

NORMA DE CONSTRUCCIÓN

NC – RA2 - 543

Estructura en Hache configuración terminal con cruceta de 4500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV

Control de cambios						
Versión ¹	Revisión ²	Fecha	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
1	0	2023-01-13	Creación	CET ¹	Jefe Unidad CET NyL ²	Gerente CET ³
EPM CET NyL: Johan Sebastian Higueta Higueta, Gabriel Jaime Romero Choperena ¹ ; Área Proyectos CHEC – CET: José Narces Orozco Galeano ¹ ; Área Proyectos ESSA – CET: Fredy Antonio Pico Sanchez ¹ ; Área Gestión Operativa EDEQ – CET: Orlando Iván Ramírez Morales ¹ ; Área Proyectos CENS – CET: Laura Burgos Graterón ¹ ; Ramón Héctor Ortiz Tamayo ² ; Luis Fernando Aristizábal Gil ³ D0323010017018						

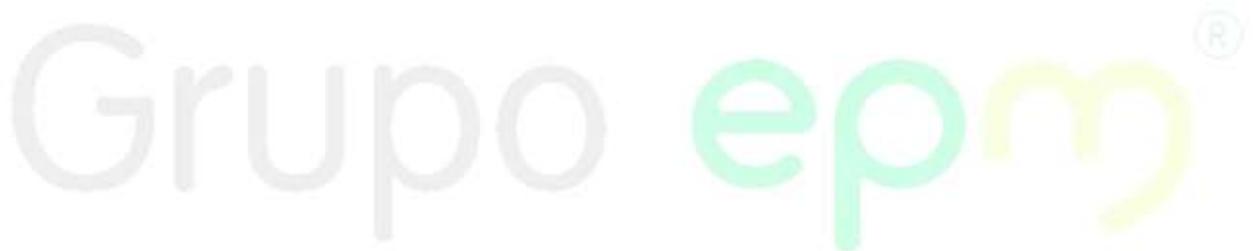
¹ La versión es un estado documental que corresponde a cambios de fondo en el contenido de la norma.

² La revisión es un estado documental que obedece a cambios de forma y no sustanciales en el contenido de la norma. Se podrán tener varias revisiones para una única versión.

El uso de este documento es gratuito. No obstante, se prohíbe su reproducción y/o alteración total o parcial sin la autorización expresa de las empresas del Grupo EPM. Cualquier uso y/o aplicación de los documentos o su contenido es responsabilidad exclusiva de quien la efectúa.

Contenido

1.	ALCANCE.....	4
2.	GENERALIDADES.....	4
3.	MODELO.....	6
4.	MATERIALES.....	8
5.	TENSIONADO DEL CONDUCTOR.....	10
6.	PUNTOS DE DISEÑO.....	10
7.	NOTAS GENERALES.....	11

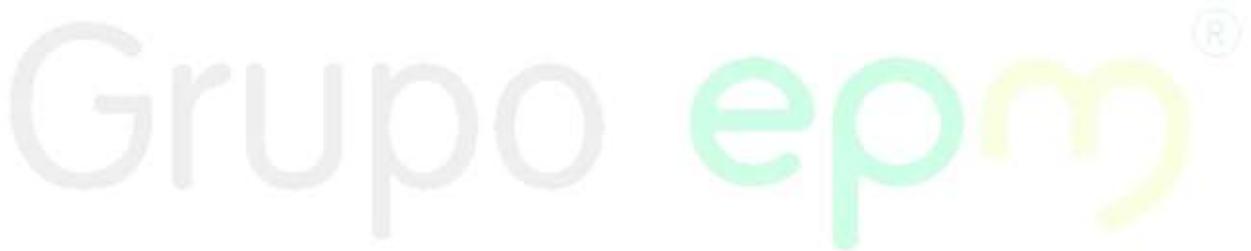


Lista de tablas

Tabla 1. <i>Calibres de conductores para redes a 13.2 kV</i>	5
Tabla 2. <i>Materiales y cantidades para cada opción de montaje</i>	8
Tabla 3. <i>Materiales opcionales</i>	9
Tabla 4. <i>Puntos de diseño para la opción de montaje a: con viento y sin bayoneta</i>	10
Tabla 5. <i>Puntos de diseño para la opción de montaje b: con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda</i>	11

Lista de figuras

Figura 1. <i>Vista isométrica</i>	6
Figura 2. <i>Vista frontal</i>	7
Figura 3. <i>Vista en planta</i>	8



1. Alcance

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos para el diseño, construcción y mantenimiento de redes aéreas de distribución de energía eléctrica con niveles de tensión a 13.2 kV con estructuras en Hache configuración terminal, teniendo en cuenta las condiciones límites resultantes del análisis electromecánico de las estructuras. Los requisitos técnicos de esta norma aplican para el sistema de distribución de energía eléctrica de las empresas del Grupo EPM.

En el Anexo I del documento se presenta información complementaria sobre las curvas de utilización de la estructura.

2. Generalidades

La presente norma se sustenta teóricamente en el documento GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y sus anexos. Es aplicable a todas las condiciones climáticas y meteorológicas encontradas en las áreas de influencia del Grupo EPM en Colombia. La norma ha sido elaborada con base en las condiciones de clima cálido, altitudes hasta 1000 msnm y velocidad de viento máxima de 100 km/hora, siendo estas las condiciones más desfavorables para el diseño de las estructuras. No obstante, no limita al diseñador de la red para evaluar otras condiciones particulares por medio de la metodología definida en el documento GM-12.

La estructura se evalúa en condición normal como hipótesis de carga (conductores y cable de guarda sanos en condición de viento máximo). El análisis mecánico de los postes considera un 10% adicional sobre la capacidad de estos, para tener en cuenta la instalación de infraestructura de telecomunicaciones.

El análisis electromecánico emplea poste de concreto de 12 m y 1050 kgf monolítico; no obstante, podrán ser empleados postes de igual longitud y capacidad de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o metálico (acero).

Cuando se requiera cumplir con distancias verticales de seguridad en zonas de cultivo o arborizadas, se podrá implementar el uso de postes de mayor longitud (14 m y 16 m) conservando como mínimo la capacidad mecánica definida.

En esta norma se implementa con cadena de 2 aisladores tipo suspensión en porcelana, 15kV, 6 1/2", ANSI C29.2, clase 52-1, clevis. Podrán emplearse, también, aisladores de vidrio de la misma clase. En zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe adicionar un aislador a la cadena o utilizar aisladores poliméricos, ANSI DS-28 tipo clevis - lengüeta. Además, en zonas de alta densidad

de descargas atmosféricas (DDT) se debe el uso de cadenas de 3 aisladores o utilizar aisladores poliméricos, ANSI DS-35 tipo clevis – lengüeta.

El máximo ángulo de balanceo permitido para la red de media tensión en condiciones de viento máximo es de 56 °.

Los conductores utilizados en la verificación de esta norma son tipo ACSR (Conductor de aluminio con refuerzo de acero) y sus equivalentes tipo AAAC (Conductor de aleación de aluminio), los calibres utilizados son:

Tabla 1. Calibres de conductores para redes a 13.2 kV

ACSR	AAAC
2 AWG (Sparrow)	77.47 kcmil (Ames)
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)

En los montajes con bayoneta se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG como cable de guarda. Como cable neutro se utilizará 2 ACSR (GA o AW) para conductores de fase de calibre 2 AWG, 1/0 ACSR (GA o AW) para conductores de fase de calibre hasta 2/0 AWG, para calibres de cables de fase superiores a 2/0 AWG se utilizará cable neutro de 2/0 ACSR (GA o AW).

La norma técnica RA6-022 describe en detalle las acciones que se deben ejecutar sobre las redes de distribución de energía que se ubican en zonas especiales.

La estructura debe estar acompañada de un sistema de puesta a tierra, de acuerdo con los requisitos de la norma RA6-010 “Puesta a tierra de redes de distribución eléctrica”. En todo caso, las redes con neutro corrido o cable de guarda deben estar puestas a tierra sólidamente cada 3 apoyos y, en las estructuras terminales.

Los vientos o retenidas se deben construir de acuerdo con los detalles de instalación y materiales que se describen en la norma técnica RA6-001 “Instalación de vientos o retenidas”

Durante la implementación de esta estructura se debe tener en cuenta la constitución o definición de la zona de servidumbre de acuerdo con la norma técnica RA6-040 Distancias de seguridad y servidumbres en redes de distribución.

Cuando sea necesario realizar un cambio en alguno de los criterios o variables consideradas, el diseñador o constructor deberá remitirse al documento GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y sus anexos.

3. Modelo

Figura 1. Vista isométrica

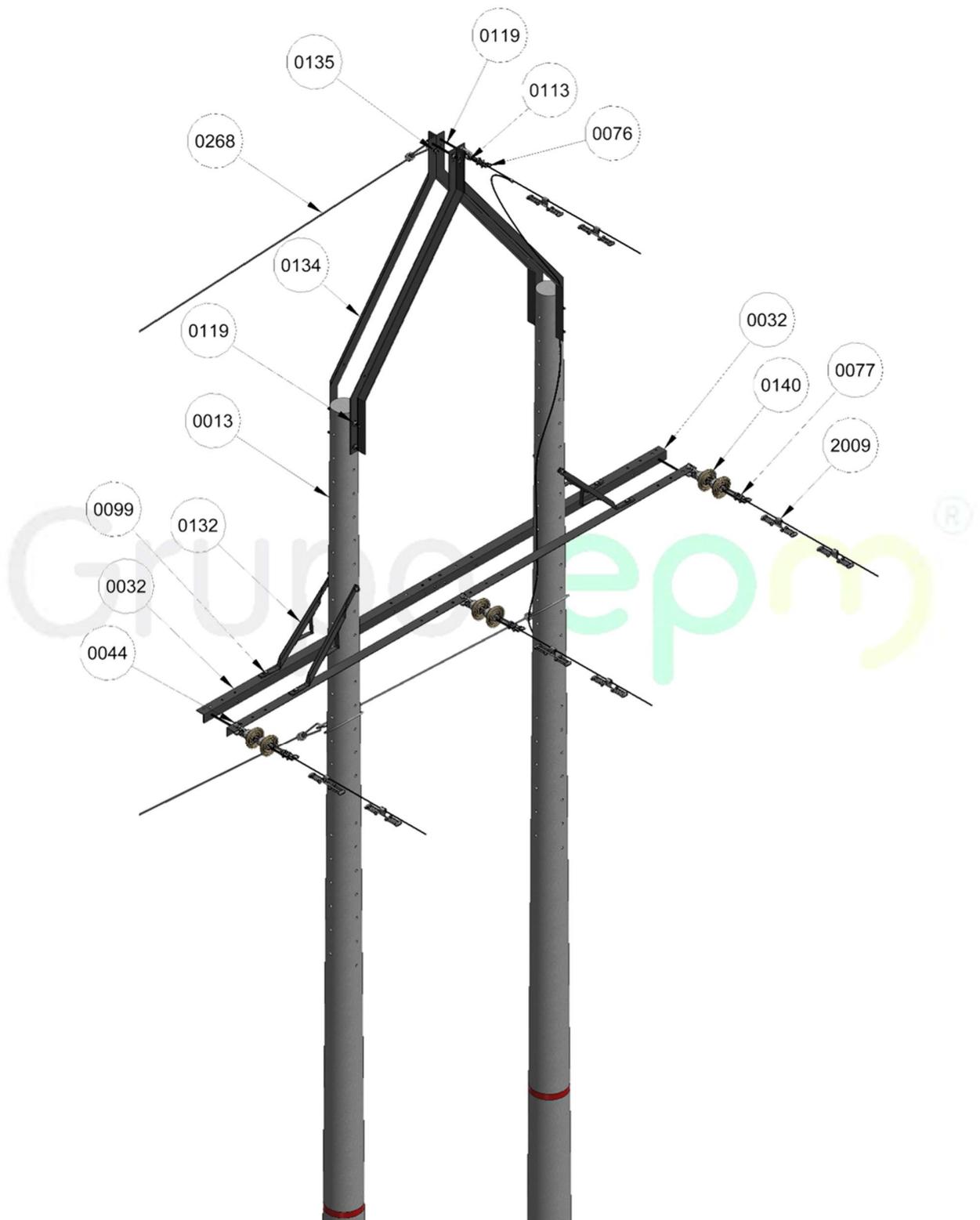
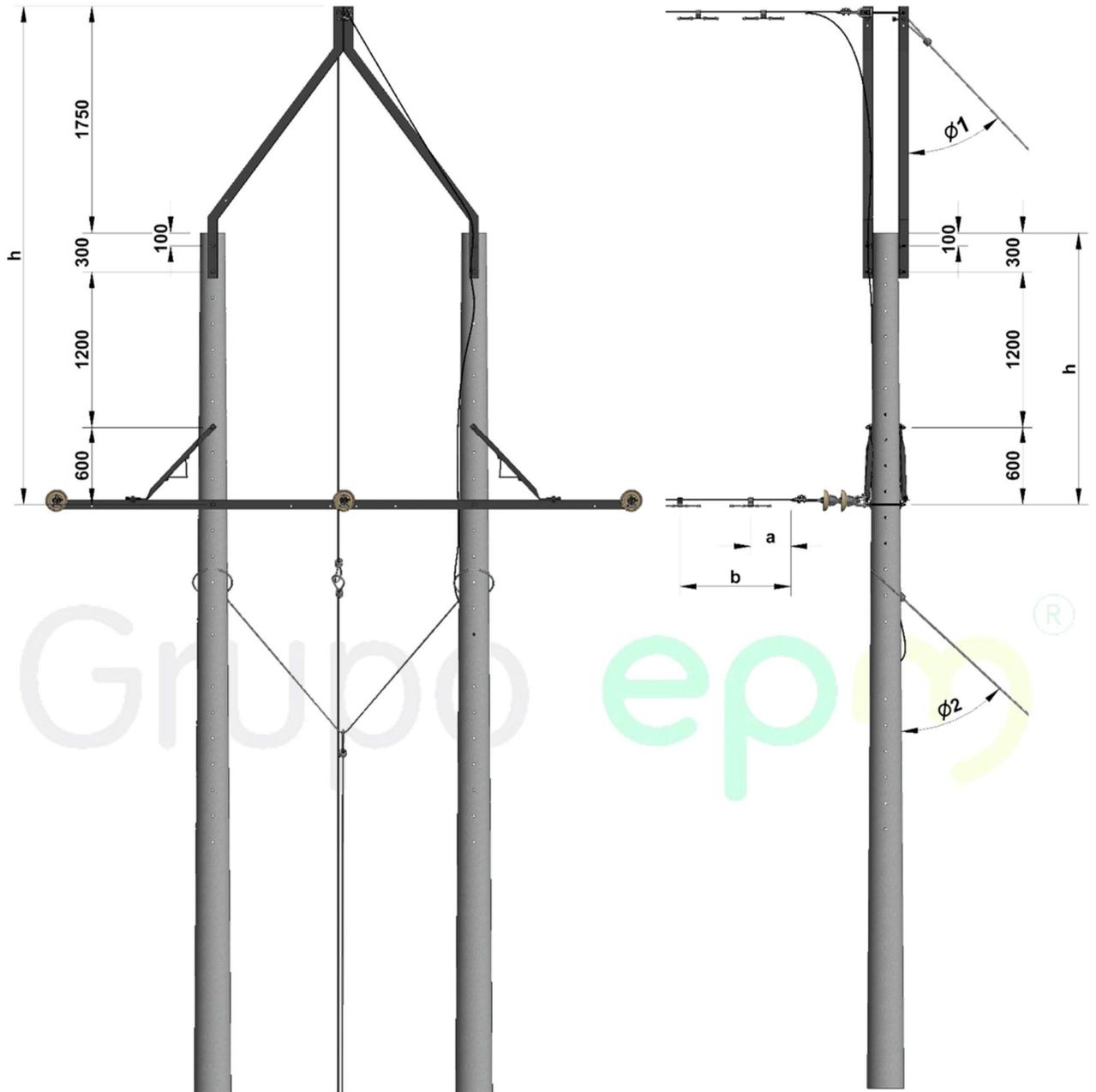
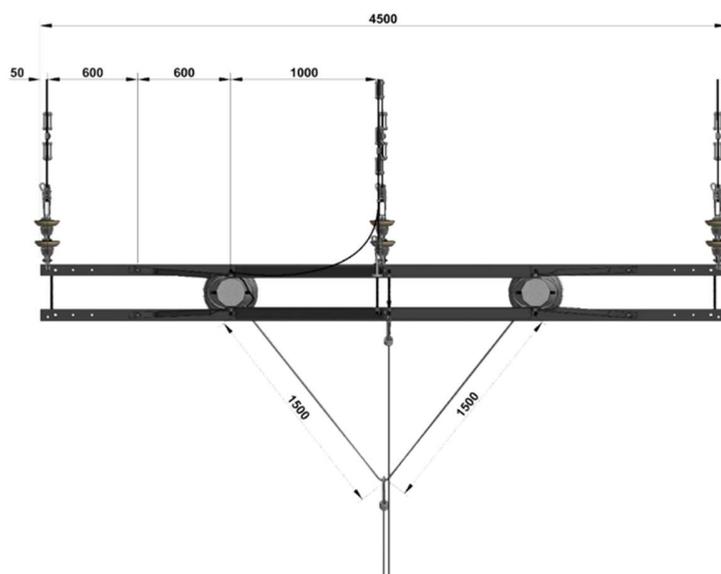


Figura 2. Vista frontal



Longitud h [mm]	
Con bayoneta	3850
Sin bayoneta	2100

Figura 3. Vista en planta



4. Materiales

Tabla 2. Materiales y cantidades para cada opción de montaje

Código id.	Descripción técnica	Referencia	Código JDE	Cantidad por montaje			
				a	b	c	d
0013 ⁽¹⁾ (ver tabla 3)	Poste de concreto de 12 m y 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200016	2	2		
0032	Cruceta metálica 4500 mm 3'' x 3'' x ¼''	ET-TD-ME03-02	217212	2	2		
0044	Eslabón en U 5/8'' forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318	3	4		
0076 ⁽²⁾	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4 AWG - 2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213340		1		
0077 ⁽²⁾ (ver tabla 3)	Grapa de retención aluminio recta 2/0 AWG a 266.8 kcmil	ET-TD-ME03-16	213336	3	3		
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8'' x 1 ½''	ET-TD-ME03-17	211438	4	7		
0113	Tuerca de ojo alargada 5/8''	ET-TD-ME03-09	211356		1		
0119	Esparrago 5/8'' x 12''	ET-TD-ME03-19	211392	6	12		
0132	Diagonal metálica recta 1 ½'' x 1 ½'' x 3/16'' 1000 mm	ET-TD-ME03-04	222316	4	4		
0134	Bayoneta metálica riostra 3'' x 3'' x ¼'' separación 2000 mm	ET-TD-ME03-03	211301		2		
0135	Tornillo cáncamo 11/16'' x 5/16'' acero forjado C15	ET-TD-ME03-37	268390		1		
0140 (ver tabla 3)	Aislador suspensión porcelana 15 kV 6 ½'' ANSI C29.2 clase 52-1 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-01	200149	6	6		
0268 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ (ver tabla 3)	Retenida convencional a suelo cable de acero extra resistente diámetro ¼''	RA6-001	---	1	2		
0311 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	Retenida en "Y" a suelo o poste auxiliar cable de acero extra resistente diámetro ¼''	RA6-001	---	1	1		

Código id.	Descripción técnica	Referencia	Código JDE	Cantidad por montaje			
				a	b	c	d
(2), (3)	Amortiguador stockbridge aluminio 1/0 AWG a 477 kcmil con grapa de sujeción	ET-TD-ME03-55	---				
<p>Notas:</p> <p>(1) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características.</p> <p>(2) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo requerido, según el calibre del conductor.</p> <p>(3) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de retenidas.</p> <p>(4) El diámetro del cable de viento cambia para conductores de fase de mayor peso, ver numeral 7.</p> <p>(5) El numeral 7 presenta información complementaria como los ángulos del cable respecto a la vertical y longitudes requeridas para la instalación de la retenida.</p>							
<p>Opciones de montaje:</p> <p>a. Con retenida y sin bayoneta</p> <p>b. Con retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro</p> <p>c. Sin retenida y sin bayoneta</p> <p>d. Sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro</p>							

En esta norma también se permitirá el uso de los materiales mostrados en la Tabla 3 como opcionales de acuerdo con requerimientos particulares para la utilización de la estructura.

Tabla 3. Materiales opcionales

Código id.	Descripción técnica	Referencia	Código JDE
0013	Poste fibra de vidrio 12 m 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200060
0013	Poste fibra de vidrio 12 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200061
0013	Poste metálico 12 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200082
0013	Poste concreto 14 m 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200023
0013	Poste fibra de vidrio 14 m 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200066
0013	Poste metálico 14 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200084
0013	Poste concreto 14 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-01	215641
0013	Poste fibra de vidrio 14 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	215648
0013	poste concreto 16 m 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200031
0013	poste fibra de vidrio 16 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	215232
0013	poste metálico 16 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200085
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4 AWG - 2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213340
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4/0 AWG a 336.4 kcmil	ET-TD-ME03-16	217324
0076	Grapa de retención acero tipo pistola para mensajero 7/16"	ET-TD-ME03-16	214821
0076	Grapa de retención acero tipo pistola para mensajero 3/8"	ET-TD-ME03-16	217322
0140	Aislador suspensión polimérico 23 kV ANSI C29.13 clase DS-28 clevis-lengüeta (1 Unidad)	ET-TD-ME02-04	200167
0140	Aislador suspensión polimérico 38 kV ANSI C29.13 clase DS-35 clevis-lengüeta (1 Unidad)	ET-TD-ME02-04	200140
0311	Viento en "Y" a suelo o poste auxiliar cable de acero extra resistente diámetro 3/8"	RA6-001	---

5. Tensionado del conductor

El cálculo mecánico de los conductores se muestra en el documento GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y se hace para las siguientes condiciones limitantes.

- Hipótesis A. Máxima velocidad del viento (temperatura mínima y viento máximo).
- Hipótesis B. Mínima temperatura (temperatura mínima y sin viento).
- Hipótesis C. Operación Diaria (Tensión diaria promedio, EDS).
- Hipótesis D. Máxima flecha (Temperatura máxima, sin viento).

Los valores de tensión y flecha de los cables a diferentes temperaturas, para su tendido, se encuentran en el documento ANX-12D: Tablas de tendido de los cables desnudos. Mientras que, las condiciones mecánicas limitantes se encuentran en el documento ANX-12B: Tablas de cálculo mecánico de conductores.

6. Puntos de diseño

Tabla 4. Puntos de diseño para la opción de montaje a: con viento y sin bayoneta

ACSR	AAAC	Vano máximo [m]	Vano peso [m]	Retenida en fases [Pulgadas]	Ø2 [°]	Perfil de la cruceta [Pulgadas]
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	200	200	¼ EN Y	40	4 x 4 x 1/4
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	200	200	3/8 EN Y	40	4 x 4 x 1/4
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	200	200	3/8 EN Y	40	4 x 4 x 5/16
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	115	115	3/8 EN Y	40	4 x 4 x 5/16

Notas:

1. Vano máximo admisible en terreno plano de 150 m.
2. Vano máximo admisible por separación de fases de 540 m.
3. El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal mostrada en las figuras sin bayoneta.
4. Todos los vientos en la estructura llegan al mismo punto en la superficie del terreno, y este punto es definido por el viento a mayor altura, es decir, el viento en la fase superior, que debe ser mínimo de 40° con la vertical del poste (Ø2).
5. El viento en Y debe ser construido como se muestra en las figuras y los cables del viento que forman la V deben tener como mínimo 2 metros de longitud. Ver
6. Figura 3.

Tabla 5. Puntos de diseño para la opción de montaje b: con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda

ACSR	AAAC	Vano máximo [m]	Vano peso [m]	Retenida en fases [Pulgadas]	Retenida en Bayoneta [Pulgadas]	Θ1 [°]	Perfil de la cruceta Superior [Pulgadas]
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	200	200	¼ EN Y	1x 1/4	30	4 x 4 x 1/4
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	200	200	¼ EN Y	1x 1/4	30	4 x 4 x 1/4
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	115	115	3/8 EN Y	1x 1/4	30	4 x 4 x 5/16
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	48	48	3/8 EN Y	1x 1/4	30	4 x 4 x 5/16

Notas:

1. Vano máximo admisible en terreno plano de 110 m.
2. Vano máximo admisible por separación de fases de 540 m.
3. El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal mostrada en las figuras sin bayoneta.
4. Todos los vientos en la estructura llegan al mismo punto en la superficie del terreno, y este punto es definido por el viento a mayor altura, es decir, el viento en la bayoneta, que debe ser mínimo de 30° con la vertical del poste (Θ1).
5. El viento en Y debe ser construido como se muestra en las figuras y los cables del viento que forman la V deben tener como mínimo 2 metros de longitud. Ver
6. Figura 3.

7. Notas generales

- a. Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
- b. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar conductores AAAC.
- c. En zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar en las cadenas, un aislador de suspensión adicional por fase o aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis - lengüeta.
- d. En zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe el uso de cadenas de 3 aisladores o utilizar aisladores poliméricos, ANSI DS-35 tipo clevis – lengüeta.
- e. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar poste en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). ET-TD-ME04-02.
- f. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
- g. En caso de que el poste no tenga las perforaciones indicadas en los planos, se podrá utilizar abrazadera o collarín fabricados según NTC 2663 con carga máxima a tensión de 30 KN y carga máxima cortante de 24 KN. Especificación técnica ET-TD-ME03-08.
- h. Las estructuras que construyen con poste de fibra de vidrio (PRFV), deben utilizar arandela cuadrada curva (cod. JDE 268677, ET-TD-ME03-18) en los puntos donde los espárragos se aseguren directamente contra la superficie del poste, es decir, cuando entre la superficie del poste y la tuerca no se encuentren elementos como tuercas de ojo, crucetas, diagonales, bayonetas, entre otros. Otra opción es reemplazar el espárrago por collarín o abrazadera. Estas

acciones evitan las fisuras o rasgado en la pared del poste debido al exceso de presión por el par de apriete en las tuercas de los espárragos.

Grupo **epm**[®]