

ELECTRICIDAD

**SIGET**  
Superintendencia General de  
Electricidad y Telecomunicaciones  
**ASIENTO DE PRESENTACION**

No. de Asiento \_\_\_\_\_ 240

Fecha y hora  
de Presentación  
Objeto

Veintiuno de Junio de 1 Dos mil ( 2000/06/21 10:36:18.00 )  
ACUERDO No.29-E-2000, APROBACION DE NORMAS TECNICAS DE DISEÑO,  
SEGURIDAD Y OPERACION DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCION  
ELECTRICA, EN LA SECCION DE ACTOS Y CONTRATOS EN EL REGISTRO



No. 56 LIBRO 3 PAG. 28

SIGET



SUPERINTENDENCIA GENERAL DE  
ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES

ACUERDO N° 29-E-2000

LA SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES.

CONSIDERANDO QUE:

- I. De conformidad con lo establecido en el Artículo 4 de la Ley de Creación de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, la SIGET es la entidad competente para aplicar las leyes y reglamentos que rigen los sectores de electricidad y telecomunicaciones.
- II. Según lo dispuesto en el Artículo 5 literal c) de la Ley de Creación de la SIGET, dentro de sus facultades se encuentra la de dictar normas y estándares técnicos aplicables a los sectores de electricidad y telecomunicaciones.
- III. El Artículo 3 de la Ley General de Electricidad dispone que la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, es la responsable del cumplimiento de las disposiciones que dicha Ley contiene.
- IV. De conformidad a lo establecido en el Art.80 del Reglamento de la Ley General de Electricidad las expansiones o ampliaciones de los sistemas de transmisión y distribución que sean realizadas por los operadores, podrán efectuarse sin intervención de la SIGET siempre y cuando cumplan con las normas aceptadas por ésta.

Por tanto, en uso de sus facultades legales, ACUERDA:

- a) Aprobar las Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución Eléctrica, con el fin de asegurar que las mejoras, expansiones y nuevas construcciones de las instalaciones de distribución eléctrica, se diseñen, construyan u operen, garantizando la seguridad de las personas y bienes y la calidad del servicio. Dicha Normativa se encuentra anexo al presente acuerdo y forma parte integrante del mismo;
- b) Las empresas distribuidoras de Energía Eléctrica deberán cumplir con lo establecido en la Ley General de Electricidad y su Reglamento y con los requerimientos de estas Normas. El incumplimiento de los estándares y medidas de seguridad de las instalaciones de distribución establecidas en estas normas resultará en sanciones, aplicadas por la SIGET, de acuerdo con lo establecido en La Ley General de Electricidad y su Reglamento u otro reglamento que la SIGET establezca para este fin.
- c) Será competencia de la SIGET en lo concerniente a estas Normas, sin que ello sea limitativo: la fiscalización de su fiel cumplimiento; la revisión, ampliación y actualización de estas Normas y la emisión de normas complementarias; la interpretación de estas Normas en caso de divergencias o dudas y la resolución de los casos no previstos.
- d) En todo lo que no esté expresamente indicado en estas Normas, prevalecen los requisitos vigentes de las normas internacionales ANSI o IEC equivalente, NESC, NEC, ASTM y NFPA, en lo que corresponda y en los documentos de Normas y Estándares de las distribuidoras aprobados por la SIGET.
- e) Toda actividad técnica relacionada con estas Normas, deberá ser realizada, supervisada y/o avalada por un Ingeniero Electricista o Electromecánico, acreditado.



f) Cualquier operador o entidad que tenga relación con el sector eléctrico podrá solicitar a la SIGET modificaciones a estas Normas, para lo cual la SIGET convocará al Comité Técnico para el estudio de la solicitud y obtener sus recomendaciones.

g) El distribuidor deberá presentar a la SIGET en el término de seis meses a partir de la vigencia de esta Normativa, el informe del diagnóstico de sus instalaciones acompañado de su respectivo plan de mantenimiento y adecuación de sus instalaciones existentes de servicio de distribución de energía eléctrica para garantizar la seguridad de las personas y bienes. Las instalaciones existentes que fueron construidas cumpliendo en su oportunidad con normas anteriores a la presente, no necesitan ser modificadas para cumplir con ésta; excepto cuando sea requerido por razones de seguridad u otra causa establecida en las Normas.

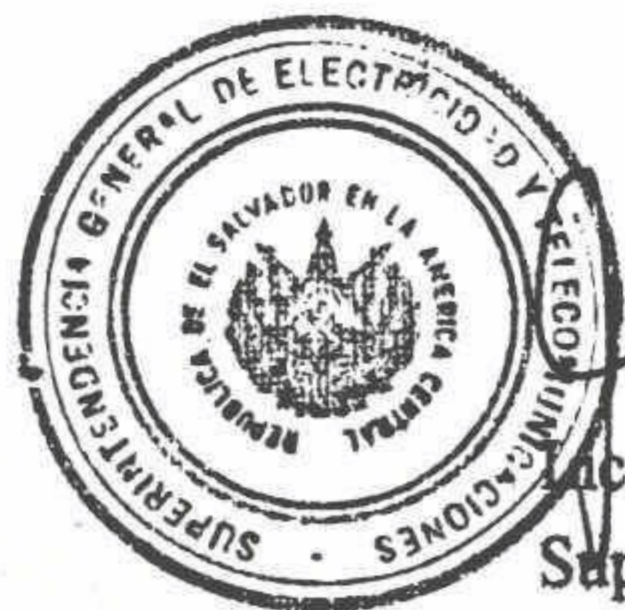
h) En un plazo no mayor de dieciocho meses, a partir de la entrada en vigencia de esta Normativa, los Distribuidores deberán someter a la aprobación de la SIGET, sus normas relacionadas con el diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas, redes y subestaciones de distribución de energía eléctrica. Si en el futuro, el distribuidor desea realizar modificaciones o ampliaciones a sus normas, deberá solicitar a la SIGET la respectiva aprobación.

i) Inscribir el presente Acuerdo y el documento que contiene las Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución Eléctrica, en la Sección de Actos y Contratos del Registro de Electricidad y Telecomunicaciones adscrito a esta Superintendencia.

j) El presente acuerdo entrará en vigencia al siguiente día de su publicación en el Diario Oficial.

k) Publíquese el presente Acuerdo en el Diario Oficial.

Nueva San Salvador, a los quince días del mes de junio del año dos mil.



Lic. Ernesto Lima Mena  
Superintendente

SIGET

56 No. LIBRO 3 PAG. 30



SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES  
GERENCIA DE ELECTRICIDAD  
DEPARTAMENTO DE NORMAS TÉCNICAS Y CONCESIONES



DOCUMENTO ANEXO  
ACUERDO No. 29-E-2000

**NORMAS TÉCNICAS DE DISEÑO, SEGURIDAD Y  
OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE  
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



SIGET

Nueva San Salvador, junio de 2000

No. 56 LIBRO 3 PAG. 31



# NORMAS TECNICAS DE DISEÑO, SEGURIDAD Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCION ELÉCTRICA

## TITULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### CAPITULO I

#### DISPOSICIONES GENERALES

**Art.1. Objeto.** La presente Normativa tiene por objeto establecer las disposiciones, criterios y requerimientos mínimos para asegurar que las mejoras, expansiones y nuevas construcciones de las instalaciones de distribución de energía eléctrica, se diseñen, construyan y operen, garantizando la seguridad de las personas y bienes y la calidad del servicio.

**Art.2. Alcance y ámbito de aplicación.** Esta Normativa será de aplicación obligatoria, en la República de El Salvador, para todas las personas naturales o jurídicas, que tengan relación con el diseño, construcción, supervisión, operación y mantenimiento de las instalaciones de distribución de energía eléctrica, incluyendo sus mejoras, ampliaciones e instalaciones provisionales o temporales.

Todas aquellas personas naturales o jurídicas, que diseñen y construyan obras de infraestructura civil relacionadas con edificios, viviendas, condominios, alcantarillados, vías de tránsito, vías férreas, etc., deberán considerar el alcance y aplicación de esta Normativa para el diseño y desarrollo de sus respectivos proyectos. Las entidades, tanto privadas como gubernamentales y municipales, encargadas de aprobar estos proyectos deberán velar por el cumplimiento de estas Normas.

**Art.3. Excepciones.** En el caso de instalaciones de emergencia, cuando esta Normativa no sea aplicable, el distribuidor, bajo su entera responsabilidad, podrá autorizar la omisión de alguno de los requisitos exigidos en las presentes normas éstas, siempre que se garantice la debida seguridad de las personas y bienes por otros medios y/o procedimientos. Finalizada la emergencia correspondiente, la instalación deberá ser acondicionada para cumplir con todos los requerimientos de las presentes Normas.

**Art.4. Definiciones y acrónimos.** Para los efectos de la presente normativa se establecen las siguientes definiciones y acrónimos:

**ANSI:** (Instituto Nacional Americano de Normas), por sus siglas en inglés, American National Standards Institute

**ASTM:** ( Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), por sus siglas en inglés, American Society for Testing and Materials.

**Aterrizado:** Conectado a o en contacto con la Tierra o conectado a alguna extensión de un cuerpo conductor que sirve en lugar de la Tierra.

**Cable:** Conductor trenzado o arrollado en forma helicoidal, con o sin aislamiento.

**Conductor:** Es un material, usualmente en la forma de alambre, cable o barra, capaz de conducir





una corriente eléctrica.

**Conductor aislado:** Conductor cubierto con un material dieléctrico (no aire), que tiene una capacidad de aislamiento igual o mayor que la tensión entre fases del circuito en el cual el conductor es usado.

**Conductor cubierto (encerrado):** Es el que tiene una cubierta aislante cuya rigidez dieléctrica nominal es desconocida, o es menor que la requerida para la tensión del circuito que en el conductor se usa.

**Conductor con pantalla:** Conductor con una envoltura que encierra al elemento conductor del cable y provee una superficie equipotencial en contacto con el aislamiento del cable.

**Conductor en línea abierta:** Un tipo de construcción de línea de suministro eléctrico o de comunicación en la cual el conductor está desnudo, cubierto o aislado y sin pantalla aterrizada, soportado individualmente a la estructura ya sea directamente o con aisladores.

**Conductor de soporte:** Un conductor cuyo propósito es soportar otros conductores así como ser parte del circuito eléctrico.

**Conduit:** Tubo de aluminio, utilizado en instalaciones eléctricas.

**CSA:** (Asociación Canadiense de Normas), por sus siglas en inglés, Canadian Standards Association

**Comité Técnico:** Comité conformado por representantes de los diferentes gremios profesionales del sector eléctrico y representantes de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, para la definición o revisión de estas Normas Técnicas.

**Distancia mínima de seguridad o Libramiento eléctrico:** Es la distancia mínima establecida entre superficies, de un objeto energizado y otro energizado o no, o persona, para garantizar que el segundo objeto o persona no se encuentre en riesgo de recibir descargas eléctricas desde el primero.

**Efectivamente Puesto o Conectado a Tierra:** Intencionalmente conectado a tierra a través de una conexión a Tierra o conexión de suficiente baja impedancia y con capacidad de conducción de corriente para limitar la formación de tensiones a niveles que resultarían en daños a las personas o a los equipos conectados.

**Estructura:** Es la unidad principal de soporte, generalmente se aplica a los herrajes y materiales, incluyendo al poste o torre adaptado para ser usado como medio de soporte de líneas aéreas de energía eléctrica y las retenidas.

**Flecha:** Es la distancia vertical medida desde cualquier punto de un conductor a la línea recta imaginaria que une los dos puntos de soporte del conductor en las estructuras. A menos que se especifique en un punto determinado, la flecha es la distancia que corresponde a la medida en el punto más bajo (medio) del vano.

**Flecha inicial sin carga:** La flecha de un conductor antes de aplicarle cualquier carga externa.

**Flecha final:** Es la flecha de un conductor bajo condiciones específicas de carga y temperatura aplicadas, después de que dicho conductor ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la zona de carga en la que está instalado o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo, una carga equivalente y que ésta haya sido removida. La flecha final incluye el efecto de la deformación inelástica.

**Flecha final sin carga:** Es la flecha de un conductor después de que ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la zona de carga en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo, una carga equivalente y que ésta haya sido removida. La flecha final sin carga incluye el efecto de la





deformación inelástica.

**IEC:** (Comisión Electrotécnica Internacional), por sus siglas en inglés, International Electrotechnical Commission

**IEEE:** (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos), por sus siglas en inglés, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

**ISO:** (Organización de Normas Internacionales), por sus siglas en inglés, International Standards Organizations

**LGE:** Ley General de Electricidad

**Línea Aérea:** Es una adaptación de componentes, destinados al transporte de energía eléctrica. Esta constituida por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

**Línea de Suministro Eléctrico:** Son los conductores utilizados para transportar energía eléctrica a diferentes niveles de voltaje, incluyendo sus estructuras de soporte. Estas líneas pueden ser aéreas o subterráneas.

**Mensajero:** Soporte de alambre sólido o cableado para líneas de comunicación o de suministro eléctrico, que soporta, además de su propio peso, el peso de uno o más conductores o cables. No forma parte del circuito eléctrico.

**NEC:** (Código Eléctrico Nacional), por sus siglas en inglés, National Electrical Code.

**NESC:** (Código Eléctrico Nacional de Seguridad), por sus siglas en inglés, National Electrical Safety Code.

**NFPA:** (Asociación Nacional de Protección Contra Incendios), por sus siglas en inglés, National Fire Protection Association.

**Normativa:** Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución.

**OPAMSS:** Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador.

**Persona Autorizada:** Persona con conocimientos y capacidad, acreditada por un título o que ha recibido la capacitación y acreditación necesaria por el Distribuidor, para intervenir en la operación y mantenimiento de una determinada instalación eléctrica.

**S.I.:** Sistema Internacional de unidades aceptado por la ISO.

**SIGET:** Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

**Sistema de Tierra:** Es un sistema de conductores, de los cuales uno de ellos o un punto de los mismos está efectivamente aterrizado, ya sea en forma sólida o a través de un dispositivo limitador de corriente no interrumpible.

**Subestación de Distribución de Energía Eléctrica o Subestación:** Es la instalación ubicada en un ambiente específico y protegido, compuesta por equipos tales como: seccionadores, interruptores, barras, transformadores, etc., a través de la cual la energía eléctrica se transmite con el propósito de conmutarla o modificar sus características.

**Tensión:** A menos que se indique lo contrario, para los efectos de estas Normas tensión significa voltaje ó diferencia de potencial efectiva (rms) entre dos conductores o entre un conductor y tierra.

**U. L.:** ( Laboratorios de Certificación ), por sus siglas en inglés, Underwriter Laboratories

**UT:** Unidad de Transacciones



No. 56 LIBRO 3 PAG. 34



**Vano:** Distancia horizontal entre dos estructuras consecutivas.

**Zona De Carga:** Región del país en la que, para el diseño de líneas aéreas, se tomará una presión ejercida por el viento, correspondiente a una determinada velocidad en Km/h

**Art.5. Materiales y equipos.** En las líneas y subestaciones de distribución de energía eléctrica, deberán utilizarse materiales y equipos que cumplan con las normas nacionales y/o internacionales vigentes correspondientes tales como las normas IEC, ANSI, ASTM. Estos materiales y equipos deberán resistir y soportar las condiciones mínimas operativas climáticas y ambientales, tales como salinidad, polución, vientos fuertes, etc., conforme al grado de construcción que aplique, de tal forma que garanticen la calidad del servicio conforme a las normas técnicas aprobadas vigentes.

**Art.6. Sistema de medida.** Para los valores numéricos requeridos por estas Normas debe utilizarse el Sistema Internacional de Unidades, S.I. En caso de emplearse otro sistema de medida, se deberán incluir ambos. Detalles de las unidades básicas del S.I. en el anexo II. Tablas Adicionales.

**Art.7. Servidumbres.** Cuando un interesado requiera la constitución de servidumbres, deberá proceder de acuerdo a las normas legales correspondientes.

**Art.8. Calidad de la energía eléctrica.** El diseño de líneas y subestaciones de distribución de energía eléctrica deberá considerar los parámetros del servicio existente en la zona, con la finalidad de mejorar o en todo caso no deteriorar la calidad del mismo, de conformidad a las normas técnicas vigentes.

**Art.9. Impacto ambiental.** El diseño de líneas y subestaciones de distribución de energía eléctrica deberá cumplir con lo establecido en las normas legales de protección al medio ambiente.

## TITULO II

### CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO Y SEGURIDAD

#### CAPITULO I

#### PARAMETROS DE DISEÑO

#### Art. 10. Generalidades.

10.1. Las líneas aéreas deberán tener suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas, según el lugar en que se ubiquen, con los factores de sobrecarga adecuados.

10.2. En cada caso deberán investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas y geológicas que prevalezcan en el área en que se localice la línea.

10.3. En aquellas regiones del país donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas más severas que las calculadas sobre las bases señaladas en este capítulo, por menor temperatura ó mayor velocidad del viento, las instalaciones deberán diseñarse tomando en cuenta tales condiciones de carga, conservando los factores de sobrecarga correspondientes.

10.4. De no realizarse un análisis técnico detallado, que demuestre que pueden aplicarse cargas mecánicas menores, no deberán reducirse las indicadas en este capítulo.

#### Art. 11. Zonas de carga.

11.1. Con el propósito de establecer las cargas mínimas que deben considerarse en el cálculo mecánico de líneas aéreas, según el lugar de su instalación, el país se ha dividido en 3 zonas de



7



carga, en las cuales se calculará la presión ejercida por el viento como la correspondiente a una velocidad no menor de las que se indican a continuación:

- Zona 1 = 80 kilómetros por hora
- Zona 2 = 100 kilómetros por hora
- Zona 3 = 120 kilómetros por hora

En el Anexo I, figura No. 1, se detallan las zonas geográficas con máxima intensidad de viento en El Salvador.

11.2. En cada caso deberá investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas dominantes, en aquellas regiones donde las líneas lleguen a estar sometidas a cargas más severas que las indicadas arriba, deberán calcularse tomando en cuenta dichas condiciones, aplicando los factores de sobrecarga correspondientes.

#### **Art. 12. Zonas de temperatura.**

12.1. En el país existen, en general, condiciones muy homólogas de temperaturas máximas y mínimas en las distintas zonas, en las cuales se supondrá que los conductores estarán sometidos a las siguientes temperaturas mínimas y máximas:

- Mínima 10 °C
- Máxima 40 °C
- Para zonas muy definidas en cordilleras y valles elevados, como Los Naranjos entre los Departamentos de Santa Ana y Sonsonate y Las Pilas en Chalatenango, deberá tomarse una temperatura mínima de 5 °C.

12.2.. Las líneas de temperaturas mínima y máxima y la localización geográfica de las estaciones meteorológicas se especifican en el Anexo I, figura No. 2.

**Art. 13. Tipos de suelo.** Siendo el suelo un elemento importante en el análisis y diseño de las estructuras de soporte, particularmente en la resistencia del empotramiento de los postes, como en el cálculo de las retenidas, es necesario tener en cuenta su resistencia en el proceso de diseño de un tendido eléctrico.

**Art. 14. Clases de construcción.** Para líneas aéreas, con el objeto de establecer distintos niveles de requerimientos, se definirán tres distintas Clases de construcción, con lo que se definirán también diferentes factores de sobrecarga a ser considerados en el diseño desarrolladas en la Tabla N°1 contenida en el Art. 15 de estas normas.

- Clase C: Es la clase con menor resistencia mecánica, pero que cumple todos los requerimientos mínimos de acuerdo a las exigencias climáticas y el cálculo de sus componentes deberá sujetarse a lo establecido en la Tabla N° 1. Sus Factores de sobrecarga son los más bajos.
- Clase B: Este tipo de construcción deberá considerarse en lugares de mayor riesgo y cumple con las condiciones mas exigentes. Sus coeficientes de sobrecarga están definidos en la Tabla N°1.
- Clase A: En esta clase se agrupan las líneas que requieren condiciones extraordinarias de diseño, por demanda de especiales condiciones de ubicación y/o operación.





**Art. 15. Factores de sobrecarga.**

15.1. Cada uno de los elementos de las estructuras: cruceros, retenidas, fundaciones y anclas, deberán ser diseñadas para soportar las cargas adecuadas, multiplicadas por los factores de sobrecarga descritos en las tablas siguientes:

**TABLA N° 1****FACTORES DE SOBRECARGA PARA ESTRUCTURAS, INCLUYENDO POSTES, CRUCEROS, CIMIENTOS, RETENIDAS Y ANCLAS**

	<b>CLASE B</b>	<b>CLASE C</b>
<b>Cargas Verticales</b>	1.50 (2)	1.50 (2)
<b>Cargas Transversales</b>		
Viento	2.50	2.20 (3)
Tensión del conductor	1.65 (1)	1.30 (4)
<b>Cargas Longitudinales</b>		
<b>En los Cruces:</b>		
En general	1.10	No se requiere
En Remates	1.65 (1)	1.30 (4)
<b>En otras posiciones</b>		
En general	1.00	No se requiere
En remates	1.65 (1)	1.30 (4)

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- (1) *Para retenidas y anclas asociadas con estructuras que únicamente soportan conductores y cables de comunicación, este factor puede reducirse a 1.33.*
- (2) *Donde las cargas verticales reducen significativamente la tensión en un miembro de la estructura, un factor de sobrecarga de 1.0 debe ser usado para el diseño de dicho miembro*
- (3) *Este factor puede ser reducido a 1.75 para estructuras de madera y concreto reforzado cuando no son estructuras de cruce.*
- (4) *Para estructuras de metal y concreto pretensado, cruceros, retenidas, fundaciones y anclas, use un valor de 1.10.*





**TABLA N°2**  
**FACTORES DE SEGURIDAD PARA SER USADOS CON LA TABLA N° 1**

<b>FACTORES DE SEGURIDAD</b>	<b>CLASE B</b>	<b>CLASE C</b>
Estructuras de metal y concreto pretensado	1.0	1.0
Estructuras de madera y concreto reforzado	0.65	0.85
Cable de retenida	0.9	0.9
<b>FACTORES DE SEGURIDAD PARA ESTRUCTURAS CON ELEMENTOS MONTADOS A 1.80 mts. ó MAS SOBRE EL SUELO</b>		
Estructuras de metal y concreto pretensado	1.0	1.0
Estructuras de madera y concreto reforzado	0.75	0.75
Cable de retenida	0.9	0.9
Ancla y Cimientos	1.0	1.0

**CAPITULO II**  
**DISTANCIAS ELECTRICAS**

**Art.16. Aspectos generales:**

16.1. **Aplicación.** Este capítulo, cubre las distancias mínimas de seguridad, de las situaciones más comunes, de líneas aéreas de suministro eléctrico y de comunicaciones y tiene la intención de desarrollar una doble función bajo las condiciones de operación esperadas:

- A) Limitar la posibilidad de contacto por personas con los circuitos o equipos.
- B) Impedir que las instalaciones de un distribuidor entren en contacto con las instalaciones de otro distribuidor o con la propiedad pública o privada.

Las Distancias y Espaciamientos definidos en este Capítulo no sustituyen los libramientos necesarios impuestos por las condiciones de tránsito y/o de tipos de cultivos propios de la traza de las líneas. En el proceso de diseño se deberán tener en cuenta las Normas propias de la Distribuidora a la que la línea deberá conectarse, por ser ésta la responsable de la operación y calidad del servicio eléctrico.

16.2. **Medición de distancias y espaciamientos:** Para referirse a la separación entre conductores y sus soportes, estructuras, construcciones, nivel del suelo, etc., se usan en este artículo los términos distancia y espaciamiento. A menos que se diga otra cosa, todas las distancias deben medirse de superficie a superficie y todos los espaciamientos se deberán medir de centro a centro. Para propósito de medición de las distancias, los herrajes y accesorios que estén energizados debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea, se deben considerar como parte integral de los mismos conductores. Las bases metálicas de las mufas o pasamuros, pararrayos y de equipos similares deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.





16.3. **Cables de suministro:** Las distancias para los tipos de cables descritos en los siguientes numerales, así como para sus empalmes y derivaciones, pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión eléctrica, siempre que sean capaces de soportar pruebas conforme a Normas aplicables.

- A) Cables de cualquier tensión que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra, o bien cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 25 kV ó menos, que tengan una pantalla semiconductor sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo efectivamente puesto a tierra.
- B) Cables de cualquier tensión no incluidos en el numeral anterior, que tengan una pantalla semiconductor continua sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo efectivamente conectado a tierra.
- C) Cables aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones no mayores de 5 Kv entre fases o 2.9 Kv de fase a tierra.

16.4. **Conductores Cubiertos (encerrados):** Los conductores cubiertos deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de distancias, excepto en lo que se refiere al espaciamiento entre conductores de la misma fase o de diferentes circuitos, incluyendo conductores conectados a tierra. El espaciamiento para conductores cubiertos puede ser menor que el mínimo requerido para conductores desnudos, siempre y cuando sean propiedad de la misma empresa y que su cubierta provea suficiente resistencia dieléctrica para prevenir corto circuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores, o entre éstos y el conductor conectado a tierra

16.5. **Conductor de Neutro:**

- A) Los conductores de neutro efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados con circuitos hasta de 25 kV a tierra, pueden considerarse, para fines de fijar su distancia y altura, como conductores mensajeros o retenidas.
- B) Todos los otros conductores de neutro deben cumplir los requerimientos de distancia y altura que los conductores de fase de sus respectivos circuitos.

16.6. **Circuitos de corriente alterna y continua:** Las disposiciones de este artículo son aplicables tanto a circuitos de corriente alterna como de corriente continua. En los circuitos de corriente continua, se deben aplicar las mismas distancias establecidas para los circuitos de corriente alterna que tengan la misma tensión de cresta a tierra.

**Art. 17. Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua:** Los requisitos de este numeral se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores y cables de líneas aéreas, respecto del suelo, agua y parte superior de rieles de vías férreas:

17.1. **Aplicación:** Las distancias verticales deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla No.3 y se aplican bajo las siguientes condiciones:

- A) La condición que ocasione la mayor flecha final: temperatura en los conductores de 50°C, sin desplazamiento de viento, o la temperatura máxima del conductor para la cual fue diseñada la operación de la línea sin desplazamiento de viento, cuando esta temperatura es mayor de 50 °C
- B) Flecha final sin carga, en reposo.





**17.2. Distancias adicionales para conductores.**

- A) Para tensiones entre 22 y 230 kV, la altura básica de los conductores especificada en la Tabla No 3 deberá incrementarse 0.01 m por cada kV en exceso de 22 kV. Todas las distancias para tensiones mayores de 50 kV deben ser basadas en la máxima tensión de operación.
- B) Para tensiones mayores de 50 kV, la distancia adicional del inciso anterior deberá aumentarse tres por ciento (3%) por cada 300 m de altura de exceso de 1,000 m sobre el nivel del mar.





TABLA N° 3

## DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD VERTICALES SOBRE VIAS FERREAS, EL SUELO O AGUA

Naturaleza de la superficie bajo los conductores	Conductores de comunicación aislados, retenidas aterrizadas, conductores neutros y cables eléctricos aislados  Metros	Cables suministradores aislados de mas de 750 V y conductores suministradores en línea abierta de 0 a 750 V  Metros	Conductores suministradores en línea abierta de 750 V a 22 kV  Metros	Conductores suministradores en línea abierta de 22 a 230 kV  Metros
Vías férreas	7.2	7.5	8.1	8.1 + 0.01 m por cada kV por arriba de 22 kV
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito vehicular.	4.7	5.0	5.6	5.6 + 0.01 m por cada kV por arriba de 22 kV
Vías peatonales	2.9	3.8	4.4	4.4 + 0.01 m por cada kV por arriba de 22 kV
Aguas donde no es permitida la navegación	4.0	4.6	5.2	5.2 + 0.01 m por cada kV por arriba de 22 kV
Aguas navegables, incluyendo lagos, ríos, embalses, canales, esteros, con un área de superficie sin obstrucción de:				
A) Hasta 8 Ha	5.3	5.6	6.2	6.2 / 8.7 / 10.5 / 6 12.3 metros + 0.01 m por cada kV por arriba de 22 kV
B) De 8 a 80 Ha	7.8	8.1	8.7	
C) De 80 a 800 Ha	9.6	9.9	10.5	
D) Mas de 800 Ha	11.4	11.7	12.3	

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:





- *Estas distancias mínimas deberán ajustarse, según el criterio del diseñador, los requerimientos de la Distribuidora respectiva y las condiciones propias de la zonas que la línea atraviese.*
- *Todas las tensiones son de fase a tierra.*

#### **Art. 18. Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras**

18.1. **Generalidades.** Cuando sea práctico, los cruces de conductores deben hacerse en una misma estructura. De otra forma, la distancia en cualquier dirección entre conductores que se crucen o sean adyacentes, soportados en diferentes estructuras, no deberá ser menor que la distancia requerida en la Tabla No 4.

18.2. **Consideraciones.** Las distancias básicas, horizontales y verticales, especificadas en este numeral deberán ser determinadas en el punto de mayor acercamiento entre los dos conductores, considerando las posibles posiciones de los mismos dadas por el movimiento generado por las condiciones siguientes:

- A) A 15 °C, sin desplazamiento de viento, flecha inicial y final sin carga.
- B) Con el conductor desplazado del punto de reposo por una presión de viento de 29  $kg/m^2$ , con una flecha inicial y final a 15 °C.
- C) Flecha final, con una de las siguientes condiciones de carga, aquella que produzca la mayor flecha: a 50 °C sin desplazamiento de viento o a la temperatura máxima del conductor para la cual fue diseñada la operación de la línea sin desplazamiento de viento, cuando esta temperatura es mayor de 50 °C.(i) La dirección supuesta del viento, será aquella que produzca la distancia más crítica.

18.3. **Distancia Horizontal.** La distancia horizontal en cruzamientos o entre conductores adyacentes soportados por diferentes estructuras, deberá ser cuando menos de 1.50 m. Para tensiones mayores de 129 kV se deberá incrementar esta distancia en 0.01 m por cada kV de exceso de 129 kV.

#### 18.4. **Distancia Vertical.**

- A) **Requerimientos.** La distancia vertical entre conductores que se crucen o sean adyacentes, soportados en diferentes estructuras, deberá ser cuando menos la indicada en la Tabla No 4.
- B) **Tensiones mayores de 22 kV.** La distancia mínima de seguridad entre los conductores deberá ser incrementada por la suma de lo siguiente: para los conductores del nivel superior entre 22 y 470 kV la distancia mínima de seguridad deberá ser incrementada en 0.01 m por cada kV en exceso de 22 kV. Para los conductores del nivel inferior se deberá proceder de la misma manera. Esta distancia adicional debe ser calculada considerando que para tensiones mayores de 50 kV se deberá utilizar la máxima tensión de operación y si la tensión es menor de 50 kV se deberá utilizar la tensión nominal. El anterior incremento deberá aumentarse en un 3% por cada 300 m de altura de exceso de 1,000 m sobre el nivel del mar para tensiones mayores de 50 kV.





TABLA N° 4

**DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD VERTICALES ENTRE CONDUCTORES Y CABLES  
SOPORTADOS POR DIFERENTES ESTRUCTURAS**

NIVEL INFERIOR	NIVEL SUPERIOR			
	Conductores de Neutro que cumplen con el Art. 16 numeral 16.5 literal A, retenidas aéreas (metros)	Cables y conductores, mensajeros, retenidas de comunicación (metros)	Conductores suministradores en línea abierta entre 0 y 750 V. (metros)	Conductores suministradores en línea abierta entre 750 V y 22 kV. (metros)
Conductores de Neutro que cumplen con Art. 16 Numeral 16.5 literal A, retenidas aéreas	0.60 (1)	0.60 (1)	0.60	0.60
Cables y conductores, mensajeros, retenidas de comunicación	-----	0.60 (1)	1.20	1.50
Conductores suministradores en línea abierta entre 0 y 750 V.	-----	-----	0.60	1.20
Conductores suministradores en línea abierta entre 750 V y 22 kV	-----	-----	-----	1.20

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- (1) *La distancia puede ser reducida cuando ambas retenidas estén eléctricamente interconectadas.*
- (2) *Las Tensiones son de Fase a Tierra para circuitos efectivamente aterrizados*
- (3) *Las normas de la distribuidora a la que se conecte las líneas deberán tomarse en cuenta para los diseños particulares.*

**Art. 19. Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones.**

**19.1. Aplicación.**

- A) Distancias Vertical y Horizontal (Sin desplazamiento de viento): Las distancias, horizontal y vertical, especificadas en los numerales 19.2 y 19.3, aplican para cualesquiera de las condiciones de temperatura del conductor y cargas que produzca el mayor acercamiento. El numeral 19.1. inciso A.1) y A2) aplica por encima y a lo largo de la instalación; el numeral 19.1 inciso A3) aplica debajo y a lo largo de la instalación.:

- 1) A 50 °C sin desplazamiento de viento, flecha final.



56

No. LIBRO 3 PAG.

43



- 2) A la temperatura máxima del conductor para la cual la línea fue diseñada para operar, si ésta es mayor a 50 °C, sin desplazamiento de viento, flecha final.
  - 3) A la temperatura mínima del conductor para la cual la línea fue diseñada, sin desplazamiento de viento, flecha inicial.
- B) Distancia Horizontal: Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo, por una presión de viento de 29 kg/m<sup>2</sup> con flecha final a 15 0C. El desplazamiento de los conductores deberá incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre, cuando estos se usen.
- C) Transición entre distancias horizontal y vertical: La distancia de seguridad horizontal predomina en los puntos donde la diagonal se iguala a los requerimientos de distancia de seguridad vertical. De forma similar, la distancia de seguridad horizontal predomina por encima o por debajo de las proyecciones de los edificios, anuncios u otras instalaciones al punto donde la diagonal se iguala a los requerimientos de la distancia de seguridad vertical. De este punto la distancia de seguridad de transición debe ser igual a la distancia de seguridad vertical, como se ilustra en anexo I en la figura No. 3, Distancias Mínimas de Seguridad a Edificios

19.2. **Distancia de Conductores y cables a otras estructuras de soporte.** Los conductores y cables que pasen próximos a estructuras de alumbrado público, de soporte de semáforos o de soporte de una segunda línea, deben estar separados de cualquier parte de esas estructuras por distancias no menores que las siguientes:

- A) Una distancia horizontal, sin viento, de 1.50 m para tensiones de hasta 50 kV.
- B) Una distancia vertical de 1.40 m para tensiones menores de 22 kV y de 1.70 m para tensiones entre 22 kV y 50 kV.

Para conductores de neutro, mensajeros, retenidas y cables que tengan cubierta o pantalla metálica continua, conectada efectivamente a tierra, y la tensión no exceda de 300 V a tierra, estas distancias pueden reducirse a 0.90 y 0.60 m, respectivamente.

19.3. **Distancia de conductores y partes energizadas a edificios, rótulos, chimeneas, antenas de radio y televisión. tanques y otras instalaciones excepto puentes.**

A) Distancias de seguridad vertical y horizontal:

- 1) *Distancias de seguridad.* Los conductores y partes energizadas pueden ser colocadas adyacentes a los elementos mencionados, siempre y cuando las distancias verticales y horizontales no sean menores que las indicadas en la tabla No 5, bajo las condiciones mencionadas en el numeral 19.1. inciso A).
- 2) Distancia horizontal bajo condiciones de desplazamiento por el viento. Cuando los conductores son desplazados de su posición de reposo por el viento, bajo las condiciones expuestas en el numeral 19.1. inciso B), las distancias de seguridad de esos conductores y cables a los elementos antes mencionados no deben ser menores que los valores expuestos en la tabla No 5.





TABLA N° 5

**DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD DE CONDUCTORES Y CABLES A EDIFICIOS, ANUNCIOS, ROTULOS, CHIMENEAS, ANTENAS DE RADIO Y TELEVISION Y OTRAS INSTALACIONES**

Conductor o cable	Distancia de seguridad horizontal requerida cuando es desplazada por el viento. (Metros)
Conductores de suministro en línea abierta de 0 a 750 V	1.1
Cables que cumplen con Art. 16, numeral 16.3.A, mayor de 750 V	1.7
Cable que cumple con Art. 16, numeral 16.3.C, mayor de 750 V	1.7
Conductores de suministro de línea abierta con tensiones superiores a 750 V y hasta 22 kV	2.3

B) Protección de Conductores de suministro y partes energizadas rígidas:

Cuando no se puede cumplir con las distancias previstas en la tabla No 6, estos elementos deben ser aislados.

C) Conductores adheridos o fijados a edificios u otras instalaciones:

Cuando ocurra que conductores de suministro estén permanentemente fijados a un edificio u otra instalación por requerirse para la prestación del servicio, tales conductores deben llenar los siguientes requisitos cuando estén sobre o a lo largo de la instalación a la cual el conductor esté fijado.

- 1) Conductores energizados de acometidas de servicio entre 0 a 750 V, incluyendo derivaciones, deben estar aislados o cubiertos conforme lo definido en los Artículos -30, 16.3 ó 16.4. Este requisito no aplica a conductores neutrales.
- 2) Conductores de más de 300 V a tierra, deberán estar protegidos, cubiertos (encerrados), aislados ó inaccesibles.
- 3) La distancia de seguridad de conductores a soportes deberá cumplir con lo establecido en la tabla No 11 del Artículo 20.
- 4) Los Conductores de acometida para el servicio incluyendo vueltas para goteo, no deben ser accesibles con facilidad, y cuando no sean mayores de 750 V, deben tener una distancia de seguridad no menor que las siguientes:

- (i) 2.45 m desde el punto más alto del techo o balcón sobre el que pasa.

Excepción No. 1: Si la tensión entre conductores no excede los 750 V o donde los cables cumplen con Art. 16 numeral 16.3B y 16.3C y el techo o balcón no es fácilmente accesible, la distancia de seguridad puede ser de hasta 0.90 m. un techo o balcón es considerado fácilmente accesible a peatones si este puede ser casualmente alcanzado a través de puertas, ventanas, rampas o escaleras sin que la persona realice un extraordinario esfuerzo físico o emplee herramienta especial.





Excepción No. 2: cuando un techo o balcón no es fácilmente accesible, y la acometida cumple una de las siguientes condiciones: Pasa sobre el techo de la vivienda para terminar en un accesorio de acometida, el cual no debe estar a más de 1.20 m, medido horizontalmente, de la orilla más cercana del techo. Se debe mantener una distancia mínima vertical de 0.46 m del punto más bajo de la acometida al techo y a 1.80 m medidos horizontalmente desde el accesorio de la acometida en dirección del cable de acometida, debe haber una distancia vertical mínima de 0.90 m, medidos desde el cable de acometida hacia el techo (Como se ilustra en el Anexo I, Figura No. 4).

- (a) Tensión entre conductores de 300 V ó menos, ó
  - (b) cables de 750V ó menos que cumplan con Art. 16, numeral 16.3B ó 16.3C.
- (ii) 0.90 m en cualquier dirección de ventanas, puertas, pórticos, salida de incendio o localizaciones similares.

Excepción No. 1: No aplica para conductores de acometida que cumplen con Art. 16, numeral 16.3C sobre el nivel superior de una ventana.

Excepción No. 2: No aplica para ventanas diseñadas para no poderse abrir.

#### 19.4. Distancias adicionales para tensiones mayores de 22 kV

- A) Para tensiones entre 22 y 470 kV, la distancia de los conductores especificada en la Tabla No. 6 deberá incrementarse 0.01 m por cada kV en exceso de 22 kV. Todas las distancias para tensiones mayores de 50 kV deben ser basadas en la máxima tensión de operación.
- B) Para tensiones mayores de 50 kV, la distancia adicional del inciso anterior deberá aumentarse tres por ciento (3%) por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.





TABLA N° 6

**DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD DE CONDUCTORES A EDIFICIOS Y OTRAS  
INSTALACIONES**

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD DE		Conductores y cables de comunicación aislados, mensajeros, retenidas aterrizadas expuestas a tensiones de hasta 300 V , conductores de neutro que cumplen con Art.16 numeral 16.5.A, cables de suministro que cumplen con Art.16 numeral 16.3.A	Cables de suministro de 0 a 750 V, que cumplen con Art.16 numeral 16.3.B	Partes rígidas energizadas no protegidas, de 0 a 750 V, conductores de comunicación no aislados, carcazas de equipos no aterrizadas expuestas a conductores abiertos de suministro de entre 300 y 750 V	Cables de suministro de mas de 750 V, que cumplen con Art. 16 numeral 16.3.B ó 16.3.C, conductores de suministro en línea abierta de 0 a 750 V	Partes rígidas energizadas no protegidas de 750 V a 22 kV, carcazas de equipos no aterrizadas, retenidas no aterrizadas expuestas a tensiones de 750 V a 22 kV	Conductores de suministro en línea abierta de 750 V a 22 kV
		Metros	metros	Metros	Metros	metros	metros
EDIFICIOS	Horizontal a paredes ventanas y áreas accesibles a personas	1.4 (1)(2)	1.5 (1)(2)	1.5 (1)(2)	1.7 (1)(4)	2.0 (1)(2)	2.3 (1)(5)(6)
	Vertical, arriba o debajo de techos y áreas no accesibles a personas	0.9	1.10	3.0	3.2	3.6	3.8
	Vertical, arriba o debajo de techos y áreas accesibles a personas vehículos, pero no a vehículos pesados ( 3)	3.2	3.4	3.4	3.5	4.0	4.1
	Vertical, arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados	4.7	4.9	4.9	5.0	5.5	5.6
OTRAS ESTRUCTURAS	Horizontal	0.9	1.07	1.5 (1)	1.7 (1)(4)	2.0 (1)	2.3 (1)(2)(5)(6)
	Vertical, arriba o debajo de cornisas y otras superficies con acceso a personas	3.2	3.4	3.4	3.5	4.0	4.1
	Vertical, arriba o debajo de otras partes de estas instalaciones	0.9	1.07	1.7	1.8 (1)	2.3	2.45





A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- (1). *En edificios, anuncios, chimeneas, antenas, tanques u otras instalaciones que no requieran paso continuo de personas entre los conductores y las edificaciones, la distancia mínima puede ser reducida a 0.60 m.*
- (2). *Cuando el espacio disponible no permita alcanzar este valor, la distancia mínima puede ser reducida en 0.6 m.*
- (3). *Vehículo pesado se define como aquel que excede los 2.45 m.*
- (4). *La distancia mínima de seguridad en reposo no debe ser menor que el valor dado en la tabla. Con desplazamiento por viento, la distancia no debe ser menor a 1.10 m. (Ver Art. 19 numeral 19.3.A.2))*
- (5). *La distancia mínima de seguridad en reposo no debe ser menor que el valor de la tabla, con desplazamiento por el viento, la distancia no puede ser menor de 1.40 m. (Ver Art. 19 numeral 19.3.A.2)*
- (6). *En lugares donde el espacio disponible no permite alcanzar este valor, la distancia puede ser reducida a 2.00 m para conductores con tensiones de hasta 8.7 kV a tierra.*
- (7). *Todas las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente aterrizados.*

#### **Art.20. Distancias de seguridad entre conductores y cables soportados en la misma estructura.**

**20.1. Aplicación:** Los requisitos de este numeral establecen las distancias mínimas entre conductores de líneas aéreas, eléctricas y de comunicación, así como las que estos deben guardar a sus soportes, retenidas, cables de guarda, etc., cuando están instalados en una misma estructura.

Todas las tensiones son entre conductores involucrados. A menos que se indique de otra forma, la tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos, debe tomarse como el mayor valor que resulte de los siguientes:

- A) La diferencia vectorial entre los conductores involucrados.
- B) La tensión de fase a tierra del circuito de más alta tensión.

**20.2. Distancia horizontal entre conductores y cables de línea:** La distancia horizontal entre conductores y cables de línea deberá ser como sigue:

- A) En soportes fijos: Los conductores y cables en soportes fijos (con aisladores rígidos) deben tener una distancia horizontal en sus soportes no menor que el mayor de los valores obtenidos según los subincisos 1) y 2) siguientes. Estas distancias no aplican si son cables aislados o bien si son conductores cubiertos de un mismo circuito
  - 1) Distancia Horizontal mínima: La distancia horizontal entre conductores y cables, ya sean del mismo o de diferente circuito, no debe ser menor que la especificada en la Tabla No 7.
  - 2) Distancia de acuerdo a la flecha: La distancia horizontal entre soportes de conductores y cables, ya sean del mismo o de diferente circuito, no debe ser menor que el valor dado por las fórmulas 1 y 2. En caso de que el valor obtenido de la Tabla No 7 sea mayor, debe usarse ese valor, excepto para conductores y cables del mismo circuito con tensión mayor de 50 kV.

**Fórmula 1.** Para conductores y cables de área transversal menor de 33.6mm<sup>2</sup> (No. 2 AWG)

$$S = 7.6 * (kV) + 20.4 \sqrt{f - 610}$$





**Fórmula 2.** Para conductores y cables de área transversal mayor o igual a 33.6 mm<sup>2</sup> (No. 2 AWG)

$$S = 7.6 * (kV) + 8 * \sqrt{2.12 * f}$$

En donde:

S = distancia en mm

KV = Tensión entre los dos conductores y cables para los que se calcula la distancia

f = Flecha aparente en mm, del conductor de mayor flecha en el vano

La tabla N° 8 muestra las distancias que se obtienen al aplicar las fórmulas 1 y 2 anteriores, en algunos valores de flecha y tensión eléctrica de conductores y cables.

**TABLA N° 7**

DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA DE SEPARACION

**ENTRE CONDUCTORES DEL MISMO O DE DIFERENTE**

**CIRCUITO EN SUS SOPORTES FIJOS**

CLASE DE CIRCUITO	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD cm	NOTAS
Línea de comunicación	15 7.5	No aplica a transposiciones Permitido en casos donde la separación entre espigas es menor de 15 cm
Conductores eléctricos del mismo circuito: De 0 a 8.7 kV De 8.7 a 50 kV Mayores de 50 kV	30 30+1 cm por c/kV sobre 8.7 no hay valor especificado	
Conductores eléctricos de diferentes circuitos: De 0 a 8.7 kV De 8.7 a 50 kV De 50 a 814 kV	30 30+1.0 cm por cada kV sobre 8.7 kV 72.5 + 1.0 cm por cada kV de exceso de 50 kV	Para todas las tensiones mayores de 50 kV, la distancia de separación deberá incrementarse en 3% por cada 300 m en exceso sobre 1000 m sobre el nivel del mar.  Todas las distancias para tensiones mayores de 50 kV deberán ser basadas en la máxima tensión de operación





**TABLA N° 8**  
**DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA DE CONDUCTORES**  
**EN SUS SOPORTES FIJOS, DEL MISMO O DE DIFERENTE**  
**CIRCUITO DE ACUERDO CON SU FLECHA**

Tensión nominal entre fases KV	S en m (Fórmula 1)					S en m (Fórmula 2)				
	Para flecha "f" en m de:					Para flecha "f" en m de:				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
13.2	0.50	0.71	0.86	0.99	1.10	0.47	0.55	0.62	0.68	0.74
23	0.58	0.78	0.94	1.06	1.17	0.54	0.63	0.70	0.76	0.81
34.5	0.67	0.87	1.02	1.15	1.26	0.63	0.71	0.78	0.84	0.90
46	0.75	0.96	1.11	1.24	1.35	0.72	0.80	0.87	0.93	0.99

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- *Las características propias de la línea (vano, libramientos, etc.), determinarán los valores mas seguros de separación, los cuales no deberán ser menores que los indicados*

20.3. **Distancia Vertical entre conductores de línea:** La distancia vertical entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura (ver Anexo I, figura No. 5), debe ser cuando menos la indicada en los incisos siguientes:

A) Distancia mínima de conductores, del mismo o de diferentes circuitos:

Las distancias indicadas en la Tabla No 9 deben aplicarse a conductores con tensiones hasta 50 kV.

Excepción No. 1: Los conductores soportados por bastidores verticales, o por ménsulas separadas verticalmente deben cumplir con los requerimientos del numeral 20.4.

Excepción No. 2: Este requisito no se aplica a conductores cubiertos del mismo circuito.

B) Distancias Adicionales:

Las distancias que se indican en la Tabla No 9, deben incrementarse de acuerdo con las condiciones citadas a continuación. Los incrementos serán acumulables cuando sea aplicable más de una de estas condiciones:

1) Tensiones entre conductores mayores de 50 kV.

(i) Para tensiones entre 50 y 814 kV, la distancia entre conductores de diferentes circuitos debe ser incrementada 0.01 m por kV en exceso de 50 kV.

(ii) El incremento en distancia para tensiones mayores de 50 kV, especificado en el punto anterior debe aumentarse 3 % por cada 300 m de altura en exceso de 1,000 metros sobre el nivel del mar.

(iii) Todas las distancias para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base a la tensión máxima de operación

2) Distancias de acuerdo a la flecha:





Los conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura, deben tener una distancia vertical en sus soportes, de tal forma que la distancia mínima entre ellos, en cualquier punto del vano, no sea menor que la establecida en los puntos siguientes. Para propósitos de esta determinación el conductor superior tiene su flecha final a la máxima temperatura para la cual el conductor es diseñado para operar. El conductor inferior estará a las mismas condiciones pero sin carga eléctrica.

Excepción: Este requerimiento no aplica a conductores de la misma empresa, cuando los conductores son del mismo tamaño y tipo y son instalados a la misma tensión y flecha.

- (i) Para tensiones menores de 50 kV entre conductores, se puede aplicar el 75% de la distancia entre soportes indicada en la Tabla No. 9
- (ii) Para tensiones mayores de 50 kV entre conductores, el valor especificado en el punto A) anterior, debe incrementarse de acuerdo con lo indicado en el punto 1 anterior.





TABLA N° 9

## DISTANCIAS DE SEGURIDAD VERTICAL ENTRE CONDUCTORES EN SUS SOPORTES

CONDUCTORES Y CABLES EN NIVELES INFERIORES	CONDUCTORES Y CABLES EN NIVELES SUPERIORES			
	Cables de suministro que cumplen con el Art. 16 numeral 16.3 literales A, B y C conductores de neutro que cumplen con Art.16. numeral 16.5.A (m)	CONDUCTORES DE SUMINISTRO ABIERTOS		
		De 0 A 8.7 kV (m)	Mas de 8.7 a 50 kV	
			MISMA EMPRESA (m)	DIFERENTE EMPRESA (m)
De comunicación, en general	1.00	1.00	1.00	1.00 + 0.01 por kV en exceso de 8.7 kV
Eléctricos con tensión entre conductores de:				
Hasta 750 V	0.41	0.41 (1)	0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV	1.0 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV
Mas de 750 V a 8.7 kV		0.41 (1)	0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV	1.0 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV
Mas de 8.7 kV a 22 kV Trabajos en línea viva			0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV	1.0 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV
Trabajos en línea muerta				0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV
Mas de 22 kV sin exceder 50 kV			0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV	0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- (1) Cuando los conductores son operados por empresas diferentes, una distancia vertical no menor de 1.00 m es recomendada

#### 20.4. Espaciamiento entre conductores soportados en bastidores verticales:

Los conductores pueden instalarse a una menor distancia vertical que la indicada anteriormente, cuando estén montados en bastidores verticales ó en ménsulas separadas colocadas verticalmente, siempre que no sean de madera, que estén firmemente sujetos a un lado de la estructura y se cumpla con las siguientes condiciones:

- La tensión entre conductores no debe ser mayor de 750 V, excepto cuando los cables y conductores cumplan los requerimientos del Art. 16 numeral 16.3.A ó 16.3.B.
- Todos los conductores deben ser del mismo material.
- El espaciamiento vertical entre conductores no debe ser menor que el indicado en la Tabla No 10



No. 56 LIBRO 3 PAG. 52



TABLA N° 10

**ESPACIAMIENTO VERTICAL MINIMO ENTRE CONDUCTORES SOPORTADOS EN BASTIDORES VERTICALES**

LONGITUD DEL VANO	ESPACIAMIENTO VERTICAL MINIMO ENTRE CONDUCTORES
M	m.
Hasta 45	0.10
De 45 a 60	0.15
De 60 a 75	0.20
De 75 a 90	0.30

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

*Excepción: Si los conductores tienen separadores intermedios adecuados, el espaciamiento vertical puede ser como mínimo 0.10 m en cualquier caso.*

**20.5. Distancia de separación mínima en cualquier dirección de conductores de línea a soportes o la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas sujetos a la misma estructura:**

- A) En soportes fijos: La distancia no debe ser menor que la indicada en Tabla N° 11
- B) En aisladores de suspensión: Cuando se usen aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la distancia mínima debe ser incrementada lo necesario para que, cuando la cadena de aisladores forme su máximo ángulo de diseño con la vertical, la distancia no sea menor que la indicada en la tabla No 11. El máximo ángulo de diseño debe ser basado en una presión de viento de 29 kg/m<sup>2</sup> sobre el conductor y a una flecha final de 15 °C.





TABLA N° 11

**DISTANCIA MINIMA EN CUALQUIER DIRECCION DE CONDUCTORES DE LINEA A:  
SOPORTES, LA ESTRUCTURA, OTROS CONDUCTORES VERTICALES O DERIVADOS Y  
RETENIDAS A LA MISMA ESTRUCTURA**

LINEA AEREA	LINEAS DE COMUNICACIÓN		LINEAS DE SUMINISTRO			
	EN ESTRUCTURAS DE SOPORTE		TENSION ENTRE FASES			
	SOLO LINEAS DE COMUNICACION	LINEAS DE COMUNICACION Y ELECTRICAS	0 A 8.7 Kv	8.7 A 50 Kv	50 A 814 Kv	
	cm	Cm	cm	cm	cm	
CONDUCTORES VERTICALES O DERIVADOS	Del mismo circuito	7.5	7.5	7.5	7.5 + 0.65 cm por c/kV en exceso de 8.7 kV	Valor no especificado
	De diferente circuito	7.5	7.5	15 (5)	15 + 1 cm por c/kV en exceso de 8.7 kV	58 + 1 cm por c/kV en exceso de 50 kV
RETENIDAS Y MENSAJEROS SUJETOS A UNA MISMA ESTRUCTURA	Cuando están paralelos a la línea	7.5	15	30	30 + 1 cm por c/kV en exceso de 8.7 kV	74 + 1 cm por c/kV en exceso de 50 kV
	Retenidas	7.5	15 (1)	15	15 + 0.65 cm por c/kV en exceso de 8.7 kV	41 + 0.65 cm por c/kV en exceso de 50 kV
	Otros	7.5	15 (1)	15	15 + 1 cm por c/kV en exceso de 8.7 kV	58 + 1 cm por c/kV en exceso de 50 kV
		7.5 (2)	7.5 (2)	7.5 (6) (7)	7.5 + 0.50 cm por c/kV en exceso de 8.7 kV (6) (7) (8)	28 + 0.50 cm por c/kV en exceso de 50 kV
SUPERFICIES DE CRUCEROS						
SUPERFICIES DE ESTRUCTURAS	Que soporten líneas de comunicación y eléctricas	----	12.5 (2)	12.5 (3) (6) (7)	12.5 + 0.50 cm por c/kV en exceso de 8.7 kV (6) (7)	33 + 0.50 cm por c/kV en exceso de 50 kV
	Otros	7.5 (2)	----	7.5	7.5 + 0.50 cm por c/kV en exceso de 8.7 kV (6) (7)	28 + 0.50 cm por c/kV en exceso de 50 kV

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la tabla anterior:

- (1) En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 30 cm o menos de conductores eléctricos y de comunicación a la vez, dichas retenidas deben ser protegidas con una cubierta aislante adecuada en el tramo cercano al conductor eléctrico. Esto no es





*necesario si la retenida está efectivamente puesta a tierra, o tiene un aislador tipo retenida, localizado a un nivel inferior del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto.*

- (2) *Los conductores de comunicación pueden tener una menor distancia, cuando se sujeten con soportes colocados en la base o lados de los cruceros o en la superficie de postes.*
- (3) *Esta distancia solamente se aplica a conductores eléctricos soportados debajo de conductores de comunicación, en la misma estructura. Cuando los conductores eléctricos estén arriba de los de comunicación, esta distancia puede reducirse a 7.5 cm.*
- (4) *Para conductores de circuitos con tensión mayor de 50 kV, la distancia adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.*
- (5) *Para circuitos de 750 V ó menos, esta distancia puede reducirse a 7.5 cm.*
- (6) *Un conductor neutro que esté efectivamente conectado a tierra a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kV a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura.*
- (7) *Para líneas eléctricas abiertas de 750 V ó menos y cables eléctricos de cualquier tensión, de los tipos descritos en el Art. 16 numeral 16.2, esta distancia puede reducirse a 2.5 cm.*
- (8) *En los circuitos con conductor neutro efectivamente conectado a tierra, que cumpla con lo indicado en el Art. 16 numeral 16.4, puede utilizarse la tensión de fase a neutro para determinar la distancia entre los conductores de fase y la superficie de los cruceros.*

#### **20.6. Distancias de separación entre circuitos de diferente nivel de tensión en el mismo crucero:**

Circuitos de suministro eléctrico, de los niveles de tensión indicados en la tabla No 9, del numeral 20.3, pueden ser instalados sobre el mismo crucero de soporte con circuitos de la siguiente clasificación de tensión sólo si se cumple uno ó más de las siguientes condiciones:

- A) Si los circuitos ocupan posiciones sobre lados opuestos de la estructura.
- B) Si las distancias no son menores que los espacios requeridos para escalar y poder darle mantenimiento a las líneas.
- C) Si los conductores del circuito de mayor tensión ocupan la posición externa y los conductores del circuito de menor tensión ocupan la posición interna.

#### **Art.21. Distancias de seguridad vertical sobre el suelo para equipo de servicio eléctrico instalado en estructuras.**

21.1. **Altura básica mínima:** La altura básica mínima sobre el suelo, de partes energizadas de equipo no protegidas, tales como terminales de transformadores y pararrayos y tramos cortos de conductores eléctricos conectados al equipo, se indica en la Tabla No 12.

21.2. **Alturas adicionales para conductores:** Para tensiones mayores a 22 kV, la altura básica de los conductores deberá incrementarse 0.01 m por cada kV de exceso. Dicho valor deberá aumentarse tres por ciento (3%) por cada 300 m de altura de exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.

21.3. **Tensión de fase a tierra:** Todas las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes.

21.4. **Cambios de nivel de la superficie:** Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel, sobre el suelo original, de la superficie de carreteras, calles, callejones, etc., debidos a



No. 56 LIBRO 3 PAG. 55



mantenimiento vial.

**TABLA N° 12**

**DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD VERTICAL SOBRE EL SUELO PARA EQUIPO DE SERVICIO ELECTRICO INSTALADO EN ESTRUCTURAS**

Naturaleza de la superficie bajo las partes energizadas	Equipo con la carcasa efectivamente aterrizada	Partes energizadas rígidas no protegidas, de 0 a 750 V y carcasas de equipos no aterrizados, conectados a circuitos de menos de 750 V	Partes energizadas rígidas no protegidas, de 750 V a 22 kV y carcasas de equipos no aterrizados, conectados a circuitos de más de 750 V, hasta 22 kV	Partes energizadas rígidas no protegidas, de más de 22 kV y carcasas de equipos no aterrizados, conectados a circuitos de más de 22 kV
	(m)	(m)	(m)	(m)
Areas accesibles solo a peatones	3.4	3.6 (1)	4.3	4.3 m + 0.01 m por c/kV sobre 22 kV
Areas transitadas por vehículos	4.6	4.9	5.5	5.5 m + 0.01 m por c/kV sobre 22 kV

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la tabla anterior:

(1) Esta distancia puede ser reducida a 3.0 m para partes energizadas aisladas, con tensión máxima de 150 V a tierra.

**Art.22. Espacio para escalar.**

Los siguientes requisitos se aplican únicamente a las partes de las estructuras utilizadas por los trabajadores para escalar.

**22.1. Localización y Dimensiones:**

- Debe dejarse un espacio para escalar con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso 22.5) de este numeral enfrente de cualquier conductor, crucero y otras partes similares
- El espacio para escalar se requiere solamente en un lado ó esquina del soporte.
- El espacio para escalar debe extenderse verticalmente arriba y debajo de cada nivel de conductores, como se indica en los numerales 22.5. y 22.6. de este Artículo, pero puede cambiarse de un lado o esquina del soporte a cualquier otro.

**22.2. Partes de la estructura en el espacio para escalar:**

Cuando las partes de la estructura estén en un lado ó esquina del espacio para escalar, no se considera que obstruyan dicho espacio.

**22.3. Localización de los crueros respecto del espacio para escalar:** 3

**No. 36 LIBRO PAG. 56**





Se recomienda que los cruceros se localicen en el mismo lado de la estructura. Esta recomendación no es aplicable cuando se utilicen cruceros dobles o cuando los cruceros no sean paralelos.

#### 22.4. Localización de equipo eléctrico respecto del espacio para escalar:

Equipos eléctricos como transformadores, reguladores, capacitores, mufas, pararrayos e interruptores deben ser instalados fuera del espacio para escalar, cuando se localicen bajo los conductores.

#### 22.5. Espacio para escalar entre conductores:

El espacio para escalar entre conductores, representado en el Anexo I, figura No.6, debe tener las dimensiones horizontales indicadas en la tabla No 13. Estas dimensiones tienen el propósito de dejar un espacio para escalar de 0.60 m libre de obstáculos, siempre que los conductores que limitan dicho espacio estén protegidos con una cubierta aislante adecuada a la tensión existente. El espacio para escalar debe dejarse previsto longitudinal y transversalmente a la línea y extenderse verticalmente no menos de 1.0 m arriba y debajo de los conductores que limiten el espacio mencionado. Cuando existan conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos de más de 8.7 kV a tierra o 15 kV entre fases, el espacio para escalar debe extenderse verticalmente cuando menos 1.5 m arriba del conductor eléctrico más alto

*Excepción No. 1:* Este requisito no se aplica en caso de que se tenga establecida la práctica de que los trabajadores no suban más allá de los conductores y equipos, a menos de que estén desenergizados.

*Excepción No. 2:* Este requisito no se aplica si el espacio para escalar puede ser obtenido con el desplazamiento temporal de los conductores, utilizando equipo para trabajar con línea desenergizada.

#### 22.6. Espacio para escalar frente a tramos longitudinales de línea no soportados por cruceros:

El ancho total del espacio para escalar debe dejarse frente a los tramos longitudinales y extenderse verticalmente 1.0 m arriba y abajo del tramo (o 1.5 m conforme a lo indicado en el numeral 25.5 ). El ancho del espacio para escalar debe medirse a partir del tramo longitudinal de que se trate. Debe considerarse que los tramos longitudinales sobre bastidores, o los cables soportados en mensajeros, no obstruyan el espacio para escalar, siempre que, como práctica invariable, todos sus conductores sean protegidos con cubiertas aislantes adecuadas o en alguna otra forma, antes de que los trabajadores asciendan.

*Excepción:* Si se instala un tramo longitudinal en el lado o esquina de la estructura donde se encuentra el espacio para escalar, el ancho de este espacio debe medirse horizontalmente del centro de la estructura hacia los conductores eléctricos más próximos sobre el crucero, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

A) Que el tramo longitudinal corresponda a una línea eléctrica abierta con conductores de 750 v o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en el Art. 16 numeral 16.2, de cualquier tensión, los cuales estén sujetos cerca de la estructura por ménsulas, bastidores, espigas, abrazaderas u otros aditamentos similares.

B) Que los conductores eléctricos más próximos soportados en el crucero, sean paralelos al tramo de línea eléctrica, se localicen del mismo lado de la estructura que dicho tramo y estén a una distancia no mayor de 1.2 m arriba o abajo del tramo de línea.

#### 22.7. Espacio para escalar frente a conductores verticales:

Los tramos verticales protegidos con tubo Conduit u otras cubiertas protectoras similares, que estén sujetos firmemente a la estructura sin separadores, no se considera que obstruyen el espacio para escalar.



7

No. 56 LIBRO 3 PAG. 57



TABLA N° 13

**DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA ENTRE CONDUCTORES QUE LIMITAN EL ESPACIO PARA ESCALAR**

TIPO DE CONDUCTORES QUE LIMITAN EL ESPACIO PARA ESCALAR	TENSION DE LOS CONDUCTORES (1)	DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES (3)		
		EN ESTRUCTURAS QUE SOPORTEN SOLO		EN ESTRUCTURAS QUE SOPORTEN CONDUCTORES ELECTRICOS ARRIBA DE CONDUCTORES DE COMUNICACION
		CONDUCTORES DE COMUNICACION	CONDUCTORES ELECTRICOS	
		(m)	(m)	(m)
Conductores de comunicación	De 0 a 150 V	0.60		(2)
	De más de 150 V			
Cables eléctricos aislados	Todas las tensiones		0.60	0.60
Conductores en línea abierta	De 0 a 750 V		0.60	0.60
	750 V a 15 kV		0.75	0.75
	15 kV a 28 kV		0.90	0.90
	28 kV a 38 kV		1.00	1.00
	38 kV a 50 kV		1.17	1.17
	50 kV a 73 kV		1.40	1.40
	Mas de 73 kV		mas de 1.40	

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- (1). *Todas las tensiones son entre los dos conductores que limitan el espacio para escalar, excepto para conductores de comunicación, en los que la tensión es a tierra. Cuando los conductores son de diferente circuito, la tensión entre ellos debe ser la suma aritmética de las tensiones de cada conductor a tierra, o de fase a fase si se trata de circuitos sin referencia a tierra.*
- (2). *El espacio para escalar debe ser el mismo que el requerido para los conductores eléctricos colocados inmediatamente arriba, con un máximo de 0.75 m.*
- (3). *Para la utilización de estas distancias, los trabajadores deben tener presentes las normas de operación y seguridad correspondientes a la tensión de línea de que se trate.*

**Art. 23. Espacios para trabajar.**

23.1. **Localización:** Deben dejarse espacios para trabajar localizados a ambos lados del espacio para escalar, de acuerdo a la descripción del Anexo I, figura No. 7.

23.2. **Dimensiones:**

- A) *A lo largo del crucero.* El espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para escalar hasta el más alejado de los conductores en el crucero.



No. 56 LIBRO 3 PAG. 58



- B) *Perpendicular al crucero.* El espacio para trabajar debe tener la misma dimensión que el espacio para escalar (véase Art.22 numeral 22.5.) Esta dimensión debe medirse horizontalmente desde la cara externa del crucero.
- C) *Verticalmente.* El espacio para trabajar debe tener una altura no menor que la señalada en el Art.20 numeral 20.3, para la distancia vertical de conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura.

### 23.3. Localización de conductores verticales y derivados respecto del espacio para trabajar:

Los espacios para trabajar no deben obstruirse por conductores verticales o derivados. Tales conductores deben ser colocados de preferencia en el lado de la estructura opuesto al lado destinado para escalar; de no ser esto posible, pueden colocarse en el mismo lado para escalar; siempre que queden separados del crucero por una distancia no menor que el ancho del espacio para escalar requerido para los conductores de mayor tensión. Los conductores verticales dentro de tubo Conduit adecuado, pueden quedar colocados sobre el lado para escalar de la estructura.

### 23.4. Localización de cruceros transversales respecto de los espacios para trabajar

Los cruceros transversales pueden usarse bajo las condiciones indicadas en los siguientes incisos A y B y siempre que se mantenga el espacio para escalar, definido en el Art. 21.

- A) *Altura normal del espacio para trabajar.* Debe dejarse el espacio lateral para trabajar conforme la altura indicada en la tabla No 9, del Art. 20, entre los conductores derivados sujetos al crucero transversal y los conductores de línea. Esto puede realizarse incrementando el espacio entre los otros cruceros de soporte de líneas.
- B) *Altura reducida del espacio para trabajar.* Cuando ninguno de los circuitos involucrados excede de 8.7 kV a tierra o de 15 kV entre fases y se mantienen las separaciones de los numerales 20.1. inciso A1) y 20.1. inciso A2) del Art. 20, los conductores soportados en el crucero transversal pueden colocarse entre las líneas adyacentes que tienen un espaciamiento vertical normal, aún cuando dicho crucero obstruya el espacio normal para trabajar, siempre que se mantenga un espacio para trabajar no menor de 45 cm de altura entre los conductores de línea y los conductores derivados, tal como se muestra en el Anexo I, figura No.8. Esta altura debe quedar arriba o abajo de los conductores de línea, según sea el caso. El anterior espacio puede ser aún reducido a 30 cm, siempre que se cumplan las dos siguientes condiciones:
- 1) Que no existan más de dos cruceros de línea y de cruceros transversales.
  - 2) Que la seguridad en las condiciones de trabajo sea restituida mediante la utilización de equipo de protección y otros dispositivos adecuados para aislar y cubrir los conductores de línea y el equipo en donde no se está trabajando.

### Art. 24. Distancias de las estructuras de soporte a otros objetos.

24.1. **Aplicación:** Los requisitos de este numeral se refieren a las distancias mínimas que deben guardar las estructuras de soporte de las líneas aéreas, incluyendo sus retenidas y anclas a carreteras y vías férreas.

#### 24.2. A calles, caminos y carreteras.

- A) *Distancia Horizontal de estructuras a orillas de calles o carreteras.* Las estructuras incluyendo sus retenidas deberán estar colocadas lo más separado posible de la orilla de la





calle o carretera. En el caso de que existan bordillos y que la distancia vertical mínima de la superficie de la calle o carretera al equipo o accesorio soportado por la estructura sea de 4.60m, la estructura deberá colocarse lo más separado posible de la orilla del bordillo y nunca a menos de 0.15 m.

- B) *Distancia Horizontal de estructuras a esquinas de calle.* Las estructuras incluyendo sus retenidas deberán estar colocadas lo más lejos posible del inicio de la curvatura.

24.3. **A Vías férreas:** Cuando las líneas aéreas estén paralelas o crucen vías férreas, todos los elementos de la estructura de soporte tales como, cruceros, retenidas y equipo adherido, que estén a menos de 6.7 m sobre el riel más cercano, debe cumplir según se describe en el anexo I, figura No.9 y con los literales siguientes:

- A) Distancia horizontal no menor de 3.6 m del riel más cercano.
- B) La distancia anterior puede reducirse por un acuerdo escrito con el propietario de la vía férrea.
- C) Cuando sea necesario cruzar la vía férrea con la línea, deberá instalarse una malla de protección, que cumpla los requerimientos de libramientos mínimos definidos en la Tabla N° 6 del Art.20, que sea aterrizada en ambos extremos y que esté posicionada de tal forma que intercepte cualquier conductor que pueda romperse.
- D) Los cruces deberán hacerse con estructuras de remate en ambos extremos del vano.

### CAPITULO III LINEAS AEREAS

**Art.25. Objetivo.** Este capítulo contiene los requisitos mínimos que deben cumplir el diseño y la construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica y sus equipos asociados, con la finalidad de obtener la máxima seguridad y protección a las personas y bienes.

**Art.26. Ruta.** La optimización de la construcción de las líneas aéreas de energía eléctrica, requiere del diseño la trayectoria de longitud mínima, sin menoscabo de la seguridad, operación, mantenimiento y accesibilidad; para lo cual, además de los factores técnicos y económicos, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

26.1. **Tramos rectos:** El diseño deberá dar preferencia al trazo rectilíneo.

26.2. **Alineación de postes.** En poblaciones urbanizadas, todas las estructuras deberán quedar alineadas y en un solo lado de la acera o calle para toda la red, en sentido longitudinal y transversal. Se considerarán excepciones por cuestiones de seguridad.

26.3. **Cruce de vías.** Minimícese el número de cruzamientos con otros derechos de vías tales como: Vías férreas, carreteras, instalaciones telefónicas o de vídeo, canales navegables, etc. Cuando sea necesario realizar cruces de vías, estos deberán realizarse de preferencia perpendicularmente al derecho de vía.

26.4. **Evitar riesgos de colisión con las estructuras.** Las estructuras se deberán instalar en lugares en donde las condiciones de tránsito no sean adversas, evitando riesgos de colisión sobre las mismas.

26.5. **Paso sobre vivienda existente.** No deberá diseñarse y/o construirse líneas aéreas de



7



cualquier nivel de tensión sobre viviendas.

**26.6. Construcción de obras civiles debajo de líneas existentes.** Dentro del derecho de servidumbre de líneas aéreas podrá construirse obras civiles, siempre y cuando:

- A) Se cuente con la autorización del distribuidor y;
- B) Se respeten las distancias mínimas de seguridad establecidas en estas Normas o sus referencias.

**26.7. Interferencias Eléctricas.** El diseño de las líneas deberá respetar los criterios así como las distancias recomendadas por normas internacionales tales como IEC, ANSI, CSA CAN3-C108.3.1-M84 u otra norma correspondiente, para evitar o minimizar las interferencias eléctricas en componentes ajenos a la red eléctrica.

**26.8. Accesos a inmuebles.** El distribuidor deberá prevenir la obstaculización de los accesos a los inmuebles. Si en el momento del diseño de la red, los inmuebles afectados no tuvieren definidos sus accesos, las estructuras deberán ser ubicadas frente a los límites de propiedad en donde éstos colindan.

**26.9. Señalización de líneas.** Cuando por razones de la topografía del terreno los vanos de las líneas sean muy largos o queden a alturas considerables de la superficie del suelo, o cuando se construyan líneas aéreas en lugares de tránsito aéreo de baja altura (avionetas o helicópteros), los conductores deberán tener señalizaciones adecuadas para hacerlos visibles.

**Art.27. Relaciones entre líneas.** Cuando se considere la construcción de dos ó más líneas aéreas, utilizando los mismos apoyos, se deberá cumplir con los siguientes requerimientos.

27.1. La línea de mayor tensión deberá quedar en la parte superior.

27.2. Cuando se trate de líneas aéreas de suministro eléctrico y de comunicación, las primeras deberán estar en los niveles superiores y conservar su misma posición en todo su trayecto, considerando las transposiciones necesarias de los conductores.

27.3. La estructura deberá diseñarse con la adecuada resistencia mecánica y de tal forma, que no obstruya los trabajos de mantenimiento.

27.4. La distancia de seguridad de línea a línea deberá estar de acuerdo a la Tabla No 9, del Art. 20 de estas Normas.

**Art.28. Accesibilidad a líneas aéreas.** Para efectos de operación y mantenimiento, el diseño de las líneas aéreas deberá considerar que éstas sean accesibles, en cualquier época del año, al personal y equipo requerido.

**Art. 29. Equipo eléctrico conectado a la línea.**

29.1. **Accesibilidad.** Las conexiones, derivaciones y el equipo eléctrico conectado a las líneas aéreas, tales como: transformadores, reguladores, interruptores, cortacircuitos fusibles, seccionadores, pararrayos, capacitores, equipos de control, etc., deberán estar dispuestos de tal forma que sean accesibles en todo momento al distribuidor o personal autorizado por él.

29.2. **Indicación de posición de operación.** Los interruptores, cortacircuitos, seccionadores, etc., deberán indicar claramente su posición de "abierto" o "cerrado", ya sea que se encuentren dentro de gabinetes o estén descubiertos.

29.3. **Fijación de operación.** Con la finalidad de evitar operaciones no deseadas, los





interruptores, seccionadores, etc., deberán estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de "abierto" o "cerrado".

**29.4. Transformadores y equipos montados en las estructuras.** La parte más baja de los transformadores y equipos montados en estructuras, deberá estar a una altura mínima sobre el nivel del suelo de acuerdo a lo establecido en la Tabla N° 12, del Art. 21, de estas Normas.

### **Art.30. Aislamiento de la línea.**

30.1. Cuando no sea posible cumplir las distancias mínimas de seguridad estipuladas en estas Normas, únicamente por la presencia de árboles, vegetación ó áreas protegidas, los conductores eléctricos y otras superficies energizadas asociadas a las líneas, deberán ser protegidos o aislados para la tensión de operación.

30.2. Para el diseño del aislamiento de las líneas aéreas deberá seleccionarse aisladores que estén garantizados para evitar saltos de arco eléctrico en condiciones de operación, sobre tensiones transitorias, humedad, temperatura, lluvia o acumulaciones de suciedad, sal y otros contaminantes que no son desprendidos de una manera natural.

30.3. Los aisladores podrán ser de porcelana, vidrio u otro material que tengan características mecánicas y eléctricas equivalentes o superiores que los antes mencionados. Deberán estar identificados por su fabricante ya sea con su nombre comercial, con un número de catálogo, u otro medio, de tal forma que permita determinar sus propiedades eléctricas y mecánicas a través de catálogos u otra literatura.

30.4. Los aisladores deberán tener suficiente resistencia mecánica para soportar esfuerzos mecánicos a los que están sometidos por: cargas máximas de viento, severo abuso mecánico, descargas electro-atmosféricas, arcos de energía y condiciones de contaminación desfavorable (salinidad, corrosión, gases y lluvia ácida, humo, polvo, neblina, etc.), sin exceder los siguientes porcentajes de su resistencia mecánica a la ruptura:

A) Cantilever	40 %
B) Compresión	50 %
C) Tensión	50 %

30.5. El nivel de aislamiento de los aisladores. Los valores de tensión de flameo en seco de un aislador o de una cadena de aisladores cuando se prueban de acuerdo con las normas ANSI C29.1-1988 no deben ser inferiores que los presentados en la tabla N° 14. En zonas en donde las descargas electroatmosféricas son severas o existen condiciones de contaminación atmosférica alta u otra condición de contaminación desfavorable, deben usarse aisladores con tensiones de flameo en seco adecuadas a esas condiciones y no menores a los indicados en la tabla N° 14.



SIGET



**TABLA N° 14**  
**AISLADORES TIPICOS A UTILIZARSE POR VOLTAJE TIPICO DE APLICACION**  
**CLASE ANSI CORRESPONDIENTE**

VOLTAJE NOMINAL ENTRE FASES kV	CLASE ANSI	TENSION DE FLAMEO EN SECO Kv	TIPO DE AISLADOR	NUMERO DE AISLADORES A UTILIZAR
4.16	52-1	60	Suspensión	1
4.16	55-1	35	Espiga	
13.2	52-1	60	Suspensión	2
13.2	55-4	70	Espiga	
24.9	52-4	80	Suspensión	2
24.9	56-1	95	Espiga	
24.9	57-1	80	Poste	
34.5	52-4	80	Suspensión	3
34.5	56-3	125	Espiga	
34.5	57-2	110	Poste	
46	52-4	80	Suspensión	4
46	56-4	140	Espiga	
46	57-3	125	Poste	

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- Los aisladores deberán cumplir con la Norma ANSI C29

**Art.31. Conexión a tierra de circuitos, estructuras y equipo.** Las Puestas a tierra indicadas a continuación, deberán efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el TITULO II, Capítulo VII de estas Normas.

**31.1. Conductor Neutro.** Todos los conductores utilizados como neutro en circuitos primarios, secundarios y líneas de servicio deben estar efectivamente conectados a tierra.

La sección transversal del conductor neutro será establecida conforme los requerimientos de conducción de corriente. La empresa distribuidora deberá definir el calibre para asegurar el adecuado retorno de corrientes de carga y de falla.

**31.2. Partes no portadoras de corriente.** Las estructuras metálicas, incluyendo postes de alumbrado; las canalizaciones metálicas; los marcos, carcasas y soportes del equipo de líneas aéreas; las cubiertas metálicas de los cables aislados; las palancas metálicas para operación de equipo, así como cables mensajeros, estarán efectivamente conectados a tierra de tal manera que durante su operación no ofrezcan peligro a las personas. Puede omitirse esta puesta a tierra en casos especiales, cuando así lo requiera la operación del equipo, siempre que existan protectores o tengan otra clase de aislamiento que impidan el contacto de personas o animales con dichas partes metálicas, o bien cuando éstas quedan fuera de su alcance, a una altura mayor de 2.5 m.

**31.3. Retenidas.** Las retenidas también deberán cumplir con lo indicado en el párrafo anterior, cuando formen parte de estructuras que soporten circuitos de más de 300 V o estén expuestas a contacto con dichos circuitos. Esta disposición no es aplicable en los siguientes casos:





- A) Cuando las retenidas tengan uno o más aisladores, siempre que estos cumplan con lo indicado en el artículo 36, numerales 36.5, 36.6 y 36.7.
- B) Cuando la estructura soporte exclusivamente cables aislados.

**Art.32. Conductores.**

32.1. Los conductores deberán ser de un material o una combinación de materiales que minimicen la corrosión por causa de las condiciones ambientales.

32.2. Las líneas aéreas con voltajes superiores a 750 V se ejecutarán como regla general, con conductores desnudos. En caso de usar conductores cubiertos de una capa aislante, resistente a las acciones atmosféricas, rayos ultravioleta y aditivos antitracking, polietileno reticulado XLPE u otro de características similares.

32.3. Al seleccionar los conductores desnudos con base a su capacidad de corriente, se recomienda no sobrepasar los valores que han sido determinados con base a las propiedades físicas del material, bajo ciertas condiciones de temperatura ambiente y de elevación de temperatura del propio conductor. Los aspectos relativos a caída y regulación de voltaje deberán también tenerse en cuenta.

32.4. La tabla N° 15 muestra valores máximos de capacidad de conducción de corriente para los calibres de conductores de cobre y aluminio desnudos más usuales en líneas aéreas. Estas capacidades corresponden a 75°C de temperatura total en el conductor, operando a un régimen de carga constante.

32.5. Los conductores de baja tensión, serán aislados, con policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE) protegidos contra agentes atmosféricos y la radiación ultravioleta de los rayos solares.

32.6. Empalmes y conexiones:

- A) Para el empalme de conductores desnudos se utilizarán manguitos a compresión, que presenten una resistencia mecánica a la tracción no menor al 90% de la carga de rotura del conductor, y de conductividad adecuada.
- B) Para la conexión de conductores desnudos en las líneas, se utilizarán uniones a compresión, de una conductividad adecuada.
- C) En caso de utilizar conectores o manguitos que requieran la remoción del aislamiento del conductor, el aislamiento deberá reponerse utilizando cinta, cubiertas termoencogibles, manguitos preaislados, etc.
- D) Todos los empalmes deberán quedar a más de 7.50 m de las estructuras. No se usarán empalmes en vanos de más de 200 mts o en vanos que atraviesen vías férreas u otras vías de primera importancia.



**SIGET**

No. 56 LIBRO 3 PAG. 64



TABLA N° 15

## CAPACIDAD MAXIMA DE CONDUCCION DE CORRIENTE EN CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE, ACSR Y ALUMINIO

CALIBRE AWG ó MCM	COBRE (*) Amperios	ACSR Amperios	ALUMINIO Amperios	CALIBRE AWG ó MCM	COBRE (*) Amperios	ACSR Amperios	ALUMINIO Amperios
8	90	-	-	397.5.4	-	560	555
6	120	100	100	477.0	-	630	620
4	170	130	130	636.0	-	770	750
2	220	180	180	750.0	-	-	830
1/0	310	230	235	795.0	-	875	860
2/0	360	270	275	954.0	-	980	970
3/0	420	300	315	1113.0	-	1070	1070
4/0	480	350	370	1351.0	-	1210	1210
266.8	-	440	430	1510.5	-	1300	1290
336.4	-	510	500	1590.0	-	1370	1330

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- Los valores de esta tabla son aplicables a la operación estable de la línea, las sobrecargas que los conductores admiten serán aplicadas bajo la responsabilidad de las empresas distribuidoras, conforme las recomendaciones del fabricante, las condiciones del clima, y la duración de las condiciones consideradas.

**Art.33. Cargas mecánicas.**

33.1. **Presión del viento:** La presión del viento sobre superficies cilíndricas se debe calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$P = 0.00482 V^2$$

Donde "P" es la presión de viento, en kilogramos por metro cuadrado del área proyectada y "V" es la velocidad del viento de diseño en kilómetros por hora.

La Tabla N° 16 muestra los valores de presión de viento que resultan al aplicar esta fórmula, con los valores de velocidad de viento de diseño.

TABLA N° 16

## PRESIONES DE VIENTO MINIMOS PARA LAS DIFERENTES ZONAS DE CARGA MECANICA

ZONA DE CARGA MECANICA	VELOCIDAD DE VIENTO DE DISEÑO	PRESION DEL VIENTO SOBRE SUPERFICIES CILINDRICAS
	Km/h	Kg/m <sup>2</sup>
1	80	31
2	100	48
3	120	69

33.2. **Cargas en los cables:** Las cargas en los cables debidas al viento, deberán determinarse en la forma indicada en Art.10 y Art. 33. Numeral 33.1



No. 56 LIBRO 3 PAG. 65



- A) Para calcular la tensión mecánica máxima de los cables, se deberá considerar como carga total la resultante del peso del cable y de la fuerza producida por el viento actuando horizontalmente y en ángulo recto con la línea a la temperatura y velocidad del viento indicadas en Art. 11.

**33.3. Cargas en las estructuras y soportes:** Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas aéreas y sobre el material usado para soportar los conductores y cables de guarda, están representadas en el anexo I, figura No. 10, se calcularán como sigue:

- A) Carga vertical: La carga vertical sobre cimientos, postes, torres, cruceros, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda, se deberá considerar como el peso propio de éstos más el de los conductores, cables de guarda y equipo que soporten, teniendo en cuenta los efectos que puedan resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos.
- B) Carga Transversal: La carga transversal es la debida al viento, soplando horizontalmente y en ángulo recto a la dirección de la línea, sobre la estructura, conductores, cables de guarda y accesorios.

La carga transversal sobre la estructura, debida al viento que actúa sobre los conductores y cable de guarda, se deberá calcular tomando en consideración el "vano medio horizontal" ó "vano de viento" que se define como: la semisuma de los vanos adyacentes a la estructura considerada. De este modo la carga transversal por conductores y cables de guarda, es igual al claro medio horizontal multiplicado por su carga unitaria debida al viento; entendiéndose por carga unitaria del viento, el producto de la presión del viento, por el área unitaria proyectada del conductor o cable de guarda.

La carga de viento sobre postes debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento.

Cuando la línea cambia de dirección, la carga transversal resultante sobre la estructura, se debe considerar igual al vector suma de: la resultante de las componentes transversales de las tensiones mecánicas máximas en los conductores y cables de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea, más la carga debida a la acción del viento actuando perpendicularmente sobre todos los cables y sobre la estructura.

- C) Carga longitudinal: Es la debida a las componentes de las tensiones mecánicas máximas de los conductores o cables, ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los mismos.

En general, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes comprendidos en tramos rectos de línea, donde no cambia la tensión mecánica de los conductores y cables de guarda a uno y otro lado de los soportes, excepto en el caso de estructuras de remate en tangente.

- D) Aplicación simultanea de cargas: En la aplicación simultanea de cargas deberá considerarse lo siguiente:

- 1) Al calcular la resistencia a las fuerzas transversales, se supondrá que las cargas vertical y transversal actúan simultáneamente.
- 2) Al calcular la resistencia a las fuerzas longitudinales para la aplicación de retenidas, no se tomarán en cuenta las cargas vertical y transversal.
- 3) En casos en que sea necesario, deberá hacerse un análisis de resistencia tomando en cuenta la aplicación simultánea de las cargas vertical, transversal y longitudinal.



SIGET



**Art.34. Herrería:** Todos los elementos a utilizarse en la construcción de líneas aéreas deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos impuestos por la aplicación de las cargas correspondientes y de metales o aleaciones resistentes al ataque de las condiciones atmosféricas y polución, de usarse materiales férricos, deberán proveerse con un tratamiento superficial que garantice eliminar los efectos de la corrosión, preferentemente deberán ser galvanizados por inmersión en caliente.

En el diseño de las estructuras deberá consignarse la Norma ASTM, o equivalente, que han de cumplir los distintos elementos de la estructura, de tal forma que se garantice la resistencia mecánica y la resistencia a la acción del ambiente.

**Art.35. Apoyos:** Las estructuras de las líneas aéreas deberán ser diseñadas para soportar las cargas indicadas en el Art. 33 numeral 33.3, multiplicadas por los apropiados factores de sobrecarga indicados en la Tabla No 1 del Art. 15, sin exceder los límites permitidos. Las estructuras de las líneas aéreas deberán ser construidas para que tengan la capacidad de resistir las cargas estáticas y dinámicas a que estarán sujetas las líneas en condiciones normales y excepcionales. El diseño deberá estar basado en prácticas normalizadas de Ingeniería Estructural y deberá considerar la posición de los conductores en la estructura y el efecto de las distintas fuerzas que actúan sobre éstos. Como mínimo los apoyos de las estructuras deberán cumplir con los siguientes requisitos:

35.1. **Postes de concreto:** Deberán ser de concreto reforzado o pretensados por los procesos centrifugado y/o vibrado.

35.2. **Postes de madera:** Deberán ser de madera seleccionada, libre de defectos que pudieran disminuir su resistencia mecánica y tratada con una solución preservadora de sales CCA (Chromated Copper Arsenate), para aumentar su duración conforme a las normas ANSI 05.1, AWPA C4-81 y AWPA A10-82. Todos los postes curados deberán ser taladrados y con agujeros y cortes hechos antes del tratamiento.

35.3. **Postes y estructuras de acero:** El espesor del material que se utilice no deberá ser menor de cuatro (4) mm. Cuando la aleación de acero no contenga elementos que la hagan resistente a la corrosión se deberá proteger con una capa exterior de pintura o metal galvanizado que garantice la durabilidad.

35.4. **Las cimentaciones:** Deberán ser diseñadas para resistir las cargas que le transmite la estructura. El diseño de los cimientos deberá verificar que su presión sobre el suelo no exceda el valor admisible de la capacidad de carga del mismo suelo, y que la fuerza de tracción en los cimientos no supere el peso propio del cimiento, más el peso del suelo que gravita sobre él.

35.5 **Pruebas:** Se recomienda que los postes o torres y sus cimientos se sometan a pruebas en prototipos, con métodos adecuados para garantizar su buen desempeño.

**Art.36. Retenidas y anclas.** El conjunto Retenida-ancla, es un elemento estructural, utilizado para compensar esfuerzos que tienden a desviar el poste de su posición vertical y absorber cargas adicionales ocasionadas por vientos, árboles que caen sobre las líneas, etc. Su diseño y construcción debe por lo tanto obedecer a las condiciones definidas por el trazo de la línea, sus vanos, el tipo de suelo y otras condiciones particulares en el punto que se deba reforzar.

En general deberá tomarse en cuenta las siguientes indicaciones:

36.1. **Para retenidas:**

- A) En los postes se deberá considerar que las retenidas llevan la resultante de la carga total en la dirección en que actúen.





- B) Se recomienda usar para las retenidas cables de acero galvanizado y herrajes adecuados que protejan la estructura y mantengan el cable en la posición correcta.
- C) El cable de acero, herrajes y aisladores que se utilicen debe tener una resistencia mecánica no menor que la requerida para la retenida.
- D) Los hilos, cables metálicos o barras, empleados para las retenidas deberán ser galvanizados si son de acero, o de otro material igualmente resistente a la corrosión; La sección de cualquier elemento de la retenida deberá ser de por lo menos  $49.5 \text{ mm}^2$
- E) La resistencia mecánica de los aisladores que se utilicen para retenidas, no debe ser menor que la resistencia de ruptura del cable de la retenida en que se instalen.
- F) La tensión de flameo en seco de estos aisladores, debe ser cuando menos el doble de la tensión nominal entre fases de la línea en que se usen, y su tensión de flameo en húmedo, cuando menos igual a dicha tensión.
- G) Ningún aislador debe quedar a una altura menor de 2.50 m del nivel del suelo.
- H) Cuando una retenida no conectada efectivamente a tierra, pase cerca de conductores o partes descubiertas energizadas a más de 300 voltios, debe proveerse un medio aislante adecuado de manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas, quede comprendido entre la parte aislada.
- I) Las Anclas y retenidas deben ser instaladas antes del tendido de los conductores y deberá verificarse que desarrollen la tensión efectiva necesaria.
- J) El ángulo de la retenida con la horizontal deberá ser lo más cercano posible a  $45^\circ$ , cuando los espacios disponibles no lo permitan, deberá evaluarse la capacidad del cable para el esfuerzo demandado.
- K) En pasos peatonales urbanos, deberá instalarse en las retenidas elementos que hagan visible el cable y que minimicen los efectos de un golpe contra el mismo.
- L) Las retenidas conocidas como "de bandera" no serán permitidas, deberá resolverse su necesidad anclando en vanos adyacentes y/o usando vanos con tensión reducida o apoyos que permitan su autosoporte.

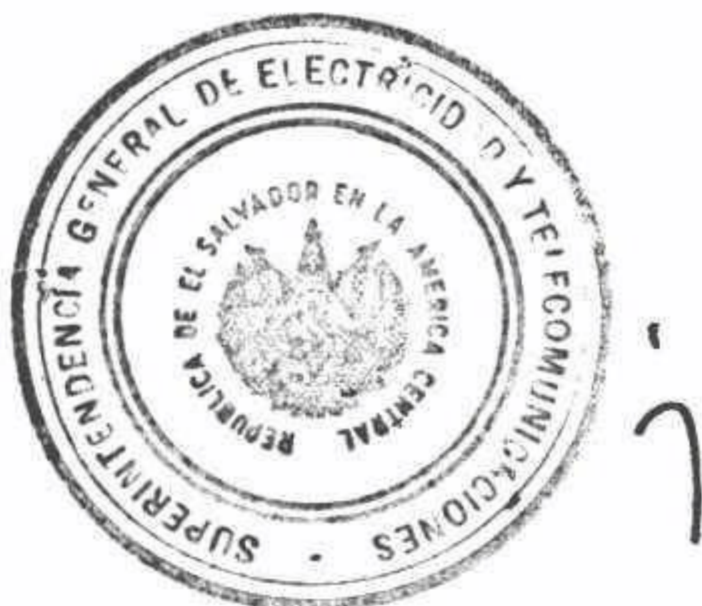
### 36.2 Para Anclas:

- A) La placa o masa del ancla deberá tener un área transversal suficiente para dotar al conjunto de una capacidad de soporte suficiente, tomando en cuenta las necesidades de la estructura y la calidad del suelo.
- B) El cuerpo del ancla deberá ser construido de tal forma que bajo las tensiones de trabajo no sufra deformaciones, podrá usarse bloques de concreto reforzado o placas de acero de perfiles ribeteados que le proporcionen la rigidez necesaria. En caso de usar placas de acero, deberán ser galvanizadas o tener un recubrimiento que las proteja de la corrosión.
- C) Para efectos del cálculo del número de anclas y/o sus dimensiones se considerarán los datos de suelo y de placas de ancla en las Tablas N° 17 y N° 18.
- D) Para anclas de Placas, el agujero deberá ser vertical, del diámetro indicado en la Tabla N° 18 y con un canal que aloje la barra y la oriente a un ángulo aproximado de  $45^\circ$ , en alineación con el cable de la retenida.
- E) Para Anclas de expansión (repollo), el agujero deberá perforarse inclinado en línea con la retenida. Este tipo de ancla solamente se permitirá si se cuenta con la herramienta necesaria para la expansión del ancla dentro del agujero, cuyo diámetro será el mismo del ancla sin expandir.





- F) En todo caso el ancla deberá apoyarse, en su posición de trabajo, en tierra no disturbada.
- G) La barra del ancla deberá sobresalir entre 0.10 y 0.15 m sobre el terreno, en su posición final. El material de relleno de los agujeros deberá ser de material de buena resistencia, y compactado en capas de no más de 0.15 m.



SIGET

No. 56 LIBRO 3 PAG. 69



**TABLA N° 17**  
**CLASIFICACION DE SUELOS**

CLASE DE SUELO	DESCRIPCION
2	ROCA LAMINADA O SEDIMENTARIA
3	MEZCLAS DE ARCILLA Y PIEDRA
4	GRAVA COMPACTA CON ARCILLA
5	ARCILLA FIRME, GRAVA Y ARENA, TIERRA BLANCA
6	ARCILLA PLASTICA, ARENA GRUESA SUELTA
7	RELLENOS NO COMPACTADOS, ARENA, CENIZA

**TABLA N° 18**  
**AREA DEL ANCLA SEGÚN TIPO DE SUELO**

AREA DEL ANCLA	DIAMETRO DE AGUJERO	DIAMETRO DE BARRA	RESISTENCIA A SOPORTAR				
			Kg				
Cm <sup>2</sup>	Cm	cm	Suelo clase 3	Suelo clase 4	Suelo clase 5	Suelo clase 6	Suelo clase 7
452	20	1.6 a 2.0	7257	6350	4990	3856	2268
742	25	1.6 a 2.0	11113	9299	7711	6350	4082
968	40	1.6 a 2.0	12000	10125	8325	6525	4275
1612	50	1.6 a 2.0	15300	13000	10800	8550	6300
2580	61	2.54	20250	16650	13500	10575	8100
2580	61	2.0	20250	16650	13500	10575	8100

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- Los valores de resistencia no incluyen factor de seguridad
- Valores aprobados por la REA



**SIGET**



## CAPITULO IV

### INSTALACIONES COMPARTIDAS

#### Art. 37. Generalidades.

37.1. En líneas aéreas, los apoyos pueden compartirse con otros conductores y elementos de otra naturaleza, siempre y cuando se respeten los libramientos definidos en las Tablas N° 3, del Art. 17 y 9 del Art. 20 y los espacios para escalar sean respetados, como se establece en los Artículos 22 y 23. Las empresas distribuidoras deberán someter a la aprobación de la SIGET la normativa particular para este propósito.

37.2. Se considerará solo el empleo de cables de telefonía y/o señales apantallados, de fibra óptica y con cable de soporte (mensajero) puesto a tierra.

37.3. La ubicación de las líneas en el soporte, por razones de mantenimiento y servicio, se realizará del mismo lado del poste en que se encuentren las líneas del tendido de baja tensión y manteniendo la siguiente ubicación relativa:

- A) Línea eléctrica de media tensión
- B) Línea eléctrica de baja tensión
- C) Línea de telefonía y/o transmisión de datos
- D) Línea de video

37.4. También se podrán realizar instalaciones compartidas de alumbrado público, con o sin conductor general de encendido. El emplazamiento de las luminarias en los postes o estructuras, su conexión a la red de baja tensión, sus puestas a tierra y las condiciones de encendido se acordarán entre los propietarios de la red y del sistema de alumbrado.

37.5. La definición de la porción del poste a ser utilizado por los distintos usuarios será un convenio entre las partes, incluyendo la definición de responsabilidades y derechos de cada uno.

37.6. Las modificaciones o refuerzos que se requieran en las instalaciones existentes para conservar los libramientos o aspectos de seguridad mecánica, serán realizados a cuenta del nuevo usuario, conforme los requerimientos técnicos del propietario de la línea.

## CAPITULO V

### LINEAS SUBTERRANEAS

#### Art.38. Requisitos Generales de Líneas Subterráneas.

38.1. **Líneas Subterráneas:** En áreas densamente pobladas y/o de alta circulación de vehículos donde la disposición de las líneas aéreas representen un riesgo inaceptable y donde las distancias mínimas de seguridad no puedan cumplirse, se deberán diseñar instalaciones subterráneas bajo los tres siguientes puntos de vista; seguridad de las personas, seguridad de bienes e instalaciones y continuidad del servicio. El diseño y construcción deberá basarse en normas internacionales para el efecto, tales como NESC, ANSI o la norma Canadiense CSA C22.3 No 7-94. Adicionalmente a lo requerido en las Normas arriba indicadas, se deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

38.2. **Localización y Accesibilidad.** Las instalaciones subterráneas deberán quedar localizadas en tal forma que no interfieran con otras instalaciones o propiedades y que se puedan localizar e identificar en forma notoria. Los cables y equipos deberán quedar adecuadamente acomodados





con la provisión de espacio de trabajo suficiente y distancia adecuada, de tal manera que el personal autorizado pueda rápidamente tener acceso para mantenimiento y examinarlos o ajustarlos durante su operación.

**38.3. Planos de las Instalaciones:** El propietario de las instalaciones subterráneas deberá tener en su poder planos actualizados de la instalación en los cuales indique la localización precisa en el terreno, de las instalaciones subterráneas y las características generales de las mismas, estos planos deberán proveerse a quién, con justificación, los solicite.

#### **Art.39. Obra Civil para instalaciones Subterráneas.**

La obra civil para instalaciones subterráneas deberá seguir en lo posible una trayectoria recta entre sus extremos; cuando sea necesario puede seguir una trayectoria curva, siempre que el radio de curvatura sea lo suficientemente grande para evitar el daño de los cables durante su instalación. Si la trayectoria sigue una ruta paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas ajenas, no deberá localizarse directamente arriba o debajo de dichas canalizaciones o estructuras.

#### **Art.40. Puesta a tierra de circuitos y equipo.**

**40.1. Métodos:** Los métodos a ser utilizados en la puesta a tierra de circuitos y equipo están indicados en el TITULO II, Capítulo VII de estas Normas.

**40.2. Partes conductoras que deben ponerse a tierra:** El blindaje de los cables, el marco de soporte y carcasa de equipo (incluyendo equipo tipo encapsulado), postes metálicos de iluminación, materiales conductores, tuberías y resguardos elevados que encierran líneas de suministro eléctrico deberán estar efectivamente aterrizados.

#### **40.3. Circuitos:**

- A) Neutros: Neutros primarios, secundarios y comunes deben estar efectivamente puestos a tierra.
- B) Pararrayos: Los pararrayos deben estar efectivamente puestos a tierra.
- C) Seccionadores de todo tipo.

#### **Art.41. Tipos de cables permitidos.**

**41.1.** Los cables de potencia permitidos para instalaciones subterráneas, según el número de conductores que contengan podrán ser:

- A) Cables unipolares, con un solo conductor por fase.
- B) Cables multipolares con tres conductores de fase y neutro.

Todos los cables de potencia con tensión nominal mayor de 1 kV deben poseer apantallamiento eléctrico, ya sea individual por fase o para el conjunto.

**41.2.** El material de los conductores será Cobre electrolítico recocido o Aluminio para uso eléctrico.

**41.3.** Los conductores cableados deberán ser circulares o de sectores circulares y en ambos casos podrán ser compactados.

**41.4.** En adición a los requerimientos de dimensión determinados por la carga a servir, los conductores deberán tener una sección adecuada para transportar la corriente máxima de falla que ocurrirá durante el tiempo requerido por las protecciones para operar.





**Art.42. Aislamiento permitido.**

42.1. Se admitirán los siguientes aislamientos:

- A) Sintético termoplástico PVC o PE, tipo RHH, RHRW o XHHW, para tensiones de hasta 600 V y temperaturas de operación menores a 90 °C.
- B) Sintéticos termoestables XLPE (Cross linked Poliethilene) o EPR ( Ethilene Propylene rubber), para tensiones mayores de 600 V.

42.2. Todos los cables usados para Media Tensión llevarán pantalla electrostática. Los de campo eléctrico radial tendrán una cubierta conductora sobre el aislante de cada conductor. Los de campo no radial una pantalla común sobre el haz multipolar.

42.3. Los aislamientos, cubiertas metálicas, pantallas y armaduras estarán protegidos por una cubierta exterior de PVC o PE.

**Art.43. Formas de instalación.**

**43.1. Directamente enterrados:** Los cables podrán ser directamente enterrados cuando el trazado de las canalizaciones se realice a lo largo de vías públicas y en lugares como aceras, parques, etc, fuera de zonas en donde haya circulación vehicular, teniendo en cuenta lo siguiente:

- A) El trazo del cable debe ser claramente señalizado con cinta amarilla a 25 cms. de profundidad y bajo ella protegido con una capa de concreto u otro recubrimiento a fin de facilitar la ubicación del cable y evitar accidentes por excavaciones posteriores en la zona.
- B) El tendido de los conductores en la zanja, será de un mínimo de 0.70 m. para baja tensión y 1.00 m. para media tensión. Sobre el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de río o tierra vegetal de 15 cms. de espesor, sobre la que se tenderán los cables y sobre ellos una capa del mismo material de 20 cms de espesor. Sobre esta última capa se colocará la protección y la señalización mencionadas en el numeral anterior.
- C) La ruta del cable deberá ser rectilínea y cuando sea necesario realizar curvas, debe tenerse en cuenta las recomendaciones del fabricante en cuanto al radio mínimo que puede tener la curva, a fin de evitar dañar la cubierta protectora; si no se dispone de datos del fabricante, se usará una curvatura mínima de 12 veces el radio del cable para cables unipolares y 24 veces para multipolares.
- D) Deben evitarse trazos a través de suelos inestables, corrosivos u otros obstáculos naturales. Si es necesaria la colocación de cables en terrenos de esa naturaleza, los cables deben ser fabricados e instalados para protegerlos de esos ambientes.
- E) La instalación de cables subterráneos no se hará a lo largo y debajo de vías vehiculares, férreas u otras edificaciones y estructuras permanentes, a fin de evitar que se transfieran al cable cargas mecánicas que puedan dañarlo. Se evitará también la instalación de cables subterráneos a una distancia menor de 1.50 m. de piscinas, cisternas u otra canalización de agua, a menos de que se disponga medios efectivos de retención de posibles fugas de agua.
- F) Para el cruce de vías de agua, se tendrán las siguientes precauciones:
  - 1) Los cruces submarinos deben ser trazados e instalados de tal forma que se evite la erosión causada por la acción de mareas o corrientes.
  - 2) Si se utiliza el soporte de puentes, debe ser instalado en una canalización debidamente soportada y protegida.





- 3) No debe ser instalado en zonas donde fondeen o anclen barcos.

**43.2. Instalación en ductos:** En general el cable se instalará en ductos para cruzar vías vehiculares o en zonas urbanas de difícil acceso para realizar reparaciones o sustituciones a futuro. Se tendrá en cuenta lo siguiente:

- A) El material de los ductos será resistente a la corrosión y adecuado al medio ambiente en que se instale.
- B) El material de los ductos deberá ser resistente a la falla del cable, de tal forma que la falla no cause daño a otras canalizaciones adyacentes.
- C) El acabado interior deberá ser tal que la cubierta exterior del cable no sufra daño en el proceso de instalación, las bocas de los ductos deberán ser redondeadas y lisas, a fin de evitar daños al cable durante su instalación.
- D) No deberán utilizarse ductos de material férnico u otro con propiedades ferromagnéticas, a fin de evitar la inducción de corrientes en el mismo, que puedan recalentarlo y dañar la cubierta del cable.
- E) Los cambios de dirección en el cable, tanto horizontales como verticales deberán ser hechos en pozos de registro, que permitan ventilación natural, los cuales no podrán estar a una distancia mayor entre ellos de 100 m. y tener una pendiente mínima del 0.3 %, para facilitar que el agua drene hacia uno de los pozos. La inclinación de la pendiente deberá ser tal que en el pozo de registro las bocas de los ductos queden a un mismo nivel. Como se muestra en el Anexo I, figura No. 11.
- F) Los pozos de registro deben cumplir los siguientes requerimientos:
- 1) Ser lo suficientemente amplios para permitir al cable los radios de curvatura recomendados y realizar dentro de él las maniobras necesarias para tendido, fabricación de empalmes, etc..
  - 2) Estar contruidos de forma tal que sean capaces de soportar, con suficiente margen de seguridad, las cargas que se le impongan; esto es válido también para las tapaderas.
  - 3) Contar con un sistema de drenaje suficiente para manejar las filtraciones o condensaciones que pudieran darse.
  - 4) Tener argollas que faciliten fijar los equipos de halado. Deben proveerse soportes para soportar los cables y evitar que descansen en el suelo y puedan ser dañados.
  - 5) Si existe la posibilidad de realizar empalmes o derivaciones deberá colocarse en su interior como mínimo una barra de tierra, para aterrizar estructuras y pantallas de cables.
- G) El radio de curvatura de cualquier deflexión debe ser por lo menos el mínimo recomendado por el fabricante del cable; de carecerse de este dato se usará un radio de al menos 12 veces el radio del cable si es monopolar y 24 veces si es multipolar.
- H) La unión de los ductos a lo largo de un trayecto continuo deberá realizarse por medio de acoples o sellos que eviten la entrada de material de relleno o de protección y que permitan la mejor continuidad posible en la superficie interna del mismo.
- I) Si es necesario el montaje de un banco de ductos, deberá seguirse las siguientes recomendaciones:
- 1) La separación mínima entre ductos será de 5 cms. de concreto.
  - 2) La colocación de los ductos en la zanja deberá realizarse por medio de separadores horizontales y verticales, cuidando la alineación, la pendiente y las uniones a fin de evitar





que el concreto pueda introducirse. Es conveniente dejar por lo menos un ducto de reserva.

- J) El diámetro de cada ducto deberá ser suficiente para que el cable pueda introducirse sin problemas, un 250% de la suma de las secciones de los cables es el mínimo admitido.
- K) A fin de evitar tensiones de halado que puedan exceder los límites elásticos del conductor o causar alargamiento y desplazamiento de los componentes del cable creando espacios vacíos que provoque daños por efecto corona, la tensión de halado no debe exceder el más pequeño de los siguientes valores:
- 1) Tensión permisible en el conductor
  - 2) Tensión permisible en el dispositivo de tracción
  - 3) Presión lateral permisible (fuerza radial sobre el aislamiento y cubierta del cable en una curva, cuando el cable está bajo tensión)
- L) Si se usa una canaleta abierta, cubierta con lozas de concreto o metálicas, la separación entre apoyos para el cable será de un máximo de 50 cms. Deberá evitarse el uso de abrazaderas o medios de sujección de material férreo. La canaleta deberá ser de construcción sólida y tener un sistema de drenaje muy eficiente.
- M) Las salidas a los apoyos de la distribuidora o hacia las instalaciones del cliente deben hacerse en un ducto rígido no férreo. La ubicación en el apoyo del ducto de salida debe realizarse de forma tal que quede protegido contra eventuales choque directos.

#### **Art. 44. Consideraciones y criterios para definir la capacidad térmica de los conductores.**

44.1. **Generales:** La sección y material de un conductor se definirán por las siguientes condiciones:

- A) Corriente máxima de operación
- B) Separación entre conductores
- C) Régimen de carga a que se verá sometido, se considera un régimen normal aquel en el que períodos de plena carga de un máximo de 10 horas se alterna con períodos iguales de por lo menos un 60% de plena carga.
- D) Solicitación de corriente de cortocircuito, mientras la falla es clarificada
- E) Tipo y espesor de aislamiento
- F) Ambiente que le rodea.
- G) Tipo de canalización; aérea, directamente enterrado, en canaleta o en ductos

44.2. **Para conductores directamente enterrados:** los parámetros que deben tomarse en cuenta para definir la cargabilidad de los mismos son:

- A) Resistividad térmica del suelo, según clase del suelo; normalmente el valor tomado por los fabricantes para sus tablas es de 100 °C cm/W
- B) Profundidad del tendido; el valor de las tablas se toma de 0.70 m
- C) Temperatura del suelo a la profundidad del tendido; en tablas, es de 20 °C

44.3. **Para conductores tendidos en ductos:** se toma como profundidad de tendido la de 1.20 m y la resistividad térmica del material del ducto se establece en 100 °C cm/W

44.4. **Factores de corrección:** los factores a ser utilizados para obtener la cargabilidad para las



No. 56 LIBRO 3 PAG. 75