

# Especificación de Estudio DID N° 04 Coordinación de Aislamiento hasta 245 kV

---

GERENCIA DE INGENIERÍA Y PROYECTOS  
Departamento de Ingeniería y Diseño

Código del Documento: COOR-DID-EC-TEC-EST-ELEC-NA-NA-00004

[www.coordinador.cl](http://www.coordinador.cl)

## CONTROL DOCUMENTAL

### APROBADO POR

Revisión	Aprobado por	Cargo
1	Diego Pizarro González	Jefe Departamento Ingeniería y Diseño

### REVISADO POR

Revisión	Aprobado por	Cargo
A	Erick Lara Gallardo	Jefe de Especialidad Departamento de Ingeniería y Diseño
A	Aarón Paradas Mujica	Ingeniero Especialista Departamento de Ingeniería y Diseño
A	Miguel Alarcón González	Ingeniero Especialista Departamento de Ingeniería y Diseño

### REALIZADO POR

Revisión	Realizado por	Cargo
1	Alexander Quinteros Barrera	Ingeniero Especialista Departamento de Ingeniería y Diseño

### REGISTRO DE CAMBIOS

Fecha	Autor	Revisión	Descripción del Cambio
	Alexander Quinteros Barrera	A	Documento para Revisión Interna
	Alexander Quinteros Barrera	B	Documento para Aprobación Interna
	Alexander Quinteros Barrera	C	Documento para Aprobación Interna
	Alexander Quinteros Barrera	D	Aprobado para publicación

## Contenido

<b>TITULO I</b>	<b>ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>5</b>
1.	INTRODUCCIÓN .....	5
2.	OBJETIVO.....	5
3.	ALCANCE .....	5
4.	REFERENCIAS TÉCNICAS .....	5
5.	DEFINICIONES Y ABREVIACIONES.....	6
<b>TITULO II</b>	<b>ANÁLISIS .....</b>	<b>8</b>
6.	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.....	8
6.1	SOBRETENSIONES REPRESENTATIVAS ( <i>U<sub>rp</sub></i> ).....	10
6.2	TENSIONES DE SOPORTABILIDAD PARA LA COORDINACIÓN ( <i>U<sub>cw</sub></i> ) .....	11
6.3	TENSIONES DE SOPORTABILIDAD REQUERIDAS ( <i>U<sub>rw</sub></i> ) .....	12
6.4	TENSIONES SOPORTADAS ESTANDARIZADAS ( <i>U<sub>w</sub></i> ).....	13
7.	CRITERIOS APLICADOS.....	14
8.	DATOS DEL ESTUDIO .....	14
9.	MODELACIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	14
10.	FORMATO DE LA BASE DE DATOS .....	14
<b>TITULO III</b>	<b>SUPUESTOS Y SIMPLIFICACIONES .....</b>	<b>14</b>
11.	SUPUESTOS DEL ESTUDIO .....	14
12.	SIMPLIFICACIONES DEL ESTUDIO .....	14
<b>TITULO IV</b>	<b>ESCENARIOS.....</b>	<b>15</b>
13.	ESCENARIOS DEL ESTUDIO .....	15
<b>TITULO V</b>	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>15</b>
14.	PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO .....	15
15.	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO.....	15
<b>TITULO VI</b>	<b>ENTREGABLES .....</b>	<b>15</b>

16.	INFORME DEL ESTUDIO.....	16
17.	ENTREGA DE LA BASE DE DATOS.....	17
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 coordinación de aislamiento y el formato de entrega de los resultados del análisis.

### **3. ALCANCE**

Las especificaciones indicadas en este documento aplican a todos los estudios de coordinación de aislamiento 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.

El alcance del presente documento establece el procedimiento para la realización de estudio de coordinación de aislamiento para proyectos en subestaciones de hasta un nivel de tensión de 245 kV.

### **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, 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.
- Norma IEC 60071-1:2011 “Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules”.
- Norma IEC 60071-2:2018 “Insulation co-ordination – Part 2: Application guidelines”.

- Reporte Técnico IEC TR 60071-4:2004 “Insulation co-ordination – Part 4: Computational guide to insulation co-ordination and modelling of electrical networks”.

## 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.
- $U_{rp}$ : Amplitud de la sobretensión representativa.
- $U_{cw}$ : Tensión soportada de coordinación del equipo.
- $U_{rw}$ : Tensión soportada especificada del equipo.
- $U_w$ : Tensión soportada normalizada.
- $U_m$ : Tensión más elevada del equipo.
- $U_s$ : Tensión más elevada del sistema.
- p-e: Relativo a fase-tierra.
- p-p: Relativo a fase-fase
- $U_{e2}$ : Valor de la sobretensión fase-tierra con una probabilidad del 2% de ser superada:  $F(U_e \geq U_{e2}) = 0,02$ .
- $U_{p2}$ : Valor de la sobretensión fase-fase con una probabilidad del 2% de ser superada:  $F(U_p \geq U_{p2}) = 0,02$ .

Para este documento se precisan las siguientes definiciones:

- Coordinación de Aislamiento: Selección del nivel de aislamiento asignado de los equipos en relación con las tensiones de funcionamiento y sobretensiones que puedan aparecer en la red para la cual se ha diseñado el equipo, y teniendo en cuenta las condiciones de servicio y las características de los dispositivos de protección y prevención disponibles.
- Tensión más elevada del equipo ( $U_m$ ): Máximo valor eficaz de tensión entre fases para el que se ha diseñado el equipo en lo que respecta al aislamiento y a otras características relacionadas con esta tensión en las normas correspondientes de los equipos. En condiciones normales de servicio especificadas por producto, esta tensión puede aplicarse de forma continua al material.
- Tensión más elevada del sistema ( $U_s$ ): Máximo valor eficaz de tensión de funcionamiento entre fases, que se produce en condiciones normales de funcionamiento en cualquier momento, y en cualquier punto del sistema.
- Aislamiento externo: Distancias en el aire, y en las superficies en contacto del aislamiento sólido del material con el aire ambiente que está sujeto a esfuerzo dieléctricos y a los efectos de las condiciones atmosféricas y ambientales del lugar tales como contaminación, humedad, fauna, etc.

- Aislamiento interno: Distancias internas en el aislamiento sólido, líquido o gaseoso del equipo que están protegidas de los efectos de las condiciones atmosféricas y otras condiciones externas.
- Sobretensión temporal, TOV: Sobretensión a frecuencia industrial de duración relativamente larga.
- Sobretensión de frente lento, SFO: Sobretensión transitoria, normalmente unidireccional, con una duración hasta el valor de cresta  $20 \mu s < T_p \leq 5000 \mu s$  y duración de cola  $T_2 \leq 20 \text{ ms}$ .
- Sobretensión de frente rápido, FFO: Sobretensión transitoria, normalmente unidireccional, con una duración hasta el valor de cresta  $0,1 \mu s < T_1 \leq 20 \mu s$  y duración de cola  $T_2 \leq 300 \mu s$ .
- Sobretensiones representativas,  $U_{rp}$ : Sobretensiones que producirían los mismos efectos dieléctricos en el aislamiento que las sobretensiones de una clase dada que ocurren en servicio debido a diversos orígenes.  
Están constituidas por las formas de onda de tensión normalizadas de una clase y pueden definirse a través de un valor o conjunto de valores o una distribución estadística en frecuencia de valores que simulen las condiciones de servicio.
- Tensión soportada de coordinación,  $U_{cw}$ : Para cada clase de tensión, es el valor de la tensión soportada de la configuración de aislamiento en las condiciones reales de servicio que satisface los criterios de funcionamiento.
- Tensión soportada requerida,  $U_{rw}$ : Tensión de ensayo que el aislamiento debe soportar en un ensayo de tensión soportada normalizada para asegurar que el aislamiento cumplirá con los criterios de funcionamiento, cuando está sometido a una clase dada de sobretensiones en las condiciones reales de servicio y durante toda la duración del servicio. La tensión soportada requerida tiene la forma de onda de la tensión soportada de coordinación, y se especifica en referencia a todas las condiciones de ensayo de tensión soportada normalizada elegida para verificarla.
- Tensión soportada asignada normalizada,  $U_w$ : Valor normalizado de la tensión soportada asignada tal como se especifica en la norma IEC 60071-1 (secciones 5.6 y 5.7).
- Dispositivo limitador de sobretensión: Dispositivo que limita los valores de cresta de las sobretensiones, su duración, o ambas. Se clasifican como dispositivos de prevención (por ejemplo, una resistencia de preinserción) o como dispositivos de protección (por ejemplo, pararrayos).

- Factor de coordinación,  $K_c$ : Factor por el que ha de multiplicarse el valor de la sobretensión representativa con el fin de obtener la tensión soportada de coordinación.
- Factor de corrección por altitud,  $K_a$ : Factor que se ha de aplicar a la tensión soportada de coordinación para tener en cuenta la diferencia de rigidez dieléctrica entre la presión media correspondiente a la altitud de servicio y la presión normalizada de referencia.
- Factor de seguridad,  $K_s$ : Factor global que se aplica a la tensión soportada de coordinación después de la aplicación del factor de corrección atmosférica (si se requiere), para obtener la tensión soportada requerida, teniendo en cuenta las restantes diferencias de rigidez dieléctrica entre las condiciones de servicio durante la vida útil y aquellas del ensayo de tensión soportada normalizada.
- Factor de conversión de ensayo,  $K_{tc}$ : Para un material o configuración de aislamiento dados, es el factor que ha de aplicarse a la tensión soportada requerida de una clase de sobretensión dada, en el caso de que la forma de onda de tensión soportada normalizada del ensayo de tensión soportada seleccionado sea de una clase de sobretensión diferente.
- Factor de falla o defecto a tierra,  $K$ : Para un punto dado de una red trifásica, y para una configuración de red, la relación entre el máximo valor eficaz de la tensión fase-tierra (a frecuencia industrial en una fase sana durante un defecto a tierra que afecta a una o varias fases en cualquier punto de la red), y el valor eficaz de la tensión a frecuencia industrial fase-tierra que se obtendría en la localización dada en ausencia de cualquier defecto.

## TITULO II ANÁLISIS

Para la elaboración de estudios de coordinación de aislamiento de las subestaciones que formarán parte del sistema eléctrico nacional se deberá considerar lo siguiente:

Los valores de tensión requeridos por los equipos se determinarán mediante la aplicación de los criterios definidos en la norma IEC 60071.

El procedimiento de coordinación de aislamiento consiste en la selección de los valores estandarizados de voltajes que debe soportar el equipamiento de una subestación teniendo en cuenta las condiciones de servicio (permanentes y transitorias) y las características de los dispositivos de protección.

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

### 6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

En este apartado se indica el procedimiento que se debe seguir para la realización del estudio de coordinación de aislamiento.



La Figura N°1 de la norma IEC 60071-1:2011 muestra un diagrama de flujo indicando los pasos para el desarrollo del estudio, donde se establecen (4) pasos que determinan las tensiones normalizadas:

- 1) Determinación de las tensiones y sobretensiones representativas ( $U_{rp}$ ).
- 2) Determinación de las tensiones de soportabilidad para la coordinación ( $U_{cw}$ ).
- 3) Determinación de las tensiones de soportabilidad requeridas ( $U_{rw}$ ).
- 4) Determinación de las tensiones de soportabilidad normalizadas ( $U_w$ ).

El análisis se debe realizar en el orden indicado anteriormente y se obtendrá como resultado el grupo de tensiones soportables estandarizadas (según el rango correspondiente a la tensión analizada y sus características).

La norma IEC 60071 clasifica las sobretensiones en cuatro grupos principales:

- 1) Sobretensiones Temporales (TOV): Corresponden a las sobretensiones de larga duración (desde 20 ms hasta varios segundos), a frecuencia industrial, poco amortiguadas y de frecuencia similar a la de operación. Se pueden originar por cortocircuitos, rechazos de carga, condiciones de resonancia y/o ferresonancias, y son menos frecuentes.
- 2) Sobretensiones de Frente Lento (SFO): Pertenece al grupo de sobretensiones transitorias y se puede producir por cortocircuitos, maniobras, conexión y desconexión de líneas, rechazos de carga, y descargas atmosféricas distantes en los conductores de líneas aéreas. Se caracterizan por tener una duración desde algunas decenas hasta miles de microsegundos.
- 3) Sobretensiones de Frente Rápido (FFO): Pertenece al grupo de sobretensiones transitorias y se producen esencialmente por descargas atmosféricas (caída de rayos). Su magnitud es mucho mayor que los otros tipos de sobretensiones.
- 4) Sobretensiones de Frente muy Rápido (VFFO): Pertenece al grupo de sobretensiones transitorias y se originan con las operaciones de desconectadores o fallas internas de GIS, debido al rápido cebado de los electrodos en gas y la escasa atenuación a la propagación de frentes dentro de la GIS. Sus amplitudes se atenúan rápidamente al salir de la GIS. La sobretensión representativa no puede establecerse, debido a que los métodos normalizados adecuados no están disponibles actualmente. La experiencia internacional indica que estas sobretensiones no tienen influencia en la selección del grupo de tensiones soportables estandarizadas, en sistemas de hasta 800 kV (IEC 60071-2:2018).

Los pasos para el desarrollo del procedimiento indicado son los siguientes:

## 6.1 SOBRETENSIONES REPRESENTATIVAS ( $U_{rp}$ )

Para determinar este tipo de sobretensiones, se debe identificar lo siguiente:

- a. **Tensiones permanentes** Son las tensiones determinadas por la operación de la red en condiciones normales.
  - Tensión nominal (*Ejemplo: 220 kV*)
  - Tensión máxima ( $U_s$ , *Ejemplo: 245 kV*)
- b. **Sobretensiones Temporales:** Para sobretensiones temporales, al menos se deberán analizar dos casos:
  - Fallas a tierra.
  - Rechazo de carga.

Para las fallas a tierra, aplicamos el “factor de defecto a tierra ( $K$ )” sobre el valor de  $U_s$ . Es posible determinar el factor de defecto a tierra a partir del Anexo A de la norma IEC 60071-2:2018.

Para las fallas por rechazo de carga, que afectan al aislamiento entre fases y fase a tierra, se toman en cuenta un factor de amplitud de las sobretensiones producidas por perdidas de carga, de acuerdo con lo indicado en el numeral 4.3.2.3 de la IEC 60071-2:2018.

Según las recomendaciones de la IEC, se tomarán valores conservadores en instalaciones según el nivel de tensión.

Una vez determinados los resultados, las sobretensiones representativas temporales corresponderán a las tensiones más elevadas para fase- fase, y fase a tierra respectivamente.

Tabla 1: Resumen de sobretensiones Temporales

<i>SOBRETENSIONES TEMPORALES</i>	$U_{rp}(kV)$
<i>Falla a tierra</i>	<i>Factor de defecto a tierra * <math>\frac{U_s}{\sqrt{3}}</math> (fase-tierra)</i>
<i>Rechazo de carga</i>	<i>Factor de amplitud * <math>\frac{U_s}{\sqrt{3}}</math> (fase-tierra)</i> <i>Factor de amplitud * <math>U_s</math> (fase-neutro)</i>

- c. **Sobretensiones de Frente Lento:** Para la determinación de estas sobretensiones se debe diferenciar entre el equipo situado en la entrada de línea, y el resto de los equipos. Según su posición, estos equipos estarán sometidos a esfuerzos diferentes.

De acuerdo con el Anexo C de la norma IEC 60071-2:2018, se podrán determinar los valores de tensión fase-tierra y fase-fase para equipos en entrada de la línea y para el resto de los equipos.

$$U_{et} = 1,25 * U_{e2} - 0,25 \text{ (p.u) (fase - tierra)}$$

$$U_{pt} = 1,25 * U_{p2} - 0,43 \text{ (p.u) (fase - fase)}$$

El determinar valor  $U_{e2}$  de la sobretensión fase-tierra, se recomienda utilizar la Figura 1 de la norma IEC 60071-2:2018 considerando los puntos anteriores, donde se identifican claramente el rango de los valores.

El valor  $U_{p2}$  para la sobretensión entre fases puede ser determinado aproximadamente a partir de la sobretensión fase-tierra. La figura N°2 de la IEC 60071-2:2018 muestra el rango de relaciones posibles entre los valores de sobretensiones entre fases y fase-tierra.

Para controlar posibles sobrevoltajes que puedan dañar a los equipos, se sitúan pararrayos a la entrada de la línea instalados en la subestación. La instalación de los pararrayos implica la reducción de la onda de sobretensión de frente lento.

- d. **Sobretensiones de Frente Rápido** Este método calcula directamente la tensión soportada de coordinación de frente rápido (como se verá en la letra c del siguiente punto), por lo que no es necesario determinar una tensión representativa.

## 6.2 TENSIONES DE SOPORTABILIDAD PARA LA COORDINACIÓN ( $U_{cw}$ )

Para la obtención de las tensiones de **soportabilidad para la coordinación** ( $U_{cw}$ ), se deberán seguir las indicaciones de la sección 5 de la norma IEC 60071-2:2018.

En general se usará el método determinístico de la norma, que se basa en multiplicar el valor representativo de la sobretensión ( $U_{rp}$ ) por un factor determinístico de coordinación ( $K_c$ ).

A continuación, se entregan algunos lineamientos que se deben tener en cuenta.

- a) **Sobretensiones Temporales** (Sección 5.3.2 IEC 60071-2:2018): Se considera un  $K_c = 1$ , por lo tanto, el valor  $U_{cw}$  es igual al valor  $U_{rp}$  calculado.
- b) **Sobretensiones de Frente Lento** (Sección 5.3.3 IEC 60071-2:2018): Para cubrir posibles asimetrías de la distribución estadística de las sobretensiones, se utiliza un factor  $K_{cd}$ , el cual puede ser determinado desde la Figura 6 de la IEC 60071-2:2018 (curva “a” para fase a tierra y curva “b” para fase a fase).

Los valores de Sobretensiones de Frente Lento deben tener resultados para equipos en la entrada de la línea, para el resto de los equipos, y para valores entre fases y fase-tierra.

- c) **Sobretensiones de Frente Rápido** (Sección 4.3.4 IEC 60071-2:2018): Se deberán analizar sobretensiones debido a descargas atmosféricas (rayos) en una (o más) líneas de transmisión que llegan a la subestación.

Se utiliza el método simplificado, que obtiene la sobretensión de coordinación de frente rápido mediante la siguiente ecuación:

$$U_{cw} = U_{pl} + \frac{A}{n} \cdot \frac{L}{L_{sp} + L_a}$$

- U<sub>pl</sub>*: Nivel de protección del pararrayos a impulsos tipo rayo (kVp) (Ver hoja de datos del pararrayos seleccionado).
- A*: Factor empírico dependiente del número de conductores por fase (IEC 60071-2 Tabla F.2).
- n*: Número mínimo de líneas conectadas a la subestación.
- L*: Distancia entre pararrayos y elemento protegido para aislamiento interno y aislamiento externo de acuerdo a Fig.3 IEC 60071-2.
- L<sub>sp</sub>*: Longitud de vano de las líneas.
- L<sub>a</sub>*: Porción de línea (longitud) cuya tasa de falla sea igual a la tasa de falla aceptable.

$$L_a = \frac{R_a}{R_{km}} \left[ \frac{1/\text{año}}{1/\text{km} \cdot \text{año}} \right]$$

*R<sub>a</sub>*: Tasa de falla aceptable

*R<sub>km</sub>*: Tasa de salidas de la línea debido a eventos atmosféricos por año, considerando el primer kilómetro de línea frente a la subestación (1/100 salidas/km\*año).

### 6.3 TENSIONES DE SOPORTABILIDAD REQUERIDAS (*U<sub>rw</sub>*)

El tercer paso consiste en la obtención de las tensiones de **soportabilidad requerida** (*U<sub>rw</sub>*), para ello se deberán seguir las indicaciones de la sección 6 de la norma IEC 60071-2:2018.

Se deben considerar factores de corrección atmosféricos y coeficientes de seguridad. Estos factores se multiplicarán a las tensiones *U<sub>cw</sub>* (calculadas previamente) para obtener las tensiones *U<sub>rw</sub>*.

- **Factor de Corrección Atmosférica (*K<sub>a</sub>*)**: Este factor está basado en la variación de presión atmosférica en función de la altitud, y solo aplica para aislamiento externo.

$$K_a = e^{m \times \frac{H}{8150}}$$

Donde:

- *H*: Es la altitud sobre el nivel del mar (m)
- *m*: Es un factor determinado por el tipo de maniobra analizada.

Para determinar el factor *m*, la figura 9 de la norma IEC 60071-2:2018 indica la relación entre el exponente *m* y la tensión soportada para sobretensiones de frente lento (maniobras).

Para sobretensiones de impulso tipo rayo y temporales (considerando distancia en aire y aisladores limpios) *m* es igual a uno (1).

- **Factores de Seguridad ( $K_s$ ):** A continuación, se indican los factores recomendados por la norma IEC 60071-2:2018 en su sección 6.3.5.
  - Aislación interna:  $K_s = 1,15$ .
  - Aislación externa:  $K_s = 1,05$ .

Por lo tanto, las tensiones de Soportabilidad Requerida ( $U_{rw}$ ) se determinan considerando las siguientes expresiones:

- Para Aislamiento externo:  $U_{rw} = K_a * K_s * U_{cw}$
- Para Aislamiento interno  $U_{rw} = K_s * U_{cw}$

#### 6.4 TENSIONES SOPORTADAS ESTANDARIZADAS ( $U_w$ )

En este paso final, el análisis debe considerar la tensión máxima del sistema y según este nivel, se definen dos rangos o gamas.

- Rango I: Sistema que cumple con lo siguiente  $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$
- Rango II: Sistema que cumple con lo siguiente  $U_m > 245 \text{ kV}$

Según lo indicado por IEC 60071-1, para definir el nivel nominal de aislación de los equipos, según su rango de tensión, se necesita determinar lo siguiente:

- Equipamiento en Rango I:
  - a. El valor nominal estandarizado de tensión soportada a impulsos tipo rayo.
  - b. El valor nominal estandarizado de tensión soportada de baja duración a frecuencia industrial.
- Equipamiento en Rango II:
  - a. El valor nominal estandarizado de tensión soportada a impulsos tipo maniobra.
  - b. El valor nominal estandarizado de tensión soportada a impulsos tipo rayo.

Respecto al Rango I, y de acuerdo con el numeral 7.2 de la IEC 60071-2:2018, se recomienda que la tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial o la tensión soportada a impulsos tipo rayo normalizada, cubran las tensiones soportadas especificadas a impulso tipo maniobra entre fase y tierra, y entre fases. Para lo anterior, en la tabla 1 de la IEC 60071-2:2018 se indican los factores de conversión para el Rango I, de tensiones soportadas a impulso tipo maniobra especificadas en tensiones soportadas a impulso tipo rayo y a frecuencia industrial de corta duración.

Finalmente, entre las tensiones de soportabilidad requeridas convertidas y calculadas, se tomará el valor mayor y se seleccionará un valor  $U_w$  igual o superior (según lo indicado en las tablas 2 y 3 de la norma IEC 60071-1:2011).

Se podrán tomar como referencia, para el desarrollo de los análisis, los ejemplos de coordinación de aislamiento incluidos en el anexo G, de la norma IEC 60071-2:2018.

En caso de que las líneas en análisis cuenten con compensaciones serie, se deberá analizar los casos con y sin esta compensación.

## **7. CRITERIOS APLICADOS**

Se considerará en general que la coordinación de aislamiento es adecuada cuando las tensiones de soportabilidad requeridas obtenidas en el proceso de coordinación son menores o iguales que los niveles nominales estandarizados de aislación (Tabla 2 y 3, IEC 60071-1:2011) seleccionados para los equipos.

## **8. DATOS DEL ESTUDIO**

Para la realización de estudio se requiere considerar los siguientes datos:

- a) Condiciones ambientales de la zona de emplazamiento del proyecto.
- b) Planos de disposición de equipos, planta y corte.
- c) Diagrama Unilineal funcional.
- d) Hoja de datos y ensayos de pararrayos.

## **9. MODELACIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Para esta versión del documento, no se requiere modelación del sistema.

## **10. FORMATO DE LA BASE DE DATOS**

Para esta versión del documento no se requiere base de datos.

## **TITULO III SUPUESTOS Y SIMPLIFICACIONES**

Con el objeto de estandarizar supuestos y simplificaciones que se pueden usar en el estudio, se indica a continuación cuales son las metodologías a utilizar, y desde donde se debe obtener la información.

## **11. SUPUESTOS DEL ESTUDIO**

Para esta versión del documento no se establecen supuestos.

## **12. SIMPLIFICACIONES DEL ESTUDIO**

A continuación, se indican algunas simplificaciones que se pueden considerar en el estudio:

- La sobretensión con una probabilidad del 2% de ser superada, de fase-fase ( $U_{p2}$ ), podrá ser calculada a partir de los resultados obtenidos para la variable fase-tierra ( $U_{e2}$ ), según lo indicado en la sección 4.3.3.2.3 de la IEC 60071-2:2018 (en el marco del cálculo de la sobretensión representativa ( $U_{rp}$ ) de frente lento).
- Para sobretensiones de impulso tipo rayo y temporales (considerando distancia en aire y aisladores limpios)  $m$  es igual a uno (1) (en el marco del cálculo del factor atmosférico para las Tensiones de soportabilidad requerida).
- El factor de Corrección Atmosférica ( $K_a$ ), no aplica en el caso de aislaciones internas.

## TITULO IV ESCENARIOS

### 13.ESCENARIOS DEL ESTUDIO

Para esta versión del documento no se requieren escenarios de estudios.

## 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 valores especificados y calculados podrán presentarse de manera resumida en las siguientes tablas para todos los niveles de tensión respectivos:

Tabla 2: Resumen de sobretensiones

RESUMEN DE SOBRETENSIONES		Entrada de línea				Resto de Equipos			
		Ucw (kV)		Urw (kV)		Ucw (kV)		Urw (kV)	
		Aislación externa	Aislación Interna	Aislación externa	Aislación Interna	Aislación externa	Aislación Interna	Aislación externa	Aislación Interna
Sobretensiones temporales (frecuencia industrial)	F-T								
	F-F								
Sobretensiones de frente lento (impulso de maniobra)	F-T								
	F-F								
Sobretensiones de frente rápido (impulso atmosférico)	F-T								
	F-F								

### 15.CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

Las conclusiones del estudio consistirán en la verificación del cumplimiento de los criterios indicados en el numeral siete (7) de este documento, mediante las tablas especificadas para tal efecto, y del numeral anterior.

## TITULO VI ENTREGABLES

El informe del estudio de Coordinación de Aislamiento deberá ser entregado al Coordinador mediante un archivo en formato PDF. Adicionalmente, se podrá adjuntar y complementar documentación si el interesado o el Coordinador lo considera pertinente.

## 16. INFORME DEL ESTUDIO

A continuación, se indica el temario mínimo que debe tener el informe del estudio de coordinación de aislamiento.

El informe que se debe entregar, para la aprobación del Coordinador, debe estar en formato \*.pdf.

Ítem	Tema	Descripción
1	Tabla de contenidos	Debe incluir un índice con los contenidos del informe.
2	Identificación	Identificación del proyecto y la empresa propietaria.
3	Objetivo y Alcance	Descripción, clara y simple del tipo, objetivo y alcance del estudio.
4	Resumen	Breve descripción del proyecto y su conexión, resumen del análisis realizado y las conclusiones relevantes.
5	Introducción	Se debe indicar la descripción y contexto del proyecto y su conexión. Si corresponde, se debe indicar el decreto de expansión asociado. Se sugiere incorporar diagramas unilineales simplificados y esquemas de la planta de las instalaciones para facilitar la comprensión del proyecto y del estudio.
6	Referencias Técnicas	Indicar las referencias técnicas y regulatorias, tanto nacionales como internacionales en que se basa el análisis.
7	Definiciones y Abreviaciones	Lista de definiciones y abreviaciones utilizadas en el informe.
8	Supuestos y Simplificaciones	Indicación de todos los supuestos y simplificaciones consideradas en la realización del estudio.
9	Datos del Estudio	Parámetros y características técnicas de los equipos e instalaciones consideradas en el estudio.
10	Procedimiento del Análisis	Procedimiento del análisis de acuerdo a lo indicado en la Especificación de Estudio DID N° 06 – Coordinación de Aislamiento.
11	Escenarios y Contingencias	Esta versión del documento no requiere escenarios y contingencias.
12	Resultados	Se requiere la presentación ordenada de los resultados del análisis, los cuales deben cumplir con las especificaciones establecidas en esta guía.
13	Conclusiones	Se deben presentar las conclusiones del análisis, las cuales deben cumplir con las especificaciones establecidas en esta guía.
14	Anexos	Se debe presentar toda información adicional que permita la validar y/o respaldar de los resultados obtenidos en el estudio.



## **17. ENTREGA DE LA BASE DE DATOS**

Para esta versión del documento no se requiere base de datos.

## **18. OTROS ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

El informe de coordinación de aislamiento deberá ser entregado en conjunto con los antecedentes necesarios para la validación del estudio.

Antecedentes a incluir en anexos del informe.

- 1) Hojas de datos de pararrayos.

Antecedentes a incluir en documentos adicionales al informe.

- 1) Planos de disposición de equipos, planta y corte, de la subestación (\*.dwg).
- 2) Diagrama Unilineal Funcional (\*.dwg).