

# ET 1003

REV1-19

LÍNEAS AEREAS DE ALTA TENSION

# INDICE

<b>NORMAS, REGLAMENTACIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	5
<b>1. ALCANCE</b>	6
1.1. CONDICIONES AMBIENTALES	6
1.2. CALIDAD	6
<b>2. DEFINICIONES</b>	6
2.1. CONDUCTORES Y CABLES	6
2.1.1. Conductor homogéneo	6
2.1.2. Conductor compuesto	6
2.1.3. Conductor compuesto especial	7
2.1.4. Alambre heterogéneo	7
2.1.5. Conductor de energía	7
2.1.6. Conductor de protección	7
2.1.7. Cable óptico	7
2.1.7.1. ADSS	7
2.1.7.2. OPGW	7
2.2. TIRO	8
2.3. APOYO	8
2.3.1 Apoyo de alineación	8
2.3.2. Apoyo de desvío	8
2.3.3. Apoyo de retención	8
2.3.4. Apoyo de cruce	8
2.3.5. Apoyo terminal	9
2.3.6. Apoyo combinado	9
2.3.7. Apoyo de transición aéreo-subterránea	9
2.3.8. Apoyo de acometida	9
2.3.9. Apoyo nominal	9
2.3.10. Apoyo especial	9
2.3.11. Designaciones particulares	9
2.4. AISLACIÓN	10
2.4.1. Aislación de apoyo	10
2.4.2. Aislación suspendida	10
2.4.3. Aislación especial	10
2.4.4. Conjunto de suspensión (simple o doble)	10
2.4.5. Conjunto de retención (simple o doble)	10
2.5. Dispositivos o elementos antivibratorios	11
2.5.1. Dispositivos o elementos antivibratorios pasivos o de refuerzo	11
2.5.2. Dispositivos o elementos antivibratorios activos o amortiguadores	11
2.6. VANO	11
2.7. FLECHA	11
2.8. ALTURA LIBRE	11

# INDICE

2.9. ZONAS .....	11
2.9.1. Zona urbana .....	11
2.9.2. Zona suburbana .....	11
2.9.3. Zona rural .....	11
2.10. TEMPERATURA CRÍTICA (PARA CONDUCTOR COMPUESTO) .....	11
<b>3. CONDICIONES PARA EL PROYECTO Y CÁLCULO .....</b>	<b>12</b>
3.1. DETERMINACIÓN DEL TRAZADO .....	12
3.2. RELEVAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO .....	13
3.3. SERVIDUMBRE ADMINISTRATIVA DE ELECTRODUCTO .....	13
3.4. DETERMINACIÓN DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE .....	13
3.4.1.-Descripción .....	13
3.4.2.-Determinación para líneas de 66 kv y de 132 kv con apoyos de hormigón .....	14
3.4.3.-Líneas dispuestas en doble terna .....	15
3.5.-PLANOS .....	15
3.5.1.-Planimetría general .....	15
3.5.2.-Planialtimetría .....	16
3.5.3.-Planos de conjuntos .....	17
3.5.4.-Planos de subconjuntos .....	17
3.5.5.-Soporte informático .....	17
3.6.-SISTEMA .....	17
3.7.-TENSIONES NOMINALES .....	17
3.8.-NIVEL DE AISLACIÓN .....	17
3.9.-CAÍDAS DE TENSIÓN .....	18
3.10.-RETENCIONES .....	18
3.11.-TRANSPOSICIONES DE CONDUCTORES DE ENERGÍA .....	18
3.12.-SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS .....	18
3.13.-TENSIONES ADMISIBLES .....	19
3.14.-CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES .....	20
3.15.-CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE TELECOMUNICACIONES .....	20
3.16.-HIPÓTESIS DE CÁLCULO .....	21
3.16.1.-Condiciones climáticas .....	21
3.16.2.-Sobrecarga por hielo .....	21
3.16.3.-Sobrecarga por viento en la condición de viento máximo .....	21
3.16.3.1.-Velocidad de viento máximo de cálculo .....	22
3.16.3.2.-Determinación del trazado del límite entre regiones en zona rural .....	22
3.16.4.-Fuerza del viento sobre estructuras reticuladas .....	23
3.16.5.-Esfuerzos sobre los apoyos .....	23
3.16.5.1.-Apoyo de alineación (A) .....	24
3.16.5.2.-Apoyo de desvío (D) .....	24
3.16.5.3.-Apoyo de retención (R) .....	24

# INDICE

3.16.5.4.-Apoyo de cruce (C)	24
3.16.5.5.-Apoyo de terminal (T)	25
3.16.5.6.-Apoyo combinado y/o especial	25
3.16.5.7.-Apoyo de acometida a pórtico de estación transformadora	25
3.16.6.-Postes compuestos	25
3.17.-DISEÑO DE LOS APOYOS	25
3.18.-VANO MÁXIMO	26
3.19.-ALTURA LIBRE MÍNIMA PARA CONDUCTORES	26
3.20.-ALTURA LIBRE MÍNIMA PARA CABLES ÓPTICOS	27
3.21.-UBICACIÓN RELATIVA	27
3.22.-DISTANCIAS MÍNIMAS	27
3.22.1.-Entre conductores de energía de distinta fase de la misma línea	28
3.22.2.-Entre conductores de energía de líneas distintas y paralelas	28
3.22.3.-Entre conductores de energía o piezas sometidas a tensión y elementos no sometidos a tensión pertenecientes a la línea u otra instalación eléctrica	28
3.22.4.-Horizontal entre conductores a distinto nivel	29
3.22.5.-Entre puntos fijos de dos conductores	29
3.22.6.-Entre conductor de protección y demás conductores	29
3.22.7.-Entre conductores de líneas que se cruzan	29
3.22.8.-Entre conductores de energía y cables ópticos de la misma línea que no cumplan funciones de conductor de protección	30
3.22.9.-En zona urbana, entre conductores de energía y edificios, estructuras no pertenecientes a la línea o accidentes del terreno accesibles a personas	30
3.22.10.-Construcciones edilicias próximas a líneas eléctricas aéreas	31
3.22.11.-Entre conductores de líneas de energía y líneas pertenecientes a prestatarios de servicio telefónico que corren paralelas	31
3.23.-FLECHA DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	32
<b>4.-NORMAS CONSTRUCTIVAS</b>	32
4.1.-CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	32
4.2.-UBICACIÓN DE LOS APOYOS	32
4.3.-ARMADO DE LOS APOYOS	33
4.4.-DISPOSITIVO DE SEGURIDAD	34
4.5.-FUNDACIONES	34
4.6.-EMPOTRAMIENTO	36
4.7.-PROTECCIÓN DE LOS POSTES DE MADERA EN EL EMPOTRAMIENTO	36
4.8.-RIENDAS	36
4.9.-PUESTA A TIERRA	36
4.9.1.-Conexión de tierra	36
4.9.2.-Electrodos de puesta a tierra	37
4.10.-TIPO DE AISLACIÓN	37

# INDICE

4.11.-PROTECCIÓN DE LA AISLACIÓN .....	38
4.12.-TENDIDO DE LOS CONDUCTORES .....	38
4.13.-TENDIDO DE CABLES ÓPTICOS .....	38
4.14.-VIBRACIONES .....	38
4.15.-NUMERACIÓN DE LOS APOYOS .....	38
4.16.-IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE ENERGÍA .....	39
4.17.-CRUCES AÉREOS .....	39
4.17.1.-Cruces ferroviarios .....	39
4.17.2.-Cruces de rutas, vías fluviales y líneas de telecomunicación .....	39
4.18.-DESPEJE DE LA ZONA AFECTADA POR LA LÍNEA Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE .....	40
4.18.1.- Tareas y Condiciones .....	40
4.18.2.-Minimización de las tensiones de contacto .....	40
<b>5.-MATERIALES</b> .....	41
5.1.-CONDUCTORES Y CABLES DE PROTECCIÓN .....	41
5.2.-CONDUCTORES DE ENERGÍA .....	41
5.2.1.-Normas .....	41
5.2.2.-Formación .....	41
5.3.-AISLADORES .....	41
5.4.-ACCESORIOS METÁLICOS .....	42
5.5.-POSTES, CRUCETAS Y MÉNSULAS .....	43
5.5.1.-De hormigón armado .....	43
5.5.2.-De madera .....	43
5.5.3.-Metálicos .....	43
<b>6.-MEDICIONES Y ESTUDIOS</b> .....	43

## NORMAS, REGLAMENTACIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- IRAM 2211 - Coordinación de la aislación
  - IRAM 2004 - Conductores eléctricos de cobre duro, para líneas aéreas de energía y puestas a tierra
  - IRAM 2212 - Conductores eléctricos de aleación de aluminio, para líneas aéreas de energía
  - IRAM 2167 - Aisladores con tensión nominal mayor que 100 V - Ensayo de radiointerferencia
  - IRAM 2187 - Conductores de aluminio y de aleación de aluminio con alma de acero para líneas aéreas de energía
  - IRAM 2234-1 e IRAM 2234-2 - Aisladores para líneas aéreas con tensión nominal mayor que 1000 V
  - IRAM 722 - Cordones de acero zincado para usos generales
  - IRAM 2028 - Masa aislante de naturaleza bituminosa para cajas y cables eléctricos
  - IRAM 2309 - Materiales para puesta a tierra - Jabalina cilíndrica de acero-cobre y sus accesorios
  - IRAM 2467 - Materiales para puesta a tierra - Conductores de acero recubiertos de cobre cableados en capas concéntricas
  - IRAM NIME 20022 – Morsetería y componentes para líneas aéreas y estaciones o subestaciones transformadoras de energía eléctrica de 132 kV
- 
- EPEC ET 20 - Símbolos gráficos para esquemas eléctricos
  - EPEC ET 4 - Postes y crucetas de hormigón armado
  - EPEC ET 10 - Materiales normales
  - EPEC ET 17.1 - Postes de madera de eucalipto para líneas aéreas
  - EPEC ET 18 - Adquisición de crucetas, tirantes y vigas de madera
- 
- AEA 95301 - Líneas aéreas exteriores de media y alta tensión
  - CIRSOC 103 - Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes
  - CIRSOC 201 - Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de hormigón armado y pretensado
  - CIRSOC 301 - Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de acero para edificios
  - CIRSOC 102 - Acción del viento sobre las construcciones
  - CIRSOC 601 - Reglamento argentino de estructuras de madera

## 1. ALCANCE

Esta especificación se refiere a las condiciones generales para el proyecto, cálculo y montaje de líneas trifásicas de energía eléctrica de 66 y 132 kV.

Cuando por razones justificables sea necesario alterar esta especificación, las modificaciones serán determinadas o aprobadas por EPEC y se incorporarán a las especificaciones particulares, prevaleciendo entonces sobre lo aquí consignado.

### 1.1 CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales del sistema que se deben tener en cuenta son los siguientes:

Temperatura máxima	50 °C
Temperatura mínima	-10 °C
Humedad relativa ambiente máxima	100 %
Altitud máxima sobre el nivel del mar	1.000 m
Nivel de Contaminación (IRAM 2211)	Medio

El tratamiento de instalaciones fuera de estas condiciones será especificado en los Pliegos Particulares de Condiciones Técnicas.

### 1.2. CALIDAD:

Los materiales y/o elementos a proveer y los equipos a instalar deberán ser nuevos, normalizados y estar en un todo de acuerdo con el desarrollo de la técnica actual.

## 2.-DEFINICIONES

### 2.1. CONDUCTORES Y CABLES

La denominación genérica de "conductor" o "cable" incluye tanto a cables o conductores de energía como así también cables o conductores de protección. La denominación de "cable óptico" para el cable de telecomunicaciones.

#### 2.1.1. CONDUCTOR HOMOGÉNEO

Es el conductor constituido por alambre/s de un solo metal o aleación.

#### 2.1.2. CONDUCTOR COMPUESTO

Es el conductor constituido por un alma de acero y una cubierta de alambres de cobre, aluminio o aleación de aluminio.

### **2.1.3. CONDUCTOR COMPUESTO ESPECIAL**

Es el conductor constituido con materiales especiales destinados a soportar altas temperaturas con flechas reducidas y con un valor del coeficiente de dilatación térmica del conjunto inferior al de los conductores compuestos.

### **2.1.4. CONDUCTOR HETEROGÉNEO**

Es el alambre constituido por un alambre de acero recubierto totalmente por una vaina adherida y continúa de otro material conductor.

### **2.1.5. CONDUCTOR DE ENERGÍA**

Es el conductor destinado al transporte de la energía eléctrica. Puede ser simple (un conductor por fase) o múltiple (más de un conductor por fase).

### **2.1.6. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN**

Es el conductor destinado a proteger a los conductores de energía ante posibles impactos de descargas atmosféricas. Cada conductor de protección puede estar conformado por un cordón simple convencional o por uno de tipo compuesto que contenga un cable óptico destinado a telecomunicaciones (OPGW).

### **2.1.7. CABLE ÓPTICO:**

Es el cable de telecomunicaciones tendido sobre la misma traza de la línea y utilizando los mismos apoyos que ésta con el fin de transmitir las señales de información entre los puntos de origen e inicio de la línea.

Puede ser de tipo:

#### **2.1.7.1. ADSS**

Cable de fibras ópticas autosoportado totalmente dieléctrico de estructura holgada, que cumple las funciones de cable de telecomunicaciones.

#### **2.1.7.2. OPGW**

Conductor de protección y cable de fibras ópticas autosoportado de estructura holgada, que cumple las funciones de hilo de guardia y cable de telecomunicaciones en forma unificada.

## 2.2. TIRO

El tiro de un conductor es el producto de su sección real por la tensión mecánica de tracción a que se encuentra sometido:

$$T = \sigma \cdot S$$

Donde:

- T: tiro del conductor, en [daN]
- $\sigma$ : tensión de trabajo del conductor, en [daN/mm<sup>2</sup>]
- S: sección del conductor, en [mm<sup>2</sup>]

## 2.3. APOYO

Es todo conjunto formado por uno o más postes con sus crucetas, ménsulas, vínculos estructurales y accesorios, o estructura reticulada, que soporta a los conductores, sean éstos pertenecientes a una terna simple o a una doble. No incluye la aislación, la fundación, ni los elementos de puesta a tierra no incorporados.

A continuación, se listan los distintos tipos de apoyo utilizados y su designación, la cual es válida tanto para líneas íntegramente simple terna o íntegramente doble terna.

### 2.3.1 APOYO DE ALINEACIÓN

Es el apoyo que soporta a los conductores en los tramos rectos de la línea. Se lo designará con la letra A. (Ver Item 2.3.9 Nota).

### 2.3.2. APOYO DE DESVÍO

Es el apoyo que soporta a los conductores en los puntos en los cuales la línea cambia de dirección. Se lo designará con la letra D agregándole el ángulo de desvío. (Ver Item 2.3.9 Nota).

### 2.3.3. APOYO DE RETENCIÓN

Es el apoyo que constituye un punto de refuerzo de la línea. Se lo designará con la letra R. (Ver Item 2.3.9 Nota).

### 2.3.4. APOYO DE CRUCE

Es el apoyo que soporta a los conductores en los vanos de cruce con vías de tránsito (carreteras, férreas o fluviales) y vías de telecomunicación. Se lo designará con la letra C. (Ver Item 2.3.9 Nota).

### 2.3.5. APOYO TERMINAL:

Es el apoyo que constituye el punto inicial o final de la línea o de un tramo de la misma. Se lo designará con la letra T y con las letras Td cuando además tenga alguna derivación a otras instalaciones. (Ver Item 2.3.9 Nota).

### 2.3.6. APOYO COMBINADO

Es el apoyo destinado a cumplir dos o más de las funciones de los apoyos anteriores. Se lo designará con el conjunto de letras correspondientes a las funciones simples. Ej.: Apoyo de retención y desvío: RDxE (Ver Item 2.3.9 Nota).

### 2.3.7. APOYO DE TRANSICIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA

Es el apoyo diseñado para contener todos los elementos que integran la instalación aérea destinados a permitir la continuidad de la línea cuando ésta pasa de un tramo aéreo a otro subterráneo.

Se designará con las siglas TAS.

### 2.3.8. APOYO DE ACOMETIDA

Es el apoyo destinado a terminal de línea y acometida a la Estación Transformadora.

### 2.3.9. APOYO NOMINAL

Es el apoyo, de dimensiones y características mecánicas determinadas, que se adopta en cada proyecto como resultado del cálculo del vano más conveniente. NOTA: A continuación de la letra que identifica el tipo de poste se agregará una letra **u** cuando corresponda a zona urbana, las letras **su** cuando corresponda a zona suburbana y una letra **r** cuando corresponda a zona rural. Al final de la designación se consignará la diferencia de longitud en metros, en más o en menos, con la del apoyo adoptado como nominal. (Ej.: Au + 0,5; Dr8 + 1,0; Rr - 0,5).

### 2.3.10 APOYO ESPECIAL

Es un apoyo destinado a alguna otra función no comprendida en los tipos de apoyos anteriores.

### 2.3.11 DESIGNACIONES PARTICULARES

-En caso de doble terna con desvíos distintos para cada terna a la letra D debe agregarse entre paréntesis ambos ángulos.

-En caso de líneas simple terna con tramos parciales compartiendo apoyos con otra terna (comprendidas en el mismo proyecto) los apoyos en doble terna se designarán agregando (dt) en la denominación correspondiente a la función del apoyo en cuestión.

-En caso de líneas doble terna con tramos parciales en simple terna (comprendidas en el mismo proyecto) los apoyos en simple terna se designarán agregando (st) en la denominación correspondiente a la función del apoyo en cuestión.

-En caso de apoyos de líneas con dos conductores de protección, a la designación que corresponda a la función del mismo se le agregará (2g).

-En caso de que en un apoyo se presente la transición de un hilo de guardia a dos hilos de guardia se le agregará (1g /2g).

## 2.4. AISLACIÓN

Es el conjunto de aisladores con sus pernos, grampas y accesorios, pertenecientes a un apoyo, que sostiene los conductores de energía.

### 2.4.1. AISLACIÓN DE APOYO

Es el tipo de aislación que debido al peso del conductor, soporta fundamentalmente el esfuerzo de compresión. (Cuando no se exprese lo contrario ésta denominación se aplicará a la aislación del tipo rígido).

### 2.4.2. AISLACIÓN SUSPENDIDA

Es el tipo de aislación que soporta fundamentalmente esfuerzos de tracción, podrá ser para amarre o para suspensión vertical. Cuando no se exprese lo contrario esta denominación se aplicará a la aislación suspendida y articulada. Se la designará con la letra **s** cuando se trate de aislación suspendida para suspensión vertical y con la letra **r** cuando se refiera a la aislación suspendida para amarre. Cuando la aislación sea doble se la designará con las letras **ss** o con **rr** respectivamente.

### 2.4.3. AISLACIÓN ESPECIAL

Es todo tipo de aislación no comprendida en la denominación anterior. Se la designará con la letra **e**.

### 2.4.4. CONJUNTO DE SUSPENSIÓN (SIMPLE O DOBLE)

Es el conjunto de partes que involucra aisladores, herrajes y morsetería utilizados para vincular la ménsula o cruceta de la estructura con el conductor simple o múltiple de una fase en los apoyos de alineación (incluye cadenas de paso, en cualquier tipo de estructura). Debe resistir el esfuerzo de tracción resultante de considerar el peso y las sobrecargas de los elementos y conductores más un tercio del tiro de la fase, de acuerdo a lo especificado en el punto 3.16 de la presente ET.

### 2.4.5. CONJUNTO DE RETENCIÓN (SIMPLE O DOBLE)

Es el conjunto de partes que involucra aisladores, herrajes y morsetería utilizados para vincular la ménsula o cruceta de la estructura con el conductor o los conductores de una fase en los apoyos terminales, de retención o retención y desvío. Debe resistir el esfuerzo de tracción provocado por el tiro del conductor o conductores que integran cada fase.

## 2.5. DISPOSITIVOS O ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS

### 2.5.1. DISPOSITIVOS O ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS PASIVOS O DE REFUERZO:

Son aquellos dispositivos o elementos destinados a disminuir o evitar los efectos perjudiciales de las vibraciones del conductor, sobre sí mismo y el resto de los elementos (varillas para refuerzo de los puntos de sujeción, grampas especiales, etc.).

**2.5.2. DISPOSITIVOS O ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS ACTIVOS O AMORTIGUADORES:** Son aquellos dispositivos o elementos que impiden que las vibraciones alcancen magnitudes peligrosas (amortiguadores tipo Stockbridge, breteles, festón, etc.).

**2.6. VANO:** Es la distancia horizontal entre dos apoyos consecutivos.

**2.7. FLECHA:** Es el segmento comprendido entre el conductor y la recta que une dos puntos consecutivos de su fijación, tomado sobre el plano vertical normal a la traza de la línea y en el punto que se considere de la misma.

**2.8. ALTURA LIBRE:** Es la distancia medida verticalmente entre el nivel del suelo y el conductor más bajo, en el punto que se considere de la traza de la línea. No podrá considerarse como nivel del terreno el de cualquier depresión susceptible de ser modificada (cunetas, canales, etc.)

### 2.9. ZONAS:

**2.9.1 ZONA URBANA:** Es la zona correspondiente a una población que así se considere en las especificaciones particulares. Si su límite no fuera expresamente consignado y no se considere la existencia de una zona suburbana, se lo entenderá trazado a 200 m más allá del cruce con la última calle abierta o proyectada.

**2.9.2. ZONA SUBURBANA:** Se entiende por tal a las zonas divididas en macizos tipo barrio parque o de fin de semana o bien fracciones limitadas por calles, de superficie no mayor a cinco (5) hectáreas, adyacentes a las zonas urbanas.

**2.9.3. ZONA RURAL:** Es toda zona exterior a las zonas urbanas y suburbanas e incluye las poblaciones que expresamente no sean consideradas como zonas urbanas en las especificaciones particulares. Con el fin de valorar la acción del viento, la zona rural de la Provincia de Córdoba se dividirá en dos regiones: la región serrana o montañosa y la región llana, conforme se especifica en el punto 3.16.4.1 de la presente especificación técnica.

**2.10. TEMPERATURA CRÍTICA:** (para conductor compuesto): Es la temperatura a partir de la cual el material de menor coeficiente de dilatación habrá de soportar toda la tensión mecánica de tracción del conductor.

## 3.-CONDICIONES PARA EL PROYECTO Y CÁLCULO

### 3.1. DETERMINACIÓN DEL TRAZADO

El trazado será el más corto posible, procurando seguir a la vera de los caminos transitables o hacer un recorrido próximo a ellos y que facilite el acceso a las líneas para su mantenimiento.

Su determinación queda sujeta a los principios y limitaciones siguientes:

- **Viabilidad:** En la etapa de anteproyecto se tendrán en cuenta todos los factores que pueden hacer inviable un proyecto: zonas restringidas, parcelas no expropiables y condicionamientos de organismos oficiales. En las proximidades de aeropuertos se recabará información suficiente para comprobar su viabilidad.
- **Calidad de servicio:** Se minimizarán los emplazamientos con mayor probabilidad de fallas (zonas de alta contaminación, zonas con alto nivel cerámico, vandalismo, etc.).
- **Minimización del impacto ambiental:** Se evitará el paso de la línea por zonas protegidas y zonas arboladas. Se tratarán de minimizar los caminos largos de acceso a los apoyos y con pendientes pronunciadas.

A fin de facilitar las tareas de construcción y las posteriores de mantenimiento se recomienda:

- Evitar las zonas de mayor dificultad de acceso.
- Alejar el trazado de los núcleos de población, teniendo en cuenta sus tendencias de expansión a medio y largo plazo y analizando el planeamiento vigente y las propuestas existentes.
- Evitar zonas que el planeamiento determine como suelo urbanizable, canteras o concesiones mineras.
- Evitar el paso por inmediaciones de enclaves de valor cultural, histórico, artístico y/o arqueológico.
- Evitar, en lo posible, la afección a espacios naturales protegidos (tales como Parque Nacionales, Zonas de Especial Protección para la Aves, etc.) o zonas de alto valor ecológico no declaradas.
- Evitar el paso por la proximidad de grandes superficies de agua, zonas inundables o pantanosas y formaciones boscosas compuestas por especies autóctonas o de interés.
- En caso de atravesar plantaciones forestales en las que sea necesario abrir una calle talando árboles, analizar la posibilidad de aprovechar cortafuegos existentes. Si no es posible, tratar de quebrar ocasionalmente la línea, dándole apariencia irregular para evitar el efecto túnel abierto a través de la masa forestal que resulta de otro modo.

Se tendrán en cuenta las exigencias impuestas por las Direcciones de Vialidad Nacional y/o Provincial para obtener los correspondientes permisos en los casos de trazados en zonas de caminos (rutas nacionales o provinciales).

### 3.2. RELEVAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO

Una vez finalizado el estudio de los posibles trazados en la etapa de anteproyecto a partir de la ubicación fijada por la EPEC de las estructuras de acometida a las Estaciones Transformadoras o de Maniobra que correspondan, se realizará en campo el relevamiento planialtimétrico destinado a obtener los datos suficientes para permitir la confección de los planos necesarios para la construcción y futura ubicación de la línea de alta tensión.

El trazado de la línea se indicará en el plano de traza general y/o mediante el amojonado de vértices. Sobre la base del plano de trazado general, se procederá a efectuar el relevamiento de la traza incluyendo todos los accidentes del terreno, cruce de calles, caminos, rutas, líneas aéreas de energía o comunicaciones, gasoductos, acueductos, cultivos, flora existente, etcétera. Estos elementos serán debidamente identificados y localizados para luego ser volcados a los planos que deben confeccionarse.

Este relevamiento alcanza a todos aquellos accidentes de terreno y obstáculos que se encuentren hasta 12 m de cada lado del eje de traza, debiendo precisar tipo de obstáculo, distancia y cota de nivel o altura según corresponda.

### 3.3. SERVIDUMBRE ADMINISTRATIVA DE ELECTRODUCTO

El establecimiento de la servidumbre administrativa de electroducto dentro del territorio provincial responderá a lo dispuesto por la Ley Provincial N° 6648.

La resolución de EPEC, aprobando el Proyecto y los planos de la obra a ejecutar importará la afectación de los inmuebles a la Servidumbre Administrativa de Electroducto y su directa inscripción en el Registro General de la Provincia, Dirección General de Catastro y Municipalidades respectivas.

### 3.4. DETERMINACIÓN DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE

**3.4.1 DESCRIPCIÓN:** La franja de servidumbre se extiende a ambos lados de la línea en forma simétrica constituyendo una pista de seguridad que está compuesta por las dos zonas de seguridad siguientes:

- **Zona de máxima seguridad:** está constituida por una franja central que contiene el ancho total del apoyo tomado a nivel de los conductores de energía.

- **Zona de media seguridad:** constituye un espacio agregado a cada lado de la franja de seguridad. Ambas zonas de seguridad están limitadas verticalmente por la altura máxima del apoyo. Las construcciones o instalaciones deben erigirse fuera de la zona de máxima seguridad y no pueden invadir en altura la zona de media seguridad.

La plantación de especies vegetales que en su caída puedan ocasionar daños al electroducto debe realizarse de

forma tal que las mismas no invadan la zona de media seguridad.

En la pista de seguridad no pueden ejecutarse tareas ni desarrollarse actividades que por sus características puedan afectar las fundaciones de las estructuras, o disminuir la capacidad portante del suelo en la traza del electroducto.

### 3.4.2 DETERMINACIÓN PARA LÍNEAS DE 66 KV Y DE 132 KV CON APOYOS DE HORMIGÓN:

La pista de seguridad comprende una franja de terreno de 22 m de ancho (11 m a cada lado del eje del electroducto) para líneas de 66 kV, y 24 m de ancho (12 m a cada lado del eje del electroducto) para líneas de 132 kV.

Para líneas diseñadas con empleo de conductores y apoyos de hormigón normalizados (conductor Al Ac 150/25 con vano máximo de 250 m en 66kV y conductor 300/50 con vano máximo de 275m en 132 kV) se adoptan las medidas consignadas en las figuras 1 y 2 que se muestran a continuación.

Para líneas de diseño diferente las medidas que conforman la franja de servidumbre deberán ser consignadas en las especificaciones particulares.

## SERVIDUMBRE ADMINISTRATIVA DE ELECTRODUCTO LEY PROVINCIAL N° 6648

CORTE TRANSVERSAL Y ESQUEMA DE AFECTACIÓN PARA LÍNEAS AÉREAS DE TRANSMISIÓN  
EN 66 KV EN ZONA RURAL Y SUBURBANA

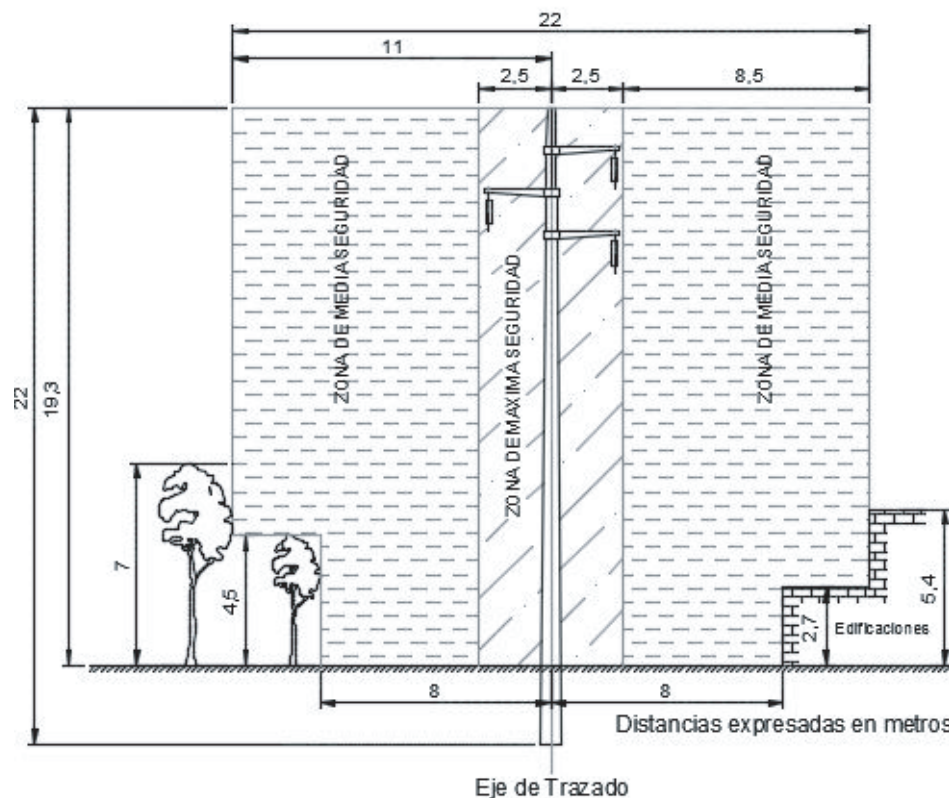
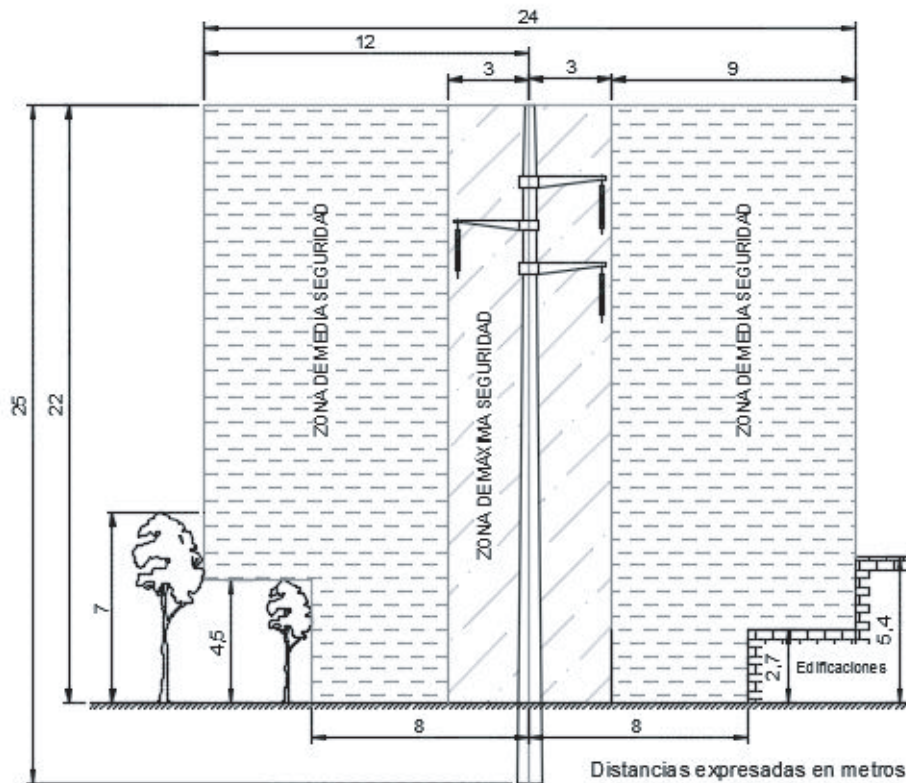


Figura 1 – Franja de servidumbre en líneas de 66 kV

## SERVIDUMBRE ADMINISTRATIVA DE ELECTRODUCTO LEY PROVINCIAL N° 6648

### CORTE TRANSVERSAL Y ESQUEMA DE AFECTACIÓN PARA LÍNEAS AÉREAS DE TRANSMISIÓN EN 132 kV EN ZONA RURAL Y SUBURBANA



**Figura 2 – Franja de servidumbre en líneas de 132 kV**

#### 3.4.3. Líneas dispuestas en doble terna:

Para líneas dispuestas en doble terna se modificará el ancho de la zona de media seguridad, acorde a los niveles de tensión, tipo de aislación, conductores y vanos que se utilicen. En tal caso el ancho total de la zona de servidumbre será especificado en los Pliegos Particulares de Condiciones Técnicas.

#### 3.5. PLANOS:

Los planos deberán confeccionarse de acuerdo a lo consignado en las especificaciones técnicas ET 12 y ET 13 de EPEC.

##### 3.5.1. Planimetría general:

En la planimetría general se indicarán, además de la poligonal del trazado, las calles, caminos, sendas, vías férreas, líneas de energía, y/o de telecomunicaciones, gasoductos, acueductos y accidentes topográficos de importancia existentes, que sirvan de referencia y orientación para ubicar el trazado en el terreno. La escala podrá ser 1:20.000; 1:25.000 ó 1:50.000, dependiendo de la longitud y del formato a utilizar. Se marcarán en forma objetiva los distintos tramos en que se halle dividida la planialtimetría de detalles, con los correspondientes números.

### 3.5.2. PLANIALTIMETRÍA:

La planialtimetría incluirá todos los accidentes topográficos, obstáculos relacionados con la traza de la línea y demás detalles importantes (caminos, ríos, ferrocarriles, líneas de telecomunicaciones, eléctricas, acueductos y gasoductos, etc). Será ejecutada a escala y con los signos cartográficos del Instituto Geográfico Militar.

La escala vertical de la altimetría (salvo en detalles) será siempre 1:500.

La escala horizontal se cambiará de acuerdo con las características de la zona recorrida por la línea, adoptándose 1:2.500 para terrenos llanos o sin accidentes importantes y frecuentes y 1:2.000 para terrenos accidentados o zonas urbanas. Para los detalles la escala vertical será 1:250 y la horizontal 1:500. En su carátula se indicará el número del tramo (o "tramo único") en caracteres destacados, las progresivas límites del mismo, el cómputo de apoyos por tipo, aislación y fundaciones que a ese tramo corresponden. Además se dibujará en forma esquemática la poligonal completa del trazado, remarcando la parte correspondiente a cada tramo.

En el dibujo de la planialtimetría se realizará la vista en planta y el corte longitudinal de toda la traza. En la vista en planta se representarán el trazado de la línea proyectada y los accidentes y/u obstáculos existentes en una franja de 10 m hacia ambos lados. Se emplearán para representar las líneas proyectadas y existentes los símbolos indicados en la ET20. En el corte longitudinal se indicarán esquemáticamente y a escala, los apoyos, dibujándose como mínimo la curva del conductor inferior o los conductores inferiores en el estado de máxima flecha en reposo, de manera tal que permita verificar a escala la distancia mínima a puntos significativos. En los casos que sean necesarios, se dibujarán además las curvas correspondientes a los otros conductores, en el mismo o distintos estados. El trazado de las curvas se efectuará con una tolerancia en exceso de 1 mm. Además se representarán todos los cortes transversales y se harán los planos de detalles que sean necesarios para justificar el dimensionamiento de la obra (zanjas, vados, depresiones inundables o no, canales, acequias, niveles de calzada, erosiones, taludes, etc.).

Al pie de la planialtimetría y a todo lo largo de la traza se consignarán los siguientes datos: Nº de piquete, Cotas de terreno, Distancias parciales y progresivas (del relevamiento), Ángulo poligonal y desvío, Distancia entre apoyos con aislación suspendida para amarre, Nº y Tipo de apoyo, Tipo de aislación, Terreno: tipo y propietario.

Cuando el terreno sea de propiedad privada, se indicará si es "cultivable" o "no cultivable" y el nombre correcto del propietario actual. Si es público, su denominación correcta así como la de la repartición a la que pertenece. Todos los accidentes significativos de la traza, sean éstos naturales o no, los apoyos de la línea y los límites de propiedades o de tipo de terreno, deben tener indicados su correspondiente progresiva y cotas. También se indicará en forma esquemática en la altimetría la disposición de los conductores de energía en el primer apoyo y en todos aquellos en que se realice un cambio en la posición de los mismos (por cambio en la configuración de las ternas o por rotación de los conductores). A cada fase se le asignará una letra o número y se indicará el número de apoyo en que se hará el próximo cambio (salvo que sea el inmediato siguiente).

### **3.5.3 PLANOS DE CONJUNTOS:**

Deberán confeccionarse los planos de la estructura de cada tipo de apoyo empleado (postes o torres y sus respectivas fundaciones) incluyendo el circuito de puesta a tierra de la misma y los conjuntos de suspensión o de retención involucrados. Todas las cotas se indicarán con respecto al nivel superior de empotramiento. Además se deberá consignar las cargas de rotura y pesos aproximados de los postes o torres, crucetas y ménsulas, la aislación, y la fundación en forma esquemática.

Se los representará tal como se los observa al avanzar según las progresivas crecientes o sentido de descripción de la traza de la línea. Se consignará su denominación según se establece en la ET4 en vigencia y, a continuación, el o los números de apoyo que les correspondan en coincidencia con los de la planialtimetría.

### **3.5.4 PLANOS DE SUBCONJUNTOS:**

Aislación, aisladores, herrajes, elementos para la puesta a tierra y para la fijación de los conductores y los diferentes tipos de amortiguadores a utilizar.

### **3.5.5 SOPORTE INFORMÁTICO:**

Conjuntamente con la presentación de los planos, se deberá entregar toda la documentación gráfica en archivos generados en AutoCAD con extensión .dwg o equivalente y toda la documentación correspondiente a la memoria de cálculo de la obra en archivos con extensiones .docx, .xlsx, .pdf, etcétera, en un medio físico informático que permita su almacenamiento y posterior consulta en casos de necesidad. El ordenamiento de todos los archivos (incluyendo los planos) en el soporte deberá ser el mismo que el observado en la etapa de desarrollo del proyecto.

## **3.6 SISTEMA**

El sistema será trifásico de tres conductores (simples o múltiples), con neutro conectado directamente a tierra, con una frecuencia de 50 Hz.

## **3.7. TENSIONES NOMINALES**

Las tensiones nominales serán 66 kV y 132 kV.

## **3.8. NIVEL DE AISLACIÓN**

Para los aparatos serán según norma IRAM 2211 (el mayor allí consignado) y para las líneas el que se indique en el pliego.

### 3.9. CAÍDAS DE TENSIÓN

La caída de tensión máxima será igual al 5 %. Para los cálculos eléctricos en el caso de conductores compuestos se tendrá en cuenta únicamente la sección de la cubierta.

### 3.10. RETENCIONES

Las retenciones se realizarán cada 4 km, o fracción mayor de 2 km, mediante el tipo de apoyo respectivo. Cuando los apoyos de retención se ubiquen uno a continuación de otro, todos ellos se computarán como una sola retención.

### 3.11. TRANSPOSICIONES DE CONDUCTORES DE ENERGÍA

Cuando la disposición de los conductores sea coplanar el ciclo helicoidal completo de las transposiciones se realizará cada 25 km o fracción mayor de 15 km.

Para cualquier otra disposición se realizará cada 50 km o fracción mayor de 30 km. Se entenderán como coplanares, aún aquellas disposiciones que formen triángulo, siempre que la altura no sea mayor que el 15% de la base, tomando para ésta el lado mayor del triángulo.

La distancia entre dos transposiciones consecutivas cualesquiera, será igual a  $0,33 \pm 0,03$  de la longitud del ciclo helicoidal completo.

Se realizará por lo menos un ciclo helicoidal completo en cada tramo de línea comprendido entre dos Estaciones transformadoras, cualquiera sea su longitud y la disposición de conductores.

Salvo indicación expresa del Pliego Particular de Especificaciones, el ciclo helicoidal de las transposiciones tendrá sentido dextrógiro según las progresivas ascendentes o sentido de descripción de la traza de la línea.

### 3.12.- SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS:

#### COEFICIENTE DE SEGURIDAD

Los coeficientes de seguridad referidos a la carga de rotura de los distintos elementos, excepto conductores, serán como mínimo los que se consignan en la tabla I siguiente; para los elementos no consignados se adoptará como mínimo 3. Se podrán aceptar otros coeficientes de seguridad en zonas y casos que se consignen expresamente en las especificaciones particulares.

**TABLA I - COEFICIENTE DE SEGURIDAD**

Elementos	Coefficientes de Seguridad
Aislación de Apoyo	2
Postes y elementos de madera	3,5
Postes y elementos de hormigón armado común	2,5
Postes y elementos de hormigón armado precomprimido	2,1

Excepto para conductores y cables, la seguridad de los distintos elementos se verificara con la aplicación del método de diseño por factores de carga y resistencia (LRFD) de mayoración y combinación de solicitaciones, y minoración de resistencias.

Para cada tipo de material se aplicará el método LRFD de la forma reglamentada en el Reglamento CIRSOC correspondiente que se consigna en la tabla I siguiente:

**TABLA II: Reglamentos CIRSOC para cálculos de seguridad**

Elementos	Reglamento CIRSOC
Estructuras reticuladas y elementos metálicos	301
Postes y elementos de madera	601
Postes y elementos de hormigón armado común	201
Postes y elementos de hormigón armado precomprimido	201

Además para líneas ubicadas en zona sísmica, se tendrán en cuenta las combinaciones de solicitaciones reglamentadas en el INPRES-CIRSOC 103.

### 3.13. TENSIONES ADMISIBLES:

Las tensiones máximas admisibles para los conductores y cables, según nota al pie, serán las consignadas en la tabla III siguiente:

**TABLA III: Tensiones máximas admisibles**

Tipo de Cable	Parámetros del Cable			
	Tensión máxima admisible		Tensión máxima admisible en la condición d) del punto 3.16.1	
	[kg/mm <sup>2</sup> ]	[daN/mm <sup>2</sup> ]	[kg/mm <sup>2</sup> ]	[daN/mm <sup>2</sup> ]
Conductor de cobre duro (IRAM 2004)	19	18,64	10	9,81
Conductor de aleación de aluminio (IRAM 2212)	8	7,84	7,5	7,36
Conductor de aluminio con alma de acero (IRAM 2187 Alma de acero tipo B)				
- Formaciones normales	8	7,84		R/4
- Formaciones especiales (relac. 4,3)	8	7,84		R/4
- Formaciones especiales (relac. 3)	8	7,84		R/4
Cordón de acero para conductor de protección (IRAM 722)	39	38,26		R/4
Conductor de otros materiales		R/3		R/4
Alambres de cualquier material		R/3		R/4
Cables ópticos		R/3		R/4

Donde: • R: tensión de rotura del conductor, cable o alambre

Nota: Los valores consignados se refieren a la componente horizontal de la tensión en el punto de fijación de mayor cota. En los conductores y cables tendidos, la tensión en los puntos de fijación no debe exceder en un 5% los valores consignados en la tabla II, pero no será necesaria su verificación cuando la flecha o el desnivel, entre dos puntos de fijación contiguos, resulte inferior al 4% de la longitud del vano.

### 3.14. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES

Para los cálculos mecánicos de los conductores se adoptarán los valores de la tabla IV siguiente:

**TABLA IV: Valores a adoptar en cálculo mecánico de conductores**

Tipo de conductor	Parámetros del conductor			Coeficiente de dilatación lineal [1/°C]
	Peso específico [g/cm <sup>3</sup> ]	Módulo de elasticidad		
		[kg/mm <sup>2</sup> ]	[daN/mm <sup>2</sup> ]	
Conductor de cobre duro (IRAM 2004)	8,89	12	11,77	17
Conductor de aleación de aluminio (IRAM 2212)	2,70	6	5,88	23
Conductor de aluminio con alma de acero (IRAM 2187. Alma de acero tipo B)				
- Formaciones normales		7,70	7,55	18,7
- Formaciones especiales (relac. 4,3)		8,35	8,19	17,7
- Formaciones especiales (relac. 3)		9,20	9,02	16,9
Cordón de acero (IRAM 722)	7,8	20	19,62	11,5

**Nota:**

Las secciones reales, diámetro exterior y peso por unidad de longitud serán los consignados en las normas IRAM respectivas. Para las secciones que las normas IRAM consignent más de una formación se adoptará la de mayor número de alambres con excepción del cordón de acero (para conductor de protección), que está definido en el punto 5.1 de la presente Especificación Técnica.

### 3.15. CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE TELECOMUNICACIONES

Para los cálculos mecánicos de los cables ópticos se adoptarán los valores consignados por el fabricante del cable en su correspondiente catálogo.

El cálculo mecánico de los cables deberá realizarse conforme lo dictamina la Especificación Técnica "Tendido de Cables de Fibra Óptica en Líneas de Alta Tensión", (o su equivalente vigente al momento del cálculo de la línea), que se adopta como anexo a la presente ET1003.

### 3.16. HIPÓTESIS DE CÁLCULO:

#### 3.16.1.- Condiciones climáticas:

Las condiciones climáticas extremas para el cálculo mecánico de los conductores serán:

Condiciones climáticas	Temperatura $t = [^{\circ}\text{C}]$	Velocidad del Viento [m/s]
a	50	0
b	10	Según 3.16.3.1
c	-10	0
d	16	0

#### 3.16.2. Sobrecarga por hielo:

Cuando así se lo consigne en las especificaciones particulares, se considerará la sobrecarga producida por la formación de un manguito de hielo en los conductores, de peso específico  $0,9 \text{ kg/dm}^3$  y cuyo espesor será el que en aquellas se establezca.

#### 3.16.3. Sobrecarga por viento en la condición de viento máximo:

Sobre los conductores, apoyos, aislación y demás elementos la presión del viento (P) se supondrá uniforme en todo el tramo que se considere y en particular igual sobre todos los conductores, cualquiera sea su disposición. La sobrecarga (F) producida por el viento se calculará con las siguientes fórmulas y valores:

Para superficies o elementos planos

$$F = \frac{Vv^2}{16} \cdot 0,5 S_n$$

Para superficies o elementos cilíndricos:

$$F = \frac{Vv^2}{16} \cdot 0,5 S_n$$

Vv: Velocidad del Viento en [m/s] según punto 3.16.3.1

S<sub>n</sub>: Proyección normal a la dirección del viento de las superficies o elementos expuestas, planas o cilíndricas, en [m<sup>2</sup>]. En las superficies cilíndricas, S<sub>n</sub>=diámetro×longitud.

**NOTA 1:** Para tales estructuras como postes dobles, pórticos y reticulados, las superficies de partes ocultas por otras, en dirección del viento, se considerarán según su área total si la separación entre ambos elementos fuera mayor que 4 veces el ancho de la superficie.

### 3.16.3.1.-Velocidad de viento máximo de cálculo :

Zona	Velocidad de Viento [m/s]
Urbana	43,5
Suburbana	43,5
Rural Llana	46
(nota1) Serrana	50

**NOTA 1:** A fin de esta determinación se recurre al mapa de vientos publicado por el reglamento CIRSOC 102 (2005) que contiene las curvas isotacas con valores que se refieren a velocidad de ráfaga de 3 segundos en [m/s] a 10 m sobre el terreno para categoría de exposición C (terrenos abiertos con muy pocos obstáculos, llanos continuos, cultivados y pocos árboles y edificios) y están asociadas con una probabilidad anual de 0,02 (período de recurrencia de 50 años). Se divide la Provincia de Córdoba en dos regiones a partir del trazado de la isotaca que representa la velocidad de 46 m/s: la región serrana o montañosa, que se extiende al oeste; y la región llana, al este. Para la primera se adopta la velocidad de 46 m/s y para la segunda 50 m/s (tomada de la isotaca existente sobre el límite geográfico este).

**NOTA 2:** En la medida que del desarrollo de los estudios de vientos en la provincia surjan valores de velocidad o características regionales más exigentes que las aquí consideradas, será necesario determinar los nuevos valores particulares de sobrecarga para aplicarlos al cálculo de los esfuerzos correspondientes. En tal caso los nuevos valores serán especificados en los Pliegos Particulares de Condiciones Técnicas

**NOTA 3:** En función de la importancia que se le asigne a una línea en particular los valores de sobrecarga por acción del viento pueden ser modificados por la aplicación de un coeficiente de carga. En tal caso, la aplicación de este último y su valor serán especificados en los Pliegos Particulares de Condiciones Técnicas.

### 3.16.3.2 DETERMINACIÓN DEL TRAZADO DEL LÍMITE ENTRE REGIONES EN ZONA RURAL:

Intentando seguir el trazado de la isotaca elegida, pero tomando como referencia las estaciones transformadoras o de maniobras ubicadas en lugares próximos, resulta una poligonal conformada por líneas rectas que unen las siguientes estaciones (tomadas de norte a sur)

Nro	Estación	Coordenadas de ubicación (SADI Georeferenciado)			
		Grados Sexagesimales		Grados Decimales	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
1	Villa de María	(S) 29° 54' 21,6"	(O) 63° 44' 13,2"	-29,906°	-63,727°
2	Jesús María	(S) 30° 59' 52,8"	(O) 64° 6' 7,2"	-30,998°	-64,102°
3	Yocsina	(S) 31° 26' 38,4"	(O) 64° 22' 4,8"	-31,444°	-64,368°
4	Los Molinos	(S) 31° 50' 16,8"	(O) 64° 26' 42"	-31,838°	-64,445°
5	Central Reolín	(S) 32° 11' 16,8"	(O) 64° 19' 22,8"	-32,188°	-64,323°
6	Río Cuarto	(S) 33° 6' 25,2"	(O) 64° 23' 9,6"	-33,107°	-64,386°
7	Sampacho	(S) 33° 23' 31,2"	(O) 64° 23' 31,2"	-33,392°	-64,714°

#### 3.16.4. FUERZA DEL VIENTO SOBRE ESTRUCTURAS RETICULADAS:

El cálculo de la fuerza del viento sobre estructuras reticuladas, tanto para la región llana como para la serrana, debe ajustarse a las recomendaciones vigentes de la "Reglamentación para líneas eléctricas aéreas exteriores – Líneas de media tensión y de alta tensión", publicada por la Asociación Electrotécnica Argentina empleando las velocidades del viento consignadas en el mapa de isotacas integrante de su Anexo C (promedio de velocidades máximas tomadas sobre intervalos de 10 minutos) con aplicación del factor de ráfaga  $G_t$  correspondiente a la estructura.

#### 3.16.5.- ESFUERZOS SOBRE LOS APOYOS:

Los apoyos se calcularán para los valores consignados en los incisos 3.16.5.1 a 3.16.5.7 considerando simultáneamente los esfuerzos resultantes del peso propio de los componentes del apoyo y de los elementos que soporta. Para apoyos simples y/o compuestos de hormigón armado que estén sometidos a esfuerzos permanentes de torsión se deberá presentar: planos del conjunto con la indicación del máximo momento torsor al que se encuentra sometido y su punto de aplicación, acompañando memoria de cálculo de flexotorsión del conjunto, cálculos y planos de la armadura a emplearse en dichos apoyos a los efectos de ser oportunamente inspeccionada en fábrica.

Las designaciones empleadas en los incisos 3.16.5.1 a 3.16.5.5 son válidas para líneas íntegramente simple terna o íntegramente doble terna en las que se supone que cada terna tiene su propio conductor de protección. En caso de doble terna con un único hilo de guardia a la designación de cada apoyo debe agregarse (1g).

### 3.16.5.1.-APOYO DE ALINEACIÓN (A):

I) Esfuerzo del viento en dirección normal a la línea.

II) Esfuerzo del viento en dirección de la línea.

En los casos de aislación suspendida para suspensión vertical se satisfarán además las hipótesis siguientes:

III) 1/3 del tiro del conductor de energía (por terna) que produzca el esfuerzo más desfavorable sobre el apoyo en la condición b) del punto 3.16.1 y esfuerzo simultáneo del viento en dirección normal a la línea.

IV) 1/3 del tiro máximo del conductor de energía (por terna) que produzca el esfuerzo más desfavorable sobre el apoyo.

En los casos de aislación suspendida para amarre se satisfarán, además, las hipótesis siguientes:

V) Tiro del conductor de energía (por terna) que produzca el esfuerzo más desfavorable sobre el apoyo en la condición b) del punto 3.16.1 y esfuerzo simultáneo del viento en dirección normal a la línea.

VI) Tiro máximo del conductor de energía (por terna) que produzca el esfuerzo más desfavorable sobre el apoyo.

### 3.16.5.2.-APOYO DE DESVÍO (D):

Se plantearán todas las hipótesis para determinar la resultante máxima debida al tiro de los conductores y a los esfuerzos simultáneos que produzca la acción del viento y se satisfará la más desfavorable. Con aislación suspendida para amarres ubicados en zona rural se satisfarán además las hipótesis siguientes:

I) Mayor tiro unilateral de los dos conductores de energía (por terna) que produzcan el esfuerzo más desfavorable en la condición b) del punto 3.16.1 y esfuerzo simultáneo del viento en la dirección más desfavorable.

II) Mayor tiro máximo unilateral de los dos conductores de energía (por terna) que produzcan el esfuerzo más desfavorable.

### 3.16.5.3. APOYO DE RETENCIÓN (R):

I) Esfuerzo del viento en dirección normal a la línea.

II) Mayor tiro unilateral de los dos conductores de energía (por terna) que produzcan el esfuerzo más desfavorable en la condición b) del punto 3.16.1 y esfuerzo simultáneo del viento en la dirección más desfavorable.

III) Mayor tiro máximo unilateral de los dos conductores de energía (por terna) que produzcan el esfuerzo más desfavorable.

### 3.16.5.4. APOYO DE CRUCE (C):

Se satisfarán las exigencias de las reparticiones oficiales correspondientes: Ferrocarril, Vialidad, etc. En todos los casos el apoyo será del tipo que corresponda según la traza de la línea. Los apoyos para cruce de ferrocarril serán además de retención.

### 3.16.5.5.-APOYO DE TERMINAL (T)

- I) Tiro total de los conductores en la condición b) del punto 3.16.1 y esfuerzo simultáneo del viento en la dirección normal a la línea.
- II) Tiro total de los conductores en la condición b) del punto 3.16.1 y esfuerzo simultáneo del viento en la dirección de la línea.
- III) Tiro máximo total de los conductores.

### 3.16.5.6 APOYO COMBINADO Y/O ESPECIAL:

Se satisfarán simultáneamente las hipótesis para los apoyos correspondientes a las distintas funciones que deba cumplir el apoyo combinado, tales como Retención y Desvío (RD), Retención y Cruce (RC). Se lo calculará de acuerdo con las funciones a las que esté destinado, teniendo en cuenta las hipótesis establecidas para los demás tipos.

A la denominación correspondiente a las funciones principales se le añadirán letras, siglas (preferentemente en minúsculas) o números representativos de la condición particular o especial que afecta al apoyo en cuestión. Como ejemplo se citan los siguientes:

### 3.16.5.7 APOYO DE ACOMETIDA A PÓRTICO DE ESTACIÓN TRANSFORMADORA:

Se lo calculará como Terminal en ambos sentidos y se plantearán todas las hipótesis para determinar la resultante máxima debida al tiro de los conductores y a los esfuerzos simultáneos que produzca la acción del viento y se satisfará la más desfavorable.

### 3.16.6 POSTES COMPUESTOS:

Todos los apoyos constituidos por postes dobles, según la ET4 de EPEC, se considerarán con una resistencia en el plano de los ejes de los postes igual a 6 veces la resistencia individual de cada poste y en el plano normal al de los ejes igual a 2 veces la resistencia de cada poste. Los constituidos por postes triples se considerarán con una resistencia en cualquier dirección igual a 7 veces la resistencia individual de cada poste. Se aceptarán otros valores de resistencia si se lo demuestra experimentalmente mediante ensayos representativos.

### 3.17. DISEÑO DE LOS APOYOS:

En zona rural y para líneas de una terna el conductor de protección se ubicará en el eje del apoyo y los conductores de energía se soportarán por tres ménsulas iguales orientadas alternativamente en sentidos opuestos y separadas la intermedia de las extremas por igual longitud.

En zona urbana, el conductor de protección se ubicará en el lugar que el cálculo lo determine, mientras que los conductores de energía irán dispuestos en napa vertical soportados por ménsulas iguales. No se aceptarán postes pretensados en zona urbana.

Cuando la línea se desarrolle por zona de caminos, las ménsulas superior e inferior se orientarán hacia la calzada.

En los cambios de zona, urbana-rural (o viceversa), no se permitirán, siempre que exista otra solución técnica, apoyos cuya disposición de conductores origine esfuerzos permanentes de torsión.

En los apoyos con aislación suspendida para amarre las ménsulas serán de igual longitud que las adoptadas en los apoyos más próximos con aislación suspendida para suspensión vertical. En el vano de conexión de la línea con cada Estación Transformadora los conductores de energía y de protección se dispondrán en dos napas horizontales.

Los de energía estarán paralelos y dispuestos de forma que la fase S quede en el centro y, a ambos lados indistintamente las fases R o T, según el caso particular; para ello el apoyo de línea, que será terminal y derivación, deberá permitir la rotación de conductores que resulte necesaria. Los de protección, que serán dos por terna, convergerán en el apoyo de la línea.

### 3.18. VANO MÁXIMO:

En zona urbana el vano máximo será de 80 m. En zonas suburbanas el vano podrá extenderse hasta 160 m, mientras que para zona rural no se establecen límites del vano.

### 3.19. ALTURA LIBRE MÍNIMA PARA CONDUCTORES:

La altura libre mínima de los conductores, en metros, será la que se consigna en la tabla IV siguiente:

**TABLA IV: Alturas libres mínimas para conductores**

Tipo de zona	Alturas libres	
	66 kV	132 kV
ZONA URBANA	8,50 m	9,00 m
ZONA SUBURBANA	8,50 m	9,00 m
ZONA RURAL		
a) <ul style="list-style-type: none"> <li>- A través de propiedad privada</li> <li>- Cruce o borde de camino rural</li> <li>- Borde de ruta o camino nacional o provincial a más de 15 m del borde de la calzada</li> </ul>	6,20 m	7,00 m
b) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cruce de ruta o de camino nacional o provincial</li> <li>- Borde de ruta o camino nacional o provincial a 15 m o menos del borde de la calzada</li> </ul>	7,20 m	8,00 m

**Notas:**

- En los caminos no pavimentados los bordes de la calzada se supondrán a 3,65 m a cada lado del eje del camino.
- En caso de superposición de criterios, se tomará la altura mayor.

Para cruce de ferrocarril la altura libre mínima sobre el nivel de los rieles, medida en ese punto, será de 11,75 m, salvo autorización en contrario de la administración ferroviaria.

Para cruces de rutas proyectadas (Nacionales y/o Provinciales) se deberá considerar 0,5 m adicionales a lo indicado en la tabla anterior.

Para cruces de lagos la altura libre mínima de los conductores sobre el nivel máximo del agua, será de 20 m. Esta altura permitirá la navegación de embarcaciones (veleros) cuyos mástiles, medidos desde sus respectivas líneas de flotación (embarcación vacía), no superen los 16 m de altura. Los 4 m restantes corresponden a la distancia de seguridad que debe respetarse entre conductores de energía y estructuras a tierra no pertenecientes a líneas eléctricas.

**3.20. ALTURA LIBRE MÍNIMA PARA CABLES ÓPTICOS:**

La altura mínima de los cables ópticos tipo ADSS deberá establecerse conforme lo dictamina la Especificación Técnica "Tendido de Cables de Fibra Óptica en Líneas de Alta Tensión", (o su equivalente vigente al momento del cálculo de la línea), que se adopta como anexo a la presente ET1003.

**3.21. UBICACIÓN RELATIVA:**

Cuando dos líneas sean montadas sobre los mismos apoyos o se crucen, la de mayor tensión cruzará por arriba. En caso de tensiones iguales cruzará por arriba la línea proyectada y por debajo la existente, pero cuando una sola de ellas lleve conductor de protección éste cruzará por arriba. EPEC podrá admitir lo contrario en casos especialmente considerados.

**3.22. DISTANCIAS MÍNIMAS**

Las distancias mínimas entre conductores en reposo, medidas en cualquier punto del vano (salvo indicación en contrario), o entre conductor y elemento no sometido a tensión, serán las que resulten de aplicar las fórmulas y datos que se indican en los puntos 3.22.1 a 3.22.11 para cada caso en particular. Los símbolos utilizados en los mismos son los siguientes:

- d: distancia mínima, en [m]
- U: tensión entre fases en los conductores de energía, en [kV]
- m: flecha máxima del conductor en reposo, en [m]
- a: longitud de la distancia suspendida, en [m]
- k: coeficiente según la tabla V siguiente:

Disposición de los conductores	Ángulo $\alpha$ de inclinación del conductor			
	$\alpha \leq 40^\circ$	$40^\circ < \alpha \leq 55^\circ$	$55^\circ < \alpha \leq 65^\circ$	$\alpha > 65^\circ$
Todos en un mismo nivel	0,60	0,62	0,65	0,70
En triángulo equilátero con dos en un mismo nivel	0,62	0,65	0,70	0,75
Cualquier otra disposición	0,70	0,75	0,85	0,95

### 3.22.1. Entre conductores de energía de distinta fase de la misma línea:

La distancia mínima, según el inciso 3.22, será:

$$d = k \sqrt{f_m + h_a} + (U/150) \text{ pero no menor de 0,5 m.}$$

Cuando la aislación sea suspendida en amarre,  $h_a=0$ .

Cuando todos los conductores de energía estén dispuestos en un mismo nivel se deberá verificar además que las separaciones en los puntos de mayor flecha no sean menores de  $d=U/150$  para oscilaciones opuestas de los conductores, con una inclinación igual a 0,2 del valor de la máxima inclinación que puedan experimentar por acción del viento.

### 3.22.2. Entre conductores de energía de líneas distintas y paralelas:

Cuando las trazas de dos o más líneas de energía sean paralelas (sobre los mismos o distintos apoyos) o aproximadamente paralelas, la distancia mínima, según 3.22, entre los conductores de ambas líneas será:

$$d' = k' \sqrt{f_m' + h_a'} + (U/150) \text{ pero no menor de 0,5 m.}$$

**En la cual:**

- $k'$ : mayor coeficiente de los dos que correspondan según la tabla V.
- $f_m'$ : mayor de las dos flechas máximas de los conductores en reposo de ambas líneas, en [m].
- $h_a'$ : mayor de las dos longitudes de aislación, en [m] (con aislación de suspensión en amarre  $h_a'=0$ ).
- $U_s$ : suma de las dos tensiones nominales de ambas líneas, en [kV].

Se deberá verificar además que las separaciones de los conductores de distinta fase de cada línea no sean menores de  $d=U_s/150$  para oscilaciones opuestas con una inclinación igual a 0,2 del valor de la máxima inclinación que puedan experimentar por el viento.

### 3.22.3. Entre conductores de energía o piezas sometidas a tensión y elementos no sometidos a tensión pertenecientes a la línea u otra instalación eléctrica:

La distancia mínima, según 3.22, será:

$$d = 0,1 + (U/150) \text{ pero no menor de 0,2 m.}$$

Se deberá verificar además que las distancias no sean menores de  $d=U/150$  para la máxima inclinación del conductor. Para los puentes de los amarres se considerará el ángulo de máxima inclinación igual a 1/3 del correspondiente a los conductores de los vanos adyacentes.

#### 3.22.4.- Horizontal entre conductores a distinto nivel:

Cuando se considere la formación de hielo, la distancia horizontal mínima, según 3.22, será:

$$d = (U/150)$$

#### 3.22.5. Entre puntos fijos de dos conductores:

La distancia mínima entre puntos fijos de dos conductores de fases distintas o sus accesorios sometidos a tensión será

$$d = (Us'/100) \text{ pero no menor de } 0,3 \text{ m.}$$

En la cual:

- **Us'**: suma de las dos tensiones de fase de ambos conductores.

#### 3.22.6. Entre conductor de protección y demás conductores:

La distancia mínima será la que resulte de considerar un ángulo máximo de protección con respecto al conductor de energía superior o más alejado, medido a partir de la vertical que pasa por el conductor de protección, de 30° ó 20°, según se utilicen respectivamente uno o dos conductores de protección. En este último caso, se deberá verificar que la distancia horizontal entre los dos conductores de protección no resulte mayor que cuatro veces la distancia vertical entre cualquiera de ellos y el conductor de energía superior.

La distancia resultante entre conductor de protección y de energía no será menor que la calculada de acuerdo a 3.22.1 para los conductores de energía, según el tipo de aislación que corresponda. En los apoyos de desvío, con aislación suspendida para suspensión vertical, esta distancia se verificará para la posición de la aislación en la condición b) del punto 3.16.1.

#### 3.22.7. Entre conductores de líneas que se cruzan:

La distancia mínima en metros entre conductores de energía y telecomunicación, será la consignada en la tabla VI. Si el cruce se produjera en un mismo apoyo los valores de la tabla VI se reducirán al 40% de los mismos, con un mínimo de 0,3 m. Esta reducción se aplica también para derivaciones y desvíos en el mismo apoyo en los que los conductores de un vano se dispongan a distintas alturas con respecto al vano contiguo.

Tabla VI: Distancias mínimas en [m] entre conductores que se cruzan

**Tabla VI: Distancias mínimas en [m] entre conductores que se cruzan**

Tensión de línea	Tipo de línea contigua				
	Telec.	13,2 kV	33 kV	66 kV	132 kV
66 kV	2,8	1,5	1,9	2,5	3,8
132 kV	3,8	2,8	3,2	3,8	5,0

Si los conductores de telecomunicación estuvieran protegidos por un blindaje metálico conectado a tierra, entonces la distancia mínima en metros no será la consignada en la tabla VI sino la siguiente:

$$d = 0,1 + (U/150) \quad \text{pero no menor de } 0,4 \text{ m.}$$

En los cruces de líneas de cualquier tensión con líneas eléctricas de baja tensión (220/380 V) y las derivaciones domiciliarias de líneas telefónicas, la separación mínima será de 1,5 m.

Cuando una o ambas líneas que se cruzan tengan conductor de protección, las distancias de los conductores de energía de una al conductor de protección de la otra, será:

$$d = 0,1 + (U/150) \quad \text{pero no menor de } 0,4 \text{ m.}$$

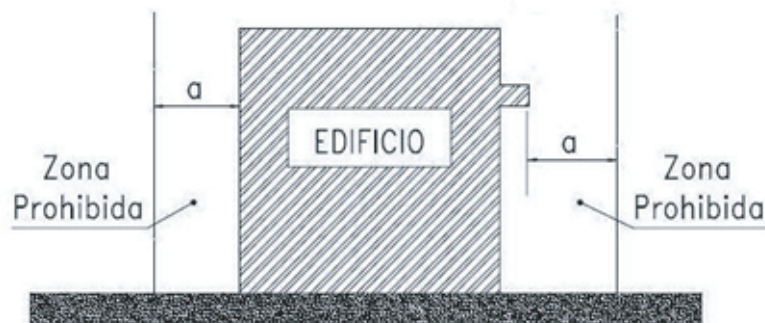
Los valores anteriores se adoptarán siempre que la suma de las distancias del punto del cruce a los apoyos más cercanos de cada una de las líneas sea menor de 30 m. Si la suma fuera mayor de 30 m, la distancia vertical se incrementará en 1 cm por cada metro en exceso.

### **3.22.8. Entre conductores de energía y cables ópticos de la misma línea que no cumplan funciones de conductor de protección:**

La distancia mínima será de 0,5 m en cualquier condición. No obstante, deberá adoptarse una distancia que resulte suficiente para satisfacer las condiciones de seguridad para trabajo con tensión, conforme lo dictamina la Especificación Técnica "Tendido de Cables de Fibra Óptica en Líneas de Alta Tensión", (o su equivalente vigente al momento del cálculo de la línea), que se adopta como anexo a la presente ET1003.

### **3.22.9. En zona urbana, entre conductores de energía y edificios, estructuras no pertenecientes a la línea o accidentes del terreno accesibles a personas:**

Ver figura 3. La distancia horizontal (a) mínima en la condición de máxima inclinación por efecto del viento será de 2,5 m para líneas de 66 kV y de 3 m para líneas de 132 kV. Cuando la línea ocupa zonas públicas pertenecientes a calles o caminos, en zona urbana se mantendrá la distancia (a) respecto a un plano vertical que pase por la línea de separación entre la vía pública y la propiedad privada (línea municipal o límite de camino) y cumplirá con ambas distancias para cualquier parte, de lo indicado en el título, que sobresalga de ese plano e invada el espacio aéreo de la zona pública.



**Figura 3 – Distancias de la línea a edificios**

La distancia vertical mínima en la condición a) del punto 3.16.1 a molinos, estructuras soporte de alumbrado público u otras instalaciones aéreas ajenas a la línea de alta tensión será de 3,00 m para cualquier tensión de la línea, y la horizontal en la condición de máxima inclinación por viento será de 2,50 m para líneas de 66 kV y de 3,00 m para las de 132 kV.

### **3.22.10.-Construcciones edilicias próximas a líneas eléctricas aéreas:**

Los edificios a construir en proximidades de líneas eléctricas aéreas, deberán cumplir con las exigencias de la Ley Provincial N° 8484 cuyo texto principal expresa: “Toda habilitación para la ejecución de construcciones o instalaciones de cualquier tipo, públicas o privadas, con una altura superior a los cuatro metros, ubicadas en proximidades de líneas eléctricas ya existentes, o sobre los límites de propiedad con la vía pública deberá - previo a su autorización - ser comunicada al ente prestador del servicio de energía eléctrica por los mecanismos que la institución autorizante de las obras disponga; quedando a cargo del ente prestador del servicio eléctrico, verificar que se cumplan las disposiciones y normativas vigentes y realizando las correcciones que correspondan, a fin de adecuar la ubicación de los conductores o instalaciones a esas normativas”.

### **3.22.11. Entre conductores de líneas de energía y líneas pertenecientes a prestatarios de servicio telefónico que corren paralelas:**

Cuando la traza de una línea de energía sea paralela o aproximadamente paralela a la de una línea perteneciente a prestatarios de servicio telefónico, las distancias mínimas, según 3.22, entre los conductores de ambas líneas serán las siguientes:

Con líneas de energía de	66 kV	132 kV
Distancia mínima en general	4,70 m	5,50 m
Distancia mínima horizontal	2,70 m	3,50 m

Además, cuando la distancia horizontal fuera menor que la altura de la línea más baja de las dos se deberá mantener una distancia vertical (diferencia de alturas) mínima de 1 m.

### 3.23. FLECHA DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:

Para la hipótesis c) del punto 3.16.1 la flecha máxima del conductor de protección, ya sea éste simple o del tipo OPGW, será el 10% menor que la de los conductores de energía.

## 4. NORMAS CONSTRUCTIVAS

### 4.1. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN:

Las líneas llevarán uno o más conductores de protección conectados a tierra en todos los apoyos. La misma condición es aplicable en caso de utilización de cable del tipo OPGW, ya que éste debe cumplir la misma función de protección eléctrica.

No se admitirán suplementos para aumentar la longitud de los soportes de la grampa de suspensión para fijación del conductor de protección.

### 4.2. UBICACIÓN DE LOS APOYOS:

En ZONA URBANA y SUBURBANA: Los apoyos se ubicarán en veredas o lugar previsto para las mismas, a 0,50 m del borde de calzada y preferentemente sobre la continuación de la línea divisoria de los lotes. Se dejarán libres las entradas para vehículos y los triángulos correspondientes a ochavas fijadas por cada municipio, se evitarán en lo posible detalles salientes de edificios. La mayor dimensión de la sección de empotramiento del apoyo se orientará paralelamente al cordón de vereda (existente o previsto). En ningún caso entorpecerán la normal circulación peatonal y/o vehicular. En las calles, pavimentadas o no, con cordón de vereda definitivo, el nivel de la cara superior del bloque de fundación coincidirá con el nivel inferior del cordón de vereda; en caso contrario, la cara superior del bloque de fundación estará a 0,50 m debajo del nivel del terreno en el lugar de emplazamiento y a nivel más bajo que el de la acequia o cuneta más próximo si la hubiera.

En ZONA RURAL: En todos los apoyos que se instalen en zona rural, la cara superior del bloque de fundación se ubicará a 0,50 m por debajo del nivel natural del terreno excepto en terreno rocoso (nunca apto para cultivos) en los cuales, la cara superior de las fundaciones estará a nivel del terreno, mientras que en los demás terrenos

esta cara se instalará a 0,50 m por debajo del nivel de los mismos. Los que se instalen en proximidad de desmontes o depresiones del suelo y a una distancia horizontal del borde superior del talud más próximo menor que el doble del valor del desnivel del terreno, la cara superior de la fundación estará a igual nivel que la cota inferior del terreno circundante. Cuando se instalen en laderas o faldeos con pendientes naturales mayores de 1:5 ó próximos a éstos, cualquier punto de la excavación, a partir del nivel superior de la base, estará a más de 5,00 m de la ladera medido horizontalmente.

En terreno inundado, inundable y/o cuando la napa freática se encuentre como máximo a 1,00 m por debajo del nivel natural del terreno se permitirá la ejecución de fundaciones cuyo fuste emerja del citado nivel, sólo cuando así lo exprese el Pliego Particular de Especificaciones.

En ambas zonas y en todos los casos al ubicar los apoyos se debe tener en cuenta el posible deterioro del terreno ante la eventual acción de agentes naturales (desmoronamientos, torrentes, desagües, etc.), evitando aquellos emplazamientos que no permitan asegurar la estabilidad de los apoyos dentro de las hipótesis formuladas o, en su defecto, proponiendo la solución más adecuada para cada caso particular.

Cuando la cara superior de las fundaciones se instale por debajo del nivel del suelo la altura de los conductores se medirá desde la superficie del terreno, mientras que para el cálculo de los esfuerzos actuantes y de la resistencia del apoyo se considerará totalmente libre la longitud del apoyo que sobresalga de la fundación.

### 4.3. ARMADO DE LOS APOYOS

Todos los apoyos de hormigón armado o metálicos serán empotrados en fundaciones de hormigón simple u hormigón armado.

En los casos de apoyos de hormigón armado en los cuales los conductores de energía se dispongan en napa vertical y montados sobre ménsulas, éstas se instalarán después del izamiento del poste. En los demás casos se permitirá el izamiento de los postes conjuntamente con las crucetas y/o ménsulas y/o vínculos, siempre que los momentos flectores referidos a cualquier sección del conjunto, que se originen como consecuencia de las operaciones de izamiento, no excedan la resistencia del elemento. A tal efecto, se indicará en los planos los puntos en que será tomado el apoyo para su izamiento y se deberá demostrar la verificación estructural ante el estado último de izamiento.

Cuando se utilicen apoyos constituidos por postes de hormigón armado de sección anular, se efectuará el sellado del extremo superior del mismo con una capa de mortero de cemento con dosaje 1:3 (una parte de cemento por cada 3 partes de arena mediana limpia) de 0,20 m de espesor mínimo. Este sellado estará perfectamente nivelado con la cara superior del poste. Los postes podrán colocarse en sus respectivas bases después de diez días de la construcción de éstas debiendo previamente practicarse una perfecta limpieza del alojamiento. Una vez izado y acuñado el poste se sellará inmediatamente o en su defecto se colocará una protección adecuada que impida el ingreso de elementos extraños. El poste se fijará a la fundación vertiendo en la parte inferior hormigón H-15 hasta una altura de 100mm, desde el fondo del agujero, rellenando luego con arena fina bien seca y compactada cada 0,20 m con vibrador de aguja, y sellando la parte superior con un aro de hormigón H-15 de un espesor de 150 mm.

#### 4.4. DISPOSITIVO DE SEGURIDAD:

Se aplicarán dispositivos aprobados por EPEC que impidan el escalamiento sin elementos especiales en todos los apoyos que por sus características así lo requieran. En su reemplazo EPEC podrá aceptar carteles adecuados indicadores de peligro.

#### 4.5.-FUNDACIONES:

Para el diseño y cálculo de las fundaciones, previamente deberán realizarse estudios de suelos, según el procedimiento descrito en la ET 31. Se realizará un estudio de suelos cada 10 apoyos de alineación y en todos los apoyos de desvío, retención, cruce, terminal o combinados.

La profundidad mínima de exploración será de 6 m o hasta el rechazo del SPT (ensayo de penetración estándar) y deberá arrojar los resultados siguientes: descripción del perfil geotécnico con sus propiedades físicas y mecánicas, ataque químico, altura de las napas de agua y capacidad portante de cada estrato de suelos explorado, y coeficientes de balasto.

De la evaluación de estos resultados se determinarán los sistemas de fundación más adecuados para la estabilidad del tipo de apoyo a utilizar y se deberán adoptar las precauciones necesarias ante la presencia de suelos y aguas químicamente agresivas a los materiales intervinientes.

Las fundaciones deben ser verificadas con los valores de las reacciones de los apoyos que resulten de aplicar las hipótesis de cálculo adoptadas para el diseño de las estructuras. El diseño de las fundaciones se basará en la aplicación del método de diseño por factores de carga y resistencia (LRFD) de mayoración y combinación de solicitaciones, y minoración de resistencias.

Cuando el suelo que rodea la fundación no tenga una colaboración lateral de importancia con relación al suelo de apoyo de la misma se podrán dimensionar las fundaciones como bases o zapatas aisladas con los métodos de Polh, Pleck, etc.

Para los casos en los que el suelo lateral que rodea la fundación sí tenga una colaboración lateral de importancia se podrán dimensionar las fundaciones con el método de Sulzberger.

Podrán diseñarse fundaciones indirectas mediante pilotes cuando las condicionantes de resistencia del suelo superficial o poco profundo no cumplan con las resistencias necesarias para garantizar la estabilidad del apoyo. Las fundaciones calculadas deben cumplir dos requerimientos:

- La relación entre el momento de vuelco que sufre la fundación y el momento estabilizante proporcionado por el suelo no deberá ser menor de 1,5.

- Que las fundaciones no sufran asentamientos o inclinaciones que afecten a las condiciones de servicio de la línea.

Se deberá presentar a EPEC un informe que contenga:

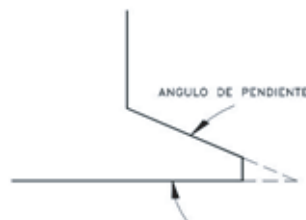
- Los resultados del estudio de suelos, según el procedimiento descrito en la ET 31.
- Método, dimensionamiento y cálculo de la fundación, para cada tipo de apoyo.
- Calidad del material que se utilizará para materializar la fundación.

Los materiales a emplearse en la ejecución de las bases de hormigón simple estarán en un todo de acuerdo con lo especificado en el Reglamento de Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado (CIRSOC 201) en sus capítulos 4 y 6 .

La fundación tendrá como mínimo 200 mm de espesor entre el agujero y la superficie lateral externa y entre el fondo del agujero y la superficie inferior, sin considerar el espesor de la colada final para fijación del poste.

Cuando la distancia entre la base del apoyo y la superficie de asiento del bloque de fundación sea mayor del 25% de la longitud de empotramiento, el bloque deberá ser reforzado mediante una armadura de hierro a determinar para que se asegure la integridad estructural del bloque ante los estados últimos solicitantes.

Las zapatas, plateas o expansiones de las fundaciones serán reforzadas con armadura cuando el ángulo de la pendiente en la zona de trabajo (plano que pasa por la arista de unión entre el cuerpo y la zapata, platea o expansión y la arista inferior de la base, del mismo lado que la primera, ver figura 4) sea menor que los valores consignados en la TABLA VII.



**Figura 4**

Capacidad portante del suelo [kg/cm <sup>2</sup> ]	<2,0	2,1 a 3,0	3,1 a 4,0	4,1 a 5,0
Ángulo de las pendientes	58°	62°	66°	68°

Antes de volcar el hormigón en la excavación, ésta deberá estar perfectamente limpia, con el fondo compactado y con un hormigón de limpieza de 50 mm de espesor, recubierta en todas sus caras laterales con un castigado de concreto relación 1:3 para evitar deshidratación del hormigón. Durante la operación de llenado se deberá efectuar un compactado uniforme e ininterrumpido rechazándose las bases que contengan oquedades.

Cuando el hormigón haya endurecido lo suficiente, se sacará el molde camisa y se cubrirá la base con una membrana estanca de polietileno o similar asegurada en su contorno con tierra para lograr un correcto curado del hormigón.

#### 4.6. EMPOTRAMIENTO:

El empotramiento mínimo de los apoyos en las fundaciones de hormigón será igual al 10% de la longitud total del apoyo.

El empotramiento de los apoyos sin fundación (postes de madera), cuando los resultados del estudio de suelos y el análisis de las hipótesis de cálculo así lo permitan, será como mínimo igual al 10% de la longitud total del poste más 80 cm en terrenos con resistencia de hasta 2 kg/cm<sup>2</sup>, e igual al 10% más 60 cm en terrenos de mayor resistencia. El poste apoyará sobre superficies limpias y firmes. Se rellenará el huelgo de la excavación con material granular cuidadosamente compactado o suelo-cemento, aplicado en seco y debidamente compactado en capas de 10 cm, en dosaje 1 parte de cemento y 5 partes de suelo extraído de la excavación, sin piedras y descartando todo suelo con componentes orgánico-vegetal.

#### 4.7. PROTECCIÓN DE LOS POSTES DE MADERA EN EL EMPOTRAMIENTO:

No se admitirá el pintado de los postes con alquitrán.

#### 4.8. RIENDAS:

La posibilidad del montaje de riendas será especificado en los Pliegos Particulares de Condiciones Técnicas.

#### 4.9. PUESTA A TIERRA:

Todas las piezas metálicas no sometidas a tensión, pertenecientes a líneas con apoyos metálicos o de hormigón armado, ubicadas dentro de la franja de servidumbre deberán conectarse a tierra. En zona urbana los elementos que se pondrán a tierra serán considerados especialmente. El conductor de protección se conectará a tierra en todos los apoyos. La resistencia del circuito de puesta a tierra no será mayor de 10  $\Omega$ , medidos desconectándola del bloque del apoyo y en condiciones normales de humedad del terreno. La ejecución de las puestas a tierra podrá ser en forma conjunta para los elementos metálicos no sometidos a tensión y para el conductor de protección. El circuito de puesta a tierra estará constituido por la "conexión a tierra" (conductor y elementos de unión) y por los "electrodos de puesta a tierra" (dispersores).

Todos los apoyos llevarán una toma de tierra especial. Los de hormigón armado, según ET4. Los metálicos tendrán también, a igual altura, una toma de tierra especial de características similares a las de los postes de hormigón armado.

##### 4.9.1. Conexión de tierra:

El conductor de conexión a tierra seguirá el recorrido más corto posible hasta el respectivo dispersor y será conductor de acero-cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima. Parte del conductor de conexión a tierra podrá ser la armadura de los postes de hormigón armado o las estructuras metálicas, con sección mínima de 35 mm<sup>2</sup>, siempre que se asegure una continuidad eléctrica correcta por medio de soldaduras, remaches o bulones y de modo que el desmontaje de alguna parte de la estructura no interrumpa la continuidad eléctrica a tierra. Las

uniones del conductor de conexión a tierra se efectuarán utilizando terminales a presión o conectores del tipo bifilar con bulones o vástagos de diámetro mínimo 12,5 mm, no admitiéndose soldaduras con estaño o bronce. El conductor de conexión a tierra, cuando sea independiente de armaduras o estructuras, no será alojado dentro de tubos u otras armaduras metálicas salvo que se lo conecte eléctricamente por lo menos en ambos extremos del tubo o armadura. La parte inferior del conductor de conexión a tierra, hasta 2,7 m del suelo, se protegerá convenientemente. Esta protección podrá ser un listón de madera dura de 50×25 mm con un canal de 10×15 mm, sujeto a poste de madera con clavos zincados de 50 mm de largo insertados por pares cada 120 mm, o sujeto de otra manera igualmente efectiva en postes o estructuras que no sean de madera.

En todo el tramo de la conexión a tierra, enterrado y/o colocado en la fundación, el conductor será de acero-cobre normalizado según norma IRAM 2467 y los elementos de unión serán totalmente de bronce. Los contactos de las uniones deberán estar previamente estañados y todo el conjunto se protegerá con una capa de masa aislante asfáltica según IRAM 2028.

El conductor entre la toma de tierra inferior del apoyo y el dispersor se pasará a través de un caño de PVC o polietileno incorporado en el hormigón de la base. Las puestas a tierra de los alambrados (TC1207) que se ubiquen paralelos a las líneas de alta tensión, a una distancia no inferior al doble de la franja de servidumbre, deberán efectuarse en correspondencia con cada apoyo de la línea como mínimo, utilizando para la conexión de los diferentes hilos las adecuadas grampas metálicas galvanizadas. En caso de alambrados de gran longitud, se deberá interrumpir la continuidad eléctrica de los mismos por lo menos cada 2 km. En caso de líneas que crucen alambrados, éstos llevarán una puesta a tierra por cruce siempre y cuando exista continuidad eléctrica en un tramo no menor de 15,00 m a ambos lados del eje de la línea.

#### 4.9.2. Electrodo de puesta a tierra

Los electrodos o dispersores serán jabalinas cilíndricas de acero-cobre de acuerdo a norma IRAM 2309. Las jabalinas se hincarán hasta 50 cm por debajo del nivel del terreno en forma perpendicular y debajo de la traza de la línea separadas 6 m entre sí cuando se coloquen más de una.

#### 4.10. TIPO DE AISLACIÓN:

Será suspendida para suspensión vertical en apoyos de alineación o de desvío de hasta 3° (medido sobre la poligonal correspondiente a los ejes de los conductores), salvo en caso que mediante especificaciones particulares se disponga la utilización de aisladores rígidos tipo line post. Para ángulos superiores el apoyo será considerado como desvío, debiendo satisfacer lo expresado en el punto 3.16.5.2.

En todos los puntos de fijación de los conductores con aislación suspendida para suspensión vertical, el peso actuado no deberá ser inferior a 20 kg para cualquiera de las hipótesis del punto 3.16.1.

#### **4.11. PROTECCIÓN DE LA AISLACIÓN:**

Para aislación con aisladores de porcelana o de vidrio templado:

- En las líneas de 66 kV: En amarre y suspensión llevarán puntas simples y dobles, respectivamente, ubicadas en ambos extremos y en el plano vertical del conductor orientándose, para el caso de los amarres, hacia arriba.
- En las líneas de 132 kV: Se colocarán semianillos (raquetas) en ambos extremos, los que estarán orientados hacia afuera en la aislación suspendida para suspensión vertical y hacia arriba en la aislación suspendida para amarre.

La utilización de elementos controladores de campo eléctrico para aisladores orgánicos deberá ajustarse a las recomendaciones del fabricante de estos últimos.

#### **4.12. TENDIDO DE LOS CONDUCTORES:**

El tendido de los conductores se efectuará teniendo en cuenta la variación que experimentará el módulo de elasticidad inicial y las variaciones de la temperatura.

Para compensar el alargamiento a causa del efecto creep durante la vida útil de la línea deberá calcularse el salto térmico a aplicar en las operaciones de tendido y tensado de la línea, mediante un método adecuado.

#### **4.13. TENDIDO DE CABLES ÓPTICOS:**

El tendido de los cables ópticos se efectuará conforme lo dictamina la Especificación Técnica “Tendido de Cables de Fibra Óptica en Líneas de Alta Tensión” (o su equivalente vigente al momento del cálculo de la línea), que se adopta como anexo a la presente ET1003.

#### **4.14. VIBRACIONES:**

Cuando así se lo consigne en las especificaciones particulares se proveerán elementos o dispositivos antivibratorios o se satisfarán otras condiciones que al respecto en ellas se especifiquen.

En caso de empleo de antivibradores tipo Stockbridge o similares el fabricante deberá indicar el valor del torque con el que se deberá ajustar la grampa de sujeción al conductor. Su diseño debe impedir que el elemento no se desplace por el conductor durante su vida útil.

#### **4.15. NUMERACIÓN DE LOS APOYOS:**

Los apoyos de cada tramo de línea, ubicados entre dos estaciones transformadoras sucesivas, llevarán una numeración correlativa con caracteres de 300 mm de altura y 50 mm de ancho ubicados sobre el poste en sentido vertical, entre 4 a 5 m sobre el nivel del suelo.

Tales caracteres deberán ser impresos con pintura color negro sobre fondo blanco, apta para usar en la

intemperie. La pintura a utilizar y el procedimiento de pintado deberán ser de tipo y calidad suficiente, tal que la numeración resista el paso del tiempo con mínima pérdida de definición. Por tal motivo su implementación requerirá la aprobación previa de EPEC.

#### **4.16. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE ENERGÍA:**

En las estructuras terminales y en los apoyos adyacentes a cada transposición se identificarán las fases R, S y T con los colores naranja, verde y violeta respectivamente. mediante el pintado, a una altura no inferior a 2 m, de franjas de 150 mm de ancho. En los apoyos adyacentes a cada transposición en líneas simple terna las franjas deben abarcar todo su perímetro. El orden de las franjas será el siguiente:

- Líneas con disposición triangular o en napa vertical: la franja superior representa a la fase que ocupa la posición más alta en el apoyo y la inferior a la fase más baja.
- Líneas simple terna con disposición triangular con dos conductores al mismo nivel: la franja superior representa a la fase que ocupa la posición más alta en el apoyo y la inferior a la fase más baja del mismo lado. La franja del medio queda reservada para la única fase que ocupa el lugar opuesto.
- Líneas simple terna dispuestas en napa horizontal: La franja superior se reserva para la fase que ocupa el lado izquierdo, según el sentido ascendente de la numeración de los apoyos, y la inferior para la del lado derecho.

La asignación de los colores a cada conductor deberá ser determinada por la inspección en función del ordenamiento de las acometidas a las estaciones. La pintura a utilizar y el procedimiento de pintado deben responder a lo indicado en el punto 4.15 de la presente Especificación Técnica.

#### **4.17. CRUCES AÉREOS:**

Los cruces aéreos de vías de tránsito (rutas nacionales y provinciales, ferrocarriles y vías fluviales), y de líneas de telecomunicación que se indiquen en las especificaciones particulares, se efectuarán de acuerdo con los puntos 4.17.1 y 4.17.2.

##### **4.17.1.-Cruces ferroviarios:**

Los cruces aéreos de ferrocarril se ajustarán además a las respectivas normas en vigencia de la empresa responsable del Ferrocarril.

##### **4.17.2.-Cruces de rutas, vías fluviales y líneas de telecomunicación:**

Los cruces aéreos de rutas, vías fluviales o líneas de telecomunicación se efectuarán con apoyos calculados para la función normal que deban cumplir (alineación, desvío, etc.). La aislación por cada fase, si fuera aislación de apoyo, será doble en paralelo; si fuera aislación suspendida llevará doble cadena de aisladores en paralelo. Las líneas telefónicas se cruzarán por arriba con las alturas libres correspondientes, según 3.22.7.

#### **4.18. DESPEJE DE LA ZONA AFECTADA POR LA LÍNEA Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE:**

Se deberá respetar y acatar todas las indicaciones contenidas en la Ley Provincial N° 7343 y su Decreto Reglamentario N° 2131/00, asumiendo todas las responsabilidades emergentes de su accionar frente a dicha Ley.

##### **4.18.1.- Tareas y Condiciones :**

Las tareas a realizar y las condiciones a respetar son las siguientes:

- Desmonte, limpieza y alisado del terreno para circulación de vehículos en una franja longitudinal de cuatro metros de ancho, ubicada debajo de la línea, dentro de la zona de máxima seguridad en todos los terrenos con vegetación natural a los fines del montaje y mantenimiento de la línea.
- En toda la franja de servidumbre definida en estas especificaciones se efectuará el talado y la poda de todos aquellos árboles, arbustos, etc., que pudieran alcanzar según su espacio una altura superior a las indicadas en las figuras 1 y 2.

EPEC podrá reducir o eliminar a su criterio, la limpieza de la servidumbre en los siguientes casos especiales:

- Plantaciones donde los cultivos, en su condición final de desarrollo, guarden por lo menos una distancia de 5 m a la posición del conductor inferior o de los conductores inferiores en su condición de mínima tensión operativa
- En depresiones profundas donde la vegetación guarde una distancia de por lo menos 10 m a la posición del conductor inferior o de los conductores inferiores, el ancho de la franja longitudinal será el suficiente, de tal forma que permita el paso de las cordinas en el proceso de tendido. En todo caso la inspección será quien le defina el ancho de trocha a limpiar.

Se deberá solicitar a los propietarios las autorizaciones de ingreso a los inmuebles y respetar las indicaciones, en lo que atañe al lugar de entrada y salida del personal, material y máquinas necesarias para la ejecución de los trabajos, construcción de puertas y tranqueras, o reposición de alambrados según lo demande el propietario afectado. Concluidas las tareas, deberá dejar el terreno circundante en las mismas condiciones en que se encontraba al iniciarlas.

##### **4.18.2.-Minimización de las tensiones de contacto:**

Todas las construcciones total o parcialmente metálicas (molinos, galpones, viviendas, etc.) situadas en las adyacencias (fuera) de la zona de máxima seguridad y hasta 15 m por fuera de la franja de servidumbre, existentes o posteriores a la delimitación de la misma, se deberán conectar a una puesta a tierra a efectos de minimizar o eliminar los valores de inducción electromagnética, que originen tensiones de contacto permanentes mayores a 24 V.

## 5.-MATERIALES

### 5.1. CONDUCTORES Y CABLES DE PROTECCIÓN:

El de protección será conductor de acero zincado según IRAM 722 y de las siguientes características: formación 1×7, diámetro nominal 10,5 mm, 120 daN/mm<sup>2</sup> de resistencia a la tracción del alambre y una carga de rotura efectiva mínima del cordón de 7329 daN.

En los casos en que el conductor de protección se constituya con un cable óptico del tipo OPGW, éste deberá cumplir con todos los requisitos exigibles al conductor de protección equivalente que se pudiera instalar para cumplir la misma función, más los que figuren en los pliegos de especificaciones particulares de la obra.

### 5.2. CONDUCTORES DE ENERGÍA:

Los conductores de energía serán conductores de cobre duro, aleación de aluminio o compuesto con un alma de acero y una cubierta de cobre, aluminio o aleación de aluminio, o conductores que incluyan alambres heterogéneos, con una sección mínima que equivalga mecánicamente a la de un conductor de cobre duro de 10 mm<sup>2</sup> de sección.

#### 5.2.1. Normas:

Los conductores de cobre responderán a la norma IRAM 2004, los de aleación de aluminio a la norma IRAM 2212 y los de aluminio y aleación de aluminio con alma de acero a la norma IRAM 2187.

#### 5.2.2. Formación:

Cuando para una misma sección las normas citadas establezcan dos formaciones, se adoptará la de mayor número de alambres.

### 5.3. AISLADORES:

Los aisladores integrantes de las cadenas serán de porcelana del tipo U70BL (MN12), con carga electromecánica de falla de 6700 daN como mínimo, en un todo de acuerdo a las normas IRAM 2234-1, IRAM 2234-2 e IRAM 2235 salvo que en las especificaciones particulares se especifiquen otros tipos. En los casos en que se requieran otros tipos de aisladores con el objeto de satisfacer los niveles de aislación exigidos, la resistencia mecánica u otras condiciones especiales, tales aisladores deberán satisfacer las normas IRAM o, en su defecto, las normas IEC correspondientes. En caso de empleo circunstancial de aisladores no contemplados en las citadas normas, los mismos deberán ser aprobados previamente por EPEC.

#### 5.4. ACCESORIOS METÁLICOS:

En este rubro están comprendidos los elementos de fijación a las estructuras (bulonería, herrajes, etc.), accesorios para suspensión y amarre de los conductores de energía y de protección, manguitos de empalme y de reparación de conductores y los elementos de conexión eléctrica (conectores).

No están comprendidos los accesorios para suspensión y amarre de cables ópticos, tanto del tipo OPGW como ADSS, que se ajustarán a lo dispuesto por la Especificación Técnica "Tendido de Cables de Fibra Óptica en Líneas de Alta Tensión", (o su equivalente vigente al momento del cálculo de la línea), o a las recomendaciones del fabricante del cable.

Todas las piezas de materiales ferrosos serán zincadas según la especificación técnica ET10 de EPEC. Todos los accesorios para las cadenas de aisladores y los de suspensión y amarre del conductor o cable de protección, deberán responder a la norma IRAM NIME 20022, tanto en la fabricación como en los ensayos posteriores, salvo aquellos o parte de los mismos ya estén normalizados por la EPEC que en tal caso tendrán preferencia sobre la citada norma.

Los accesorios para las líneas de 66 kV estarán exceptuados de realizar los ensayos citados en los puntos 4.5.4 "Tensión de radiointerferencia", 4.5.5 "Efecto corona", 4.5.10 "Pérdidas ferromagnéticas" y 4.5.11 "Arco de potencia", de la citada norma.

Los accesorios no normalizados por EPEC deberán ser aprobados por la misma antes de su utilización. Todos los accesorios metálicos de la aislación serán aptos para efectuar trabajos de mantenimiento y reparaciones con la línea en servicio.

Las grampas de retención y las de suspensión para conductores de energía de aleación de aluminio o de aluminio con alma de acero serán de aleación de aluminio. Las grampas de suspensión para los conductores de energía serán antivibratorias y serán aptas para la colocación de varillas preformadas o ahusadas según se solicite en las especificaciones particulares. No deberán poseer elementos que sean susceptibles de desprenderse durante el procedimiento de elevación del conductor, según el método habitual utilizado para cambio de aisladores bajo tensión.

La longitud máxima del estribo de suspensión, que vincula cruceta o ménsula con la cadena de aislación suspendida para suspensión vertical, será la mínima necesaria para evitar el contacto del aislador más próximo con la cruceta o ménsula y para obtener la distancia entre piezas con tensión eléctrica y elementos no sometidos a tensión según el punto 3.22.3.

En el caso de conductor de protección montado sobre grampa de suspensión, la distancia entre el eje del conductor y el nivel superior de la cruceta, ménsula o poste sobre el que está montado, no será menor de 0,08 m ni mayor de 0,12 m. En apoyos metálicos reticulados, cuando se usen bulones para fijación de los distintos elementos componentes, las tuercas se asegurarán contra aflojamiento mediante una arandela

elástica partida, intercalada entre la arandela plana y la tuerca de ajuste, y finalmente otra tuerca rápida (tuerca de chapa de acero) o tuerca seguro, que actuará como contratuerca, la que podrá tener un espesor mínimo de hasta la mitad de la primera.

## 5.5. POSTES, CRUCETAS Y MÉNSULAS:

### 5.5.1. De hormigón armado:

Los postes, crucetas, ménsulas y otros elementos de hormigón armado, vibrado o centrifugado, pretensado o común, responderán a la especificación técnica ET4 de EPEC.

Los apoyos formados por un solo poste (monoposte) que soporten esfuerzos permanentes de flexión, tales como apoyos de desvío, terminales o aquellos en los cuales los conductores de energía estén dispuestos en napa vertical y montados sobre ménsulas, serán pretensados con una flecha máxima del 2% de la longitud total. No se aceptarán postes pretensados en zona urbana.

### 5.5.2. De madera:

Los postes de madera responderán a la especificación técnica ET17.1 de EPEC con tratamiento preservador. Las crucetas de madera responderán a la especificación técnica ET18 de EPEC y serán del tipo A de la misma.

### 5.5.3. Metálicos:

Las estructuras de acero (torres metálicas), tanto en materiales como en diseño, deberán ajustarse a las recomendaciones vigentes de la "Reglamentación para líneas eléctricas aéreas exteriores – Líneas de media tensión y de alta tensión", publicada por la Asociación Electrotécnica Argentina. Esto incluye a las torres metálicas reticuladas y a los apoyos metálicos tubulares.

Los postes, crucetas, ménsulas y elementos de materiales ferrosos serán zincados según la especificación técnica ET10 de EPEC.

## 6. MEDICIONES Y ESTUDIOS

Se deberán realizar las mediciones y estudios que se mencionan a continuación, dejando constancia de ello en la documentación conforme a obra a presentar:

- Estudio de vibraciones según GT4-GI.
- Medición de impedancia de fase y homopolar del tramo aéreo de la línea, todo según la GT1-GI, una vez terminada la construcción de la línea.
- Medición de resistencia de todas las puestas a tierra, en los apoyos y en las estructuras próximas a la línea.

También se identificarán las fases en ambos extremos de la línea para determinar la continuidad de los conductores, dejando constancia también de ello en las estructuras terminales. La forma de identificación (letras, números o colores) así como su señalamiento físico será acordado oportunamente con la inspección.