

DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE ELECTRICIDAD

PLIEGO TÉCNICO NORMATIVO	: RPTD N° 7.
MATERIA	: FRANJA Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD.
REGLAMENTO	: SEGURIDAD DE INSTALACIONES DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
FUENTE LEGAL	: DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 4/20.018, DE 2006, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS.
RESOLUCIÓN EXENTA	: N° XXXX, de fecha XX.XX.201x .

1 Objetivo

El objetivo del presente pliego técnico es definir tanto la franja de seguridad de una línea eléctrica, así como las distancias de seguridad en instalaciones de alumbrado público.

2 Alcance

Este pliego técnico aplica a las líneas de transporte y de distribución de energía eléctrica.

3 Terminología y definiciones

- 3.1. Franja de seguridad
- Área de exclusión, de una línea eléctrica, de construcciones, plantaciones y usos, a fin de garantizar que no existan riesgos para la seguridad tanto de las personas como de las instalaciones que conforman dicha línea, durante la operación y mantención de ésta.
- 3.2. Construcción:
- Toda obra en la que puedan permanecer o ingresar personas. Que pueda poner en riesgo la seguridad de la línea. Que pueda perturbar los trabajos de mantenimiento y conservación necesarios para preservar el normal funcionamiento de la línea.

- 3.3. Flecha de un conductor
- En un vano de una línea aérea, es la distancia medida entre la línea recta imaginaria que une los apoyos del conductor y la tangente al conductor paralela a ella.

4 Franja de Seguridad

- 4.1 Los límites laterales de la franja de seguridad serán rectas paralelas al eje del trazado de la línea eléctrica.
- 4.2 La distancia entre el eje del trazado de una línea eléctrica aérea de corriente alterna y el límite lateral de la franja de seguridad, $D_{\text{eje-borde}}$, se calculará de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$D_{\text{eje-borde}} = d_E + d_f + d_c + d_s$$

Donde:

d_E : distancia entre el eje de la estructura más espaciosa que conforma el vano y el punto de fijación del conductor más externo de esta estructura. Si no existiesen conductores suspendidos o anclados a ese lado del vano, se considerará la distancia entre el eje de la estructura más espaciosa que conforma el vano y la parte más externa de la estructura.

d_f : proyección sobre el suelo de la desviación, debido al viento, de la flecha del conductor más alejado del eje de la estructura más espaciosa que conforma el vano.

d_c : proyección sobre el suelo de la desviación, debido al viento, de la cadena de aisladores que soporta al conductor más alejado de la estructura más espaciosa que conforma el vano, si es que dicha cadena es de suspensión. En caso contrario no aplica.

d_s : distancia de seguridad asociada al conductor más alejado del eje de la estructura más espaciosa que conforma el vano.

El ancho de la franja de seguridad será la suma de las distancias $D_{\text{eje-borde}}$, calculados hacia ambos lados del eje del trazado.

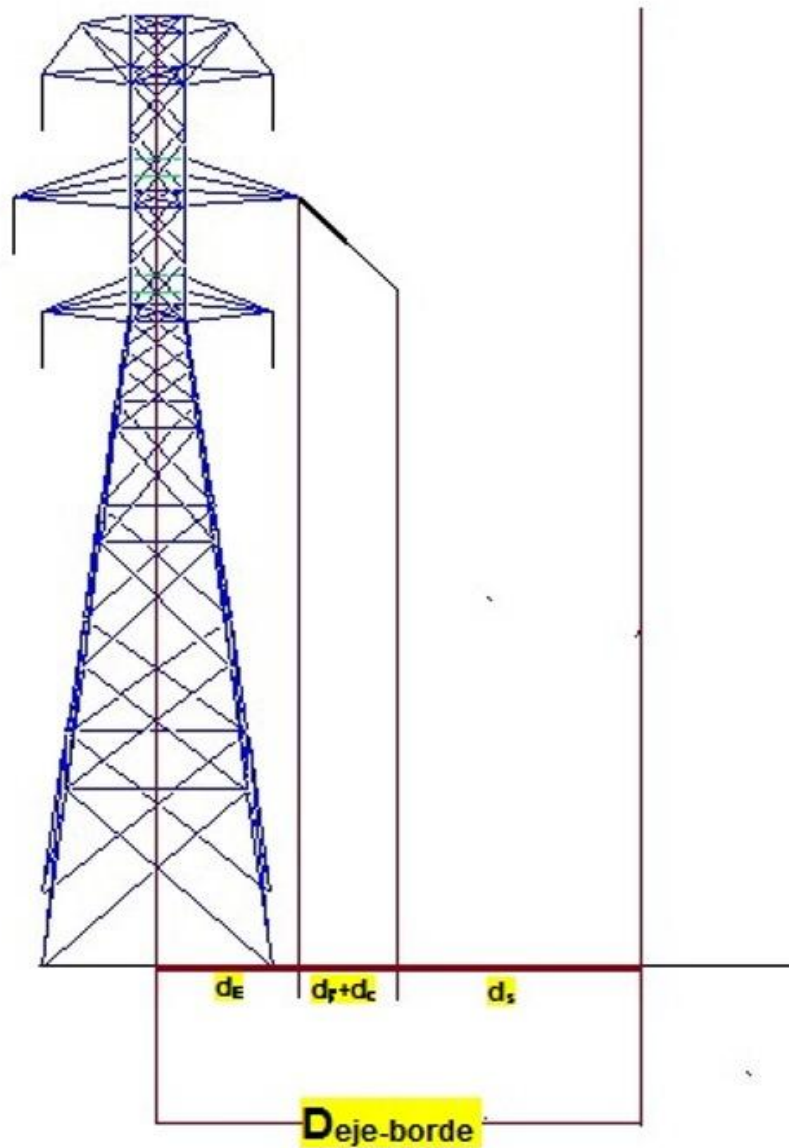


Figura 1

Distancia entre el eje del trazado de una línea eléctrica aérea de corriente alterna y el límite lateral de la franja de seguridad

- 4.3 Para la determinación de la desviación de los conductores y sus conjuntos de aislación, cuando corresponda, se tendrán las siguientes consideraciones:
- a) Se supondrán desviados por la presión de viento de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA N° 1

Zona según 5.9.1 del Pliego RPTD N°11	Presión de viento en conductor (Kg/m²)
Zona II	50
Zona III	40

- b) La presión del viento que se adopte en Zona I o Zona IV deberá justificarse con un estudio, según lo señalado en 5.9.7 del Pliego RPTD N°11 “Líneas de transporte”.
- c) Para la determinación de la franja de seguridad, se podrán reducir las presiones de viento de la Tabla N°1, ponderándolas por los siguientes factores, en función de la longitud del vano:

TABLA N° 2

Vano (m)	Factor
< 250	1,0
250-500	0,9
>500	0,8

4.4 Consideraciones para la determinación de la flecha del conductor indicada en 4.2 del este Pliego.

- a) Para el cálculo de flecha, se deberá utilizar el tiro o tensión mecánica, calculado en el punto donde se produce la flecha, que se obtiene al suponer que la temperatura del conductor es la que alcanza cuando está transfiriendo la máxima potencia de diseño del proyecto; y suponiendo el conductor afectado por la sobrecarga de viento a la temperatura ambiente de 15° C o a la temperatura que se determine en el estudio correspondiente, según lo señalado en 5.9.7 del Pliego RPTD N°11 “Líneas de transporte”, si se está en Zona I o Zona IV.
- b) Para el cálculo de flecha se deberá considerar la fuerza resultante sobre el conductor, debido a los efectos del peso del mismo y a la sobrecarga de viento y, si corresponde, debido a la sobrecarga por hielo sobre el conductor.
- c) La sobrecarga de viento se basará en los valores indicados en 4.3 de este Pliego o en lo que se determine en el estudio correspondiente, según lo señalado en 5.9.7 del Pliego RPTD N°11 “Líneas de transporte”, si se está en Zona I o Zona IV. La sobrecarga por hielo se establecerá en el estudio antes señalado.

4.5 Cálculo de la distancia de seguridad indicada en el punto 4.2 de este Pliego.

La distancia de seguridad se compone de dos partes, una variable en función de la sobretensión posible de maniobra, afectada de un coeficiente de seguridad, y la otra definida según el valor de la tensión nominal. Se calcula de la siguiente forma:

$$d_s = 1,5 \cdot d_{min} + d_n$$

Donde:

$d_{min} = V_s / 150$ (m) , para conductores desnudos o protegidos.

0 (m), para conductores aislados.

$$V_s = \mu \cdot 1,2 \cdot 0,82 \cdot V_N$$

μ =Coeficiente de sobretensión máxima de servicio (1,1 en general en sistemas trifásicos simétricos de 50 Hz y con centro de estrella, neutro, conectado sólidamente a tierra).

1,2 =Consideración del enrarecimiento del aire (humedad, polución, etc.).

0,82 = Factor de valor de punta de la tensión (fase a tierra).

V_N =Tensión nominal de la línea aérea, en kV.

d_n =Distancia según el nivel de tensión:

- 1,5 metros para líneas de baja tensión
- 2,0 metros para líneas de media tensión
- 2,5 metros para líneas de alta tensión
- 3,0 metros para líneas de extra alta tensión.

4.6 Para los efectos de las distancias de seguridad establecidas en el punto 4.5 de este Pliego, cuando la altitud media de los apoyos del conductor en el vano sea superior a 1.000 metros sobre el nivel del mar, el valor de d_{min} deberá ser amplificado por el factor K_a indicado en el punto 5.6 de este Pliego, considerando el valor de m igual a 1.

4.7 Si en toda la extensión de la zona expuesta de una construcción no existieren ventanas u otros elementos a los cuales tengan normalmente acceso las personas, las distancias especificadas en el punto 4.2 de este Pliego podrán reducirse en 50 cm.

4.8 Los límites máximos permisibles de emisión de campo electromagnético para el diseño de líneas aéreas de corriente alterna de 50 Hz de frecuencia, evaluado en el exterior de la franja de seguridad, a 1 metro sobre el nivel del suelo, en condiciones normales de operación de la línea, con los conductores en reposo, serán los siguientes:

5 kV/m para campo eléctrico

100 μ T para campo magnético

En caso de ser necesario, deberá ampliarse la franja de seguridad hasta verificar el cumplimiento de los límites de emisión antes indicados.

- 4.9 Dentro de la franja de seguridad de líneas aéreas tampoco podrán:
- Modificarse los niveles del suelo, ya sea con excavaciones o rellenos, que afecten o puedan afectar la estabilidad de las estructuras, las tareas de mantenimiento o disminuyan las alturas y distancias de seguridad.
 - Almacenarse, manipularse o trasvasijarse combustibles sólidos, líquidos, gaseosos o volátiles inflamables.
 - Existir sistemas de riego por aspersión con cañón de gran alcance.
- 4.10 No se permite fijar líneas aéreas sobre 1 kV de tensión nominal a edificios, salvo cuando éstos sirven exclusivamente a la explotación de las instalaciones eléctricas o están destinados a una subestación.
- 4.11 Dentro de la franja de seguridad en los bienes nacionales de uso público, no se permite la plantación ni existencia de árboles o arbustos, salvo aquellas especies que en su estado de crecimiento máximo nunca superen la altura de 4 metros. Tratándose de servidumbres prediales, el dueño del predio sirviente no podrá hacer plantaciones, construcciones ni obras de otra naturaleza que perturben el libre ejercicio de las servidumbres establecidas.
- 4.12 La distancia horizontal entre un árbol y una línea eléctrica área, será tal que, en caso de caída, no haya peligro de contacto entre dicho árbol y alguno de los conductores de la línea.
- 4.13 Los árboles que estén en la proximidad de líneas aéreas en conductor desnudo, deberán ser o bien derribados o bien podados suficientemente para no exponer a esas líneas a un peligro.
- 4.14 Como excepción a lo señalado en el punto 4.11 de este Pliego, en caso de líneas de media y baja tensión con conductor protegido y/o aislado, ubicadas en bienes nacionales de uso público, se permitirá el contacto esporádico de ramas y ganchos de árboles. Sin perjuicio de lo anterior, es de total responsabilidad de la empresa velar porque dicho contacto esporádico no genere desgaste en las instalaciones, ni se vean afectadas por caídas de árboles, no afecte a la calidad de servicio ni la seguridad de las personas.
- 4.15 Se permite el paso de líneas aéreas sobre bosques, árboles o arbustos existentes respecto de los cuales la legislación prohíba, restrinja o condicione su corta, siempre y cuando la distancia vertical entre el conductor, en la condición de flecha máxima, y la copa de las especies arbóreas o arbustivas, considerando la altura de su estado de crecimiento máximo incrementada en un 20%, dentro de la franja de seguridad, no sea inferior a:
- 200 cm para líneas de hasta 23 kV de tensión nominal
- 250 cm más 0,6 cm por cada kV para líneas sobre 23 kV de tensión nominal.
- 4.16 El titular de la servidumbre deberá retirar de la franja de seguridad toda vegetación o material que pueda poner en peligro la línea en caso de incendio.

5 Distancias de seguridad en líneas de transporte aéreas

- 5.1 La distancia de los conductores entre sí, entre cada conductor y el soporte, así como también a otros conductores (cables de guardia, líneas de tensión reducida) y a construcciones y edificaciones en general, deberá ser tal que no haya peligro de formación de arco entre conductores y el soporte (a través de la aislación) o entre los conductores entre sí, o al resto de las entidades mencionadas, como consecuencia de:
- Las sobretensiones temporales y permanentes de cualquier tipo.
 - La flecha máxima, cuando corresponda, en las condiciones más restrictivas de cálculo.
 - Las oscilaciones producidas por el viento o de la nieve acumulada sobre los conductores o las oscilaciones producidas por el efecto del desprendimiento repentino del manguito de hielo o cualquier otra acción mecánica que modifique las distancias.
 - Las correcciones necesarias para las condiciones atmosféricas locales tales como altura, humedad, temperatura, hielo, lluvia, niebla, polución, etc.
 - Las configuraciones de los conductores barra rígida - estructura, conductor - estructura.
- 5.2 La distancia mínima de los conductores a la estructura, para altitud de hasta 1.000 m sobre el nivel del mar, considerando la cadena de suspensión desviada para las condiciones de sobretensión, serán las que se detallan en la Tabla N° 3.

TABLA N° 3

DISTANCIA MÍNIMA A ESTRUCTURAS		
Tensión Nominal (kV)	Distancia mínima para Sobretensión Transiente, D_{sw}, (mm)	Distancia mínima para Sobretensión de Frecuencia Industrial, D_{FI} (mm)
33	220	100
44	295	140
66	450	225
110	720	370

154	1.120	510
220	1.800	750
345	2.600	1.200
500	3.950	1.600
750	5.700	2.850
1000	7.750	3.810

Para alturas superiores a 1.000 m sobre el nivel del mar, los valores de la Tabla N° 3 se deberán corregir según se establece en el punto 5.6.

- 5.3 En general, para la aplicación de los espaciamientos mínimos señalados en el punto 5.2, deberá considerarse aquella parte del conductor, de la cadena de aisladores u otros accesorios, más desfavorable, y el correspondiente ángulo de desviación de la cadena. Ver Figura N° 2.
- a. En particular, para efectos de medir el espaciamiento D_{fi} , se deberá suponer la cadena de aislación desviada por la presión de viento que se señala en el punto 5.9 del Pliego RPTD N°11 Líneas de transporte, a una temperatura ambiente de 15° C y suponiendo el conductor a la temperatura que alcanza cuando está transmitiendo la máxima potencia de diseño.
 - b. Asimismo, para efectos de medir el espaciamiento D_{sw} , se deberá suponer la cadena de aislación desviada por un cuarto de la presión de viento que se señala en el punto 5.9 del Pliego RPTD N°11 Líneas de transporte, a una temperatura ambiente de 15° C y suponiendo el conductor a la temperatura que alcanza cuando está transmitiendo la máxima potencia de diseño.

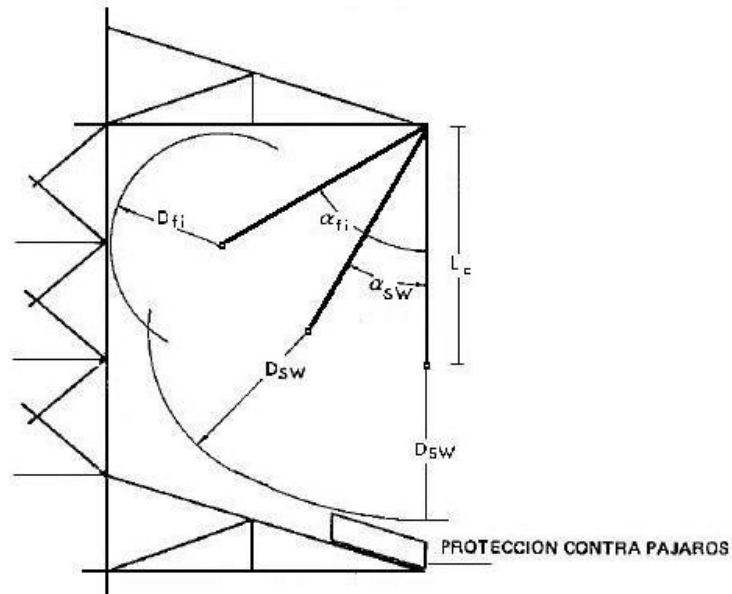


Figura N° 2. Aplicación de los espaciamientos mínimos en la estructura.

L_c : Longitud de la cadena de aisladores.

D_{fi} : Espaciamiento mínimo para sobretensión de frecuencia industrial (50 Hz).

D_{sw} : Espaciamiento mínimo para sobretensión transiente.

α_{fi} : Angulo de desviación de la cadena para las condiciones señaladas en 5.3 a).

α_{sw} : Angulo de desviación de la cadena para las condiciones señaladas en 5.3 b).

- 5.4 En las líneas aéreas, la separación mínima que se admitirá entre dos conductores desnudos, medida en el centro del vano, será la indicada por la expresión siguiente:

$$\text{Separación en metros} = 0,36 \cdot \sqrt{F} + \frac{kV}{130} + 0,5 \cdot C$$

En la expresión anterior:

F = Flecha máxima aparente en metros, del conductor sin sobrecarga (sin considerar efecto del viento como tampoco el efecto del hielo). Por flecha máxima aparente del conductor se entiende la distancia entre la línea de los apoyos y la tangente al conductor paralela a ella, suponiendo al conductor transfiriendo la máxima potencia de diseño y considerando una temperatura ambiental de 15° C.

kV = Tensión nominal entre los conductores considerados, en kV.

C = Longitud en metros de la cadena de aisladores de suspensión. En el caso de usar aisladores rígidos o cuando se trata de cadenas de anclaje, se tomará C = 0.

Se podrán establecer valores más exigentes de distancias eléctricas a las calculadas, si las condiciones particulares a las que se pueden ver sometidas las instalaciones lo ameritan.

5.5 Las distancias de los conductores entre sí, y de éstos a los soportes indicados en los puntos anteriores, son valores mínimos que deberán adoptarse. Las empresas podrán, en todo caso, fijar dichas distancias de acuerdo con las condiciones locales, con su debida justificación, previa autorización de la Superintendencia.

5.6 Las distancias eléctricas serán corregidas para altitudes de las instalaciones mayores a 1.000 m sobre el nivel del mar, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$K_a = e^{m\left(\frac{H-1000}{8150}\right)}$$

Donde:

K_a = factor de corrección.

H = metros sobre el nivel del mar.

m = 1,0 para coordinación de sobretensiones admisibles de frecuencia industrial, de impulso de maniobras fase – fase y descargas de rayo.

m = 0,9 para coordinación de sobretensiones admisibles de impulso longitudinales de maniobras.

M = 0,75 para coordinación de sobretensiones admisibles de impulso fase - tierra

5.7 La altura mínima de los conductores sobre el suelo, calculada para la flecha máxima del conductor sin sobrecarga, esto es, suponiendo al conductor transfiriendo la máxima potencia de diseño y considerando una temperatura ambiental de 15° C (sin considerar efecto del viento ni tampoco el efecto del hielo), será la indicada en la Tabla N° 4.

TABLA N° 4

LUGAR	Distancia medida verticalmente en metros
Regiones poco transitables (montañas, praderas, cursos de agua no navegables, superficies sin tránsito de vehículos)	$6,00 + 0,006 \text{ por kV}$
Regiones transitables (localidades, carreteras, autopistas, caminos, calles, cruces de caminos y calles.	$6,50 + 0,006 \text{ por kV}$

Además de lo anterior, la distancia mínima al suelo en calles, caminos y autopistas, deberá cumplir con las exigencias de la autoridad vial correspondiente.

Cuando se trata de cursos de agua navegables, el cruce sobre estas zonas y la determinación de la altura de los conductores, deberá coordinarse con la autoridad competente, de tal manera que se permita el paso libre de las embarcaciones.

5.8 Distancia entre líneas de tensión nominal mayor a 23 kV y generadores eólicos

La distancia mínima entre un generador eólico y un plano vertical que contenga al conductor más próximo, en reposo, será:

- L mayor o igual a $3 D$ si la línea no tiene protección contra vibraciones eólicas.
- L mayor o igual a D si la línea tiene protección contra vibraciones eólicas.

L y D son las distancias que se indican en la Figura N° 3.

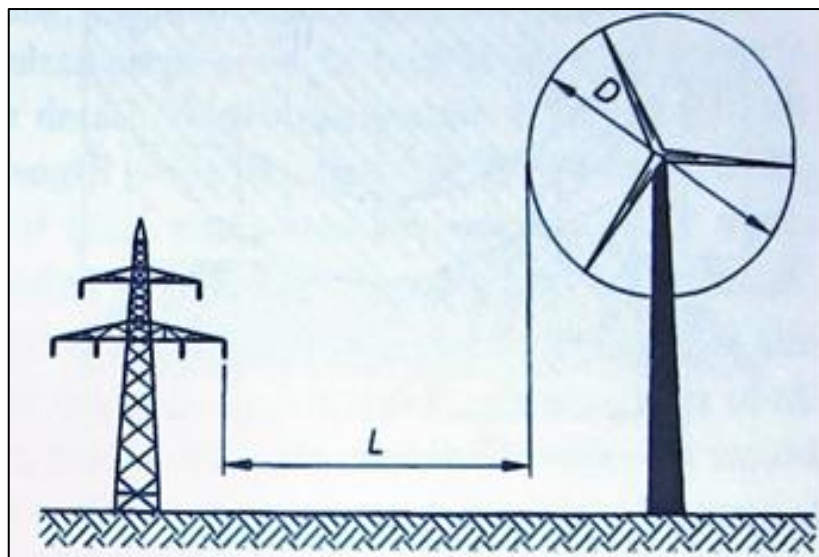


Figura N° 3. Distancia entre líneas de tensión nominal mayor a 23 kV y generadores eólicos.

6 Distancias de seguridad en instalaciones de distribución

6.1 Separación horizontal entre conductores de líneas aéreas

La separación horizontal mínima entre conductores deberá ser:

a. En soportes fijos

Los conductores desnudos del mismo o de diferente circuito en soportes fijos (con aisladores rígidos) deberán tener la siguiente separación horizontal mínima en sus soportes:

- | | |
|--|--------|
| - Líneas de baja tensión | 150 mm |
| - Líneas de media tensión hasta 15 kV | 300 mm |
| - Líneas de media tensión superior a 15 kV hasta 23 kV | 380 mm |

b. En aisladores de suspensión

Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre, la separación entre los conductores deberá aumentarse para que, al inclinarse una cadena de aisladores hasta formar un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación sea igual o mayor que la obtenida por medio de la letra a) anterior.

6.2 Separación vertical entre conductores de línea

6.2.1 La separación vertical, mínima en metros, entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura, deberá ser la indicada en la Tabla N° 5.

TABLA N° 5

Conductores en niveles inferiores	Conductores en nivel superior		
	Baja tensión	Líneas de media tensión hasta 15 kV	Líneas de media tensión superior a 15 kV hasta 23 kV
Líneas de tensión reducida	1,0	1,5	1,5
Líneas de baja tensión	0,4	1,0	1,0
Líneas de media tensión hasta 15 kV		1,0	1,0
Líneas de media tensión superior a 15 kV hasta 23 kV			1,0

6.2.2 Los conductores pueden instalarse a una separación vertical menor que la indicada en la Tabla N° 5, cuando estén colocados en un soporte vertical de varios conductores, que esté firmemente sujeto a un lado de la estructura y se cumpla con las siguientes condiciones:

- a. Los conductores deberán ser de baja tensión, excepto si son cables de media tensión que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra.
- b. Todos los conductores deberán ser del mismo material.
- c. La separación vertical entre conductores desnudos de baja tensión, no deberá ser menor que la señalada en la Tabla N° 6.

TABLA N° 6

Longitud del vano (m)	Separación (cm)
Hasta 30	20
Más de 30	30

Estas distancias mínimas no serán aplicables a cables aislados o preensamblados.

- d. Cuando el vano en líneas de media tensión superior e inferior, sea mayor a 90 m, a la separación vertical de 1 m, se deberá aplicar un incremento de 1 cm por cada metro en exceso de 90 m.

6.3 Altura mínima de conductores sobre el suelo

La altura mínima del conductor sobre la superficie, medida en el punto más bajo dentro del ancho de la zona de cruce, será la indicada en la Tabla N° 7.

TABLA N° 7

Lugar	Cables para tirantes, cables de guardia, mensajeros o neutros (m)	Conductores Baja Tensión aislados (m)	Conductores Baja Tensión desnudos (m)	Conductores Media Tensión aislados (m)	Conductores Media Tensión desnudos (m)
Regiones transitables (localidades, carreteras, autopistas, caminos, calles, cruces de caminos y calles.	5	5	5	5,5	6
Regiones poco transitables (montañas, praderas, cursos de agua no navegables, superficies sin tránsito de vehículos)	4,6	4,6	5	5	5,5

Cuando se trata de cursos de agua navegables, el cruce sobre estas zonas y la determinación de la altura de los conductores, deberá coordinarse con la autoridad competente, de tal manera que se permita el paso libre de las embarcaciones.

7 Distancias Mínimas de Seguridad en Instalaciones de Alumbrado Público

- 7.1 Para luminarias instaladas en postes de empresas de distribución eléctrica, la distancia mínima del cabezal o cualquier parte de la luminaria, incluido el brazo de la misma, a líneas de baja tensión, será tal que no ponga en riesgo las instalaciones y la calidad de servicio.
- 7.2 Para luminarias instaladas en postes de empresas de distribución eléctrica, la distancia mínima del cabezal o cualquier parte de la luminaria, incluido el

brazo de la misma, a líneas de media tensión, se determinará de acuerdo a lo siguiente:

TABLA Nº 8

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO Y MEDIA TENSIÓN	
Rango de voltaje (kV)	Distancia (m)
Mayor a 1kV hasta 15 kV	0,7
Mayor a 15 kV hasta 23 kV	0,8

- 7.3 Los postes o estructuras exclusivos de alumbrado público y sus luminarias podrán quedar ubicados dentro de la franja de seguridad de las líneas eléctricas aéreas, solo si la distancia entre el conductor afectado por la sobrecarga del viento o por la temperatura máxima de operación a 30° C de temperatura ambiente y el punto saliente del alumbrado público más cercano a las líneas, no sea inferior, en cualquier dirección, a la distancia de seguridad establecida en el punto 4.2 previa coordinación con la empresa propietaria de la línea.