

ET 1002/2

LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO-NO
AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 Y 33 kV EN
DISPOSICIÓN COMPACTA.



 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016
		Hoja 2/21

INDICE

1.- ALCANCE	5
2.- DEFINICIONES	5
2.1.- TIRO	5
2.2.- VANO	5
2.3.- FLECHA	5
2.4.- ALTURA LIBRE	5
2.5.- ZONAS	5
2.5.1.- Zona urbana	5
2.5.2.- Zona rural	5
2.6.- CONDUCTOR	5
2.7.- CABLE PROTEGIDO	5
2.8.- CABLE PORTANTE	5
2.9.- ESPACIADORES	5
2.10.- ATADURA	5
2.11.- BRAZO ANTIBALANCEO	5
2.12.- APOYO	5
2.12.1.- Apoyo de alineación	5
2.12.2.- Apoyo de desvío	6
2.12.3.- Apoyo de retención	6
2.12.4.- Apoyo de cruce	6
2.12.5.- Apoyo terminal	6
2.12.6.- Apoyo combinado	6
2.12.7.- Apoyo especial	6
2.12.8.- Apoyo adoptado como nominal	6
2.13.- MÉNSULAS	6
2.13.1.- Ménsula de alineación	6
2.13.2.- Ménsula de retención	6
2.13.3.- Ménsula de desvío	6
2.14.- AISLACIÓN	6
2.14.1.- Aislación de desvío entre 15 y 60°	6
2.14.2.- Aislación de desvío mayor a 60°	6
2.14.3.- Aislación de amarre	6
2.14.4.- Aislación especial	6
3.- CONDICIONES PARA EL PROYECTO Y CÁLCULO	7
3.1.- PLANOS	7
3.2.- SISTEMA	8
3.3.- TENSIONES NOMINALES	8
3.4.- NIVEL DE AISLACIÓN	8
3.5.- CAÍDAS DE TENSIÓN	8
3.6.- TRAZADO	8
3.7.- RETENCIONES	8
3.8.- TRANSPOSICIONES	8
3.9.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD	8
3.10.- TENSIONES ADMISIBLES	8
3.11.- CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES	9
3.12.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO	9
3.12.1.- Condiciones climáticas	9
3.12.2.- Sobrecarga por hielo	9
3.12.3.- Sobrecarga por viento en la condición de viento máximo	10
3.12.4.- Esfuerzos sobre los apoyos	10
3.12.5.- Postes dobles	11
3.13.- VANO MÁXIMO	11
3.14.- ALTURA LIBRE MÍNIMA	11
3.15.- UBICACIÓN RELATIVA	11
3.16.- DISTANCIAS MÍNIMAS	11
3.16.1.- Entre conductores de energía de líneas compactas y cualquier otra línea que corra paralela	11
3.16.2.- Entre conductores de energía o piezas sometidas a tensión y elementos no sometidos a tensión pertenecientes a la línea u otra instalación eléctrica	12
3.16.3.- Horizontal entre conductores a distinto nivel	12
3.16.4.- Entre puntos de dos conductores	12

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA. Gcía Planeamiento e Ingeniería	ET 1002/2 Emisión : 14/07/2016 Hoja 3/21
3.16.5.-	Entre conductor de protección y demás conductores	12
3.16.6.-	Vertical entre conductores de energía y de telecomunicación montados sobre los mismos apoyos.....	13
3.16.7.-	Entre conductores de líneas que se cruzan	13
3.16.8.-	Entre conductores de energía y edificios, estructuras a tierra no pertenecientes a líneas eléctricas o accidentes del terreno accesibles a personas.....	13
3.16.9.-	Entre conductores de líneas de energía y líneas pertenecientes a prestatarios de servicio telefónico que corren paralelas	15
3.17.-	FLECHAS DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	15
3.18.-	RECOMENDACIÓN	15
4.-	NORMAS CONSTRUCTIVAS	15
4.1.-	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	15
4.2.-	TIPOS DE APOYO.....	15
4.3.-	UBICACIÓN DE LOS APOYOS	15
4.4.-	ARMADO DE LOS APOYOS	16
4.5.-	DISPOSITIVO DE SEGURIDAD	16
4.6.-	FUNDACIONES.....	16
4.7.-	EMPOTRAMIENTO.....	16
4.8.-	PUESTA A TIERRA	16
4.8.1.-	Conexión a tierra	16
4.8.2.-	Electrodos de puesta a tierra.....	17
4.8.3.-	Puesta a tierra en apoyos existentes a utilizar	17
4.8.4.-	Conexión a tierra de alambrados	17
4.9.-	DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN	17
4.10.-	PUESTA A TIERRA DE SEGURIDAD	17
4.11.-	TIPO DE AISLACIÓN.....	18
4.11.1.-	Aislación de alineación para 13,2 kV y 33 kV.....	18
4.11.2.-	Aislación de desvíos de hasta 60° para 13,2 kV	18
4.11.3.-	Aislación de desvíos mayores a 60° para 13,2 kV.....	18
4.11.4.-	Aislación de amarre para 13,2 kV	18
4.11.5.-	Aislación de desvíos de hasta 60° para 33 kV.....	18
4.11.6.-	Aislación de desvíos mayores a 60° para 33 kV	18
4.11.7.-	Aislación de amarre para 33 kV	18
4.12.-	TENDIDO Y SUJECIÓN.....	18
4.12.1.-	Tendido y sujeción del cable portante	18
4.12.2.-	Tendido y sujeción de cables protegidos	18
4.12.3.-	Montaje de espaciadores.....	18
4.12.4.-	Empalme de cable protegido	18
4.12.5.-	Derivaciones en cables protegidos	19
4.13.-	DISPOSITIVO ANTIBALANCEO	19
4.14.-	NUMERACIÓN DE LOS APOYOS.....	19
4.15.-	CRUCES FERROVIARIOS	19
4.15.1.-	Apoyos.....	19
4.15.2.-	Dispositivo de puesta a tierra.....	19
4.15.3.-	Conductores de energía	19
4.15.4.-	Cable portante	19
4.15.5.-	Conductor de protección.....	19
4.15.6.-	Documentación	19
4.16.-	CRUCES CARRETEROS, FLUVIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	19
4.16.1.-	Documentación	19
4.17.-	DESPEJE DE LA ZONA AFECTADA POR LA LÍNEA	19
5.-	MATERIALES.....	20
5.1.-	CABLE PROTEGIDO	20
5.1.1.-	Formación	20
5.2.-	CABLE PORTANTE Y CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	20
5.3.-	ESPACIADORES.....	20
5.3.1.-	Espaciador romboidal.....	20
5.3.2.-	Espaciador vertical	20
5.4.-	BRAZO ANTIBALANCEO	20
5.5.-	AISLADORES	20
5.5.1.-	Aislador polimérico perno rígido	20
5.5.2.-	Aislador orgánico de amarre	20
5.6.-	MÉNSULAS	20
5.6.1.-	Ménsula de alineación.....	20

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016
		Hoja 4/21

5.6.2.-	Ménsula de retención	20
5.6.3.-	Ménsula de desvío	20
5.7.-	ATADURAS.....	21
5.7.1.-	Preformado sintético	21
5.7.2.-	Anillo de silicona	21
5.7.3.-	Preformado Metálico	21
5.8.-	ACCESORIOS METÁLICOS.....	21
5.9.-	POSTES	21
5.9.1.-	Hormigón armado	21
5.9.2.-	Madera	21
5.9.3.-	Metálicos	21

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016
		Hoja 5/21

1.- ALCANCE.

Esta especificación se refiere a las condiciones generales para el proyecto, cálculo y montaje de líneas aéreas de energía eléctrica de 13,2 y 33 kV **con cable protegido (NO AISLADO)** sólo en disposición compacta, en zonas cuya contaminación no exceda el nivel medio de la normativa IEC 60815.

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.

2.- DEFINICIONES (a los fines de esta especificación).

- 2.1.- **TIRO**: El tiro de un conductor y/o del cable portante es el producto de su sección real por la tensión mecánica de tracción a que se encuentra sometido.
- 2.2.- **VANO**: Es la distancia horizontal entre dos apoyos consecutivos.
- 2.3.- **FLECHA**: Es el segmento comprendido entre el conductor o el portante y la recta que une dos puntos consecutivos de fijación del mismo, tomado sobre el plano vertical normal a la traza de la línea y en el punto que se considere de la misma.
- 2.4.- **ALTURA LIBRE**: Es la distancia medida verticalmente entre el nivel del suelo y el cable protegido más bajo, en el punto que se considere de la traza de la línea.
- 2.5.- **ZONAS**:
 - 2.5.1.- **Zona urbana**: Es la zona correspondiente a una población que así se considere en las especificaciones particulares. Si su límite no fuera expresamente consignado, se lo entenderá trazado a 200 m más allá del cruce con la última calle abierta o proyectada.
 - 2.5.2.- **Zona rural**: Es toda zona exterior a las zonas urbanas e incluye las poblaciones que no sean consideradas como zonas urbanas en las especificaciones particulares.
- 2.6.- **CONDUCTOR**: Cordón compuesto de varios alambres, destinado a transmitir la electricidad. La denominación genérica de "conductor" incluye: 1) Conductores de energía, 2) conductores de protección y 3) conductores de telecomunicación (XDSL y CATV en cualquiera de las tecnologías actuales o futuras que implique transmisión eléctrica, aún en baja señal. Un cable de fibra óptica que involucre en su construcción, material conductor de electricidad, ejemplo: "cable aéreo auto soportado", también está incluido en este concepto).
- 2.7.- **CABLE PROTEGIDO**: Conductor compuesto por alambres de aluminio puro, provistos de una capa de material semiconductor, y una o dos capas de material aislante. No presentan confinamiento pleno del campo eléctrico, por lo tanto **no son cables aislados**, y se los debe tratar en cuestiones de seguridad como conductores desnudos.
- 2.8.- **CABLE PORTANTE**: Cordón de acero compuesto de varios alambres, destinado a soportar la tensión mecánica y sostener el conjunto de conductores activos, espaciadores y accesorios.
- 2.9.- **ESPACIADORES**: Accesorios destinados a la sustentación y separación de los cables protegidos en configuración romboidal o vertical.
- 2.10.- **ATADURA**: Elemento destinado a sujetar el cable protegido, cable portante o conductor de protección a espaciadores aisladores y estructuras.
- 2.11.- **BRAZO ANTIBALANCEO**: Accesorio destinado a restringir el movimiento del espaciador, y reducir las vibraciones mecánicas de la línea.
- 2.12.- **APOYO**: Es todo conjunto formado por uno o más postes con sus vínculos estructurales, ménsulas, y accesorios o estructura reticulada, que soporta el conjunto de cables protegidos, cable portante, espaciadores y accesorios. No incluye la aislación, la fundación ni los elementos de puesta a tierra no incorporados.
 - 2.12.1.- **Apoyo de alineación**: Es el apoyo que soporta al conjunto descripto precedentemente en los tramos rectos de la línea. Se lo designará con la letra Au o Ar según corresponda a zona urbana o rural, respectivamente; seguidamente se agregará la longitud en más o en menos

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016
		Hoja 6/21
(expresada en metros) en que difiera de la total del apoyo adoptado como nominal. (Ej.: Au-1,0; Ar+0,5). 2.12.2.- Apoyo de desvío: Es el apoyo que soporta al conjunto descripto precedentemente en los puntos en los cuales la línea cambia de dirección. Se lo designará con las letras Du o Dr según corresponda a zona urbana o rural respectivamente; seguidamente se agregará el ángulo de desvío y la longitud en más o en menos (expresada en metros) en que difiera de la total del apoyo adoptado como nominal. (Ej.: Du 15°; Dr 30° + 2,0). 2.12.3.- Apoyo de retención: Es el apoyo que constituye un punto de refuerzo de la línea. Se lo designará con la letra Ru o Rr según corresponda a zona urbana o rural respectivamente; seguidamente se agregará la longitud en más o en menos (expresada en metros) en que difiera de la total del apoyo adoptado como nominal. (Ej.: Ru; Rr+0,5). 2.12.4.- Apoyo de cruce: Es el apoyo que soporta al conjunto descripto precedentemente en los vanos de cruces con vías de tránsito (carreteras, férreas o fluviales) y vías de telecomunicaciones. Se lo designará con las letras Cru o Crr según corresponda a zona urbana o rural respectivamente; seguidamente se agregará la longitud en más o en menos (expresada en metros) en que difiera de la total del apoyo adoptado como nominal. Ej:Cru + 0,5; Crr). 2.12.5.- 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 Tu o Tr, según corresponda a zona urbana o rural respectivamente; o con las letras Tud o Trd cuando además tenga alguna derivación a otra instalación. Seguidamente se agregará la longitud en más o en menos (expresada en metros) en que difiera de la total del apoyo adoptado como nominal (Ej.: Tud + 0,5; Tr). 2.12.6.- 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. Seguidamente se agregará la longitud en más o en menos (expresada en metros) en que difiera de la total del apoyo adoptado como nominal. (Ej.: Apoyo de retención rural y desvío de 30° con longitud 1,00 m mayor que la del nominal: (RrD 30° + 1,00). 2.12.7.- Apoyo especial: Es el apoyo destinado además a alguna otra función no comprendida en los tipos de apoyos anteriores. Se lo designará con las letras Eu o Er según corresponda a zona urbana o rural respectivamente. Seguidamente se agregará la longitud en más o en menos (expresada en metros) en que difiera de la total del apoyo adoptado como nominal. (Ej.: Eu; Er - 0,5). 2.12.8.- Apoyo adoptado como nominal: Es el apoyo de características físicas y mecánicas definidas que se adopta en cada proyecto como resultado del cálculo del vano económico. 2.13.- MÉNSULAS: 2.13.1.- Ménsula de alineación: Elemento en forma de brazo tipo "L" cuya función es la de sostener al conjunto de cables protegidos, espaciadores y accesorios en apoyos de alineación y/o desvío de hasta 15°. 2.13.2.- Ménsula de retención: Elemento en forma de brazo tipo "C" con soporte auxiliar cuya función es la de sostener al conjunto de cables protegidos, espaciadores y accesorios en apoyos de retención. 2.13.3.- Ménsula de desvío: Elemento en forma de brazo tipo "C" cuya función es la de sostener al conjunto de cables protegidos, espaciadores y accesorios en apoyos de desvío. 2.14.- AISLACIÓN: Es el conjunto de aisladores con sus pernos, grampas y accesorios, pertenecientes a un apoyo que sostiene a los cables protegidos. 2.14.1.- Aislación de desvío entre 15 y 60°: Es el tipo de aislación que, debido a la posición del conductor, soporta fundamentalmente esfuerzo de flexión. Se la designará con la letra "d". 2.14.2.- Aislación de desvío mayor a 60°: Es el tipo de aislación que, debido a la posición del conductor, soporta fundamentalmente esfuerzo de tracción. Se la designará con "rd". 2.14.3.- Aislación de amarre: Es el tipo de aislación que soporta, fundamentalmente, esfuerzos de tracción. Se la designará "r". Si la aislación es doble, se lo designará con "rr". 2.14.4.- Aislación especial: Es todo tipo de aislación no comprendido en las denominaciones anteriores. Se lo designará con la letra "e".		

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.		ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016	Hoja 7/21

NOTA: Si bien los aisladores mencionados soportarán esfuerzos de flexión y tracción, estos serán reducidos, dado a que es el cable portante el que soporta la tensión mecánica de la línea.

3.- CONDICIONES PARA EL PROYECTO Y CÁLCULO.

3.1.- **PLANOS:** Los planos se confeccionarán de acuerdo con lo consignado en las especificaciones técnicas ET 12, ET 13 y ET 20 de EPEC. Los planos de los apoyos incluirán circuito de puesta a tierra, fundación, aislación y detalles de los elementos y accesorios: Aislación (conjunto), aisladores, herrajes, espaciadores, ménsulas, elementos para la puesta a tierra y para fijación de los conductores. Se indicarán, además de todas las cotas principales: Cargas de rotura y pesos aproximados de los postes, ménsulas, la aislación, circuito de puesta a tierra y fundación con sus dimensiones. Los apoyos 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 como así también el o los números de apoyo que les correspondan en coincidencia con los de la planialtimetría. En la planimetría general se indicarán, además de la poligonal de la traza, las calles, caminos, sendas, vías férreas, líneas de energía, líneas de telecomunicaciones, gasoductos, acueductos y todas las instalaciones y accidentes topográficos de importancia existentes que sirvan de referencia y orientación para ubicar el trazado en el terreno. Se marcarán en forma objetiva los distintos tramos en que se halle dividida la planialtimetría de detalles, individualizándolos con los correspondientes números. La planialtimetría incluirá todos los accidentes topográficos, obstáculos relacionados con la traza de la línea y demás detalles importantes (caminos, ríos, ferrocarriles, líneas telefónicas, eléctricas y telegráficas, 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 1:2500 para terrenos llantos o sin accidentes importantes y frecuentes y 1:2000 para terrenos accidentados o zonas urbanas. Para los detalles la escala vertical será de 1:250 y la horizontal 1:500.

En la carátula de la planimetría se indicará el número del tramo (o "tramo único") en caracteres destacados, las progresivas, límites del mismo y el cómputo de apoyos por tipos, aislación y fundaciones que a ese tramo correspondan. 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 corte longitudinal de toda la traza. En la vista en planta se emplearán para representar las líneas proyectadas y existentes, los símbolos indicados en la ET 20. En el corte longitudinal se indicarán esquemáticamente y a escala, los apoyos, dibujándose como mínimo la curva del conductor inferior en el estado de máxima flecha en reposo, de manera tal que permita verificar a escala la distancia mínima a puntos significativos. Se dibujarán, además, en los casos que sean necesarios, 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: N° de piquete - Cotas del terreno - Distancias: parciales y progresivas (del relevamiento) - ángulo poligonal y desvío - Distancia entre apoyos parciales y progresivas - Distancia entre apoyos con aislación de amarre - N° 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 que pertenece. Se consignarán todos los accidentes significativos de la traza, naturales o no, los apoyos de la línea. 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 de la posición de los mismos (por cambio en la configuración de las ternas y por rotación de los

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016 Hoja 8/21

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).

- 3.2.- **SISTEMA:** El sistema será trifásico de tres conductores, con neutro conectado directamente a tierra, con una frecuencia de 50 Hz.
- 3.3.- **TENSIONES NOMINALES:** Las tensiones nominales entre fases serán de 13,2 y 33kV.
- 3.4.- **NIVEL DE AISLACIÓN:** Se realizará la coordinación de aislación según norma IRAM 2211.
- 3.5.- **CAÍDAS DE TENSIÓN:** La caída de tensión acumulada 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. Se entiende por caída de tensión acumulada a la diferencia de tensión desde la fuente hasta el extremo de la línea.
- 3.6.- **TRAZADO:** El trazado será el más corto posible, procurando seguir a la vera de los caminos transitables o hacer un recorrido próximo a ellos, que requiera el menor número de servidumbres administrativas de electroducto y que facilite el acceso a las líneas para su mantenimiento.
- 3.7.- **RETENCIONES:** Las retenciones se realizarán como máximo cada 2000 m en zonas rurales y cada 1000 m en zona urbana mediante el tipo de apoyo respectivo.
- 3.8.- **TRANSPOSICIONES:** Las transposiciones se realizarán cada 25 km o fracción mayor de 15 km. La distancia entre dos transposiciones consecutivas cualesquiera será igual a $0,33 \pm 0,03$ de la longitud del ciclo helicoidal completo. 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. En zonas urbanas no se realizarán transposiciones en más de un apoyo.
- 3.9.- **COEFICIENTES DE SEGURIDAD:** Los coeficientes de seguridad referidos a la carga de rotura de los distintos elementos, serán como mínimo los que se consignan en la tabla I. Para los elementos no consignados se adoptará como mínimo 3. Para los conductores se aplicarán las tensiones máximas admisibles según el punto 3.10. Para los postes de eucalipto se podrá considerar un coeficiente de 1,75 referido a las cargas admisibles mínimas citadas en la IRAM 9513 cuando no se disponga de las cargas de rotura correspondientes.

TABLA I: COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Aislación de apoyo, cables y herrajes	2
Postes y elementos de madera	2,5
Postes y elementos de hormigón armado común	2,5
Postes y elementos de hormigón armado pretensado	2,1

- 3.10.- **TENSIONES ADMISIBLES:** Las tensiones admisibles para apoyos metálicos reticulados serán las consignadas en la tabla siguiente:

TABLA IIa: (en kg/mm ²)		IRAM 503	(A)	(B)
Perfiles (IRAM U 500 561) tracción y flexión		F20	18,3	18,3
		F24	22,0	16,0
Bulones (IRAM U 500 512)	Aplastamiento	F24	34,0	25,0
		F30	46,0	33,4
	Tracción y corte	F24	15,4	11,2
		F30	20,6	15,0

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

TABLA IIb: TENSIONES MÁXIMAS ADMISIBLES (kg/mm²)	(A)	(B)
Cordón de acero (IRAM 722)	37	R/4
Cable de aluminio (IRAM-NM 280, IRAM 2176)	4	R/4
Alambres de cualquier material	R/4	R/5

R: Tensión de rotura del cable, cordón o alambre según el caso

(A): Tensión máxima admisible.

(B): Tensión admisible en la condición d) del punto 3.12.1.

NOTA: Los valores consignados se refieren a la componente horizontal de la tensión en el punto de fijación de mayor cota. En los cables tendidos la tensión en los puntos de fijación no deben exceder más de un 5% los valores consignados en la tabla IIb, pero no será necesaria su verificación si los puntos de fijación estuvieran aproximadamente al mismo nivel y la flecha máxima no superara el 4% de la longitud del vano.

El cable protegido no deberá ser sometido durante su tendido a una tensión mayor a la expresada precedentemente.

El esfuerzo mecánico de la línea deberá ser realizado por el cable portante.

3.11.- **CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES:** Para los cálculos mecánicos se adoptarán los valores siguientes:

TABLA III:

	(A)	(B)	(C)
Cordón de acero (IRAM 722)	7,8	20000	$11,5 \times 10^{-6}$
Cable de Aluminio (IRAM-NM 280, IRAM 2176)	-	5600	23×10^{-6}
Alambre de acero (IRAM 580)	7,8	22000	$11,5 \times 10^{-6}$

(A): Peso específico (g/cm³)

(B): Módulo de elasticidad final (kg/mm²)

(C): Coeficiente de dilatación lineal (1/°C)

NOTA: Las secciones reales, diámetro exterior y peso por unidad de longitud serán los consignados en las normas IRAM respectivas.

En cuanto a cables protegidos, para las secciones que las normas IRAM consignen más de una formación se adoptará la de mayor número de alambres.

En toda jurisdicción de EPEC o aquella línea que a futuro pasará a EPEC, la sección mínima de los conductores de energía será de 50 mm² para cables de aleación de aluminio y de 50/8 mm² para cables de aluminio con alma de acero

3.12.- **HIPÓTESIS DE CÁLCULO**

3.12.1.- **Condiciones climáticas:**

a) Temperatura: t = 50°C, sin viento.

b) Temperatura: t = 10°C, con viento.

Presión del viento (normal a la línea) P = 59 kg/m².

c) Temperatura t = -10°C, sin viento.

d) Temperatura t = 16°C, sin viento.

3.12.2.- **Sobrecarga por hielo:** Cuando así se lo consigne en las especificaciones particulares, se considerará la sobrecarga (G) producida por la formación de un manguito de hielo en el conductor, cuyo espesor será el que en aquellas se establezca. El peso del manguito se calculará con la siguiente fórmula:

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016
		Hoja 10/21

$$G = 2,9 e (e + d)$$

en la cual: G = peso del manguito de hielo, en g/m.
 e = espesor del hielo, en mm.
 d = diámetro del conductor en mm.

3.12.3.- **Sobrecarga por viento en la condición de viento máximo** (Sobre los conductores, apoyos, aislación y además 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 la siguiente fórmula:

$$F = P \times S_n$$

En la cual: S_n =Proyección normal a la dirección del viento de las superficies expuestas, planas o cilíndricas, en m². En las superficies cilíndricas S_n = diámetro x la longitud y

a) Para superficies planas: $P = 118 \text{ kg/m}^2$.

b) Para superficies cilíndricas: $P = 59 \text{ kg/m}^2$.

NOTA: Para las estructuras tales como postes dobles, pórticos, reticulados, etc., las superficies de partes ocultas por otras, según la 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 anterior; y según la mitad de su área si la separación fuera 4 veces o menor.

3.12.4.- **Esfuerzos sobre los apoyos**: Los apoyos se calcularán para las hipótesis que se consignan en los puntos 3.12.4.1 a 3.12.4.7, considerando simultáneamente los esfuerzos permanentes resultantes del peso propio de los componentes del apoyo y de los elementos que soporta.

3.12.4.1.- **Apoyo de alineación: (A)**

I- Esfuerzo del viento en dirección normal a la línea

II- Esfuerzo del viento en dirección de la línea.

3.12.4.2.- **Apoyo de desvío: (D)**

Se deberán plantear todas las hipótesis necesarias para determinar la resultante máxima debida al tiro del o los cables portantes y a los esfuerzos simultáneos que produzca la acción del viento y se satisfará la hipótesis más desfavorable.

3.12.4.3.- **Apoyo de retención: (R)**

Para casos de líneas simple terna (un cable portante) las hipótesis serán las siguientes:

I-Mayor tiro unilateral del cable portante que produzca el esfuerzo más desfavorable en la condición b) del punto 3.12.1 y esfuerzo simultaneo del viento en la dirección más desfavorable.

II-Mayor tiro unilateral del cable portante que produzca el esfuerzo más desfavorable.

Para casos de múltiples ternas ("n" cables portantes) las hipótesis serán las siguientes:

III-Mayor tiro unilateral de n-1 cables portantes que produzcan el esfuerzo más desfavorable en I condición b) del punto 3.12.1 y esfuerzo simultaneo del viento en la dirección más desfavorable.

IV-Mayor tiro unilateral de n-1 cables portantes que produzcan el esfuerzo más desfavorable.

3.12.4.4.- **Apoyo de cruce: (Cr)** Se satisfarán las exigencias de las reparticiones responsables 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.

3.12.4.5.- **Apoyo terminal: (T)**

I-Tiro total del o los cables portantes en la condición b) del punto 3.12.1 y esfuerzo simultaneo del viento **en la dirección más desfavorable**.

II-Tiro máximo total del o los cables portantes.

3.12.4.6.- **Apoyo combinado**: Se satisfarán simultáneamente las hipótesis para todos los apoyos correspondientes a las distintas funciones que deba cumplir el apoyo combinado, tales como Retención y Desvío (RD), Retención y Cruce (RC).

3.12.4.7.- **Apoyo especial**: Se lo calculará de acuerdo con la función a que esté destinado, teniendo en cuenta las hipótesis establecidas para los demás tipos.

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016 Hoja 11/21

- 3.12.5.- **Postes dobles:** 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. Se aceptarán otros valores de resistencia si se lo demuestra experimentalmente mediante ensayos representativos.
- 3.13.- **VANO MÁXIMO:** En zona urbana, el vano máximo será de 70 m. Para zona rural, no se establecen límites de vano.
- 3.14.- **ALTURA LIBRE MÍNIMA:** La altura libre mínima final de los conductores, en metros, será la que se consigna en la tabla IV siguiente:

TABLA IV: ALTURAS LIBRES (en metros).

Tensión de línea		13,2 kV	33 kV
Zona urbana		7	7
Zona rural	En propiedad privada. Cruce o zona de camino rural. Por ruta nacional, provincial o camino a más de 15 m del borde de la calzada	6	6
	Cruce de ruta o camino nacional o provincial. Por ruta o camino nacional a 15 m o menos del borde de la calzada	7	7

NOTA: Además de lo indicado precedentemente, para tendidos paralelos y cruces de caminos y ferrocarril deberán respetarse todas las normas y especificaciones que establezcan los organismos competentes (Direcciones de Vialidad o Ferrocarril). Para cruces de lagos, la altura libre mínima de los conductores sobre el nivel máximo del agua, será de 20,1 m (en condiciones de máxima cota). 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 4,1 m restantes corresponden a la distancia de seguridad que debe respetarse entre conductores de energía y estructuras a tierra no pertenecientes a líneas eléctricas.

En casos especiales, sujeto a exclusivo criterio de EPEC, la altura mínima no deberá ser menor a 7 m.

- 3.15.- **UBICACIÓN RELATIVA:** Cuando dos líneas sean montadas sobre los mismos apoyos o se crucen, la de mayor tensión irá o cruzará por arriba. En caso de tensiones iguales, cuando una sola de ellas lleve conductor de protección, ésta cruzará por arriba. **EPEC** podrá admitir lo contrario en casos especialmente considerados.
- 3.16.- **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 3.16.1 a 3.16.9 para cada caso en particular.
- 3.16.1.- **Entre conductores de energía de líneas compactas y cualquier otra línea que corra paralela:** Cuando las trazas de dos o más líneas de energía sean paralelas (sobre los mismos o distintos apoyos) o aproximadamente paralelas, la distancia mínima, entre los conductores de ambas líneas será:

$$d = k' \sqrt{fm' + ha'} + \frac{Us}{150} \quad \text{pero no menor de 0,5 m.}$$

k': coeficiente de la línea de energía que no es compacta

fm': mayor de las dos flechas máximas de los conductores en reposo, de ambas líneas, en m.

ha': longitud de aislación, en m. de la línea que no es compacta. (Con aislación de apoyo o suspensión en amarre, ha'=0)

Us: suma de las dos tensiones nominales de ambas líneas en kV

TABLA V: COEFICIENTE K'

DISPOSICIÓN DE LOS CONDUCTORES:	Ángulo de inclinación del conductor:			
	Hasta 40°	Más de 40° y hasta 55°	Más de 55° y hasta 65°	Más de 65°
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

Se deberá verificar además que las separaciones entre conductores de cada línea en los puntos de mayor flecha en la condición "b" del punto 3.12.1 no sean menores de $d = U/150$ para oscilaciones opuestas con una inclinación igual a 0,2 del valor de la máxima inclinación que pueden experimentar por el viento.

NOTA: Si ambas líneas son compactas, la separación entre conductores de cada línea en los puntos de mayor flecha para la condición "b" del punto 3.12.1 no deberá ser menor de $d=U_s/150$ para oscilaciones opuestas con una inclinación igual a 0,2 del valor de la máxima inclinación que pueden experimentar por el viento.

- 3.16.2.- **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, será:

$$d = 0,1 + \frac{U_f}{150}$$

U_f : tensión con respecto a tierra en kV.

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 ángulo de máxima inclinación de los conductores de los vanos adyacentes.

- 3.16.3.- **Horizontal entre conductores a distinto nivel:** Cuando se considere la formación de hielo, la distancia horizontal mínima, será:

$$d = \frac{U}{150}$$

U : tensión entre fases en kV

- 3.16.4 **Entre puntos de dos conductores:** La distancia mínima entre dos puntos en los que estén fijados los conductores o sus accesorios sometidos a tensión será:

$$d = \frac{U'}{150} \text{ pero no menor de 0,17 m para líneas de 13,2 kV y 0,27 m para líneas de 33 kV.}$$

U' : suma de las dos tensiones de fase en kV (tensiones con respecto a tierra) de ambos conductores.

- 3.16.5.- **Entre conductor de protección y demás conductores:** La distancia mínima será la que resulte de aplicar el método de Langrehr para los conductores en reposo y teniendo en cuenta las consideraciones del punto 3.17. Se deberá verificar, además, que la distancia mínima no sea menor que la establecida en el punto 3.16.4 para los conductores de energía correspondientes a la línea (según el tipo de aislación que corresponda). Todo elemento sometido a tensión deberá estar dentro de la zona protegida por el conductor y los anillos de protección conectados a tierra.

NOTA: El conductor portante no será considerado como conductor de protección.

3.16.6.- **Vertical entre conductores de energía y de telecomunicación montados sobre los mismos apoyos:** La distancia vertical mínima entre conductores de energía de 13,2 o 33 kV y de telecomunicación, será de 1,8 m.

3.16.7.- **Entre conductores de líneas que se cruzan:** La distancia mínima en metros entre conductores de energía y/o 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 distinta altura con respecto a los del vano contiguo.

TABLA VI	Telefonía	13,2 kV	33 kV	66 kV	132 kV
13,2 kV	1,8	1,2	1,2	1,5	2,8
33 kV	2,6	1,2	1,5	1,9	3,2

Las Prescripciones de este punto son válidas aunque una de las líneas no pertenezca a **EPEC**.

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

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

U: tensión entre fases en kV.

En los cruces o paralelismos 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:

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

U: tensión entre fases en kV

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 metro en exceso.

3.16.8.- **Entre conductores de energía y edificios, estructuras a tierra no pertenecientes a líneas eléctricas o accidentes del terreno accesibles a personas:**

La distancia mínima horizontal entre el conductor más cercano de una línea de media tensión a una edificación o a su respectiva línea municipal en zona urbana o al límite de propiedad privada en zona rural, la menor de ambas, será:

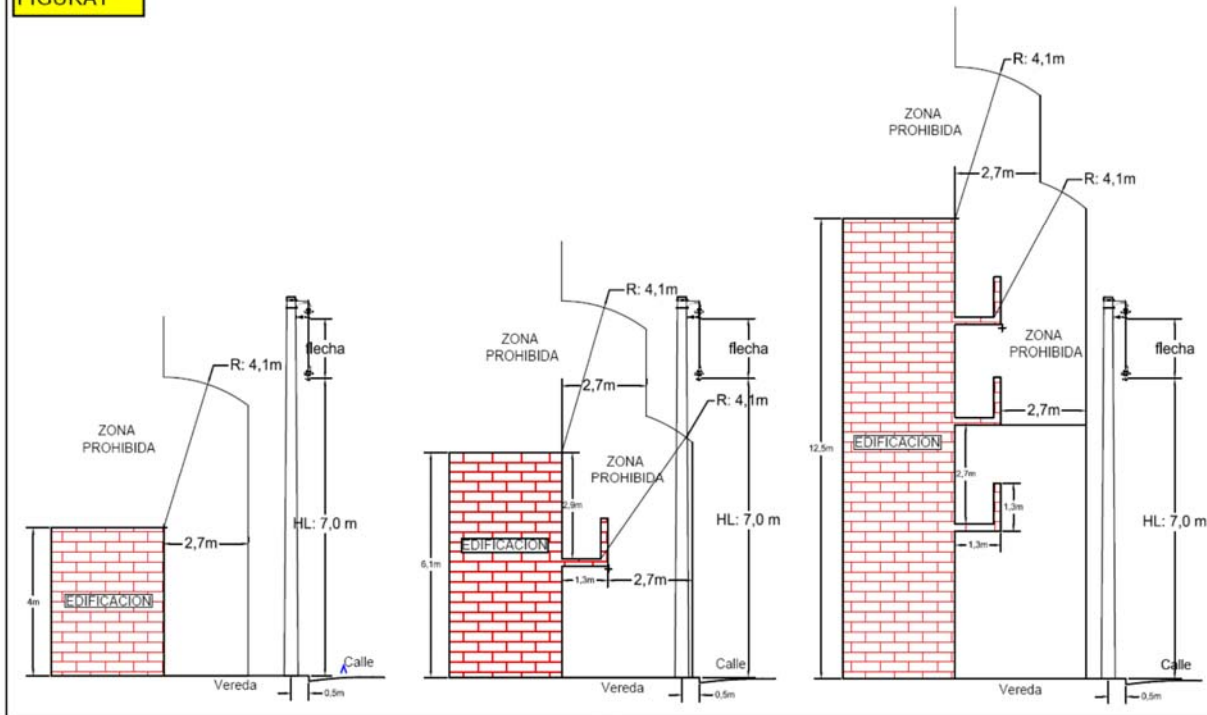
Condición Climática	Temperatura (°C)	Viento (kg/m²)	Distancia (m)
"a"	50	0	2,7
"b"	10	59	1,9

En caso de que el ancho de la vereda aprobado por la municipalidad o comuna no permita el cumplimiento de alguna de las distancias horizontales especificadas, ya sea por vereda angosta, balcón, azotea o algún obstáculo insalvable, se deberá cumplir con la distancia "punto a punto" de 4,10 m, la cual deberá ser medida desde el conductor más próximo a la edificación en la condición 50° C sin viento (condición "a" del punto 3.12.1) o punto con

tensión más próximo a la edificación, hasta el límite edificado correspondiente al piso del balcón y/o techo y/o azotea, sean estos accesibles o no, figura 1.

Los conductores de una línea de media tensión, en cualquier condición climática del punto 3.12.1, no podrán pasar sobre el espacio aéreo de una propiedad privada, sea ésta urbana o rural, salvo con la constitución de la correspondiente "servidumbre administrativa de electroducto". Sin perjuicio de ello, los conductores de la línea, en cualquiera de las condiciones de cálculo referidas, no podrán pasar sobre el espacio aéreo de viviendas, galpones, edificaciones o partes de ellos, sea que se encuentren en zona urbana o rural indistintamente.

FIGURA1



En el caso de que no puedan cumplirse estas distancias, deberá comunicárselo en forma fehaciente y de inmediato a la EPEC, quien analizará la solución técnica del caso.

La distancia mínima entre el conductor más cercano de una línea de media tensión a columnas y/o artefactos de alumbrado público, para cualquier de las condiciones climáticas del punto 3.12.1, será de 1,5 m.

- 3.16.8.1.- **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 Nº 8484** cuyo texto principal (Artículos 1º y 2º) 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. El responsable del cumplimiento de lo indicado será el organismo autorizante de las construcciones".

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016 Hoja 15/21

3.16.9.- **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 traza de una línea telefónica, las distancias mínimas entre los conductores de dichas trazas (según 3.16), serán:

Con líneas de energía de:	13,2 kV	33 kV
Distancia mínima en general:	3,50 m	4,50 m
Distancia mínima horizontal:	1,50 m	2,50 m

Además cuando la distancia horizontal fuera menor que la altura de la línea más baja, se deberá mantener una diferencia de altura o distancia vertical mínima de 1,00 m.

3.17.- **FLECHAS DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:** Para la hipótesis c) del punto 3.12.1, la flecha máxima del conductor de protección será el 10% menor que la del conductor portante.

3.18.- **RECOMENDACION.** Se deberá evitar esta tipología de líneas de MT en tendidos de línea que abarquen zonas con plantación del tipo coníferas.

4.- **NORMAS CONSTRUCTIVAS.**

4.1.- **CONDUCTOR DE PROTECCIÓN:** En zonas y casos que se consignen expresamente en las especificaciones particulares, las líneas de 33 kV podrán requerirse con uno o más conductores de protección, conectados a tierra en todos los apoyos.

4.2.- **TIPOS DE APOYO:** En líneas a construir por cuenta y cargo de terceros y que posteriormente deban ingresar al patrimonio de EPEC, los apoyos serán de hormigón armado o pretensado ya sean vibrados o centrifugados, según ET4 en vigencia. La carga de rotura nominal mínima de los postes será $R=750$ kg. En las líneas con apoyos de madera se admitirá el uso de contrapostes. No se admitirán el uso de riendas Para situaciones particulares y de contingencias EPEC analizará la solución constructiva a utilizar. Los postes de eucalipto responderán a las ET17.1 y ET17.2 según sea su tipo de impregnación.

4.3.- **UBICACIÓN DE LOS APOYOS**

a) **ZONA URBANA:** Los postes se ubicarán en línea de árboles (en la vereda) o lugar previsto para la misma, si la hubiera y, preferentemente, sobre la continuación de las líneas divisorias en los lotes. Se dejarán libres las entradas de vehículos y se evitarán, en lo posible, detalles salientes de edificios. En las calles con cordón de vereda, el bloque de fundación deberá estar a 30 cm por debajo de la parte superior del cordón. El lado mayor de la fundación de los apoyos, se orientará paralelamente al cordón de la vereda (existente o prevista).

b) **ZONA RURAL:** Cuando los apoyos se ubiquen en terrenos aptos para cultivos, o dentro de caminos, la cara superior de la fundación estará a 0,50 m debajo del nivel natural del terreno. En terreno rocoso (nunca apto para cultivos), 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.

En general, en los apoyos próximos a acequias o cunetas, la cara superior del bloque de fundación estará a 50 cm por debajo del nivel de solera de la acequia o cuneta.

La altura de los conductores se medirá desde el nivel natural del terreno. Para los apoyos que se instalen en la 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 y la altura libre de los conductores se medirá desde la cota superior. Cuando se instalen en laderas o faldeos con pendientes naturales mayores de 1:5 o próximos a éstos, cualquier punto de la excavación, a partir del nivel superior de la base, estará a más de 2,5 m de la ladera medido horizontalmente. Para caso de terreno rocoso podrán permitirse distancias menores, las que deberán verificarse para cada caso. 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

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA. Gcia Planeamiento e Ingeniería	ET 1002/2 Emisión : 14/07/2016 Hoja 16/21
	dentro de las hipótesis formuladas o, en su defecto, proponiendo la solución más adecuada para cada caso particular. 4.4.- ARMADO DE LOS APOYOS: Se permitirá el izamiento de los postes conjuntamente con las 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 los valores admisibles respectivos para los coeficientes de seguridad indicados. 4.5.- DISPOSITIVO DE SEGURIDAD: En caso de ser necesario se aplicarán dispositivos aprobados por EPEC que impidan el escalamiento sin elementos especiales en todos los apoyos que, por sus características, así lo requieran. 4.6.- FUNDACIONES: Todos los apoyos de hormigón armado o metálicos serán empotrados en fundaciones de hormigón simple u hormigón armado según corresponda. Las fundaciones a bloque único se dimensionarán por el método de Sulzberger u otro más adecuado al comportamiento del suelo, aplicando un coeficiente mínimo de seguridad al vuelco igual a 1,5. Salvo indicación en contrario en planos y/o pliego particular de especificaciones técnicas, el cálculo de la estructura de la fundación, ejecución y su control, se realizará en base a un hormigón de calidad mínima: I) $H-8(\sigma'_{bk}=80 \text{ kg/cm}^2)$ para hormigón simple II) $H-13(\sigma'_{bk}=130 \text{ kg/cm}^2)$ para hormigón armado ensayado según normas IRAM 1524 e IRAM 1546. La fundación tendrá como mínimo 200 mm de espesor entre la generatriz del agujero y la superficie lateral externa y 200 mm entre el fondo del agujero y la superficie inferior, sin considerar en ambos casos, el espesor de la colada final para la fijación del poste. EPEC podrá solicitar un estudio de suelo que permita tener un conocimiento acabado acerca de las cualidades del terreno de fundación a saber: tipo de suelo; características mecánicas; presión admisible cota de fundación; índice de compresibilidad, etc. incluyendo análisis químico para verificar grado de agresividad del suelo y/o líquidos que estarán en contacto con la fundación. Los estudios y ensayos de suelo se realizarán en Laboratorios de reconocido prestigio. El recubrimiento mínimo de las armaduras será de 30 mm para evitar oxidación de las mismas. La composición y proporción del hormigón se establecerá en forma empírica teniendo en cuenta que, tanto el contenido mínimo de cemento por m³ de hormigón compactado, así como el asentamiento del hormigón (medido en el cono de Abrams), la relación agua-cemento y las demás disposiciones, se ajustarán según lo prescripto en el "Reglamento CIRSOC 201 y Anexos". En zona rural y solo para apoyos de alineación, se admitirá el uso de postes de hormigón armado sin fundación. 4.7.- EMPOTRAMIENTO: En zonas urbanas, 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 será verificado por el método de Sulzberger y como mínimo igual al 10% de la longitud total del poste más 80 cm en terrenos con resistencia menor a 2 kg/cm²; e igual al 10 % más 60 cm en terrenos de mayor resistencia. 4.8.- PUESTA A TIERRA: Todas las piezas metálicas no sometidas a tensión, pertenecientes a líneas con apoyos metálicos o de hormigón armado, ubicada a 10 m o menos, deberán conectarse a tierra. En zona urbana los elementos que se pondrán a tierra serán considerados especialmente. De existir el conductor de protección, se conectarán a tierra en todos los apoyos. La resistencia del circuito de puesta a tierra no será mayor de 10 Ohm. La ejecución de las puestas a tierra podrá ser en forma conjunta para los elementos metálicos no sometidos a tensión y conductor de protección en caso de existir. 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). 4.8.1.- Conexión a tierra: El conductor de conexión a tierra seguirá el recorrido más corto posible hasta el respectivo dispersor y será conductor de cobre según IRAM 2204 o acero recubierto de cobre según IRAM 2281, de 25 mm² de sección mínima, y los elementos de unión serán totalmente de bronce.	

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016 Hoja 17/21

Los conectores de las uniones deberán estar previamente estañados y todo el conjunto se protegerá con una capa de pintura asfáltica.

Parte del conductor de conexión a tierra podrá ser la armadura de los postes de hormigón armado o las estructuras metálicas y se hará a través de los bloquetes de puesta a tierra de los postes, conforme al plano TC1201, siempre que se asegure una continuidad eléctrica correcta por medio de soldadura o conectores y de modo que el desmontaje de alguna parte de la estructura no interrumpa la continuidad eléctrica a tierra. Los terminales del conductor de conexión a tierra serán a presión o soldados y las uniones serán soldadas o mediante conectores, siempre que se asegure una resistencia eléctrica por unidad de longitud menor que el resto del circuito. No se admitirá soldadura con estaño o aleaciones de características similares.

El conductor pasará a través de un caño de PVC o polietileno incorporado en el hormigón de la base.

El conductor de conexión a tierra, cuando sea independiente de la armadura o estructura, no será alojado dentro de tubos u otras armaduras metálicas que formen espiras cerradas a su alrededor, debiendo protegerse adecuadamente hasta una altura de 3 m mediante un caño de polipropileno con resistencia a los rayos ultravioletas, la cual no deberá fijarse con abrazaderas que formen espiras cerradas alrededor del conductor de puesta a tierra.

Todos los apoyos deberán contar con las puestas a tierra indicadas.

La conexión a tierra de las subestaciones aéreas se ajustará a lo indicado en el tipo constructivo de **EPEC TC1206 "mallas de puesta a tierra para subestaciones aéreas"**.

- 4.8.2.- **Electrodos de puesta a tierra:** Los electrodos de puesta a tierra o dispersores estarán constituidos por lanzas o jabalinas de cobre o acero recubierto por una capa de cobre en un todo de acuerdo con lo especificado en la norma IRAM 2309, con una longitud mínima de 1.500 mm. Se instalarán en el suelo, desde una profundidad de 0,50 m a partir del nivel de vereda y por lo menos a un metro de distancia de la base. Los dispersores de puesta a tierra independientes deberán estar separados entre sí una distancia igual a 2 (dos) veces la longitud del dispersor seleccionado, como mínimo.

- 4.8.3.- **Puesta a tierra en apoyos existentes a utilizar:** En todos los apoyos de H°A° existentes que se encuentren en la traza de la línea, que carezcan de sistema de puesta a tierra, se deberá crear el mismo mediante la colocación de un conductor de cobre según IRAM 2204 o acero recubierto de cobre según IRAM 2281, de 25 mm² de sección mínima, por fuera del apoyo, en el tramo comprendido entre la cima y la perforación que deberá efectuarse a 15 cm por sobre el nivel de la vereda terminada; lugar donde se colocará una tuerca de bronce que permitirá alojar un bloquete Q 320 E.

El conductor deberá ser protegido hasta una altura de 3 m metros de acuerdo a lo indicado en 4.8.1. y el resto deberá encuadrarse a lo exigido en 4.8.2.

Todo lo anterior deberá asegurar en forma absoluta la continuidad eléctrica, la confiabilidad mecánica y una correcta terminación.

- 4.8.4.- **Conexión a tierra de alambrados:** En todos los alambrados que corran paralelos a la línea, a una distancia de la traza igual o menor a 10 m, se instalará una puesta a tierra cada 500 m.

Para el caso de alambrados que crucen la traza de la línea en ángulo, se pondrán a tierra en el punto del cruce y a ambos lados de éste a una distancia de 20 m. Si dentro de la distancia especificada, el alambrado se discontinúa, se pondrá a tierra en el punto extremo del alambrado.

En todos los casos la puesta a tierra de alambrados se ejecutará según lo especificado en TC 1207 "puesta a tierra para alambrados"

- 4.9.- **DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN:** Los descargadores deberán estar conectados a una puesta a tierra independiente de la correspondiente a la columna y conductor de protección, la cual será construida en base a lo especificado desde 4.8 a 4.8.3. Los descargadores deberán estar conectados al conductor de puesta a tierra en forma independiente. La instalación de los descargadores deberá priorizarse en estructuras con transformadores de distribución, derivaciones de líneas troncales, en apoyos de retención y estructuras de transición.

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016
		Hoja 18/21
4.10.- PUESTA A TIERRA DE SEGURIDAD: A fin de cumplimentar con las normas de seguridad para la operación y mantenimiento de la línea en forma segura, se deberá instalar en todas las derivaciones a descargadores de sobretensión un conector tipo cuña con accesorio a los efectos de conectar el equipo de puesta a tierra temporaria y en cortocircuito para líneas aérea de media tensión. Luego de instalar dicho conector a cuña se deberá reconstituir la capa semiconductora, la capa de polietileno reticulado y las características contra el encaminamiento eléctrico y rayos ultravioleta, mediante cintas aptas para tal fin. 4.11.- <u>TIPO DE AISLACIÓN:</u> 4.11.1.- <u>Aislación de alineación para 13,2 kV y 33 kV:</u> En líneas compactas, no será necesaria la utilización de aisladores para apoyos de alineación y desvío de hasta 15°, dado a que los cables protegidos están sostenidos por el conjunto ménsula de alineación, cable portante y espaciador. 4.11.2.- <u>Aislación de desvíos de hasta 60° para 13,2 kV:</u> Por cada fase, se utilizará un aislador orgánico perno rígido según IRAM 2355, apto para 15 kV, montado sobre perno metálico con cabeza de polietileno reticulado de alta densidad. 4.11.3.- <u>Aislación de desvíos mayores a 60° para 13,2 kV:</u> Por cada fase se utilizará un aislador orgánico horquilla según IRAM 2355, apto para 15 kV, para cada posición del cable protegido. 4.11.4.- <u>Aislación de amarre para 13,2 kV:</u> Por cada fase se utilizarán un aislador orgánico horquilla según IRAM 2355, apto para 15 kV. 4.11.5.- <u>Aislación de desvíos de hasta 60° para 33 kV:</u> Por cada fase, se utilizará un aislador orgánico perno rígido según IRAM 2355, apto para 35 kV, montado sobre perno metálico con cabeza de polietileno reticulado de alta densidad. 4.11.6.- <u>Aislación de desvíos mayores a 60° para 33 kV:</u> Por cada fase se utilizará un aislador orgánico horquilla según IRAM 2355, apto para 35 kV, para cada posición del cable protegido. 4.11.7.- <u>Aislación de amarre para 33 kV:</u> Por cada fase se utilizarán un aislador orgánico horquilla según IRAM 2355, apto para 35 kV. 4.12.- <u>TENDIDO Y SUJECIÓN:</u> 4.12.1.- <u>Tendido y sujeción del cable portante:</u> El tendido del cable portante se efectuará teniendo en cuenta la variación que experimentará el módulo de elasticidad inicial. Deberá ser tesado a una tensión tal que al instalar el conjunto espaciadores y cables protegidos, llegue a la tensión máxima de cálculo de proyecto y respete la altura libre mínima exigida. En desvíos de hasta 6° el mismo se sujetará a la ménsula de alineación, y en retenciones, terminales y desvíos mayores de 6°, a la estructura por medio de grampas y/o preformados metálicos. 4.12.2.- <u>Tendido y sujeción de cables protegidos:</u> Una vez tendido y tesado el cable portante, se procederá a instalar los tres conductores de fase simultáneamente utilizando todos los elementos necesarios según lo indicado por la técnica del tendido. Se deberá tener especial precaución de no superar la tensión máxima admisible indicada en 3.10. La sujeción del cable protegido a los espaciadores y aisladores orgánicos perno rígido se realizará por medio de anillos de silicona o ataduras preformadas sintéticas, y a aisladores orgánicos horquilla por medio de ataduras preformadas metálicas con grillete guardacabo. 4.12.3.- <u>Montaje de espaciadores:</u> Una vez finalizado lo anterior, se procederá a la instalación de los espaciadores. Los mismos deberán ser instalados según se detalla a continuación: En estructuras de alineación sin brazo antibalanceo, la separación entre el primer espaciador y a la estructura será de 1 m; en las estructuras de alineación con brazo antibalanceo, esta separación será de 7 m. Para estructuras de alineación con ángulo de desvío de hasta 15°, estructuras de desvío y estructuras de retención, la separación entre el primer espaciador y la estructura será de 10 m. Una vez determinada la posición de los espaciadores contiguos a las columnas según se detalló precedentemente, se instalará un espaciador cada 8 m como máximo, en el espacio restante del vano. 4.12.4.- <u>Empalmes de cables protegidos:</u> Cuando se requiera empalmar dos cables protegidos, el mismo se deberá realizar en apoyos calculados para la función normal que deban cumplir		

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016
		Hoja 19/21
(alineación, desvío, etc.), utilizando a ambos lados del apoyo aislación de amarre. Los empalmes se ejecutarán mediante conectores tipo cuña y posteriormente se deberá reconstituir la capa semiconductora, la capa de polietileno reticulado, las características contra el encaminamiento eléctrico y rayos ultravioleta, mediante cintas aptas para tal fin y/o protector para conector a cuña adecuado. 4.12.5.- Derivaciones en cables protegidos: Para realizar derivaciones en donde no se tengan fuerzas de tracción, se utilizarán conectores a cuña y posteriormente se deberá reconstituir la capa semiconductora, la capa de polietileno reticulado y las características contra el encaminamiento eléctrico y rayos ultravioleta, mediante cintas aptas para tal fin y/o protector para conector a cuña adecuado. 4.13.- DISPOSITIVO ANTIBALANCEO: Se instalará un brazo antibalanceo en estructuras de alineación cada 2 vanos, y además en todas las columnas con ángulos de desvío menores de 15°. Se deberá verificar en los apoyos donde no se instalen brazos antibalanceos que se cumpla la distancia $d=U_s/150$, siendo U_s: tensión con respecto a tierra, de no cumplirse, se deberá instalar el brazo antibalanceo. 4.14.- NUMERACIÓN DE LOS APOYOS: Todos los apoyos llevarán a una altura de 4 a 5 metros sobre el nivel del terreno una chapa con numeración sucesiva a partir del arranque de la línea con el número que se indique en las especificaciones particulares. 4.15.- CRUCES FERROVIARIOS: Los cruces aéreos de ferrocarril se ajustarán a las respectivas normas en vigencia del Organismo responsable y a lo indicado en los puntos 4.15.1 a 4.15.6. 4.15.1.- Apoyos: Los apoyos serán de acuerdo con el punto 3.12.4.4. No se admitirán apoyos de madera. 4.15.2.- Dispositivo de puesta a tierra: En cada apoyo, del lado interno del cruce aéreo del ferrocarril, se instalará un dispositivo de puesta a tierra conectado según los puntos 4.8, 4.8.1 y 4.8.2. Este dispositivo estará constituido por perfiles L de hierro de 45 x 45 x 5 mm y dispondrá de una barra transversal del mismo material que sobrepasa en 0,5 m la proyección vertical de los conductores exteriores, ubicada de tal modo que su distancia a los conductores no sea menor que la prescrita en el punto 3.16.2 y tal que, en caso de rotura de uno cualquiera de los conductores, se verifique el contacto con éste antes de que el mismo toque el suelo o alguna instalación del ferrocarril: (TC19A-TC19B). 4.15.3.- Conductores de energía: Los conductores del cruce deberán estar en posición de amarre en ambos lados del vano y no tendrán empalmes. 4.15.4.- Cable portante: El cable portante deberá estar en posición de retención, deberá poseer otro amarre de respaldo en ambos lados del vano y no tendrá empalmes. 4.15.5.- Conductor de protección: El conductor de protección deberá estar en posición de amarre en ambos lados del vano y no tendrá empalmes. 4.15.6.- Documentación: La documentación y los detalles no considerados en los puntos anteriores o aquellos en que pudiera existir contradicción, se regirán por el "Reglamento sobre Conducciones Eléctricas que cruzan o corren paralelas a las líneas férreas" del Ente responsable. 4.16.- CRUCES CARRETEROS, FLUVIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN: Los cruces aéreos de rutas carreteras, fluviales o líneas de telecomunicación se efectuarán con apoyos calculados para la función normal que deban cumplir (alineación, desvío, etc.). Los conductores de energía, el cable portante y el conductor de protección deberán estar en la posición normal que deban cumplir, pero además el portante deberá poseer un amarre de respaldo en ambos lados del vano. Las líneas de MT cruzarán por arriba de las líneas de telecomunicación respetando las alturas libres correspondientes, según 3.16.8. 4.16.1.- Documentación: La documentación y los detalles no considerados o aquellos en que pudiera existir contradicción, se regirán por el Reglamento del Ente responsable para cada caso. 4.17.- DESPEJE DE LA ZONA AFECTADA POR LA LÍNEA: La zona afectada por la línea se despejará realizando los siguientes trabajos: Picadas y podas de árboles de forma tal que, para cualquier posición de los conductores, la distancia a los árboles no sea menor que la correspondiente entre los conductores de		

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016
		Hoja 20/21

energía. Desmonte, limpieza y alisado del terreno para circulación de vehículos en una franja longitudinal de cuatro metros de ancho, ubicada debajo de la línea, en toda la zona con vegetación natural. Construcción de tranqueras o similares para el paso de vehículos, en todos los alambrados, cercas, etc., excepto los pertenecientes al ferrocarril, que resulten cruzados por la línea. Sus características serán acordes con las cercas correspondientes.

5.- **MATERIALES.**

5.1.- **CABLE PROTEGIDO:** Cordón compuesto de varios alambres de aluminio puro, cuerda circular compacta con bloqueo longitudinal de humedad, provistos de una capa de material semiconductor de Polietileno Reticulado y una cubierta protectora de Polietileno Reticulado XLPE (*"cross-linked polyethylene"*) compuesta por una o dos capas aplicadas por extrusión. La capa externa debe ser apta para uso a la intemperie expuesta a la radiación solar directa, resistente a la abrasión y al encaminamiento eléctrico (*"tracking"*). Ambas capas deben ser continuas y uniformes en todo el largo del cable.

Los cables protegidos responderán a la norma IRAM 63005.

5.1.1.- **Formación:** Cuando para una misma sección las normas citadas establezcan dos o más formaciones se adoptará la de mayor número de alambres.

5.2.- **CABLE PORTANTE Y CONDUCTOR DE PROTECCIÓN:** Serán cordones de acero cincado pesado, según norma IRAM 722 y ET19, formación 1 x 19, carga de rotura efectiva mínima: 2629 – 3783 - 5429 y 7396 daN para cordón de diámetro: 6,3 - 7,5 - 9 y 10,5 mm respectivamente.

5.3.- **ESPACIADORES:** Accesorios contruidos en polietileno de alta densidad apto para 15 kV, auto extingible, no higroscópico, alta resistencia al impacto, con características contra el encaminamiento de descargas, resistencia a rayos ultravioletas, y compatibilidad con los accesorios poliméricos y cables protegidos.

5.3.1.- **Espaciador romboidal:** Accesorio de forma romboidal, destinado a la sustentación y separación de los cables protegidos.

5.3.2.- **Espaciador vertical:** Accesorio destinado a separar los cables protegidos en configuración vertical cuando dos líneas compactas que se cruzan deban interconectarse entre sí.

5.4.- **BRAZO ANTIBALANCEO:** Accesorios contruidos en polietileno de alta densidad apto 15 kV, auto extingible, no higroscópico, alta resistencia al impacto, con características contra el encaminamiento de descargas, resistencia a rayos ultravioletas, y resistencia a la tracción y compresión.

5.5 **AISLADORES:** Los aisladores serán los normalizados por EPEC salvo que se consigne lo contrario en las especificaciones particulares. En los casos que se requieran otros aisladores con el objeto de satisfacer los niveles de aislación exigidos, la resistencia mecánica u otras condiciones especiales de tales aisladores deberán cumplimentar las normas IRAM o en su defecto, las normas extranjeras correspondientes. Los aisladores no normalizados por EPEC, deberán ser aprobados por la misma antes de su utilización.

5.5.1.- **Aislador polimérico perno rígido:** Accesorios contruidos en polietileno de alta densidad, con características contra el encaminamiento de descargas, resistencia a rayos ultravioletas, y compatibilidad con los accesorios poliméricos.

5.5.2.- **Aislador orgánico de amarre:** Núcleo compuesto de resina reforzada con fibra de vidrio. Campana Aislante compuesta de caucho de silicona libre de EPDM, con características contra el encaminamiento de descargas, resistencia a rayos ultravioletas, y compatibilidad con los accesorios polimérico. Herrajes Terminales compuestos de fundición de hierro galvanizado en caliente.

5.6.- **MÉNSULAS:**

5.6.1.- **Ménsula de alineación:** Elemento en forma de Brazo tipo "L" de hierro cincado en caliente.

5.6.2.- **Ménsula de retención:** Elemento en forma de Brazo tipo "C" con soporte auxiliar, construido con perfil de hierro tipo "U" y perfil de hierro ángulo, ambos cincados en caliente.

5.6.3.- **Ménsula de desvío:** Elemento en forma de Brazo tipo "C", construido con perfil de hierro tipo "U", cincado en caliente.

 EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CÓRDOBA	LÍNEAS AÉREAS CON CABLE PROTEGIDO NO AISLADO DE MEDIA TENSIÓN 13,2 / 33 kV, EN DISPOSICION COMPACTA.	ET 1002/2
	Gcia Planeamiento e Ingeniería	Emisión : 14/07/2016
		Hoja 21/21

5.7.- **ATADURAS:**

5.7.1.- **Preformado sintético:** Elemento construido en polietileno de alta densidad, con características contra el encaminamiento de descargas, resistencia a rayos UV, y compatibilidad con los accesorios poliméricos.

5.7.2.- **Anillo de silicona:** Elemento construido de Policloruro de vinilo o copolímero de cloruro de vinilo, resistente a la acción de la humedad, a la presencia de ozono y la radiación UV.

5.7.3.- **Preformado Metálico:** Elemento construido de hilos de acero galvanizado o recubiertos en aluminio.

5.8.- **ACCESORIOS METÁLICOS (Bulonería, herrajes, grampas, etc.):** Los accesorios metálicos serán preferentemente los normalizados por EPEC, salvo que se consigne lo contrario en las especificaciones particulares. Todos los elementos que lo requieran, en especial los roscados, deberán tener trabas que impidan el aflojamiento. Todas las piezas de materiales ferrosos serán cincadas según la especificación técnica ET10 de EPEC. Los accesorios no normalizados por EPEC deberán ser aprobados por la misma antes de su utilización.

5.9.- **POSTES:**

5.9.1.- **Hormigón armado:** Los postes de hormigón armado común, y pretensado responderán a la especificación técnica ET4 de EPEC.

Los apoyos de un solo poste (monoposte) que soporten esfuerzos permanentes de flexión (cargas permanentes desequilibradas), tales como apoyos de desvío, terminales, deberán presentar en la cima, bajo la carga de servicio, una flecha máxima admisible, no mayor al 2 % de la altura total del poste.

5.9.2.- **Madera:** Los postes de madera responderán a la especificación técnica ET17.1 y ET17.2 de EPEC.

5.9.3.- **Metálicos:** El acero para perfiles y chapas de apoyos metálicos reticulados, tendrán las siguientes características mecánicas mínimas:

Límite elástico:	20,73	kg/mm ² .
Límite de fluencia:	24,00	" .
Tensión de rotura:	37,00	" .