



**ESPECIFICACION TECNICA  
CRITERIOS DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.**

**ESPECIFICACIÓN N° 128-0323**

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

**ESPECIFICACION TECNICA  
CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.**

**INDICE**

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	PROPÓSITO .....	3
3.	NORMAS APLICABLES.....	3
4.	DISEÑO ELECTRICO Y MECANICO .....	4
4.1.	Conductores.....	5
4.2.	Cable de Guardia .....	8
4.3.	Distancias Eléctricas .....	10
4.4.	Aislación.....	17
4.5.	Protección contra Descargas Atmosféricas .....	20
4.6.	Accesorios y Ferretería .....	20
4.7.	Fundaciones.....	22
4.8.	Franja de Seguridad.....	22

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

## ESPECIFICACION TECNICA CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los procedimientos, normas y recomendaciones contenidas en el presente documento se aplicaran a la elaboración de todos los proyectos de Líneas de Transmisión de CGE S.A., a excepción de aquellas partes que resulten modificadas por el texto de contrato o por Términos de Referencias Especiales de ese contrato en particular.

### 2. PROPÓSITO

Esta especificación tienen por objetivo fijar los valores admisibles y, en general, la seguridad de servicio mínima aceptable para la líneas de transmisión que CGE está proyectando construir y/o reforzar.

### 3. NORMAS APLICABLES

El diseño del proyecto se debe realizar de acuerdo a la edición más reciente de las publicaciones, normas y/o reglamentos pertinentes:

- NSEG 5. E.n. 71 - Reglamento de instalaciones eléctricas de corrientes fuertes
- NSEG 6. E.n. 71 - Cruces y paralelismos de líneas eléctricas
- NTCySC Norma Técnica de calidad y seguridad de servicio.
- Manual ASC N°74 "Guidelines for Electrical Transmission Line Structural Loading"

#### Recomendaciones

- Redes de Energía Eléctrica: Líneas de Transmisión, Endesa.
- AC Transmission Line Reference Book; 200 kV and Above, EPRI.
- ETG-A.2.01 - Condiciones generales de diseño de líneas de A.T.

#### Estándares

- IEC 60826 Design Criteria of Overhead Transmission Lines.

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

#### Instituciones

- INN, Instituto Nacional de Normalización (Chile)
- ISO, International Standards Organization
- IEC, International Electrotechnical Commission
- ANSI, American National Standards Institute (US)
- ASTM, American Society for Testing and Materials (US)

#### Especificaciones Técnicas de CGE

- Especificación Técnica Diseño de Fundaciones.
- Especificación Técnica Informe Mecánica de Suelos.
- Especificaciones Técnica Diseño Estructuras Reticuladas.

En caso de existir conflicto entre las normas de las instituciones antes mencionadas y los estándares aportados, será comunicado oportunamente a CGE para su aclaración. En general, se favorecerá aquel criterio que sea más riguroso.

No obstante, la decisión final sobre el o los criterios que prevalecerán residirá en CGE bajo su completa responsabilidad.

#### 4. DISEÑO ELECTRICO Y MECANICO

División de Chile para el cálculo de las solicitaciones mecánicas.

Los parámetros para el diseño de líneas, según su ubicación geográfica, están definidos según lo indicado en la Norma NSEG 5 EN 71, capítulo VI, Artículo 113, donde Chile está dividido en 4 zonas:

Zona I: Regiones ubicadas a una altura en metros superior a:

- Entre paralelos de Puerto Montt y Los Ángeles 600 metros.
- Entre paralelos de Los Ángeles y San Felipe 1.000 metros.
- Entre paralelos de San Felipe y Copiapó 1.500 metros.
- Al Norte de Copiapó 2.000 metros.

Zona II: Faja Costera de 20 km de ancho, entre los paralelos de Tongoy y Puerto Montt.

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

Zona III: Resto del país al norte del paralelo de Copiapó.

Zona IV: Resto del país al sur del paralelo de Puerto Montt.

Tabla1. Definición de Zonas NSEG.

Zona	Presión de Viento [kg/m <sup>2</sup> ]	Espesor radial capa de hielo [mm]	Temperatura [°C]
Zona I	20	10	-10
Zona II	50	-	0
Zona III	40	-	-5
Zona IV	-	No se especifica	-

Se entenderá que el viento especificado actúa horizontal y perpendicular a la línea sobre la superficie del conductor.

Las hipótesis desfavorables que se adopten en el caso de líneas situadas en la zona IV, deberá justificarse.

#### 4.1. Conductores

##### 4.1.1. Límite Térmico

La temperatura del cable de potencia no podrá ser superior a 75°C en régimen permanente o aquella determinada por la máxima transferencia de potencia (el peor caso). Para los efectos anteriores, la corriente máxima admisible se calculará para la cota máxima de la línea con un viento de 0,61 m/s, factor de emisividad de 0,5, temperatura ambiente de 30°C y efecto del sol de 1000 Watt/m<sup>2</sup>.

Para el caso de los conductores de cobre, la temperatura del conductor debe considerarse a 50°C

Para el caso de los conductores de alta temperatura y baja flecha CGE definirá el criterio a considerar.

##### 4.1.2. Limitaciones de diseño

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

En general para tramos nuevos, se emplearan conductores de Aleación de Aluminio 6201 nombre de código Butte, Cairo o Flint.

No obstante, la decisión final sobre el tipo de conductor a utilizar lo definirá CGE.

#### 4.1.3. Tensión Mecánica

Las tensiones mecánicas no deberán sobrepasar en ningún caso la tensión nominal de rotura garantizada por el fabricante y los porcentajes que se especifiquen.

Se considerará la característica de deformación elástica permanente del cable producto de la fluencia lenta (creep).

##### 4.1.3.1. Tensión Mecánica Horizontal Normal

En general, a una temperatura de 15°C, sin viento se deberán respetar los siguientes porcentajes máximos de las respectivas tensiones de rotura, la tensión del conductor en condición inicial no debe exceder el 25% UTS y en condición final no debe exceder el 15% UTS (Tensión de Rotura Garantizada del conductor):

Tabla2. Tensión mecánica horizontal normal para cable de potencia.

Inicial	Final
25%	15%

No obstante, se podrán emplear porcentajes distintos a los establecidos, por ejemplo, en el caso de tendidos a tensión mecánica reducida, los cuales deberán ser debidamente justificados y aprobados por CGE.

Para controlar la fatiga del cable de potencia debido a las vibraciones eólicas, la tensión mecánica promedio del cable no deberá sobrepasar el 20% de su tensión nominal de rotura, en condición normal de operación.

##### 4.1.3.2. Tensión Mecánica Máxima

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

Para evitar que el cable de potencia opere más allá del límite elástico, se considerará que la tensión mecánica del cable no podrá superar el 25% de su tensión nominal de rotura, en condición de tensión mecánica máxima.

La tensión mecánica máxima se deberá calcular para la combinación de solicitaciones debido al viento más desfavorable según las características geográficas y ambientales definidas para el proyecto.

No obstante, se podrán emplear porcentajes distintos a los establecidos, los cuales deberán ser debidamente justificados y aprobados por CGE.

#### 4.1.4. Gradiente de Voltaje

Si bien el quiebre de la rigidez dieléctrica del medio depende de muchos factores, se considerará un valor crítico eficaz de 21,1 kV/cm en condiciones normales.

La presencia de polvo y gotas de agua pueden bajar considerablemente este valor, por lo tanto, para controlar el efecto corona y no superar la rigidez dieléctrica del aire, se considerará adoptar un 85% del valor establecido anteriormente.

Esto significa que el valor eficaz del gradiente de voltaje no podrá ser superior a 17,94 kV/cm efectivos.

#### 4.1.5. Radio Interferencia

Los cables de potencia de la línea eléctrica podrán producir radio interferencia como máximo en el borde de la faja de servidumbre y ésta debe ser similar a la producida actualmente por los cables de una línea de voltaje similar existente en el país y que atraviesen zonas con densidad de población semejante.

#### 4.1.6. Límite de Diseño

Se podrán emplear cables de potencia de aluminio, o de aleación de aluminio (con o sin refuerzo de acero).

En cualquier caso, el diámetro mínimo de los alambres del cable debe ser mayor a 3,0 mm.

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

El refuerzo de acero de los cables de aluminio deberá estar protegido contra la corrosión mediante galvanizado u otro proceso equivalente.

#### 4.1.7. Flecha

##### 4.1.7.1. Flecha Máxima

Para calcular la flecha máxima del cable de potencia se empleará la condición de temperatura de 75°C en el conductor y 30°C de Temperatura ambiente.

##### 4.1.7.2. Flecha Normal

La flecha normal del cable de potencia se calculará a 15°C sin viento y sin hielo.

##### 4.1.7.3. Condición Inicial y Final para el Tensado

La condición inicial para flechas y tensiones se calculará considerando las características mecánicas de los cables de potencia luego de haber sido sometidos durante 1 hora a la tensión mecánica que le corresponde cuando son instalados por primera vez.

La condición final para flechas y tensiones se calculará considerando las características de elongación de los materiales que componen cada cable, con una fluencia lenta (creep) equivalente a 10 años. Dicha proyección se realizará con el programa PLS-CADD en su versión más reciente.

## 4.2. Cable de Guardia

### 4.2.1. Tensión Mecánica

Las tensiones mecánicas no deberán sobrepasar en ningún caso la tensión nominal de rotura garantizada por el fabricante y los porcentajes que se especifiquen.

Se considerará la característica de deformación elástica permanente del cable producto de la fluencia lenta (creep).

#### 4.2.1.1. Tensión Mecánica Horizontal Normal

A una temperatura de 15°C, sin viento y sin hielo se deberán respetar los siguientes porcentajes máximos de las respectivas tensiones de rotura:

Tabla3. Tensión mecánica horizontal normal para cable de guardia.

Inicial	Final
20%	10%

Para controlar la fatiga del cable de guardia debido a las vibraciones eólicas, la tensión mecánica promedio del cable no deberá sobrepasar el 20% de su tensión nominal de rotura, en condición normal y deberá ser tensado como mínimo al 90% de la flecha del cable de potencia en condición normal de operación.

#### 4.2.1.2. Tensión Mecánica Máxima

Para evitar que el cable de guardia opere más allá del límite elástico, se considerará que la tensión mecánica del cable no podrá superar el 25% de su tensión nominal de rotura.

La tensión mecánica máxima se deberá calcular para la combinación de solicitaciones debido al viento más desfavorable según las características geográficas y ambientales definidas para el proyecto.

#### 4.2.2. Límite Térmico

##### 4.2.2.1.1. Corriente de Cortocircuito

El cable de guardia deberá resistir durante 0,5 segundos la corriente máxima de cortocircuito fase a tierra prevista para la línea, sin que su temperatura se eleve a más de 200°C, considerando nula la disipación de calor del cable.

##### 4.2.2.1.2. Corriente de Rayo

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

El cable de guardia deberá resistir, durante 0,001 segundos, la corriente máxima de las descargas atmosféricas que resulte de los cálculos para cumplir con el número de fallas admisibles indicado en este documento. En este caso, la temperatura que alcance el cable de guardia deberá ser inferior a la de su punto de fusión, considerando nula disipación de calor del cable.

#### 4.2.3. Límite de Diseño

Se contempla el uso de cable de acero galvanizado extra alta resistencia (EHS), cable Alumoweld o cable OPGW en caso de necesitar una línea de comunicación.

En cualquier caso, el diámetro exterior del cable de guardia deberá ser superior a 8,0 mm.

El cable no será aislado y deberá estar unido eléctricamente con las estructuras mediante una conexión flexible.

#### 4.2.4. Flecha

##### 4.2.4.1. Flecha Normal

La flecha normal del cable de guardia se calculará a 15°C sin viento y sin hielo.

##### 4.2.4.2. Condición para el Tensado

Se considerará que los cables cuyo material sea fundamentalmente acero, no presentan fluencia lenta (creep). Por lo tanto sólo existirá una condición de instalación.

### 4.3. Distancias Eléctricas

#### 4.3.1. Pera Eléctrica

Dado que el número de aisladores (cadena de aislación) queda definido por las condiciones de contaminación, lo que implica una seguridad adicional frente a los requerimientos por los sobrevoltajes transientes y de frecuencia industrial, se debe verificar el desvío de estas por efecto del viento y su

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

acercamiento a la estructura. Este efecto debe representarse gráficamente a través un esquema que muestre la cadena de aisladores desviada por:

- Viento máximo de diseño
- Viento reducido (como mínimo 25% del viento máximo).

Las distancias a considerar son las siguientes:

Tabla4 Espaciamiento mínimos en aire (Redes de energía eléctrica-ENDESA).

Tipo de Sobrevoltaje	Transientes			De frecuencia Industrial		
Altitud [m]	500	1000	1500	500	1000	1500
Voltaje de la Línea						
66	420	450	500	200	225	250
110	680	720	780	330	370	400
154	1050	1120	1200	480	510	550
220	1750	1800	2050	700	750	800

Este esquema se denomina “pera eléctrica” y permite definir principalmente, la longitud de las crucetas o vigas de las estructuras. También permite verificar si la separación entre fases es suficiente.

#### 4.3.2. Conductor – Estructura

La distancia mínima entre el conductor y tierra (estructura de apoyo) deberá determinarse a través de la siguiente expresión:

$$D = 0,08 + 0,006 \cdot (V - 10)$$

Donde:

D: Distancia entre conductor y estructura [m]

V: Voltaje nominal [kV]

Adicionalmente, se deberá calcular la distancia a la estructura cuando ocurra un sobrevoltaje de frecuencia industrial o de maniobras.

#### 4.3.3. Distancias entre fases

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

De acuerdo a la norma NSEG 5 E.n. 71 Artículo 106.1, "Reglamento de instalaciones eléctricas de corrientes fuertes, la distancia mínima admisible entre fases en el centro del vano se determinará de acuerdo a la siguiente expresión: se muestra en la Tabla5.

Tabla5. Distancias horizontales y verticales entre conductores según su tipo.

	Conductores de sección inferior a 33 mm <sup>2</sup>	Conductores de sección superior a 33 mm <sup>2</sup>
Horizontal	$D = 0,60 \cdot \sqrt{f - 0.6} + \frac{U}{130} + \frac{L_{ca}}{2}$	$D = 0,36 \cdot \sqrt{f} + \frac{U}{130} + \frac{L_{ca}}{2}$
Vertical	$D = 0,36 \cdot \sqrt{f - 0.6} + \frac{U}{130}$	$D = 0,2 \cdot \sqrt{f} + \frac{U}{130}$

Donde:

- D : Distancia entre fases (m)
- f : Flecha del conductor (m) [a T<sup>o</sup>máx]
- U : Voltaje nominal (kV)
- L<sub>ca</sub> : Longitud del conjunto de aislación de suspensión (m)

#### 4.3.4. Conductor – Suelo

a) Las distancias mínimas admisibles de los conductores al suelo medidas verticalmente en metros, serán las indicadas en la NSEG 5.En.71 para zonas transitables. En caso de caminos de primera importancia se debe mantener una distancia sobre el suelo no inferior a 10 metros y para los cruces con otros tipos de caminos/calles debe considerarse como mínimo 8 metros.

b) Las distancias mínimas indicadas se deberán verificar considerando la flecha máxima para la condición final correspondiente a la situación de transmisión de la potencia nominal máxima de la línea definida en 3.2 y para desviación de los conductores por efecto del viento en ángulos comprendidos entre 0° y 10°.

c) Para la condición de conductores desviados por acción del viento en ángulos mayores que 10°, se podrá aceptar distancias entre el conductor y el terreno inferiores a las indicadas tomando en

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

consideración el grado de accesibilidad de tales terrenos (ej.: en el caso de acantilados o cerros con pendiente fuerte).

La distancia mínima entre el conductor y el suelo deberá determinarse considerando el tipo de región que atraviesa, a través de lo establecido en la Tabla.

Tabla6. Altura de los conductores sobre el suelo (metros).

Regiones poco transitadas	$6+0,006 \cdot V$
Regiones transitadas	$6,5+0,006 \cdot V$
Cruces sobre caminos y calles	10
Cruces sobre vías férreas	12
Cruces sobre caminos mineros	16

Donde:

V : Voltaje nominal [kV]

Tabla7 Distancias Conductor –Suelo para diferentes voltajes.

Voltaje [kV]	Distancia Conductor-suelo [m]	
	Regiones transitadas	Regiones poco transitadas
33	6,7	6,2
66	6,9	6,4
110	7,2	6,7
154	7,42	6,92
220	7,82	7,32

Estas distancias mínimas se deberán verificar para la flecha máxima en condición final y desviación de los conductores debido al viento en ángulos comprendidos entre 0° y 10°. Para conductores desviados en ángulos mayores a 10° se podrán aceptar distancias menores al terreno lateral, considerando el grado de accesibilidad (acantilados, cerros con pendiente fuerte, etc.).

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

#### 4.3.5. Conductor – Construcción

Según lo establece el artículo N°109 de la Norma NSEG 5 En. 71 “Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes”, de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, la distancia entre la parte más saliente de un edificio o construcción a un plano vertical que contenga el conductor más próximo no será inferior a 2.5 m +1 cm., por cada kV de tensión nominal en exceso sobre 26 kV, tal como lo muestra la ecuación:

$$D = 2,50 + 0,01 \cdot (V - 25)$$

Donde:

D: Distancia entre conductor y construcción [m]

Tabla8 Distancias a construcciones para diferentes voltajes.

Voltaje [kV]	Distancia a Construcciones [m]
33	2,58
66	2,91
110	3,35
154	3,79
220	4,45

A las distancias anteriores se les deberá agregar la desviación de los conductores por efecto del viento, con una inclinación mínima de las cadenas de 30° y para condiciones de flecha considerando la máxima transferencia y la presión de viento según el tipo de zona.

#### 4.3.6. Distancia a los árboles.

Según lo establece el artículo N° 111 de la Norma NSEG 5 En. 71, la distancia lateral entre los conductores más próximos y los árboles será igual a la altura de los árboles, pero no inferior a 5 metros.

Se permite la existencia de árboles frutales debajo de las líneas, siempre que éstos no sobrepasen los 4 metros de altura, debiendo el propietario mantenerlos para que los arboles no sobrepasen la altura indicada.

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

#### 4.3.7. Cruces con Otras Líneas Eléctricas.

##### 4.3.7.1. Distancia Vertical

La distancia vertical mínima entre conductores de líneas diferentes, cuando exista un cruce aéreo, deberá determinarse a través de la siguiente expresión:

Tabla9. Distancia vertical mínima en un cruce de líneas eléctricas.

Línea de comunicación	Línea eléctrica
$D = 1,8 + 0,01 \cdot V_u + \frac{0,003 \cdot (L - 50)}{a}$	$D = 1,5 + \frac{V_u + V_l}{170} + \frac{0,003 \cdot (L - 50)}{a}$

Donde:

D : Distancia vertical [m]

$V_u$  : Voltaje nominal de la línea superior [kV] [a T° máx.]

$V_l$  : Voltaje nominal de la línea inferior (kV) [a 15 °C]

L : Distancia horizontal entre punto de cruce y estructura más cercana (m) [si  $L < 50$ , entonces  $a = 0$ ]

Los términos superior e inferior tienen relación con la posición relativa en altura del cruce de las líneas eléctricas.

No obstante y como sugiere la normativa, la línea de mayor voltaje tendrá que ubicarse, como regla general, sobre la línea de menor voltaje.

En los cruces con líneas de corriente débil o con líneas de potencia de menor tensión la línea deberá pasar por encima de la otra línea y para el caso que el cruce sea con otra línea de igual tensión, se podrá cruzar por encima o por abajo, según sea lo más apropiado para no afectar la seguridad de servicio de ninguna de las dos.

Se deberá considerar para la línea inferior una temperatura de 15°C y para la línea superior la flecha máxima final correspondiente a la condición de transmisión de la potencia nominal máxima de la línea a una temperatura de 75°C.

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

Para cruces con líneas de transmisión cuya tensión es mayor, el cruce se realizará por debajo de esas líneas. Para la línea que cruce sobre la línea, se deberá considerar la flecha máxima final correspondiente a la condición de transmisión de la potencia nominal máxima de esa línea.

#### 4.3.7.2. Distancia Horizontal

La distancia horizontal mínima entre el conductor más cercano de la línea inferior y la estructura de la línea superior, en condición de cruce aéreo, deberá determinarse a través de la siguiente expresión:

Tabla10 Distancia horizontal mínima en un cruce de líneas eléctricas.

Línea de B.T.	Línea de A.T.
$D = 1 + \frac{f}{\sqrt{2}}$	$D = 1,5 + \frac{f}{\sqrt{2}} + \frac{U}{170}$

Donde:

D: Distancia horizontal [m]

f: Flecha del conductor [m] [a T° máx.]

V: Voltaje de la línea inferior [kV] [a 15 °C]

#### 4.3.8. Paralelismos con Líneas Eléctricas

La distancia horizontal mínima entre los conductores más cercanos de dos líneas eléctricas de corrientes fuertes distintas con vanos superiores a 60 m, en caso de paralelismos, deberá determinarse a través de la siguiente expresión:

$$D = 2 + 0,02 \cdot \frac{(S - 60)}{b}$$

Donde:

D: Distancia horizontal [m]

S: Vano entre estructuras [m] [si S < 60, entonces b = 0].

La distancia anterior debe considerar la desviación del conductor por efecto del viento, con una inclinación mínima de 30° sexagesimales y para condición de flecha máxima.

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

En cualquier caso, la distancia entre dos conductores de líneas eléctricas diferentes no podrá ser nunca inferior a la distancia entre conductores de la línea de mayor voltaje.

#### 4.4. Aislación.

##### 4.4.1. Contaminación Atmosférica

De acuerdo a las condiciones ambientales y geográficas de la zona, se utilizará la recomendación de la norma IEC-60815:2008:

Tabla11 Clasificación del grado de contaminación según IEC 60815.

Grado de Contaminación	Clase	Distancia de fuga mínima
Atmósfera con poca contaminación, zonas con poca actividad agrícola, alejadas de la costa, con lluvias frecuentes.	I	16
Atmósfera con contaminación intermedia, zonas con actividad agrícola, a más de 10 km de la costa o con poca lluvia.	II	20
Atmósfera con alta contaminación, a menos 10 km 25 de la costa, zonas industriales o sin lluvias.	III	25
Atmósfera con muy alta contaminación, zonas a menos 0,5 km de la costa o muy próximas a industrias (industrias químicas).	IV	31

\* Para una densidad relativa del aire de 1,0 expresada en mm/kV entre fases

##### 4.4.2. Sobrevoltaje de Frecuencia Industrial.

Se deberá considerar un sobrevoltaje de frecuencia industrial igual a 1,5 veces el valor cresta del voltaje máximo permanente a tierra, en condiciones meteorológicas normales. La línea eléctrica deberá resistir este sobrevoltaje, por lo menos, en el 99,97% de los casos.

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

#### 4.4.3. Sobrevoltaje de Maniobra.

Se deberá considerar un sobrevoltaje de maniobra de 2,5 veces el valor cresta del voltaje máximo permanente a tierra, en condiciones meteorológicas normales. La línea eléctrica deberá resistir este sobrevoltaje, por lo menos, en el 99,97% de los casos.

#### 4.4.4. Sobrevoltaje de Rayo.

Según lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad Servicio (NTSyCS) de la Comisión Nacional de Energía (CNE) en su artículo 5-70, la frecuencia de salidas (línea eléctrica sin suministro) promedio anual por concepto de indisponibilidad forzada es tres (3) veces cada 100 km, considerando a las líneas cuya longitud sea menor a 100 km como un valor fijo igual a una línea de 100 km.

Se supondrá que las indisponibilidades forzadas se deben única y exclusivamente a descargas atmosféricas que afectan a la línea eléctrica operando en condición normal. Se considerará además que la línea estará provista de un sistema de reconexión automática que asegurará a lo menos un 75% de reconexiones exitosas.

De acuerdo a los datos obtenidos del texto de referencia "EPRI AC Transmission Line Reference Book; 200 kV and Above", en su tercera edición, el cual entrega un mapa mundial de valores de nivel cerámico, se considerará un nivel cerámico igual a 1.

#### 4.4.5. Diseño.

Se emplearán, aisladores de disco con acoplamiento bola y rótula (ball and socket) en todos los conjuntos de aislación sujetos a las estructuras, aisladores tipo line post horizontales y verticales.

##### 4.4.5.1. Materiales

Se emplearán como criterio los siguientes materiales:

- Aisladores de Discos : Porcelana.
- Aislador Line Post 66 kV : Porcelana o Sintético.
- Aisladores Line Post 110 kV : Sintético.

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

- Aisladores Line Post 154 kV : Sintético.
- Aisladores Line Post 220 kV : Sintético.

#### 4.4.5.2. Resistencia Mecánica.

Se considerarán todos aquellos esfuerzos provocados por el viento y el hielo sobre:

- Los conductores (cable de potencia, cable de guardia).
- Los conjuntos de aislación (incluye ferretería).
- Los accesorios (incluye amortiguadores, espaciadores, balizas etc.).

La resistencia mecánica mínima de los conjuntos de aislación, deberá ser igual o superior a 120 kN.

#### 4.4.5.3. Conjunto de Suspensión.

Se considerará la resultante obtenida de la carga vertical por fase, de la carga de viento de presión máxima sobre el conductor, de la carga de ángulo y un factor de seguridad de 2,5.

#### 4.4.5.4. Conjunto de Anclaje.

Se considerará la tensión mecánica máxima resultante de la carga vertical por fase, la carga de viento a presión máxima sobre el conductor, la carga debida al ángulo y un factor de seguridad de 3,0.

#### 4.4.5.5. Line Post Verticales/Horizontales

Se considerará la resultante obtenida de la carga vertical por fase, de la carga de viento de presión máxima sobre el conductor, de la carga de ángulo y un factor de seguridad de 2,5.

#### 4.4.5.6. Espaciamientos en Aire

Las distancia mínimas a la estructura deberán cumplirse entre los conductores, todos los elementos fijados a ellos y la estructura.

Para la aplicación de las distancias mínimas deberá considerarse la posición del conjunto de aislación indicada para cada solicitud.

#### 4.4.5.7. Frecuencia Industrial

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

Para el cálculo de la distancia mínima por sobrevoltajes a frecuencia industrial se deberá cumplir con los requisitos establecidos en el punto 4.5.1.2

Además, se considerarán los conductores desviados por la acción de una presión de viento máximo.

#### 4.4.5.8. Maniobra

Para el cálculo de la distancia mínima por sobrevoltajes de maniobra se deberá cumplir con los requisitos de establecidos en el punto 4.4.3 .

Además, se considerarán los conductores desviados por la acción de una presión de viento reducida.

### 4.5. Protección contra Descargas Atmosféricas

#### 4.5.1. Cable de Guardia

En principio, la línea eléctrica tendrá cable de guardia a menos que el estudio correspondiente justifique que su utilización no es necesaria.

En caso de ser necesario, el ángulo máximo de protección será de 30° sexagesimales.

#### 4.5.2. Conexión a Tierra

Todas las estructuras llevarán un sistema de puesta a tierra, cuyo valor de resistencia deberá ser tal que permita la correcta operación de las protecciones del sistema.

A este sistema de puesta a tierra se conectarán las partes metálicas de la estructura y el cable de guardia y/o de comunicaciones, si correspondiera, en todas las estructuras.

El valor máximo de las resistencias de puesta a tierra de las estructuras deberá ser tal que posibilite la correcta operación de las protecciones.

Antes de definir la resistencia se consultara a CGE para su confirmación.

### 4.6. Accesorios y Ferrería

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

#### 4.6.1. Diseño

En general, los empalmes del cable de potencia y el cable de guardia deberán ser del tipo de compresión. Sólo en caso de reparación se podrá utilizar retenida preformada.

La retención de anclaje de los conductores (cable de potencia y cable de guardia), podrán ser del tipo compresión o del tipo empernada.

En los puntos de suspensión, los conductores deberán ir provistos de armaduras preformadas, las cuales podrán ser eliminadas solo en los puentes eléctricos en las estructuras de anclaje.

El elemento de unión de los conjuntos de aislación a las estructuras deberá ser del tipo soporte basculante para los conjuntos de aislación de suspensión y anclaje de los conductores.

La unión del conjunto de anclaje a las estructuras se hará a través de un punto de conexión solamente.

No se permitirán soldaduras en ningún componente de los conjuntos de aislación de suspensión. Si un estudio lo determina, se deberán utilizar amortiguadores contra vibraciones eólicas del tipo "Stockbridge" en los conductores de aquellos vanos que lo requieran.

El diseño de la amortiguación deberá ser tal que reduzca a un mínimo las oscilaciones del vano y evite deterioro de los conductores.

Si un estudio lo determina, se deberán utilizar balizas de señalización, en todos los cruces determinados por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

#### 4.6.2. Resistencia Mecánica

La carga mínima de rotura de las piezas metálicas que forman los conjuntos deberá ser igual a la carga mecánica nominal de los aisladores de la cadena como mínimo deberán ser de 120 kN, excepto para los conjuntos o elementos que a continuación se indican:

#### 4.6.3. Grampa de Suspensión conductor

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

Carga de rotura mínima de cada elemento o pieza del conjunto deberá ser igual al 60% de la carga mecánica del conjunto de suspensión, en el caso del cable de potencia y 95% en los demás casos. Como criterio CGE esta deberá ser como mínimo de 120 kN.

#### 4.6.4. Retención de Anclaje Conductor

- Grapa emperrada Tipo Pistola: Carga de rotura mínima de cada elemento o pieza del conjunto deberá de 120 kN.
- Grapa a Compresión: Carga de rotura mínima de cada elemento o pieza del conjunto deberá ser igual al 95% de la carga de rotura de los cables.

#### 4.6.5. Grampa de Suspensión Cable de Guardia.

Carga de rotura mínima de cada elemento o pieza del conjunto deberá ser igual a 70 kN.

#### 4.6.6. Retención de Anclaje Cable de Guardia.

Carga de rotura mínima de cada elemento o pieza del conjunto deberá ser igual a 70 kN.

#### 4.6.7. Trabajos con Línea Energizada

Tanto los aisladores como la ferretería y accesorios que forman los conjuntos, deberán ser diseñados de tal modo que permitan su reemplazo usando equipo convencional para trabajos con línea energizada con el método con pértigas aislantes (hotsticks) y al potencial del conductor (barehand).

### 4.7. Fundaciones

Las fundaciones deberán ser diseñadas de modo que puedan resistir, sin que ocasionen la ruptura del terreno de fundación, ni deformaciones permanentes en los elementos metálicos o desplazamientos inadmisibles en las fundaciones mismas, todas las solicitaciones con sus correspondientes factores de sobrecarga combinadas y verificadas.

### 4.8. Franja de Seguridad.

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

El ancho de la franja de seguridad de una línea de transmisión queda determinado por lo establecido en el artículo N°109 de la Norma NSEG 5 E.n. 71 “Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes”, de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (S.E.C.).

En las figuras N°1, se observan las distancias que se deben considerar para definir el ancho de franja de seguridad de la línea, de acuerdo al tipo de estructura más desfavorable del proyecto a utilizar y cuya expresión se entrega a continuación:

$$D = 2 \cdot A + 2 \cdot B + 2 \cdot C \text{ [m]}$$

Donde:

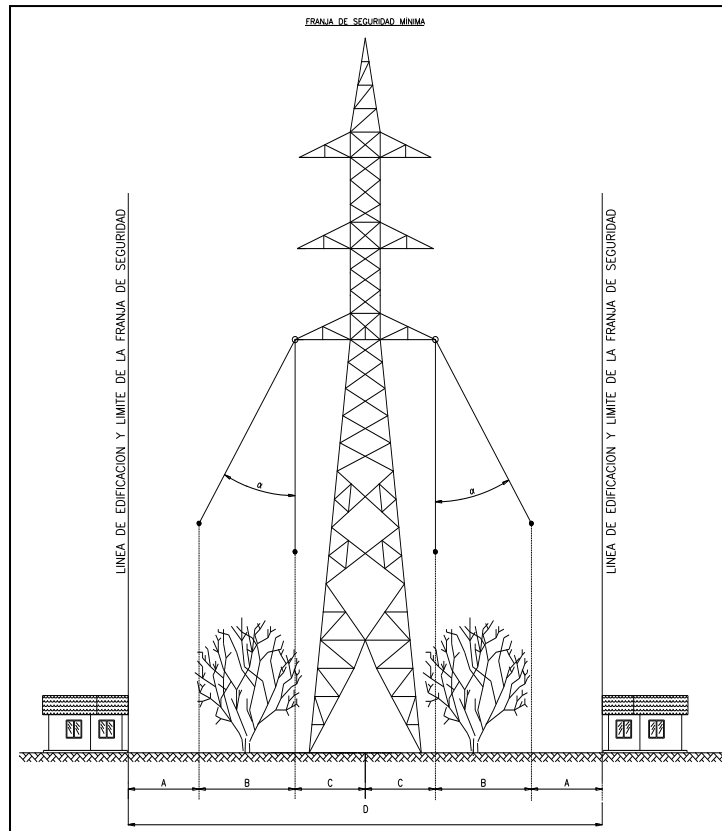
D: Ancho total de la franja de seguridad, [m].

A: Distancia entre la parte más saliente de un edificio o construcción a un plano vertical que contenga el conductor más próximo.

B: Corresponde a la distancia medida en proyección horizontal de la desviación de los conductores por efecto del viento. El ángulo de desviación deberá ser considerado como mínimo de 30° con respecto a la vertical, [m].

C: Distancia horizontal de separación entre el centro de la estructura y el conductor más alejado, [m]

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0



Figuras N°1

#### 4.8.1. Cálculo de franja de seguridad.

##### 4.8.1.1. Cálculo de la distancia (A)

La distancia A, para líneas sobre 25 kV se determina según la siguiente expresión:

$$A = 2,5 + (V - 25) \cdot 0,01 \text{ [m]}$$

V: Voltaje de la línea inferior [kV].

##### 4.8.1.2. Cálculo de la distancia (B)

El cálculo de la distancia B se puede determinar, empleando la siguiente expresión:

$$B = (F + L_c) \cdot \text{sen}(\alpha) \text{ [m]}$$

Nombre Documento	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.				
Autor	David Labra	Fecha	01/12/2023	Versión	0

Donde:

F : Flecha del conductor, [m].

Lc : Largo de la cadena en [m] y para las cadenas de anclajes, Lc=0.

$\alpha$  : Ángulo de desviación del conductor igual o mayor que 30°.

Para la determinación de la desviación del conductor, se calculará con la presión de viento máxima de acuerdo al tipo de zona.

$$\tan(\alpha) = \frac{P_v \cdot \phi_c}{P_c}$$

Donde:

Pv : Presión de viento máxima [kg/m<sup>2</sup>].

$\phi_c$  : Diámetro del conductor [m].

Pc : Peso del conductor [kg/m].

Con esto se obtiene un ángulo de desviación del conductor para una presión.

Luego, considerando la potencia máxima de transmisión para una temperatura ambiente y una temperatura de 75°C en el conductor, se verifica la relación entre la temperatura ambiente máxima y la temperatura del conductor para un viento según la zona definida.

#### 4.8.1.3. Cálculo de la distancia (C)

La distancia horizontal de separación (C) entre el centro de la estructura y el conductor más alejado.