de un tipo de conductor, se permitirá la modelación de solo uno de ellos para toda la línea. Aquel que se extiende por mayor longitud.

TITULO IV ESCENARIOS Y CONTINGENCIAS

El estudio de desbalance de tensiones debe ser presentado al Coordinador cuando los proyectos correspondan o contemplen los siguientes desarrollos:

- a) Nueva línea de transmisión de simple circuito.
- b) Nueva línea de transmisión de dos o más circuitos.
- c) Reemplazo de conductor de línea de transmisión existente.
- d) Seccionamiento de línea de transmisión existente.

Para cada uno de estos proyectos se deben analizar los escenarios y contingencias especificados a continuación.

11. ESCENARIOS DEL ESTUDIO

Para cada uno de los proyectos indicados en el presente título se deben simular los siguientes escenarios:

- **Escenario 00 (E00):** Este escenario corresponde a la modelación de la condición inicial del análisis (caso base del estudio). La modelación de este escenario debe reproducir el diseño original o el estado actual de una línea de transmisión o bien el estado final de una línea de transmisión existente una vez que ha sido sometida a un seccionamiento. Si el análisis de este escenario concluye que en la condición indicada se cumple con la exigencia normativa del artículo 3-22 de la NTSyCS, no se requerirá desarrollar el análisis del escenario E01.
- **Escenario 01 (E01):** Este escenario corresponde al caso base del estudio con las transposiciones propuestas necesarias para la verificación exitosa del criterio de cumplimiento establecido en el numeral siete de este documento. El desarrollo de este escenario solo es necesario si el análisis del escenario E00 concluye que no se verifica el cumplimiento del artículo 3-22 de la NTSyCS y es necesario introducir estructuras de trasposición a la línea analizada.

Para la modelación del escenario E00 (caso base) se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si la línea de transmisión está constituida por solo un (1) circuito, entonces se debe considerar un caso base consistente en la modelación de la línea de transmisión con las transposiciones consideradas en el diseño original. Si el diseño original de la línea no considera transposiciones entonces la línea debe ser modelada sin transposiciones.
- Si la línea de transmisión está constituida por dos o más circuitos, entonces se debe considerar un caso base consistente en la modelación de la línea de transmisión proyectada con todos los circuitos.
- Si el diseño de la línea de transmisión contempla compensación serie, entonces se debe considerar el caso base consistente en la modelación de la línea de transmisión con los equipos componentes de la compensación serie.

- Si el proyecto consiste en el seccionamiento de una línea de transmisión existente, entonces se deben analizar las líneas de transmisión resultantes del seccionamiento observando las consideraciones indicadas en los puntos anteriores.

Para la modelación del escenario E01 (caso base con las modificaciones requeridas) se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debe corresponder exactamente al caso base al cual se le ha añadido exclusivamente las transposiciones requeridas para cumplir con la exigencia normativa del artículo 3-22 de la NTSyCS.

12. CONTINGENCIAS DEL ESTUDIO

Para cada uno de los escenarios indicados en el numeral anterior, se debe considerar el análisis de las siguientes contingencias o grupos de contingencias indicadas a continuación:

- **Contingencia 00 (C00):** Corresponde a la condición normal de operación (con todas las instalaciones y equipos disponibles y/o sin contingencias), entendiéndose como tal la topología más probable de las instalaciones en estudio durante su operación.
- **Contingencia 01 (C01):** Corresponde a la indisponibilidad de un (1) circuito de una línea de transmisión de dos o más circuitos.
- **Contingencia 02 (C02):** Corresponde a la indisponibilidad de un (1) equipo de compensación serie de una línea de transmisión con compensación serie.

El estudio de desbalance de tensiones debe demostrar que en las condiciones establecidas en el título II de este documento se verifica el cumplimiento de la exigencia normativa del artículo 3-22 de la NTSyCS en el caso de la contingencia C00, cuyo criterio de verificación se indica en el numeral siete de este documento.

A solicitud del Coordinador, se podría requerir adicionalmente el mismo análisis ya indicado, pero invirtiendo las posiciones del lado fuente y carga de la(s) línea(s) de transmisión analizada(s).

13. FORMATO DE LA BASE DE DATOS

La base de datos DigSilent Power Factory utilizada para la realización del estudio debe estar configurada de manera que todas las contingencias analizadas en el informe sean directamente reproducibles para facilitar su revisión.

En otras palabras, se requiere que la base de datos permita identificar y cargar cada contingencia analizada en el informe con el fin de verificar las conclusiones sin necesidad de realizar modificaciones a la base de datos.

Para ejemplificar la estructura requerida de la base de datos, considérese una línea de doble circuito con compensación serie en ambos extremos de cada circuito. El diseño original de la línea no considera transposiciones.

Para la revisión del escenario caso base E00, se requerirán los siguientes casos de estudio (Study Case), los que corresponderán a las contingencias analizadas:

Escenario Caso Base E00

- E00-C00:** Operación normal (ambos circuitos y las cuatro compensaciones serie en servicio).
- E00-C01:** Indisponibilidad de un circuito (un circuito con las dos compensaciones serie en servicio).
- E00-C02:** Indisponibilidad de una compensación serie (ambos circuitos y tres compensaciones serie en servicio).
- E00-C03:** Indisponibilidad total de la compensación serie de un circuito (ambos circuitos y solo dos compensaciones serie en servicio del mismo circuito).
- E00-C04:** Indisponibilidad de un circuito y de una compensación serie (solo un circuito y una compensación serie en servicio).
- E00-C05:** Indisponibilidad de un circuito y de dos compensaciones serie (solo un circuito sin compensación serie en servicio).

En forma análoga, para la revisión del escenario caso base modificado E01, se requerirán los siguientes casos de estudio (Study Case), los que corresponderán a las contingencias analizadas:

Escenario Caso Base Modificado E01

- E01-C00:** Operación normal (ambos circuitos y las cuatro compensaciones serie en servicio).
- E01-C01:** Indisponibilidad de un circuito (un circuito con las dos compensaciones serie en servicio).
- E01-C02:** Indisponibilidad de una compensación serie (ambos circuitos y tres compensaciones serie en servicio).
- E01-C03:** Indisponibilidad total de la compensación serie de un circuito (ambos circuitos y solo dos compensaciones serie en servicio del mismo circuito).
- E01-C04:** Indisponibilidad de un circuito y de una compensación serie (solo un circuito y una compensación serie en servicio).
- E01-C05:** Indisponibilidad de un circuito y de dos compensaciones serie (solo un circuito sin compensación serie en servicio).

TITULO V RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Con el fin de facilitar la revisión de los resultados y las conclusiones del estudio, se especifica el formato de presentación de los resultados y la evaluación de las conclusiones.

14. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO

Los resultados de las simulaciones de las contingencias analizadas deben ser incluidos en el informe mediante una tabla en la cual se registren los valores de la corriente por la línea analizada I_A [kA], los voltajes fase-fase U_{ij} [p.u.], voltaje promedio fase-fase U_{prom} [p.u.] y el índice de desbalance u [%].

Como ejemplo del formato requerido se muestran las tablas N° 3 y 4, correspondientes al ejemplo descrito en el numeral trece de este documento.

Tabla 4: Resultados del Análisis del Escenario Caso Base E00

	Corriente	Voltajes lado Fuente			Voltajes lado Carga			Índice	
	I _A	U _{AB}	U _{BC}	U _{CA}	U _{AB}	U _{BC}	U _{CA}	U _{prom}	u
	[kA]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[%]
E00-C00									
E00-C01									
E00-C02									
E00-C03									
E00-C04									
E00-C05									

Tabla 5: Resultados del Análisis del Escenario Caso Base Modificado E01

	Corriente	Voltajes lado Fuente			Voltajes lado Carga			Índice	
	I _A	U _{AB}	U _{BC}	U _{CA}	U _{AB}	U _{BC}	U _{CA}	U _{prom}	u
	[kA]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[p.u.]	[%]
E01-C00									
E01-C01									
E01-C02									
E01-C03									
E01-C04									
E01-C05									

En una tabla adicional adjunta se requerirá la descripción exacta de la topología que considera cada contingencia analizada en las tablas N° 3 y 4.

Adicionalmente, se requerirán las imágenes de las simulaciones realizadas, las cuales deberán ser incluidas en un anexo del informe, en donde se aprecie con claridad las cajas de resultados con las magnitudes de las tensiones y las corrientes.

15. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

Las conclusiones del estudio consistirán en la verificación del cumplimiento de los criterios a), b) y c) indicados en el numeral siete de este documento, mediante las tablas especificadas para tal efecto en el numeral anterior.

TITULO VI ENTREGABLES

El informe del estudio de desbalance de tensiones deberá ser entregado al Coordinador mediante un archivo en formato PDF con la correspondiente base de datos DigSilent Power Factory. Adicionalmente, se podrá adjuntar documentación adicional si el interesado o el Coordinador lo considera pertinente.

16. INFORME DEL ESTUDIO

El temario del informe y de la base de datos del Estudio de Desbalance de Tensiones debe ser el siguiente, en el orden que se indica:

Ítem	Tema	Descripción
1	Identificación	Identificación del proyecto y la empresa propietaria.
2	Objetivo y Alcance	Descripción, clara y simple del tipo, objetivo y alcance del estudio.
3	Resumen	Breve descripción del proyecto y su conexión, resumen del análisis realizado y las conclusiones relevantes.
4	Introducción	Descripción completa del proyecto y su conexión, sus etapas y plazos. Se incluye un Diagrama Unilineal Simplificado de la(s) línea(s) de transmisión analizada(s).
5	Referencias Técnicas	Identificación de las normas técnicas nacionales e internacionales en que se funda el estudio.
6	Definiciones y Abreviaciones	Lista de definiciones y abreviaciones técnicas utilizadas en el informe.
7	Supuestos y Simplificaciones	Indicación de todos los supuestos y simplificaciones consideradas en la realización del estudio.
8	Datos del Estudio	Parámetros y características técnicas de los equipos e instalaciones consideradas en el estudio.
9	Procedimiento del Análisis	Procedimiento del análisis de acuerdo a lo indicado en la Especificación de Estudio DID N° 02 – Estudio de Desbalance de Tensiones.
10	Escenarios y Contingencias	Escenarios y contingencias de acuerdo a lo indicado en la Especificación de Estudio DID N° 02 – Estudio de Desbalance de Tensiones.
11	Resultados	Resultado del análisis de acuerdo a lo indicado en la Especificación de Estudio DID N° 02 – Estudio de Desbalance de Tensiones.
12	Conclusiones	Conclusiones de acuerdo a los criterios de cumplimiento indicados en la Especificación de Estudio DID N° 02 – Estudio de Desbalance de Tensiones.
13	Anexos	Información anexa de acuerdo a lo indicado en la Especificación de Estudio DID N° 02 – Estudio de Desbalance de Tensiones.
14	Base de Datos	Organización de la base de datos y modelación de los equipos e instalaciones de acuerdo a lo indicado en la Especificación de Estudio DID N° 02 – Estudio de Desbalance de Tensiones.

El nombre del archivo PDF debe tener el mismo formato especificado en el siguiente numeral para el archivo y carpeta del proyecto (Project) DigSilent Power Factory.

17. ENTREGA DE LA BASE DE DATOS

La base de datos deberá estar organizada de la siguiente forma:

- La base de datos debe estar en formato reconocible por el programa DigSilent Power Factory.

- Todas las contingencias analizadas deben estar contenidas en un solo proyecto de la base de datos (Project), la cual debe adicionalmente contener todas las bibliotecas y elementos necesarios para ejecutar los casos independientemente del computador y licencia utilizada.
- El nombre del archivo y de la carpeta del proyecto (Project), debe tener el siguiente formato:

NUP-EST-REV

NUP	Numero Único de Proyecto (número asignado por el Coordinador)
EST	Tipo de estudio (en este caso es “EDT”)
REV	Número de revisión del estudio. Debe ser un número entero consecutivo iniciando en “1”

Ejemplo: Un proyecto con NUP 335 cuyo estudio de desbalance de tensiones y su correspondiente base de datos fue entregado al Coordinador por segunda vez (atendiendo las observaciones de la primera revisión), deberá tener el siguiente nombre: 335-EDT-2

- Cada contingencia analizada debe corresponder a un Caso de Estudio (Study Case), cuyos nombres deben corresponder a los indicados en el numeral 14 de este documento.

18. OTROS ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El propietario del proyecto podrá entregar antecedentes adicionales para complementar o mejorar la comprensión del estudio si lo estima conveniente. En forma similar, el Coordinador podrá solicitar antecedentes adicionales en caso de ser necesario.

FIN DEL DOCUMENTO