

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

SIGET

DOCUMENTO ANEXO
ACUERDO No. 29-E-2000

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

Nueva San Salvador, junio de 2000

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 conductivo 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

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

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

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

FACTORES DE SEGURIDAD	CLASE B	CLASE C
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
FACTORES DE SEGURIDAD PARA ESTRUCTURAS CON ELEMENTOS MONTADOS A 1.80 mts. ó MAS SOBRE EL SUELO		
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 semiconductora 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 semiconductora 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 50⁰C, 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 B) De 8 a 80 Ha C) De 80 a 800 Ha D) Mas de 800 Ha	5.3 7.8 9.6 11.4	5.6 8.1 9.9 11.7	6.2 8.7 10.5 12.3	6.2 / 8.7 / 10.5 / ó 12.3 metros + 0.01 m por cada kV por arriba de 22 kV

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.

- 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/m² con flecha final a 15 °C. 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, carcassas 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, carcassas 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 33.6mm² (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 mm² (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:

- A) 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.
- B) Todos los conductores deben ser del mismo material.
- C) El espaciamiento vertical entre conductores no debe ser menor que el indicado en la Tabla No 10

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/m² sobre el conductor y a una flecha final de 15 °C.

TABLA Nº 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
SUPERFICIES DE CRUCEROS	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 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

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 carcassas de equipos no aterrizados, conectados a circuitos de menos de 750 V	Partes energizadas rígidas no protegidas, de 750 V a 22 kV y carcassas 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 carcassas 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:

- A) 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
- B) El espacio para escalar se requiere solamente en un lado ó esquina del soporte.
- C) 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 cruceros respecto del espacio para escalar:

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.

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)	
Conductores de comunicación	De 0 a 150 V De más de 150 V	0.60		(2)
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.

- 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. **Tamos 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

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.

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.

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 ²
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

- 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.

Art.34. Herrajería: 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 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 Ancas 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° , 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 autoaporte.

36.2 Para Ancas:

- 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° , en alineación con el cable de la retenida.
- E) Para Ancas 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.

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				
			Suelo clase	Suelo clase	Suelo clase	Suelo clase	Suelo clase
Cm ²	Cm	cm	3	4	5	6	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

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 fluirá 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 Poliethylene) o EPR (Ethylene 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 señalado 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 férreo 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 necesaria 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 sujeción 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

condiciones propias del tendido deberán ser tomadas conforme las normas UNE 20-435 o las correspondientes IEC o IEEE, particularmente la profundidad de enterrado, que deberá ser de 1.20 m.

Art.45 Empalmes y terminales.

Para todo lo relativo al montaje de estos accesorios para los cables de potencia deberá seguirse lo especificado en la Norma UNE 21115, " Terminales y empalmes para cables de energía" u otra norma equivalente.

45.1. Empalme: Es el conjunto de elementos que permiten reconstruir las características de las distintas cubiertas protectoras del cable y del conductor.

A) Conexión: Debe reunir tres características principales:

- 1) Garantizar un contacto eléctrico seguro
- 2) La resistencia eléctrica debe ser estable y tan reducida como sea posible
- 3) Las características mecánicas deben ser similares a las de los conductores que unan. Para la realización de ésta unión se utilizará soldadura o prensado.

B) Según el procedimiento de reconstrucción de los elementos de las distintas cubiertas del cable se diferencian los siguientes tipos:

- 1) Encintados: La reconstrucción del cable, excepto del conductor, se lleva a cabo mediante la aplicación sucesiva de cintas de distintas características, adecuadas a su función.
- 2) Premoldeados en fábrica: Los encintados se sustituyen por un conjunto de piezas premoldeadas que constituyen un "juego o kit" de empalme.
- 3) Moldeados en el campo: Los componentes se aplican sobre el terreno, utilizando materiales fluidos (generalmente epóxicos) que se solidifican en moldes adecuados. Se utilizarán en redes de baja tensión.
- 4) Termoretráctiles: Los componentes que se aplican sobre los cables a empalmar están constituidos por materiales que por la acción del calor se contraen. Estas cubiertas tubulares deberán llevar integrados en una sola pieza la pantalla semiconductora interna, el aislamiento y la pantalla semiconductora externa.

C) Conectores enchufables: Son empalmes premoldeados que permiten la unión entre un cable aislado y un equipo eléctrico u otro cable. Podrán utilizarse en instalaciones que garanticen que no ocurrirá una desconexión accidental o no autorizada.

D) Derivaciones: Serán permitidas únicamente en redes de baja tensión, con cables con aislamiento seco.

45.2. Terminales: Es el conjunto de elementos que cierran el extremo de un cable, provisto de los aditamentos necesarios para la conexión del conductor al sistema eléctrico que corresponda. Los terminales pueden ser:

- A) Clase 1: Caja de cierre hermético, que contiene el cono de alivio, rellena de material aislante y a la que se acoplan la boquilla de entrada, los aisladores y los dispositivos de fijación. Pueden ser trifásicas o monofásicas.
- B) Clase 2: Terminal premoldeada para uso en intemperie, que comprende cono de alivio, campanas, conector universal y sello para intemperie.
- C) Clase 3: Terminal premoldeada para uso en interiores, consiste básicamente en cono de alivio premoldeado, diseñado para proveer la distancia de fuga requerida.

El proceso de preparación del cable y su recubrimiento se realizará conforme a lo definido por el fabricante.

Art.46. Ensayos y pruebas.

46.1. Los cables de potencia a ser aplicados en redes de distribución subterránea o subacuática, deben ser probados en fábrica, a fin de garantizar las características esperadas.

46.2. Antes de ser puesta en servicio una línea subterránea debe ser sometida a prueba de alta tensión con corriente directa, a fin de constatar que el cable no haya sufrido ningún daño en el proceso de tendido o en la instalación de los accesorios terminales o de conexión.

46.3. En vista de que normalmente puede haber una mezcla de tipos de cables en una red, las pruebas se relacionarán con el Nivel Básico de Aislamiento del sistema y no con las propias características del aislamiento del cable.

46.4. El proceso de pruebas se regirá por el IEEE Std. 400-1991, u otra equivalente

46.5 La Tabla N° 19 proporciona los valores de los voltajes de prueba en el campo según el BIL y voltaje de la red.

TABLA N° 19
VOLTAJES PARA PRUEBAS EN EL CAMPO PARA CABLES CON PANTALLA SEGÚN EL
VOLTAJE DEL SISTEMA

Voltaje del sistema Entre fases KV rms	BIL Del sistema KV de cresta	Voltaje de prueba puesta en servicio(1) Fase a tierra KV dc	Voltaje de Mantenimiento(2) Fase a tierra KV dc
5	75	28	23
8	95	36	29
15	110	56	46
25	150	75	61
28	170	85	68
35	200	100	75
46	250	125	95
69	350	175	130

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

- (1) *La duración de la prueba de aceptación será de 15 min.*
- (2) *La duración de la prueba de mantenimiento será no menos de 5 minutos ni más de 15*

CAPITULO VI

SUBESTACIONES

Art.47 Generalidades.

Al decidir sobre la ubicación de una subestación de distribución y además de considerar los factores técnicos, económicos y climáticos de diseño, deberán cumplirse los siguientes requerimientos:

47.1. **Seguridad Pública:** Se deberá instalar rótulos de advertencia de peligro o riesgo a la seguridad del público por la presencia de la subestación y las actividades asociadas a ella. Se deberá instalar rótulos con advertencias sobre los riesgos por: contactos eléctricos (especialmente por niños), potencial de paso y de contacto, incremento de tránsito, derrame de químicos, explosiones, incendio y otros que se consideren necesarios. La puerta de acceso deberá tener fijada en la parte exterior y en forma completamente visible, un rótulo con la leyenda "PELIGRO ALTA TENSION". Para el caso de subestaciones circuladas por cercas o mallas metálicas, se deberá instalar éste rótulo en cada lado de la malla;

47.2. **Impacto ambiental:** Se deberá proceder de acuerdo a La Ley General de Electricidad y su Reglamento y a Normas que se establezcan para este fin y deberá escogerse la opción que represente el mínimo impacto al medio ambiente;

47.3. **Ubicación:** El diseño deberá considerar el adecuado acceso de las líneas aéreas con el objetivo de minimizar la necesidad de servidumbres de paso. Las Subestaciones deberán ubicarse

en terreno que no estén sujetos a inundación, derrumbes u otra situación previsible que pueda poner en peligro la seguridad de las personas y de las instalaciones. En caso de no ser posible, se deberán tomar las medidas de seguridad correspondientes a efecto de minimizar los riesgos y efectos sobre las personas y bienes.

47.4. Continuidad del servicio: El diseño deberá considerar que para efectos de mantenimiento de los dispositivos de protección exista un dispositivo de respaldo con las características técnicas adecuadas, que permita mantener la continuidad del servicio.

47.5. Ampliaciones: El diseño de la subestación deberá considerar las posibles ampliaciones y las necesidades de mantener el servicio eléctrico durante los períodos de construcción.

47.6. Medio de protección y desconexión: Toda subestación deberá tener un medio de protección y desconexión que garantice la confiabilidad del sistema.

47.7. Capacidad interruptiva y coordinación de Protecciones:

- A) Los dispositivos de interrupción de corriente deberán ser de la capacidad interruptiva adecuada. Esta capacidad deberá estar de acuerdo con la potencia máxima de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de ubicación de la subestación, tomando en cuenta el aumento de la potencia futura.
- B) Toda falla interna en una subestación se deberá eliminar lo más rápidamente posible, de tal manera que se deje fuera de servicio un mínimo de elementos.

Art.48 Tipos de Subestaciones.

48.1. Subestaciones de Potencia: Son las subestaciones en las cuales se hace transformación de voltajes MT/MT, o conmutación de circuitos que manejan volúmenes relativamente grandes de potencia, son normalmente subestaciones sobre superficie.

48.2. Subestaciones aéreas: Están constituidas por uno o más transformadores formando bancos montados directamente en un poste o en plataformas en un marco de dos postes. Para montaje directo en poste se permitirá hasta 3 x 50 kVA y en Plataforma hasta 3 x 167 kVA.

48.3. Subestaciones superficiales: Formadas por transformadores trifásicos, o bancos de transformadores monofásicos, montados en plataforma de concreto. Podrán ser a la intemperie o en interiores, y las dimensiones del recinto deberán ser lo suficientemente espaciales para permitir las labores de mantenimiento e inspección. si en el mismo recinto se ubican equipos para medición, se deberán seguir las normas de la distribuidora y coordinar con ella la distribución de los equipos en el área disponible.

48.4. Subestaciones Compactas: Podrán ser instaladas sobre la superficie del suelo o en bóvedas subterráneas.

En el caso de subestaciones superficiales (Pad mounted) deberán ser ubicadas de tal forma que no interfieran con el tráfico peatonal o vehicular y de forma que faciliten su conexión con los cables subterráneos que la alimentan y de ellas se sirven. La ubicación de la plataforma sobre la que se monte y las tapaderas de los pozos de registro de las líneas subterráneas asociadas no deben constituir obstáculo para transeúntes minusválidos.

Las subestaciones en bóveda deberán ser ubicadas dentro de un recinto de concreto armado u otro material resistente a por lo menos tres horas de fuego, que cumpla con las siguientes condiciones:

- A) Ninguna tubería u otra canalización ajena a la instalación eléctrica debe pasar a través del recinto de la subestación.

- B) La bóveda deberá contar con aberturas de ventilación suficientes para evacuar el calor generado por las pérdidas del transformador.
- C) Las tapas, preferentemente de rejas, deberán soportar el tráfico de peatones y un peso de por lo menos tres toneladas. Al abrirse las tapas debe procurarse un medio de protección que evite cualquier accidente.

48.5. Subestaciones encapsuladas: Son aquellas que están cubiertas por una envolvente metálica rellena de SF₆, el cual sirve como elemento aislante y como fluido extintor del arco en los interruptores. Estas subestaciones deben contar con los siguientes medios de seguridad, como mínimo:

- A) Se contará con los elementos de seguridad suficientes para evitar la explosión de la envolvente metálica en caso de falla interna y se orientarán las descargas de los limitadores de presión para evitar daños al personal de servicio.
- B) Se deberá establecer un sistema de compensación de la dilatación de las barras y de sus envolventes.
- C) Deberá contarse con sistema de alarma por pérdida de presión en el gas y de un medio de indicación de la presión.
- D) La instalación contará con medios de desalojar el gas, que es más pesado que el aire, para evitar que se acumule en galerías, sótanos, alcantarillas o zonas bajas.

Art.49. Seguridad en Subestaciones.

Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deberán estar resguardados respecto de su acceso:

49.1. Barreras de Protección: Deberán emplearse barreras de protección tales como: cercas, mallas o muros perimetrales, con candado en las puertas u otros recursos apropiados, para mantener al público alejado de las instalaciones. Las barreras de protección deberán tener una altura mínima de 2.10 m, como se muestra en el Anexo I, figura 12.

49.2. Rótulos de Advertencia: Deberá disponerse de rótulos completamente visibles, preferiblemente con símbolos y texto, previniendo al público del peligro, el texto de los rótulos deberá estar escrito en idioma español.

49.3. Acceso a Personal no autorizado: Las instalaciones en que sea posible entrar en contacto con partes con tensión, deberán ser inaccesibles a personas ajenas al servicio.

49.4. Indicaciones importantes a los trabajadores: En las instalaciones se pondrán en lugares visibles, las siguientes indicaciones:

- A) Las instrucciones relativas a los primeros auxilios que deban darse a las víctimas de accidentes causados por la corriente eléctrica.
- B) El diagrama unifilar y de planta de conjunto de la subestación; e
- C) Instrucciones sobre disposiciones especiales que sea necesario observar durante el servicio.

Art.50. Distancias mínimas de seguridad.

50.1. Se deberá mantener una distancia mínima de seguridad para evitar que ocurran daños personales y materiales por contacto de líneas eléctricas energizadas con personas, equipos,

instalaciones o superficies. En una subestación se deberá prevenir el contacto entre:

- A) Componentes energizados y trabajadores (personas en general).
- B) Componentes energizados entre sí, por ejemplo, línea a línea.
- C) Componentes energizados y tierra.
- D) Componentes energizados y edificios u otras estructuras.
- E) Componentes energizados u otras instalaciones conductoras.

50.2. Distancias mínimas de seguridad a partes energizadas descubiertas:

Todas las partes energizadas que operen a una tensión mayor de 150 voltios a tierra sin recubrimiento aislante adecuado, deberán protegerse de acuerdo con su tensión contra el contacto accidental de personas, ya sea que se usen resguardos especiales o bien localizando las partes energizadas respecto a los sitios donde pueden circular, o trabajar personas, a una altura y con una distancia horizontal igual o mayor que las indicadas en la Tabla N° 20, columnas 3 y 4 respectivamente, ver Anexo I, figura No.13.

50.3. Zona de Seguridad para Barreras de Protección:

Cuando se instalen cercas, mallas o muros perimetrales como barreras de protección para personal no autorizado, deben ser ubicadas de tal forma que las partes energizadas expuestas queden fuera de la zona de seguridad tal como se ilustra en el anexo 1, la figura No.14 Zona de Seguridad para Barreras de Protección en Subestaciones y en la Tabla N° 21.

TABLA N° 20
DISTANCIAS MINIMAS A PARTES ENERGIZADAS DESCUBIERTAS

1 Máxima tensión de diseño entre fases	2 Nivel básico de aislamiento al impulso (BIL)	3 Distancia Vertical Mínima	4 Distancia horizontal mínima	5 Distancia mínima del resguardo a partes energizadas
KV	KV	m.	M	m.
De 0.151 a 0.6	---	2.64	1.02	0.050
2.4	---	2.67	1.02	0.076
5.2	60	2.70	1.02	0.087
7.2	95	2.70	1.02	0.101
15	95	2.70	1.07	0.101
15	110	2.74	1.07	0.152
25	125	2.80	1.09	0.228
25	150	2.82	1.14	0.250
35	200	2.90	1.22	0.350
48	250	3.00	1.32	0.430
72.5	250	3.00	1.32	0.430
72.5	350	3.18	1.50	0.584
121	350	3.18	1.50	0.584
121	550	3.53	1.85	0.939
145	350	3.18	1.50	0.584
145	550	3.53	1.85	0.939
145	650	3.71	2.03	1.117
169	550	3.53	1.85	0.939
169	650	3.71	2.03	1.117
169	750	3.91	2.25	1.320
242	550	3.53	1.85	0.939
242	650	3.71	2.03	1.117
242	750	3.91	2.24	1.320
242	900	4.19	2.51	1.600
242	1050	4.52	2.84	1.930

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

- *Los valores de la Tabla N° 20 no fijan un requisito para diseñar el equipo, sino que fijan una norma para la instalación del resguardo. Por ejemplo, no es su propósito que se apliquen al espacio entre las partes energizadas y paredes de celdas metálicas, compartimentos o similares, ni al espacio entre barras colectoras y sus soportes, ni entre cuchillas y sus bases, ya que en estos casos intervienen múltiples factores que deciden el diseño del fabricante.*

TABLA Nº 21
VALORES A SER USADOS CON LA FIGURA 14

TENSION NOMINAL ENTRE FASES	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL IMPULSO	DISTANCIA "R"
KV	BIL	m.
De 151 V a 7.20.	95	3.0
13.2	110	3.1
23	150	3.1
34.5	200	3.2
46	250	3.3
69	350	3.5
115	550	4.0
138	650	4.2
230	825	4.5
230	900	4.7

Art.51. Iluminación: Los locales o espacios, interiores o exteriores, donde esté localizado equipo eléctrico, deberán tener medios de iluminación artificial con intensidades adecuadas para las funciones que en cada caso se tengan que cumplir. Deberá proporcionarse suficiente iluminación en el frente y atrás de tableros de protección y/o control, para que pueda ser fácilmente operado y los instrumentos leídos correctamente. Los medios de iluminación deberán mantenerse listos para utilizarse en cualquier momento y por el tiempo que sea necesario

Art.52. Salidas: Cada local y cada ambiente de trabajo alrededor del equipo deberán tener vías de salida suficientemente seguras, las que deberán mantenerse libres de toda obstrucción y deberán disponer de iluminación de emergencia.

Art.53. Protección contra incendios: Los requisitos para la prevención y protección contra incendios en una subestación deberán estar conforme lo reglamentado por las normas NFPA, ASTM, NESC y otras normas internacionales aplicables; adicionalmente se deberá cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

53.1. Se deberá disponer de dispositivos extintores de incendio apropiados.

53.2. Los extintores de incendio deberán instalarse en lugares fácilmente accesibles en caso de siniestro.

53.3. Los extintores deberán revisarse periódicamente, como mínimo una vez por año, para comprobar su buen estado de funcionamiento.

53.4. Se evitará por medios apropiados que se originen y propaguen incendios.

53.5. Cada distribuidor y gran usuario deberán preparar un manual de protección contra incendios para usarlo en subestaciones y salas de control, que sea más amplio y cubra sus necesidades específicas.

53.6 En subestaciones de gran tamaño e importancia, y en especial, las de alta tensión, se recomiendan el uso de sistemas de protección contra incendio de tipo fijo, que operen automáticamente por medio de detectores de fuego que, al mismo tiempo, accionen alarmas.

53.7 Para el equipo que contenga aceite, se deberá tomar alguna o algunas de las siguientes medidas:

A) Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera

escaparse del equipo, mediante depósitos independientes del sistema de drenaje.

- B) Construir muros divisorios de concreto entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere en alta tensión.
- C) Separar los equipos que contienen líquidos inflamables (aceite) de otros equipos y edificios para limitar daños por una eventual explosión o incendio.

Art.54 Sistema de Tierras en Subestaciones. Las conexiones a tierra indicadas a continuación, deberán efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el TITULO II, Capítulo VII de estas Normas. Las subestaciones deberán tener un adecuado sistema de tierras al cual deberán estar conectados todos los elementos de la instalación que requieran la Puesta a tierra para:

54.1. Proveer un circuito de muy baja resistencia para la circulación de las corrientes a tierra ya sean debidas por falla a tierra del sistema o la operación de pararrayos.

54.2. Evitar que durante la circulación de corrientes de falla a tierra, puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación que puedan ser peligrosas para el personal, considerando que las tensiones tolerables por el cuerpo humano deben ser mayores que las tensiones resultantes en la red de tierras.

54.3. Facilitar la operación de los dispositivos de protección adecuados, para la eliminación de las fallas a tierra.

54.4. Proveer mayor confiabilidad y seguridad al servicio eléctrico.

Art.55 Disposición Física de la red de tierra. El cable que forme el perímetro exterior de la red de tierras, deberá ser continuo de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación, por lo menos un metro fuera del perímetro de la subestación, en aquellos lugares en que haya circulación de personas. La red de tierras deberá estar constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciamiento adecuado a la resistividad del terreno y preferentemente formando mallas. En cada cruce de conductores de la red de tierra, éstos deberán conectarse rígidamente entre sí y en los puntos adecuados conectarse a electrodos de una longitud y diámetro mínimos de 2.40 m y 12.7 mm respectivamente, clavados verticalmente y/o contruidos de tal manera que garantice el nivel de conductividad en el futuro. El diseño del sistema de tierras deberá considerar las cajas de registro necesarias para efectos de medición y mantenimiento.

Art.56 Puesta a tierra de partes no conductoras.

56.1. Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente del equipo eléctrico, deberán conectarse a tierra en forma permanente, tales como cubiertas de tableros, tanques de transformadores e interruptores, así como las defensas metálicas del equipo eléctrico, incluyendo cercas y mallas perimetrales.

56.2. Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o lugares peligrosos las partes metálicas que no conducen corriente, pueden no conectarse a tierra, siempre que sean normalmente inaccesibles o que se protejan por medio de resguardos. Estos deben impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente, algún objeto conectado a tierra.

56.3. Las estructuras de acero de la subestación, en general, deberán conectarse a tierra.

Art.57 Incremento de potencial a tierra.

El incremento del potencial a tierra en una subestación cuando la corriente de falla es drenada a tierra no debe representar peligro para el personal que se encuentre dentro de la subestación o a aquellos en su perímetro o que toquen su cerca perimetral. Los potenciales de paso y de contacto en las proximidades de la subestación deberán estar en niveles seguros. Los efectos de transferencia de potencial deberán ser estudiados y limitados. Para todos estos aspectos se

seguirán las indicaciones de la norma IEEE Std 80.

Art.58 Instalación de equipo eléctrico en subestaciones.

58.1. Transformadores de Corriente: Los circuitos secundarios de transformadores de corriente deben tener medios para ponerse en cortocircuito (test switches), conectarse a tierra simultáneamente y aislar los transformadores del equipo normalmente conectado a ellos, mientras el primario esté conectado al circuito alimentador. No se permite dispositivos de protección de sobre corriente en el secundario.

58.2. Transformadores de potencial: Los circuitos secundarios de transformadores de potencial deben estar provistos de algún medio de desconexión seguro, que evite la posibilidad de energizar el lado de alta tensión debido a una retroalimentación accidental desde los circuitos secundarios.

58.3. Protección de los circuitos secundarios de transformadores para instrumento.

- A) Puesta a tierra. Los circuitos secundarios de transformadores para instrumento (transformadores de corriente y de potencial) deberán estar conectados efectivamente y permanentemente a tierra en algún punto del circuito.
- B) Protección Mecánica. Cuando los circuitos primarios operen a más de 600 voltios, los conductores de los circuitos secundarios deberán alojarse en un tubo metálico rígido permanentemente conectado a tierra, a menos que estén adecuadamente protegidos contra daño mecánico y contra contacto de personas.

58.4. Transformadores de potencia y de distribución.

- A) En la instalación de transformadores que contengan aceite deberán tomarse en cuenta las recomendaciones sobre protección contra incendios que se indican en Art.53.
- B) Los transformadores deberán instalarse en lugares con ventilación apropiada y que sean solamente accesibles a personas autorizadas.
- C) Los líquidos aislantes de los transformadores deberán ser ambientalmente aceptables y no deberán ser nocivos a la salud.
- D) Los tanques, carcazas o estructuras metálicas de los transformadores que estén conectados a circuitos de más de 150 voltios a tierra, deberán conectarse a tierra permanentemente.

58.5. Interruptores, restauradores, seccionadores y fusibles:

- A) Ubicación: Todos los interruptores manuales ó automáticos, cuchillas y fusibles deberán ser accesibles para las personas autorizadas que los operan y deberán colocarse y marcarse de modo que pueda identificarse fácilmente el equipo que controlan. Los interruptores deberán tener un seguro para sus posiciones de abierto y cerrado o de un letrero cuando no sea posible instalar el seguro. Para equipos que sean operados a control remoto y automáticamente, el circuito de control deberá contar con un medio de inhibición local para evitar operaciones accidentales y permitir la operación manual.
- B) Indicación: Deberá ser posible verificar la operación efectuada por un interruptor o una cuchilla, exceptuando los fusibles, por inspección visual de la posición de los contactos de las cuchillas o por el uso de lámparas y/o banderas indicadoras para señalar la posición actual del equipo.
- C) Protección contra incendios. Los interruptores en aceite deberán separarse entre sí, o de otros aparatos, como medida de protección contra incendio. ,
- D) Se deberá instalar un interruptor que pueda operarse manualmente, en forma local o remota en:

- 1) algún punto conveniente de la alimentación a equipo eléctrico importante.
 - 2) el punto de alimentación de cada uno de los circuitos alimentadores.
 - 3) la entrada de subestaciones de usuarios en el punto de conexión del sistema suministrador.
 - 4) y como medio de protección, en casos especiales.
- E) En general todos los circuitos que alimenten transformadores, grupos de aparatos y equipo auxiliar de las subestaciones, y todos los circuitos que salgan del local de éstas, deberán protegerse contra sobre corriente mediante cortacircuitos fusible o interruptores automáticos de capacidad suficiente para interrumpir la corriente máxima de cortocircuito a que puedan estar sometidos, excepto en los siguientes casos:
- 1) Conductores puestos a tierra.
 - 2) Los circuitos de los transformadores de corriente.
 - 3) Otros circuitos en los que su apertura pueda originar peligro a la persona o a los bienes.

58.6. Tableros de Mando, Control y Protección:

- A) **Localización y accesibilidad:** Los tableros deberán colocarse donde el operador no esté expuesto a daños por la proximidad de partes energizadas o partes de maquinaria o equipo en movimiento, por lo que:
- 1) Los materiales combustibles deben estar alejados de los tableros.
 - 2) El espacio alrededor de los tableros deberá conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales.
 - 3) Deberá preverse espacio para trabajar.
 - 4) Los instrumentos, relevadores y otros dispositivos que requieren lectura o ajuste, deberán ser colocados de manera tal, que estas labores puedan efectuarse fácilmente desde el espacio dispuesto para trabajar
- B) **Material.** Los tableros deberán ser de material no inflamable y resistentes a la corrosión.
- C) **Arreglo e identificación.** Las conexiones y el alambrado en los tableros deberán efectuarse en un orden determinado y en forma de que su relación con el equipo sea fácilmente identificable.
- D) **Puesta a tierra.** Las partes metálicas que no conduzcan corriente deberán conectarse efectiva y permanentemente a tierra.

58.7. Sala de baterías.

- A) **Generalidades** En los ambientes que contienen acumuladores que puedan desprender gases explosivos se deberán adoptar las siguientes precauciones:
- 1) Los corredores de servicio deberán tener por lo menos 0.80m de ancho y 2.00 m de altura.
 - 2) Se deberán instalar rótulos de advertencia dentro y fuera de la sala de baterías, prohibiendo, fumar, usar flamas abiertas y el uso de herramientas que produzcan chispas o fuentes de ignición.
 - 3) Deberá disponerse de equipo de seguridad adecuado, para usarse durante el mantenimiento o instalación de baterías. El equipo de seguridad personal deberá ser como mínimo el siguiente:
 - (i) Anteojos o careta.
 - (ii) Guantes resistentes al ácido.

- (iii) Delantal protector y protector de zapatos.
 - (iv) Tomas de agua o garrafón portátil con agua o agentes neutralizadores de ácido para enjuague de ojos y piel.
 - (v) Espacios para ubicar recipientes para desechar residuos contaminantes
- B) Ubicación Las baterías deberán ser instaladas en un local independiente.*
- C) Ventilación:* La ventilación, natural o artificial, deberá ser apropiada para evitar la acumulación de una mezcla explosiva.
- D) Iluminación: De no contarse con dispositivos contra explosiones.*
- 1) No deberá instalarse en el interior de estos ambientes: interruptores, tomacorrientes ni ningún otro aparato que pueda producir chispas, llamas o que tengan elementos incandescentes descubiertos.
 - 2) El alumbrado se hará exclusivamente con lámparas eléctricas del tipo protegido y controladas desde fuera del ambiente

CAPITULO VII

METODOS DE PUESTA A TIERRA

Art.59 Objetivo. El objetivo de éste capítulo es proporcionar métodos prácticos de puesta a tierra, para usarlos en lugares donde la conexión a tierra es requerida como uno de los medios para salvaguardar al público y los operarios del daño que pudiera causar el potencial eléctrico.

Este capítulo solamente se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de las líneas eléctricas, los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deberán estar conectados a tierra, se encuentran en otros capítulos (TITULO II, CAPITULOS I,II,III y VI) de estas Normas.

Art.60 Punto de Conexión del conductor de puesta a tierra.

60.1. Sistemas de corriente alterna:

- A) *Hasta 750 V.* La Puesta a tierra de un sistema trifásico conexión estrella de 4 hilos, o de un sistema monofásico de 3 hilos, deberá hacerse al conductor neutro. En otros sistemas de una, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la Puesta a tierra deberá hacerse al conductor común asociado con los circuitos de alumbrado.

La Puesta a tierra deberá hacerse en la fuente de alimentación y en el lado de la carga de todo equipo de servicio. Como se ilustra en el Anexo I, figura No.15

- B) *Más de 750 V* Conductor sin pantalla (ya sea desnudo, forrado o aislado sin pantalla) la Puesta a tierra deberá hacerse al neutro, en la fuente de alimentación. Si se desea conexiones adicionales a lo largo de la trayectoria del neutro, se puede hacer cuando éste sea uno de los conductores del sistema.
- C) *Conductor de puesta a tierra separado.* Si se usa un conductor de puesta a tierra separado, añadido a un cable subterráneo, deberá ser conectado en el transformador de alimentación y en los accesorios del cable cuando se requiera que estos vayan conectados a tierra. Este conductor deberá estar colocado en el mismo conducto que los conductores del circuito.

60.2. Cable mensajero y retenidas:

- A) *Cable mensajero:* Los cables mensajeros deberán conectarse a los conductores de puesta a tierra en los postes o torres, a los intervalos máximos indicados a continuación.
- 1) Cuando el cable mensajero es adecuado para conductor de puesta a tierra del sistema, (véase Art. 31 numeral 31.1) cuatro (4) conexiones como mínimo, en cada 1.6 Km de línea, sin incluir las tierras en los servicios a usuarios.
 - 2) Cuando el cable mensajero no es adecuado para conductor de puesta a tierra del sistema, 8 conexiones como mínimo en cada 1.6 Km de línea, sin incluir las tierras en los servicios a usuarios.
- B) *Retenidas.* Las retenidas que requieran estar conectadas a tierra deberán conectarse a:
- 1) Estructuras de acero puestas a tierra, o a una conexión efectiva a tierra en postes de madera o concreto.
 - 2) Un conductor de línea (neutro) que tenga cuando menos una puesta a tierra en cada 400 m, además de las conexiones a tierra en los circuitos a usuarios.

60.3. Puesta a tierra de cercas metálicas: Toda cerca metálica que se cruce con líneas de suministro eléctrico deberá conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el

eje de la cerca y no mayor a 45 m. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, ésta deberá aterrizarse en el extremo más cercano al cruce con la línea.

Art. 61. Conductor de puesta a tierra y medios de conexión.

61.1. Composición de los conductores de puesta a tierra:

En todos los casos, los conductores de puesta a tierra deberán ser de cobre u otros metales o aleaciones que minimicen la corrosión durante su vida útil prevista. De ser posible, no deberán tener empalmes. Si los empalmes son inevitables, deberán estar fabricados y conformados de tal forma que no se incremente notablemente la resistencia del conductor y también deberán tener adecuadas características mecánicas y de resistencia a la corrosión. La estructura metálica de un edificio o de otra construcción, puede servir como conductor de puesta a tierra y como un aceptable electrodo a tierra.

61.2. Desconexión del conductor de puesta a tierra:

En ningún caso deberá insertarse un dispositivo de desconexión en el conductor de puesta a tierra.

61.3. Medios de conexión:

La conexión del conductor de puesta a tierra y los diferentes elementos a que está unido, deberá hacerse por medios que igualen las características del propio conductor y que sean adecuadas para la exposición ambiental. Estos medios incluyen soldaduras y conectores mecánicos o de compresión.

61.4. Capacidad de corriente y resistencia mecánica:

A) *Para sistemas conectados a tierra en un solo punto.*

El conductor de puesta a tierra para un sistema conectado a tierra en un solo punto por medio de un electrodo o grupo de electrodos deberá tener una capacidad de corriente de corto tiempo adecuada para la corriente de falla, que puede circular por el propio conductor durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede ser fácilmente determinado, la capacidad de corriente permanente del conductor de puesta a tierra no deberá ser menor que la corriente a plena carga del transformador u otra fuente de alimentación.

B) *Para sistemas de corriente alterna con múltiples conexiones a tierra.*

El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente alterna con tierras en más de un lugar, excluyendo las tierras en los servicios a usuarios, deberá tener una capacidad de corriente continua en cada localización, cuando menos igual a un quinto de la capacidad de los conductores del sistema al que esté unido.

C) *Para Pararrayos.*

El conductor de puesta a tierra deberá tener una adecuada capacidad de corriente de corto tiempo bajo las condiciones de corriente excesiva causada por una onda. En ningún caso, el conductor de puesta a tierra de un pararrayos individual debe ser de sección transversal menor de 13.30 mm² (No. 6 AWG) de cobre ó 21.15 mm² (No. 4 AWG) de Aluminio.

D) *Para equipo, mensajeros y retenidas.*

El conductor de puesta a tierra para equipo, canalizaciones, mensajeros, retenidas, cubiertas metálicas de cables y otras envolventes metálicas de conductores, deberá tener la capacidad de corriente de corto tiempo adecuada para la corriente de falla disponible y el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se provee protección contra sobre corriente o falla, la capacidad de corriente del conductor de puesta a tierra deberá determinarse con base en las condiciones de diseño y operación del circuito, pero no deberá ser de área de sección transversal menor de 8.37 mm² (No. 8 AWG) de cobre.

E) *Límite de la capacidad de corriente:*

El conductor de puesta a tierra no necesita tener mayor capacidad de corriente que cualquiera de las siguientes:

- 1) La de los conductores de fase que suministrarían la corriente de falla a tierra.
- 2) La corriente máxima que puede circular por el conductor, hacia el electrodo a que esté unido. Para un conductor simple de puesta a tierra, ésta corriente sería igual a la tensión de suministro dividida entre la resistencia del electrodo (aproximadamente).

F) *Resistencia Mecánica*

Todo conductor de puesta a tierra deberá tener resistencia mecánica adecuada para las condiciones a que esté sometido, dentro de los límites razonables. Además los conductores de puesta a tierra sin protección deberán tener una resistencia a la tensión no menor que la del área de sección transversal de 8.37 mm^2 (No. 8 AWG) de cobre suave.

G) *Protección de conductores de puesta a tierra.*

- 1) Los conductores de puesta a tierra para sistemas conectados a tierra en un solo punto y aquellos conductores expuestos a daño mecánico deberán protegerse. Sin embargo no requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público, ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones a tierra.
- 2) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deberán protegerse por medio de protectores adecuados al riesgo razonable a que estén expuestos. Se recomienda que los protectores se extiendan por los menos 2.50m arriba del suelo o plataforma en que los conductores son accesibles al público.
- 3) Los protectores para conductores de puesta a tierra de equipo de protección contra descargas atmosféricas, deberán ser de material no magnético, si envuelven completamente al conductor o si no están unidos en ambos extremos al propio conductor de puesta a tierra.
- 4) El conductor de Puesta a tierra debe ser de la misma sección, por lo menos, que los de la red de tierra.

Art. 62. Electrodo de puesta a tierra. Cuando se utilicen electrodos artificiales, estos deberán penetrar, tanto como sea posible por debajo de un nivel de humedad permanente.

El electrodo de puesta a tierra deberá ser permanente y adecuado para el sistema eléctrico de que se trate. En todos los casos, los electrodos de puesta a tierra deberán ser de cobre u otros metales o aleaciones que minimicen la corrosión durante su vida útil prevista. Toda la superficie externa de los electrodos deberá ser conductora, esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante. La cantidad y tamaño de los electrodos a seleccionar deberá considerar sus limitaciones de descarga de corriente y no deberán ser menores de 2.40 m de longitud y 12.7 mm de diámetro. La separación entre electrodos debe ser por lo menos igual a la longitud de los mismos.

Art. 63. Medios de conexión a electrodos. Hasta donde sea posible, las conexiones a los electrodos deberán ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deberán proveer la adecuada sujeción mecánica, permanencia y capacidad de conducción de corriente, tal como los siguientes:

- 63.1. Una abrazadera, accesorios o soldadura permanentes y efectivos.
- 63.2. Un conector de bronce con rosca, que penetre bien ajustado en el electrodo.
- 63.3. Los electrodos artificiales o las estructuras conectadas a tierra deberán separarse por lo menos 3.00 m de líneas de tuberías usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (10.5 kg/cm^2 ó más), a menos que estén unidos eléctricamente y

protegidos catódicamente como una sola unidad.

63.4. Cualquier recubrimiento de material no conductor, tal como esmalte ó moho que esté presente sobre las superficies de contacto de electrodos en el punto de la conexión, deberá ser removido completamente donde se requiera, a fin de conservar una buena conexión.

Art. 64. Resistencia a Tierra.

El sistema de tierras deberá consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Este sistema deberá tener una resistencia a tierra suficientemente baja, para minimizar los riesgos a las personas, en función de la tensión de paso y de contacto.

64.1. **Sistema de un solo electrodo.** La resistencia a tierra de una conexión individual a través de un electrodo deberá ser lo más cercana a cero ohmios, y en ningún caso deberá ser mayor de 25 Ohmios. Cuando la resistencia es mayor de 25 ohmios, deberán usarse dos o más electrodos hasta alcanzar este valor. El valor citado, es el máximo admisible medido en época seca.

64.2. **Sistemas multiaterrizados.** El neutro de los sistemas de distribución de energía eléctrica deberá estar conectado a un electrodo de puesta a tierra en cada transformador de distribución y a un número suficiente de puntos adicionales, de tal manera que se tenga no menos de cuatro conexiones a tierra en cada 1.6 Km. de línea, sin incluir las conexiones a tierra de los usuarios.

64.3. **Sistema subterráneo.** Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es de 5 ohmios.

64.4. **Subestaciones.** El objetivo es que el máximo incremento de potencial a tierra sea menor de 5,000 voltios. La Tabla N° 22 da los valores máximos permitidos de la resistencia de la red de tierras en una subestación, en función de su capacidad.

64.5. **Mantenimiento:** Cuando se haya utilizado un tratamiento de sales, sulfatos o cloruros, para reducir la resistividad del suelo, deberá revisarse periódicamente los valores de resistividad y reestablecer los valores originales cuando lo amerite. La empresa distribuidora deberá llevar un registro de las subestaciones en cuya red de tierra se haya utilizado tratamientos químicos.

TABLA N° 22
VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DE RESISTENCIA DE RED DE TIERRA DE UNA
SUBESTACION EN FUNCION DE SU CAPACIDAD.

CAPACIDAD DE LA SUBESTACION (MVA)	RESISTENCIA DE LA RED DE TIERRA (OHMIOS)
≤0.05	12
0.05 - 0.1	6
0.1 - 0.5	2
0.5 - 1	1.5
1-50	1
50-100	0.5
>100	0.2

TITULO III
ACOMETIDAS Y MEDICIONES
CAPITULO I
ACOMETIDAS

Art.65. Criterios Generales. Se entenderá como acometida la obra física que comprende: conductores, ductos, herrajes, dispositivos de protección, etc., diseñada para suplir al cliente el servicio eléctrico con las características de calidad y confiabilidad que ha contratado. Dichas acometidas pueden ser en media o baja tensión, aéreas o subterráneas.

Art.66 Acometidas aéreas.

66.1. Deberán cumplir las distancias o libramientos mínimos de seguridad definidos por las empresas de distribución, según las características de tráfico de la zona. En ningún caso podrán ser menores a las distancias definidas en el Art. 17, Tabla N° 3 de estas normas.

66.2. El cliente deberá proveer los medios de sujección y/o remate en sus propias instalaciones, la distribuidora lo hará en sus líneas. La distribuidora deberá constatar que las facilidades proporcionadas por el cliente, cumplan con las distancias de seguridad de acometidas, especificadas en el anexo I, Figura No. 4.

66.3. El mantenimiento de las acometidas hasta el límite de la propiedad del cliente o hasta la ubicación de los equipos de medida, según el caso, serán responsabilidad de la distribuidora.

66.4. Las acometidas deberán contar con medios de conexión/desconexión y con dispositivos de protección contra sobrecorriente en el punto de inicio de la red del cliente.

66.5. Los calibres de los conductores de las acometidas serán calculados conforme a la carga a servir tomando en consideración la regulación de tensión necesaria. En ningún caso el calibre será menor al AWG 4 de cobre o AWG 2 de aluminio.

Art.67. Acometidas subterráneas.

67.1. Las acometidas subterráneas procederán por cualquiera de las siguientes razones:

- A) Por requerimientos estéticos definidos por la OPAMSS
- B) Por dificultades para cumplir con los libramientos mínimos
- C) Por razones técnicas
- D) Cuando la red de la empresa distribuidora sea subterránea
- E) A solicitud del cliente.

67.2. Las obras de canalización e interconexión con la red de distribución serán realizadas por el cliente, a su costo, siguiendo las normas de la empresa distribuidora y en coordinación con ésta.

67.3. Los trámites con las instituciones municipales o gubernamentales serán realizados por el cliente, cuando sean necesarios.

67.4. Las canalizaciones deberán protegerse a fin de evitar daños o accidentes en posteriores excavaciones aledañas.

67.5. Los conductores utilizados no deberán tener empalmes o derivaciones, mientras no haya sido medida la energía servida. En todo caso los empalmes o derivaciones deberán ser realizadas en un pozo de registro, como se muestra en el Anexo I, figura No. 11.

67.6. En cruces o caminos paralelos con otras canalizaciones, agua, teléfono, etc. la separación mínima con éstos será de 0.30 metros si no están embebidos en concreto y de 0.10 metros si existe separación de concreto.

67.7. Las canalizaciones subterráneas en ductos deberán tener, hacia los pozos de registro, una pendiente mínima de 0.3%.

67.8. Los pozos de registro, ductos u otros elementos de la canalización no deberán constituir obstáculo ni peligro para el tráfico habitual de la zona en que se encuentren.

67.9. Los conductores utilizados en acometidas subterráneas deberán ser de cobre, de un calibre mínimo y su aislamiento como sigue:

A) Para baja tensión: RHH, RHRW ó XHHW, calibre mínimo N° 4 AWG

B) Para media tensión: EPR ó XLPE, calibre mínimo N° 2 AWG

67.10. La profundidad mínima de enterramiento para los ductos de la acometida no será menor a:

A) Bajo andenes o pasajes peatonales 0.76 m

B) Bajo carreteras o calles urbanas 0.76 m

C) Bajo vías férreas 0.90 m

CAPITULO II

MEDICIONES Y MEDIDORES

Art.68. Aspectos generales.

Las características técnicas de mediciones y medidores, conforme las características del servicio, son objeto de una norma específica. En este capítulo se definirá la normativa relativa a condiciones genéricas.

68.1. Punto de conexión:

A) Para clientes domiciliarios o servicios que no requieran equipo auxiliar para conectar el medidor, el límite de responsabilidad Distribuidora o Comercializador - Cliente es la salida del medidor, después de la caja precintada.

B) Para servicios primarios, el punto de conexión será desde la salida de las protecciones en donde se conecte las líneas del cliente. En el caso de que las mediciones estén conectadas en líneas propiedad del cliente, el conjunto transformadores de medida, conexiones, medidor es responsabilidad de la empresa que preste el servicio.

C) El cliente es responsable del suministro y mantenimiento de los dispositivos de conexión a tierra y de protección de la acometida, mas allá del punto de conexión.

68.2. Instalación: El medidor estará siempre accesible para su fácil lectura, inspección o comprobación. Si el equipo está ubicado en la propiedad del cliente y éste realizara modificaciones que limiten la accesibilidad, el cliente deberá solicitar a la empresa suministrante, a su propio costo, la reubicación del equipo. Los calibres de los conductores de la acometida serán dimensionados teniendo en cuenta la carga máxima a suministrar y la regulación de tensión que se defina en la Norma de calidad de servicio.

68.3. Exactitudes: La precisión requerida para los sistemas de medición, serán conforme las

Normas ANSI C12.16 y ANSI C57.13, según la Tabla N° 23

TABLA N° 23
EXACTITUDES DE LOS EQUIPOS DE MEDICION

EQUIPO	EXACTITUD %
Medidor de estado sólido	0.2
Transformador de Corriente	0.3
Transformador de Potencial	0.3

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

- *Los medidores electromecánicos serán ajustados a 100% de exactitud, con un margen de error de $\pm 2\%$, ajustados con cargas del 10% y del 100%*

68.4. Patrones: Cada empresa comercializadora y/o distribuidora deberá contar con "medidor patrón", cuya exactitud deberá ser corroborada al menos cada tres años por un laboratorio especializado y obtendrá de éste la certificación respectiva, la cual enviará a la SIGET.

TITULO IV
CUIDADOS AL MEDIO AMBIENTE
CAPITULO I
RUIDO

Art. 69. Consideraciones generales: A fin de limitar la contribución de las subestaciones transformadoras a la contaminación por ruido al medio ambiente de nuestras ciudades, se deberá procurar que los equipos que se adquieran por parte de las empresas de distribución sean contruidos de tal forma que los naturales niveles de ruido que estas máquinas provocan sean limitados y que las subestaciones sean contruidas de tal forma que la propagación del ruido sea limitado al ambiente circundante. Las tablas N° 24 y N° 25 nos indican los valores máximos permisibles.

TABLA N° 24
NIVELES MEDIOS DE RUIDO PERMISIBLES

Zona de ubicación de la Subestación	Nivel medio de ruido Decibelios
Hospitales, escuelas y bibliotecas	Menores de 30
Viviendas	30 a 40
Comercial	45 a 55
Oficinas (con máquinas)	45 a 70
Oficinas (sin máquinas)	50 a 75
Industrial	76 a 95

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

- Las mediciones de los niveles de ruido se realizarán en los límites de la subestación.

TABLA N° 25
NIVELES MEDIOS DE RUIDO DE LOS TRANSFORMADORES

POTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES KVA	NIVEL MEDIO DE RUIDO (*) Decibelios
Hasta 50	45
51 a 150	50
151 a 300	55
301 a 500	60
Mas de 500 (*)	62

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

(*) *Incluye los equipos auxiliares de enfriamiento para Aire Forzado, Agua Forzada, etc.*

CAPITULO II

LIQUIDOS AISLANTES

Art.70. Líquidos permitidos.

70.1. Los líquidos requeridos por los equipos eléctricos para proveer un medio aislante y refrigeración, deben ser tales que su potencial de contaminación sea muy bajo. No se permitirá el uso de Bifenilo policlorado (PCB) u otros compuestos similares, por su alta toxicidad. Se podrán usar derivados de petróleo u otros compuestos que sean eco amigables.

70.2. Las subestaciones u otras instalaciones que requieran el uso de equipos que contengan líquidos aislantes deberán proveerse de fosos o cisternas, a prueba de fugas, que permitan coleccionar la totalidad del líquido en casos de derrame.

70.3. En subestaciones mayores de 15 MVA deberá proveerse de sistemas de extinción automática, que evite la combustión prolongada de los líquidos aislantes, en caso de accidentes.

CAPITULO III

PODA Y BRECHA

Art.71. Aspectos generales: Las instalaciones de distribución deben diseñarse de tal forma que puedan coexistir con el ambiente en que se encuentren ubicados. Los siguientes aspectos deben tomarse en cuenta:

71.1. **Trazo:** el trazo de diseño para nuevas líneas deberá considerar afectar lo menos que sea posible zonas boscosas y/o árboles maduros que se encuentren en la ruta. En las líneas subterráneas se tratará de evitar daños en las raíces de los árboles.

71.2. **Poda de árboles:** la poda o tala de árboles que sea necesaria a lo largo del tendido de una línea aérea deberá realizarse de tal manera que, sin descuidar las distancias de seguridad, permita que los árboles que solo sea necesario podar, no sean severamente afectados y mueran. Los cortes deberán hacerse con herramienta adecuada.

- A) En zonas cultivadas deberán seguirse las indicaciones de los dueños de las propiedades, quienes no podrán oponerse a la labor de despeje de las líneas.
- B) Las luminarias que se encuentren ubicadas en medio de ramas de árboles deberán despejarse, de tal forma que el cono de luz no sea interferido por el follaje.

71.3. **Disposición de desechos:** las ramas que se obtengan como producto de la poda de árboles en la vía pública deberán retirarse de inmediato, de tal forma que no se deshojen e interfieran con los andenes, arriates o calles. Se dispondrá de los desechos en depósitos de basura autorizados.

CAPITULO IV

CONTAMINACION ESTETICA

Art.72. Aspectos generales: Siendo las redes de distribución de una presencia inevitable en el paisaje de este país, se debe procurar que la infraestructura propia de este sistema tenga un impacto mínimo tanto en el ornato como en la seguridad y tránsito de las personas, para lo cual deberán seguirse las indicaciones siguientes:

72.1. Ubicación de apoyos y retenidas, en zonas urbanas: Los postes o estructuras localizados en las vías públicas deberán ubicarse contiguo al bordillo de la cuneta, sin obstaculizar los accesos de vehículos a los garajes, cuando no haya construcción en la zona donde haya de ubicarse el poste, deberá posicionarse en el límite entre propiedades. Las retenidas deberán colocarse longitudinalmente al andén, no deben obstaculizar el paso de peatones.

En las esquinas o bocacalles, deberá dejarse despejada el área de seguridad peatonal y las rampas para minusválidos.

72.2. Monumentos, plazas y parques: Las ordenanzas de ornato exigen que las líneas de distribución en zonas de monumentos, plazas o parques sean subterráneas, cuestión que deberá tomarse en cuenta al diseñar las redes en estos lugares. Los pozos de acceso a la red subterránea deberán ser disimulados, para no contrastar con el diseño ornamental del lugar.

Apoyos compartidos: Con el objeto de disminuir el número de postes en la vía pública, los tendidos eléctricos deberán compartir apoyos con otras líneas, tales como teléfono, señal de cable, etc. La disposición de las líneas en el poste está regulado en el Art. 37 de estas normas.

TITULO V

CRITERIOS OPERACIONALES

CAPITULO I

OPERACION DEL SISTEMA

Art.73. Operación del Sistema de Distribución.

73.1. **Operación de la Distribución.** La operación del sistema de distribución deberá realizarse de acuerdo con las Normas de coordinación de la Unidad de Transacciones (UT). Adicionalmente deberá considerarse y cumplirse con los siguientes requisitos:

- A) Eficiencia:** El distribuidor deberá revisar sus prácticas operativas con el propósito de mejorar su eficiencia en despachos de carga, material, equipo usado y métodos de trabajo.
- B) Seguridad:** El distribuidor tiene la obligación de velar tanto por la seguridad de su personal como por la del público en general. Por lo tanto deberá cumplir con las regulaciones de seguridad eléctrica indicadas en estas Normas, así como las establecidas en normas internacionales tales como OSHA, IEEE, ANSI, IEC, NFPA y NESC. El distribuidor deberá contar con un programa de capacitación de seguridad para los trabajadores que puedan estar expuestos a riesgos y peligros y deberá inculcarles una actitud consciente de seguridad. Dado que el Distribuidor tiene los conocimientos necesarios sobre la seguridad de instalaciones eléctricas de distribución, éste deberá por lo tanto disponer de material didáctico sobre el tema, el cual pondrá a disposición de su personal.

73.2. Seguridad Pública: Toda autoridad civil o militar que encuentre cables, postes u otro elemento del sistema de distribución de energía eléctrica que represente peligro a las personas, debe informar de esta situación a la empresa responsable de las instalaciones eléctricas y debe quedarse a vigilar.

73.3. Mantenimiento. El Distribuidor deberá esmerarse en conservar en buen estado su sistema, no solo por seguridad, sino también, para el buen funcionamiento del sistema. Esto deberá incluir un programa regular de revisión de la totalidad de sus instalaciones en períodos no mayores de cinco años y deberá contemplar como mínimo las siguientes revisiones:

- A) **Distancias mínimas de seguridad.** El Distribuidor debe establecer un programa de inspección para verificar que las distancias mínimas de seguridad, establecidas en Art. 16 y Artículos del 49 al 53 de estas Normas se cumplen.
- B) **La integridad estructural de las líneas.** El Distribuidor debe establecer un programa de inspección para verificar que los postes no estén deteriorados, que mantengan su verticalidad; que las bases de las torres no se han movido y que los cables de las retenidas cumplan su función.
- C) **Sistema de Tierra.** El Distribuidor deberá establecer un programa de inspección y medición de su sistema de tierras para asegurarse que las conexiones están en buen estado y que sus valores no han superado los límites permitidos.
- D) **Vegetación próxima a los conductores.** El distribuidor deberá realizar inspecciones regulares para verificar que ramas de árboles y vegetación en general, no representen peligro para las líneas aéreas y para las personas. Los trabajos de inspección y mantenimiento de las instalaciones con respecto a la remoción de la vegetación a efecto de lograr las distancias mínimas de seguridad especificadas en estas Normas, que garanticen la seguridad de las personas e instalaciones eléctricas, deberá llevarse a cabo atendiendo lo indicado en la constitución de Servidumbre, según la legislación aplicable
- E) **Inspección de las líneas y subestaciones.** El distribuidor deberá realizar inspecciones regulares para verificar equipo defectuoso y las condiciones de cables, aisladores, herrajes y equipo en general.
- F) **Reemplazo de transformadores sobrecargados.** Es también recomendable que el distribuidor desarrolle programas para reemplazar transformadores sobrecargados, e instituya un programa de apretado de la tornillería de los herrajes en general.
- G) **Coordinación de los esquemas de protección.** Se recomienda establecer programas conjuntos de mantenimiento de las protecciones eléctricas para verificar la coordinación de los esquemas de protección en los puntos de interconexión entre el Transmisor o Generador y el Distribuidor.
- H) **Señalización y protección del área de trabajo:** En las zonas aledañas a sitios en donde se ejecuten labores de mantenimiento o trabajos de construcción se debe proveer de un adecuado señalamiento para indicar peligro. En el día deberá utilizarse triángulos o conos color naranja, así como delimitar las zonas de trabajo con cinta para evitar el tráfico de personas o vehículos; en horas nocturnas deberá proveerse linternas intermitentes y dispositivos fluorescentes que adviertan del peligro en la zona.

Art. 74. Costo de Inspección. En los puntos de conexión entre los participantes, los costos de inspecciones programadas serán cubiertas por el propietario del equipo.

Todos los participantes tienen derecho a solicitar una inspección no programada del equipo del sistema al cual están conectados, cuando las condiciones de los parámetros de la entrega no se cumplan. Las inspecciones pueden ser visuales o de una manera más detallada si específicamente

así es requerido. Los resultados de estas revisiones o inspecciones, deberán estar a disposición de la SIGET en el momento en que ésta los requiera por un período de un año. En lo relativo a medidores y mediciones se procederá conforme a los términos y condiciones de los pliegos tarifarios vigentes.

CAPITULO II

OPERACIÓN DE LINEAS Y SUBESTACIONES

Art.75. Requisitos Generales. Con el objeto de proteger de daños, al personal de las empresas propietarias de las instalaciones así como al público en general, durante las fases de construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones del servicio de distribución, se deberá cumplir, como mínimo, con las siguientes reglas básicas de seguridad, en lo que corresponda. Para situaciones no cubiertas en este capítulo deberá actuarse de acuerdo a lo descrito en la Parte 4, secciones 40 a 44 del NESC o las normas de seguridad de la empresa distribuidora.

- 75.1. El distribuidor deberá informar a cada uno de sus trabajadores cuando estos sean contratados, de las normas de seguridad que gobiernan las líneas eléctricas, subestaciones y su equipo asociado.
- 75.2. Los trabajadores deberán ser informados de procedimientos a seguir en caso de emergencias y las instrucciones relativas a los primeros auxilios que deban darse a las víctimas de accidentes causados por la corriente eléctrica. Copia de estos procedimientos deberán estar a la vista de los trabajadores en los vehículos así como otros lugares donde la naturaleza del trabajo desarrollado lo requiera.

Art.76. Métodos y Mecanismos de Protección.

- 76.1. El acceso a lugares en donde se encuentre equipo en movimiento o energizado deberá ser restringido únicamente a personal autorizado.
- 76.2. Diagramas y planos que muestren el arreglo, así como la ubicación de líneas y equipo eléctrico de la porción del sistema por el cual se es responsable, deberá ser mantenido en archivo que sea rápidamente accesible a personal autorizado. Esta información debe estar disponible a la SIGET cuando ésta así lo requiera.
- 76.3. Mecanismos y equipo de protección así como la ropa de trabajo debe ser revisada constantemente para asegurarse que se encuentra en condiciones seguras de operar.
- 76.4. Antes de ejecutar trabajos sobre líneas, el trabajador debe realizar inspecciones o pruebas preliminares para determinar las condiciones existentes.
- 76.5. Los trabajadores deben utilizar ropa adecuada de acuerdo a la tarea asignada y al medio ambiente. Cuando se trabaja en la vecindad de líneas o equipo energizado, los trabajadores deben evitar tener en sus ropas artículos metálicos expuestos.
- 76.6. Si para ciertos trabajos es necesario recurrir a personas que no tengan preparación especial, deberá instruírseles en forma clara y precisa sobre la labor que les corresponda ejecutar y deberá mantenerse una estrecha vigilancia mientras trabajen.

Art.77 Líneas aéreas.

- 77.1. **Frecuencia de Inspección:** Las líneas aéreas y su equipo asociado deberán ser inspeccionados con la frecuencia que la experiencia demuestre que sea necesario, siempre y

cuando este tiempo no sea mayor a 5 años.

77.2. Instalando estructuras cerca de líneas energizadas: Cuando se instale, mueva o remueva una estructura cerca de líneas energizadas, se deberán tomar las precauciones adecuadas para evitar contacto de la estructura con la línea energizada, además los trabajadores deben usar ropa y protecciones adecuada para estos trabajos.

77.3. Chequeando estructuras antes de escalarlas: Antes de escalar una estructura, se deberá verificar que la estructura es capaz de soportar la tensión o desbalance adicional a que estará sometida, si se comprueba que la estructura no es segura para escalar, se debe evitar escalarla a menos que se asegure con retenidas u otro medio adecuado.

77.4. Instalando y removiendo cables: Al momento de instalar o remover cables es necesario que el Distribuidor tome las medidas de precaución necesarias, para evitar poner en riesgo a los transeúntes y al tráfico vehicular.

77.5. Líneas fuera de servicio temporalmente: Las líneas aéreas que se encuentren temporalmente fuera de servicio deberán ser mantenidas y controladas como si ellas estuvieran en servicio.

77.6. Registro de defectos o problemas en las líneas: Cualquier defecto o problema que sea detectado a través de pruebas, inspecciones u otro medio y que por alguna razón no sea corregido inmediatamente, deberá ser reportado y registrado en un libro o archivo magnético habilitado exclusivamente para el control de este tipo de evento. Esta información deberá estar a disposición de la SIGET en el momento en que ésta los requiera.

77.7. Líneas con Historial de problemas: Las líneas aéreas y equipo asociado que tengan un historial de registros que demuestren problemas o defectos que pueden, razonablemente, suponer que podrían poner en peligro la seguridad de las personas y/o de las instalaciones deberá ser inmediatamente reparada, desconectada o aislada.

Art.78. Subestaciones.

78.1. Equipo para trabajar en partes energizadas: Los trabajos en estas instalaciones deberán ser ejecutados por personal capacitado y provisto de equipo de protección especial adecuado a la tensión de que se trate, tales como: guantes, mangas, cubiertas de hule, herramientas aisladas, dispositivos para prueba y para Puesta a tierra, pértigas, canastillas o plataformas aisladas, etc. El equipo deberá ser inspeccionado periódicamente y conservado en buenas condiciones.

78.2. Trabajos en instalaciones sin tensión: Los trabajos en estas instalaciones aún cuando no estén con tensión, deberán ser ejecutados por personal capacitado y provisto de equipo de protección apropiado. Cuando se ejecuten trabajos en parte de estas instalaciones que no están con tensión, se deberán tomar medidas para evitar, al personal, todo peligro que provenga de las instalaciones vecinas que hubieran quedado con tensión.

78.3. Acceso a personas ajenas al servicio: En el caso de que por alguna razón sea necesario hacer que las instalaciones de las subestaciones sean momentáneamente accesibles para personas ajenas al servicio, se deberán tomar medidas para impedir que corran peligro.

78.4. Visitas a la Subestación: En el caso de que las instalaciones de las subestaciones ofrezcan peligros, las visitas serán admitidas previa autorización, solamente en pequeños grupos, guiados por personal autorizado.

Art.79. Líneas Subterráneas.

79.1. Aviso a propietarios de Instalaciones cercanas: Deberá informarse con anticipación a

los propietarios o encargados de la operación de otras instalaciones acerca de las nuevas construcciones o cambios en las instalaciones existentes que puedan afectar adversamente a las primeras.

79.2. Entorno Ecológico: Cuando la realización de los trabajos de mantenimiento afecte el entorno ecológico, éste deberá restituirse tan pronto sean terminados los trabajos.

79.3. Protección en áreas de trabajo:

- A) Antes de iniciar cualquier trabajo que pueda poner en peligro al público o a los trabajadores, deberán colocarse avisos preventivos, barreras normalizadas o conos fosforescentes, de tal manera que sean perfectamente visibles al tránsito de vehículos y peatones que se acercan al lugar de trabajo; en estos casos, el personal a cargo de los trabajos deberá usar chalecos de color fosforescente y deberán poner en funcionamiento los faros giratorios del vehículo o cualquier otro dispositivo de señalización. Durante la noche, adicionalmente, deberán utilizarse señales luminosas o reflejantes. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones de tránsito lo justifiquen, una persona deberá dedicarse exclusivamente a advertir a los transeúntes sobre los riesgos existentes.
- B) Durante el día, los agujeros, zanjas, registros sin tapa u obstrucciones deberán identificarse con señales de peligro, tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos fosforescentes o barreras. Durante la noche deberán usarse señales luminosas o reflejantes. De ser necesario dejar desatendido temporalmente algún agujero, deberá colocarse una tapa provisional para evitar accidentes al público.
- C) Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tránsito lo justifiquen, deberá solicitarse el auxilio de las autoridades de tránsito competentes, para advertir a los transeúntes sobre los riesgos existentes.
- D) Cuando por razón de los trabajos se expongan partes energizadas o en movimiento, deberán colocarse avisos preventivos y guardas, para advertir a los otros trabajadores en el área.

Art.80. Distancias mínimas de aproximación.

80.1. Los trabajadores de las empresas distribuidoras no deben aproximarse, o permitir que se aproximen otras personas, a cualquier objeto conductor a una distancia menor que la permitida por la Tabla N° 26, a menos que cumpla con uno de los siguientes requisitos:

- A) La línea o parte de ella está desenergizada.
- B) El trabajador está aislado de la línea energizada. Equipo de protección aislado de acuerdo a la tensión de operación debe ser utilizado por el trabajador.

TABLA N° 26
DISTANCIAS MINIMAS DE APROXIMACION DEL TRABAJADOR PARA TRABAJAR EN
PARTES ENERGIZADAS EXPUESTAS DE CORRIENTE ALTERNA

TENSION DE FASE A FASE (Kv)	DISTANCIA MINIMA DE APROXIMACION FASE A TIERRA (m)	DISTANCIA MINIMA DE APROXIMACION FASE A FASE (m)
0 - 0.300	Evitar contacto	Evitar contacto
0.301 - 0.750	0.31	0.31
0.751 – 15	0.65	0.67
15.1 – 36	0.77	0.86
36.1 – 46	0.84	0.96
46.1 – 121	1.00	1.29
138 – 145	1.09	1.50
230 – 242	1.59	2.27

80.2. Factores de Corrección por altura.

Las distancias dadas en la tabla N° 26 deben ser utilizadas para elevaciones de hasta 900 msnm, para elevaciones mayores deben utilizarse los factores de corrección indicados en la tabla N° 27

TABLA N° 27
FACTORES DE CORRECCION POR ALTITUD

ALTITUD (msnm)	FACTOR DE CORRECCION
900	1.00
1200	1.02
1500	1.05
1800	1.08
2100	1.11
2400	1.14

MAXIMA INTENSIDAD DE VIENTO Y ZONAS DE CARGA EN EL SALVADOR

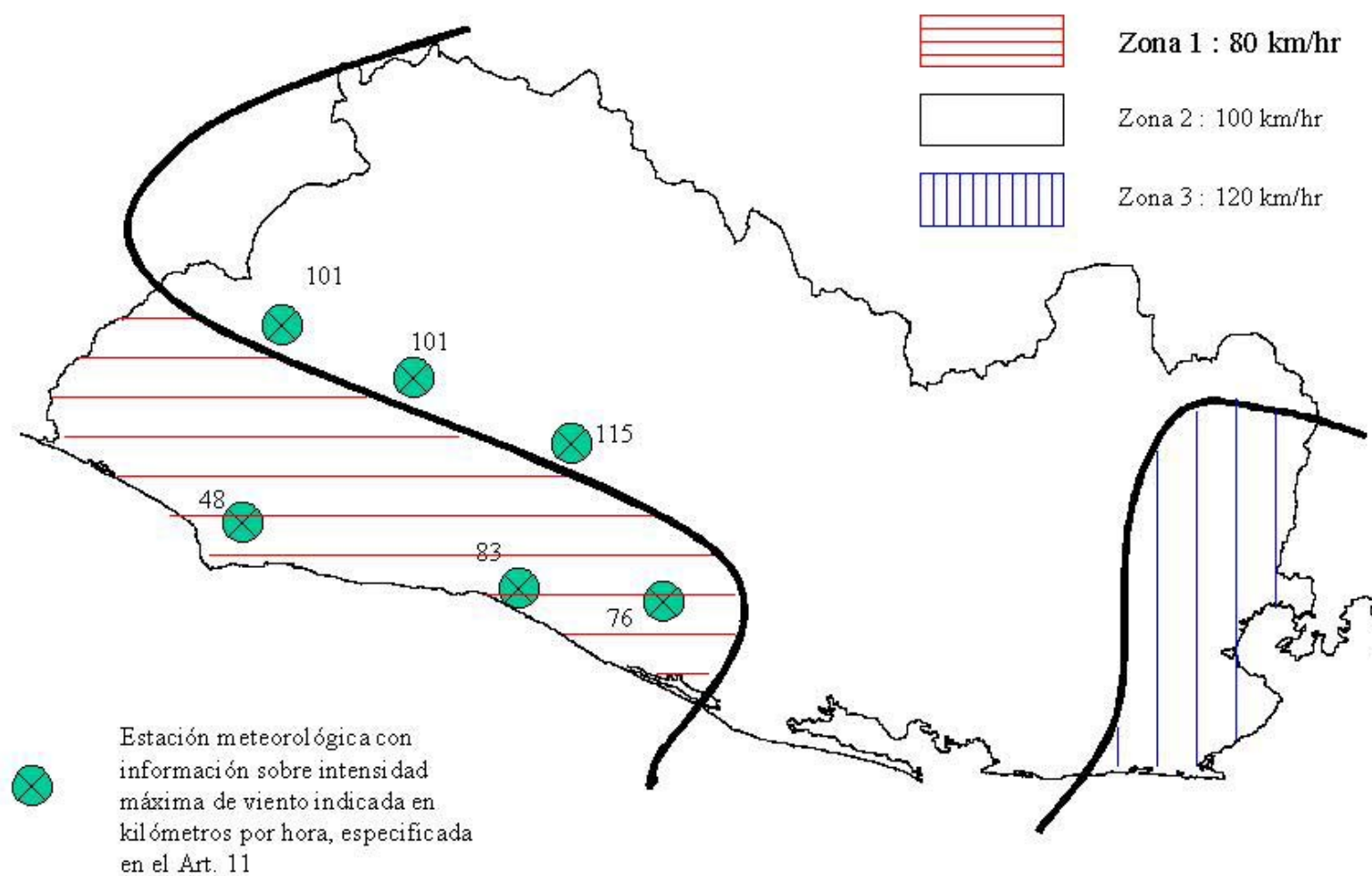


FIGURA N° 1

TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA DE EL SA

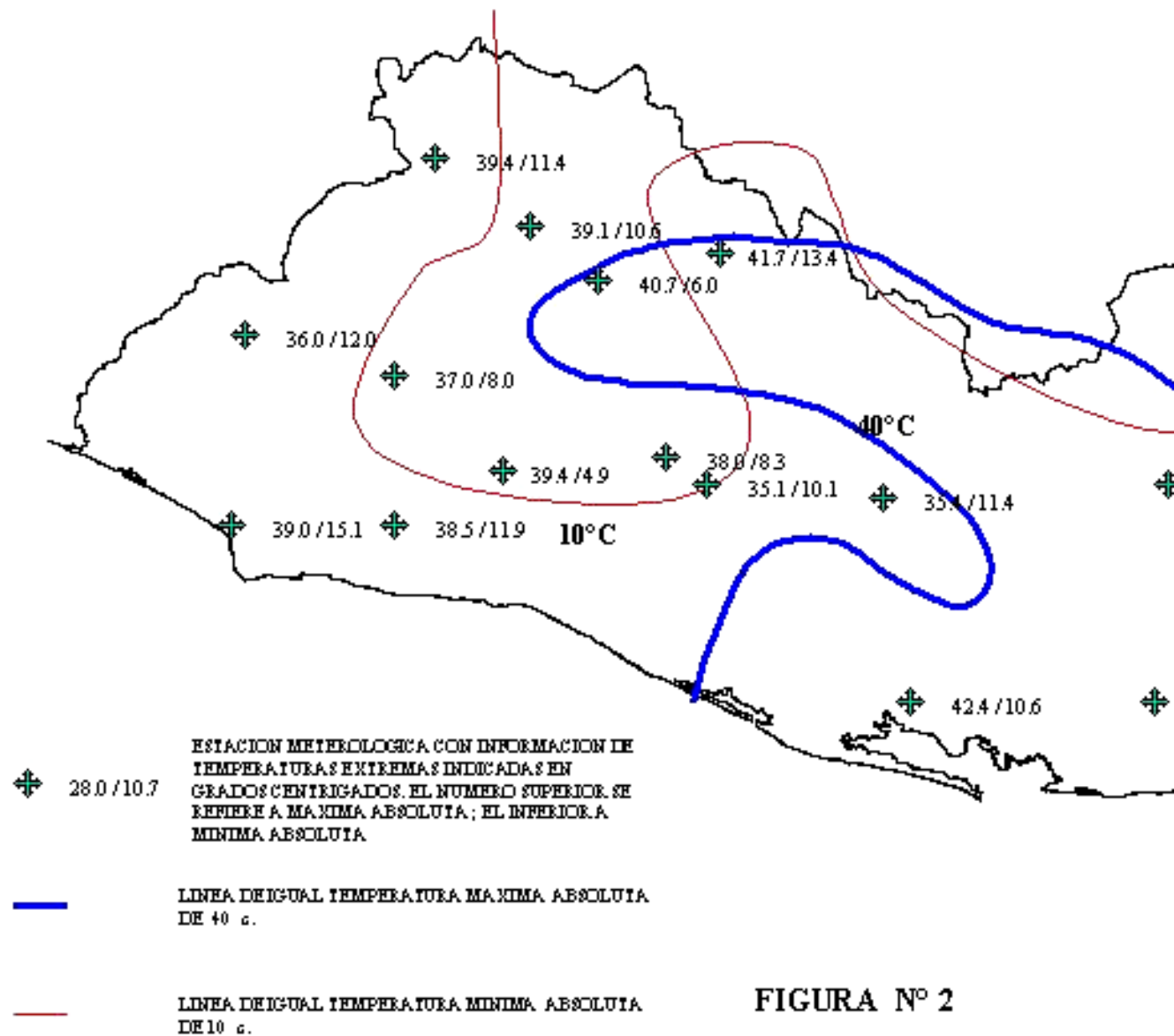
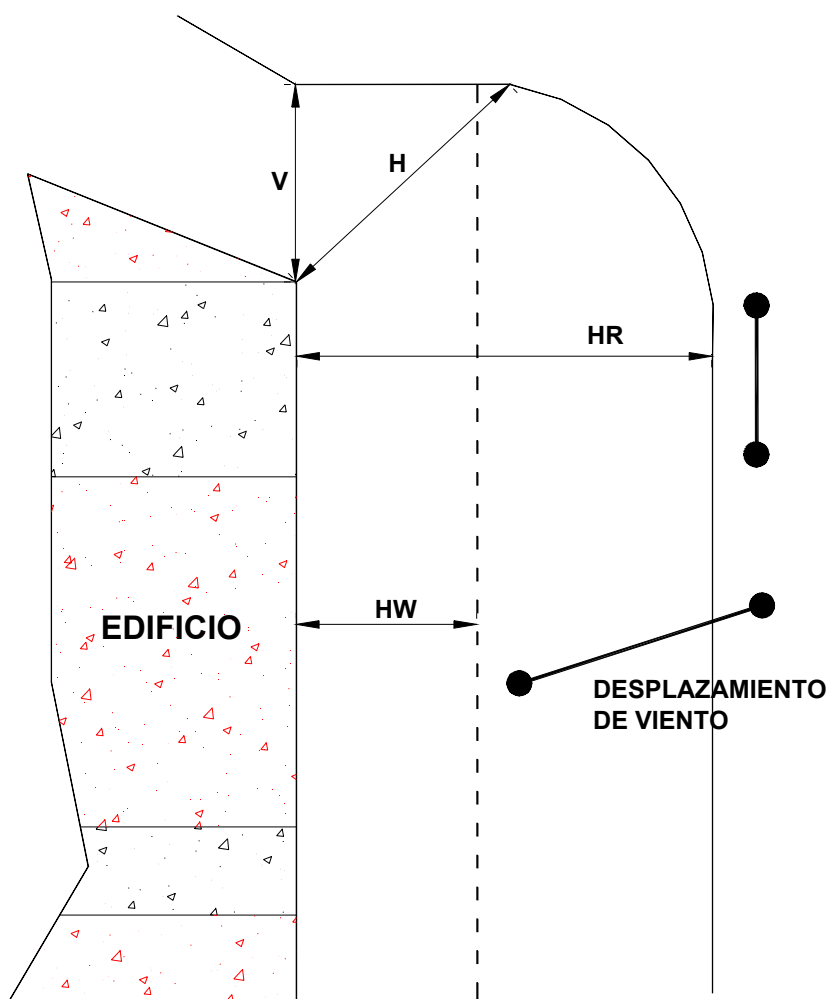


FIGURA N° 2



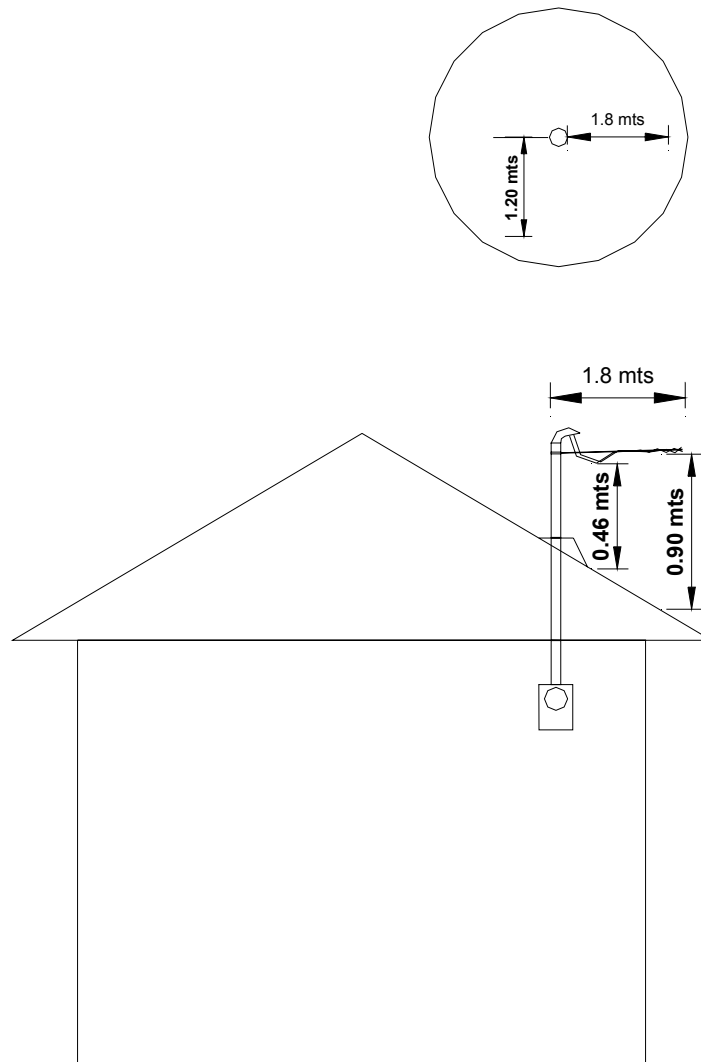
Distancias Mínimas de Seguridad a Edificios, especificada en el Art. 19.1.C

HR = Distancia mínima de Seguridad horizontal requerida cuando el conductor está en reposo

HW = Distancia mínima de Seguridad horizontal requerida cuando el conductor es desplazado, hacia el edificio, por el viento.

FIGURA N° 3

VISTA EN PLANTA



Distancia de Seguridad de Acometida de hasta 750 V.
Especificada en los Art. 19.3.C.4 y el Art 66.2

FIGURA N° 4

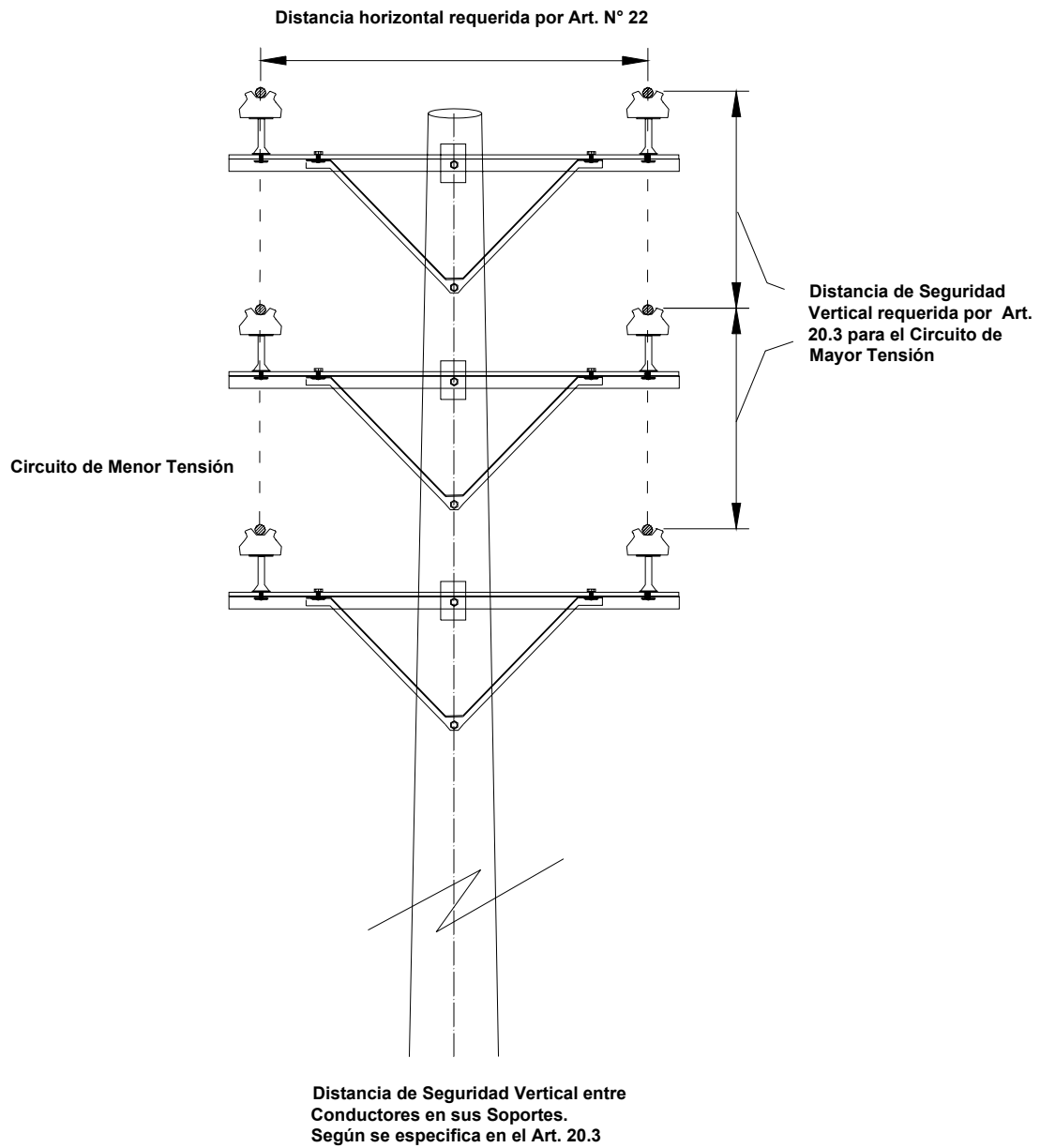
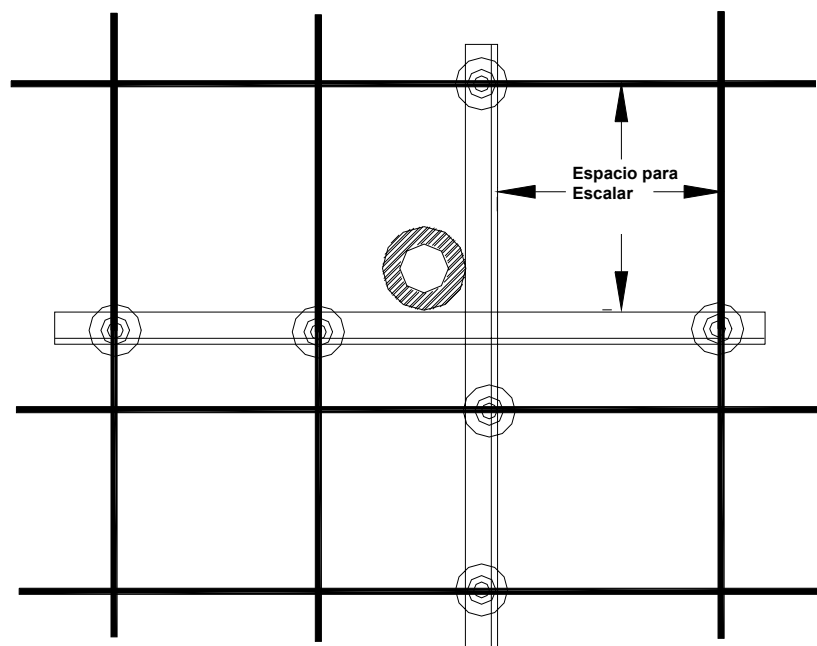
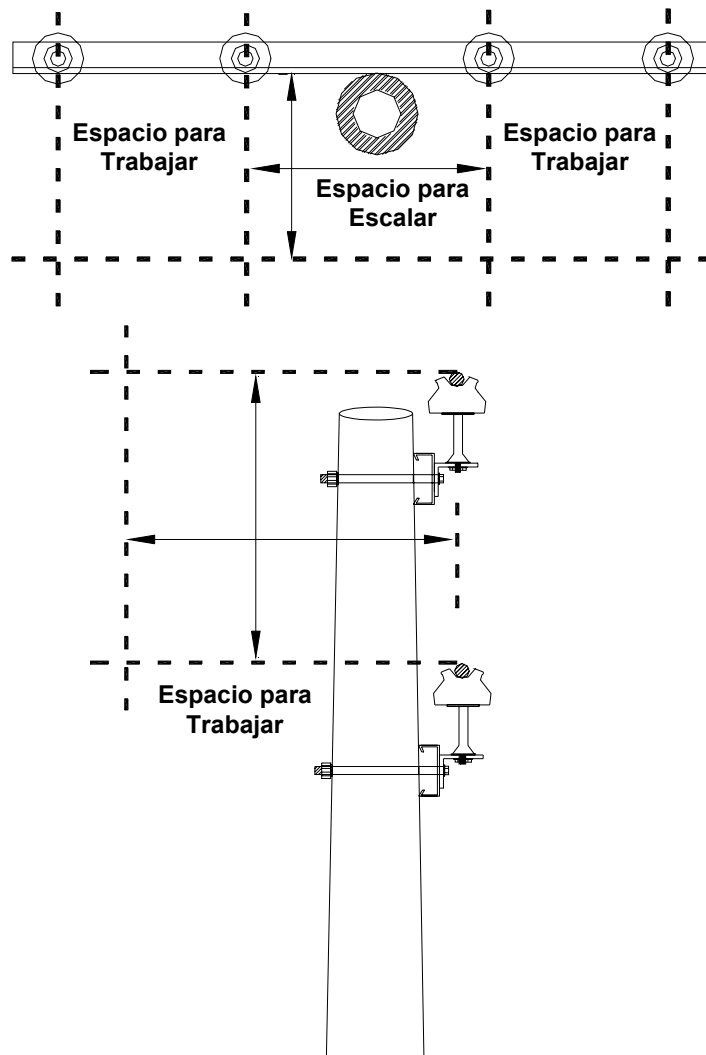


FIGURA N° 5



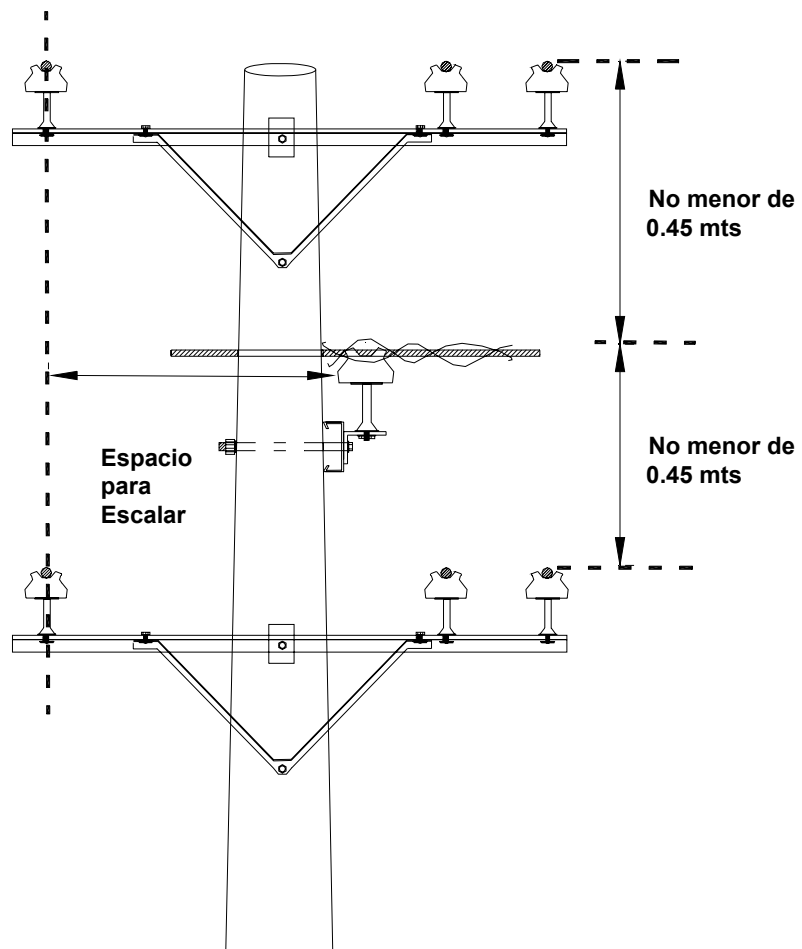
**Espacio para Escalar,
especificado en el Art. 22.5**

FIGURA N° 6



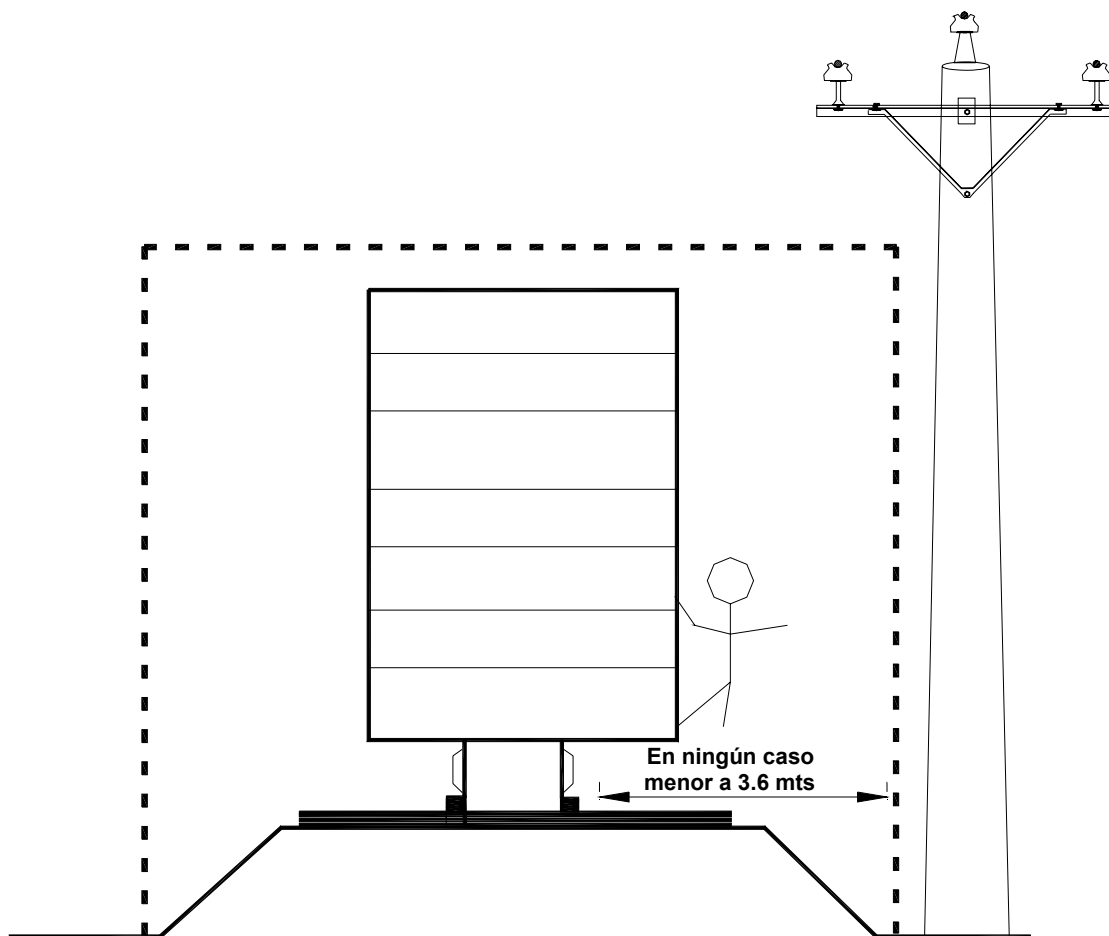
Especificado en el Art. 23.1.A

FIGURA N° 7



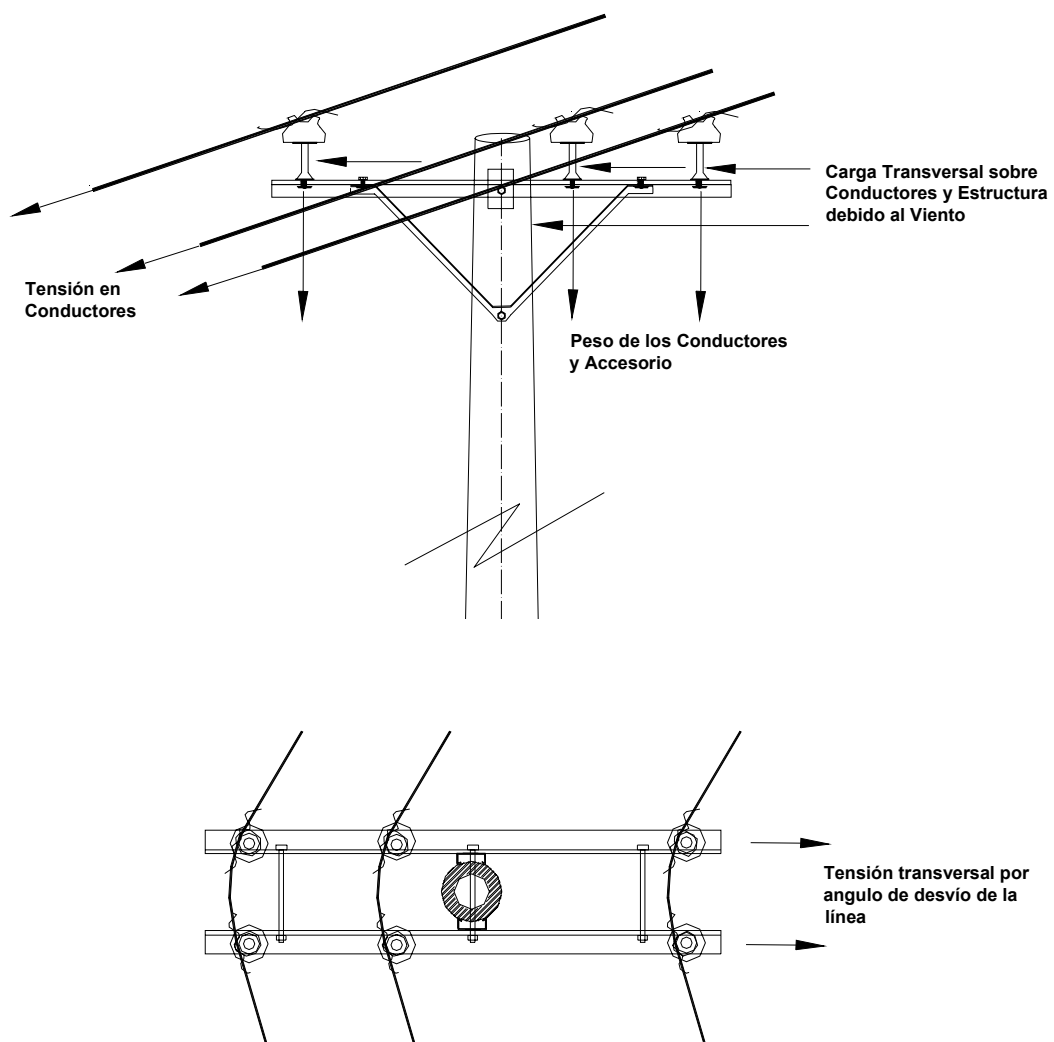
**Altura reducida del espacio para trabajar
de acuerdo al Art. 23.4.B**

FIGURA N° 8



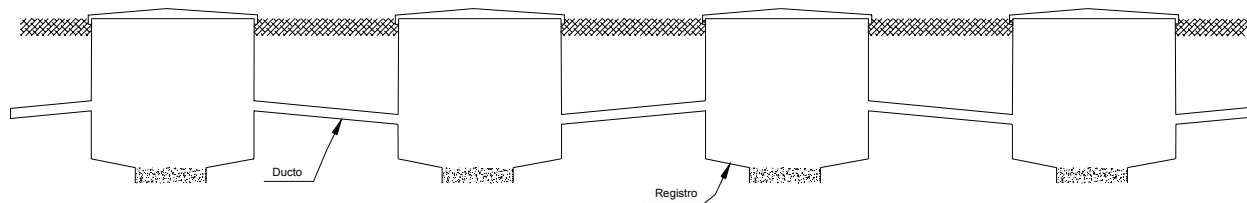
**Distacia Mínima de Seguridad de
Estructuras de Soporte a Vías Férreas
de acuerdo al Art. 24.3**

FIGURA N° 9

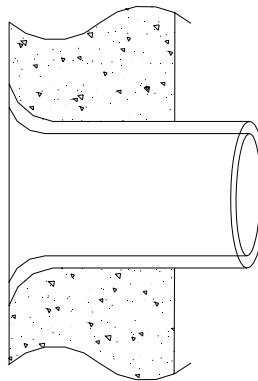


Fuerzas que producen cargas sobre Estructuras de Soporte, según se especifica en el Art. 33.3

FIGURA N° 10

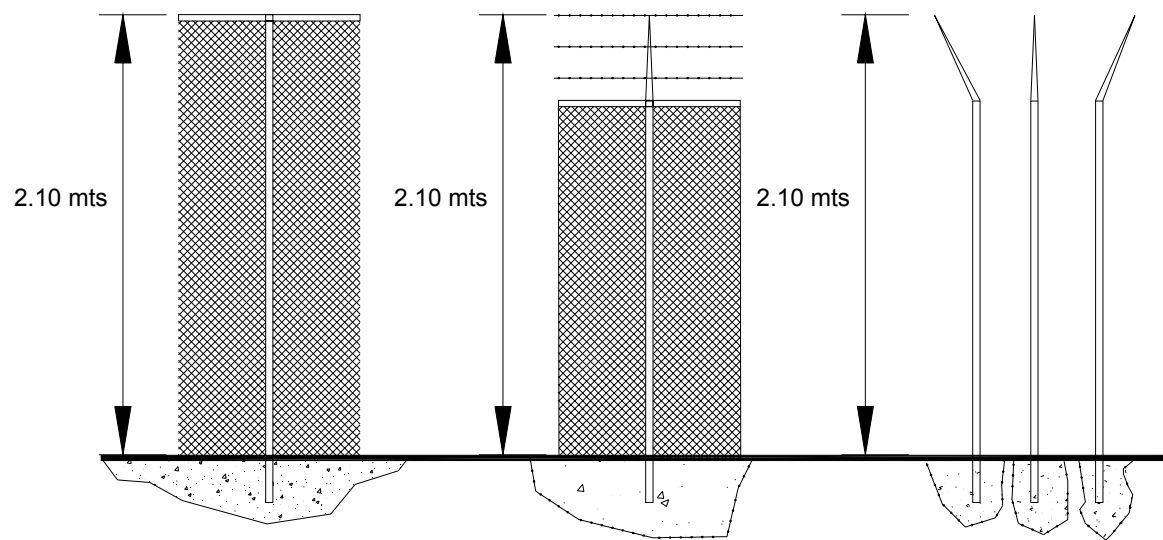


Disposición de la pendiente en un sistema de Ductos.



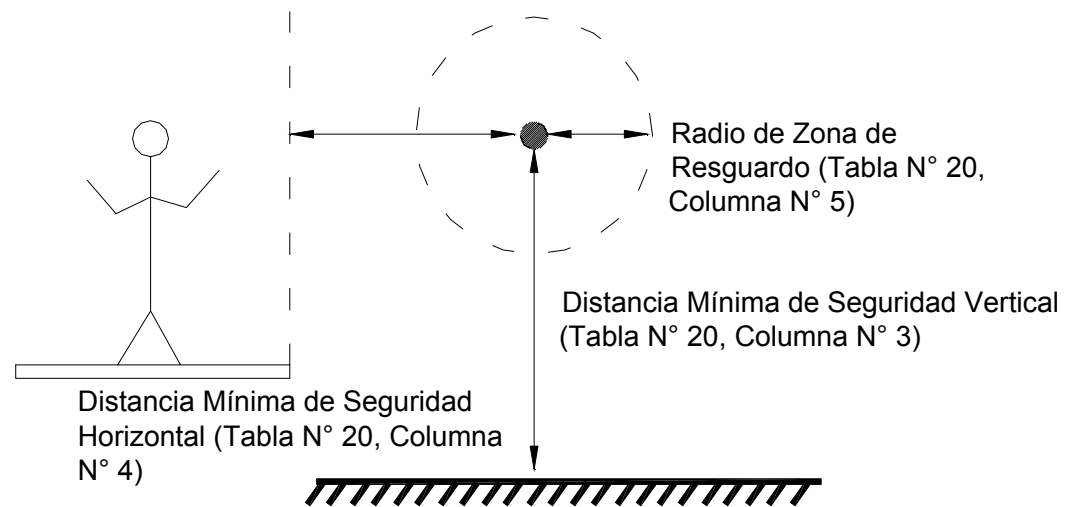
***Emboquillado de ductos en pozos de Registros,
según se especifica en los Art. 67.4 y el Art. 43.2.E***

FIGURA N° 11



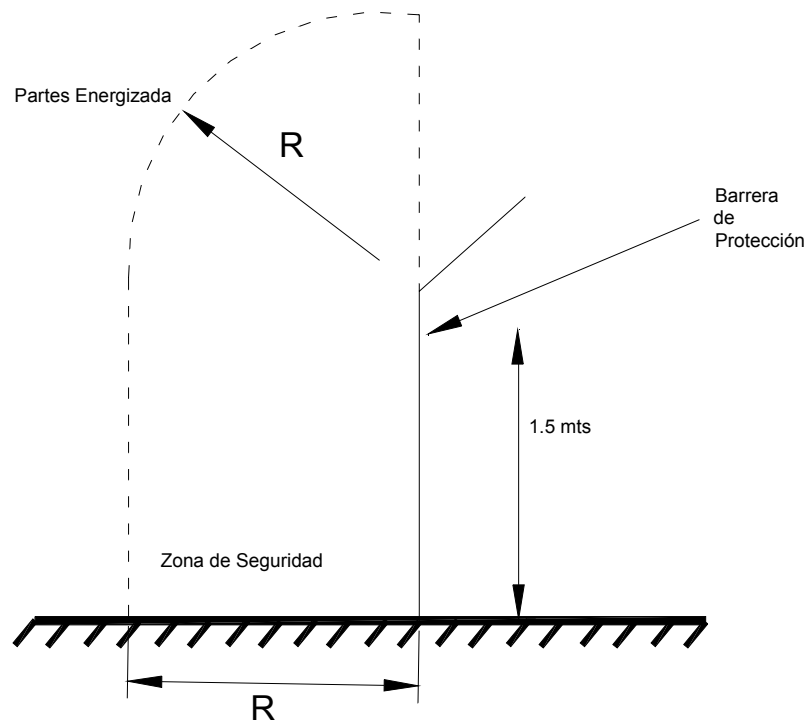
**Distintos Tipos de Barreras de
Protección en Subestaciones,
especificada en el Art. 49.1**

FIGURA N° 12



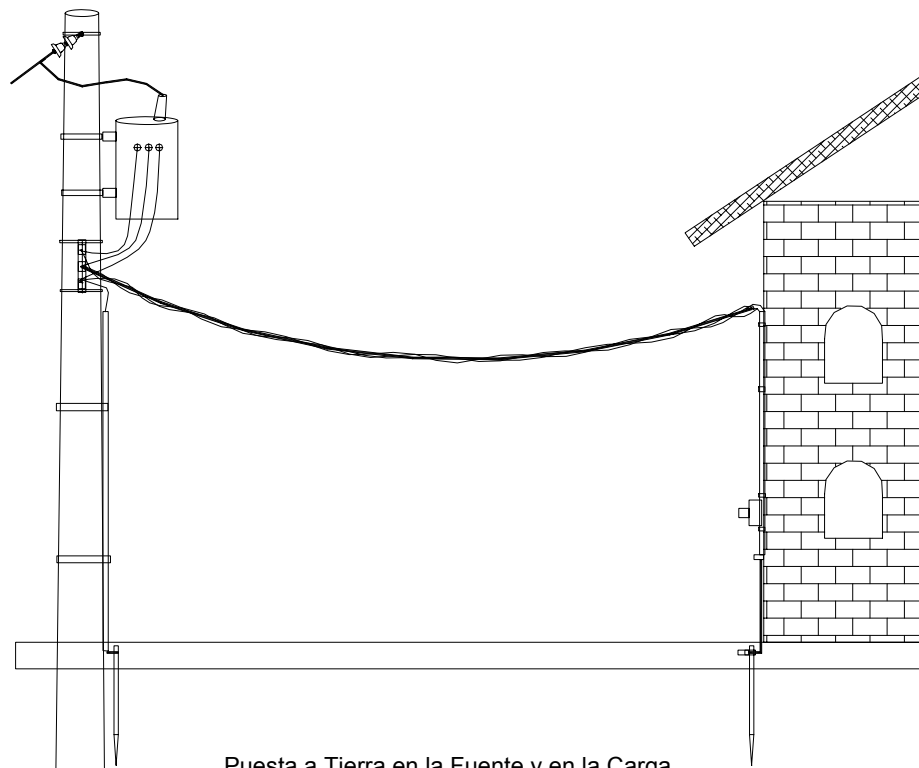
Distancia Mínima a Partes Energizadas Descubiertas
Según especificado en el Art. 50.2 y Tabla N° 20

FIGURA N° 13



Zona de Seguridad para Barreras de Protección en Subestaciones, según se especifica en el Art. 50.3 y en la Tabla N° 21

FIGURA N° 14



Puesta a Tierra en la Fuente y en la Carga,
según se especifica en el Art. 60.1.A

FIGURA N° 15

