


NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm

Fecha de creación	2020-02-10	
Elaboró		Área Proyectos - CET
		Área Proyectos - CET
		Área Gestión Operativa - CET
		Área Proyectos - CET
		Unidad CET Normalización y Laboratorios
Revisó	Unidad CET Normalización y Laboratorios	
Aprobó	Gerencia Centros de Excelencia Técnica	

CONTROL DE CAMBIOS				
AAAA-MM-DD	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
2024-01-06	Listado de materiales opcionales	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA
2024-10-03	En las alternativas de montaje con cable de guarda, se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG o cable 3/8" de acero galvanizado de extra alta resistencia.	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA
Grupo Homologación y Normalización CET: Fredy Antonio Pico Sánchez, Néstor Fabián Zarate Abril				

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS		NC - RA1 - 104	REV 2
	NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
				PÁGINA: 1 de 12

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en delta denominada NC-RA1-104 del Grupo EPM, teniendo en cuenta las condiciones límites resultantes del análisis electromecánico de las estructuras.

2 ALCANCE

Esta norma es aplicable en el diseño de redes con niveles de tensión a 44kV, 34.5kV y 33kV, del sistema de distribución del Grupo EPM. Este documento está dirigido a ingenieros y técnicos, encargados del diseño, construcción y mantenimiento.

3 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 14m y 1350kgf 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 (16m y 18m) conservando como mínimo la capacidad mecánica definida.

En redes con tensión igual a 33 kV o 34.5 kV:

- Se utiliza aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores).
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 4 aisladores) o aislador polimérico tipo suspensión 48 kV ANSI C29.13 clase DS-46, clevis distancia de fuga 900mm.
- Para zonas de alta densidad de descargas atmosféricas utilizar aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores)

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS			NC - RA1 - 104	REV 2
	NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm				
	CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm

CFO 315kV o aislador polimérico tipo suspensión 38 kV ANSI C29.13 clase DS-35 CFO 250kV

En redes con tensión igual a 44 kV:

- Se utiliza aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores).
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 4 aisladores) o aislador polimérico tipo suspensión 72.5 kV ANSI C29.13 clase DS-69 clevis – lengüeta distancia de fuga 1190mm.
- Para zonas de alta densidad de descargas atmosféricas utilizar aislador polimérico tipo suspensión 48 kV ANSI C29.13 clase DS-46 clevis CFO 290kV.

Se pueden emplear aisladores fabricados en vidrio de las mismas clases y características definidas.

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 44kV, 34.5kV y 33kV.



ACSR	AAAC
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)
336.4 kcmil (Linnet)	394.5 kcmil (Canton)

En las alternativas de montaje con cable de guarda, se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG o cable 3/8" de acero galvanizado de extra alta resistencia. 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 RA8-022 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"

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS		NC - RA1 - 104	REV 2
	NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
				PÁGINA: 3 de 12

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 *NT-06 Distancias de seguridad en redes de distribución*.

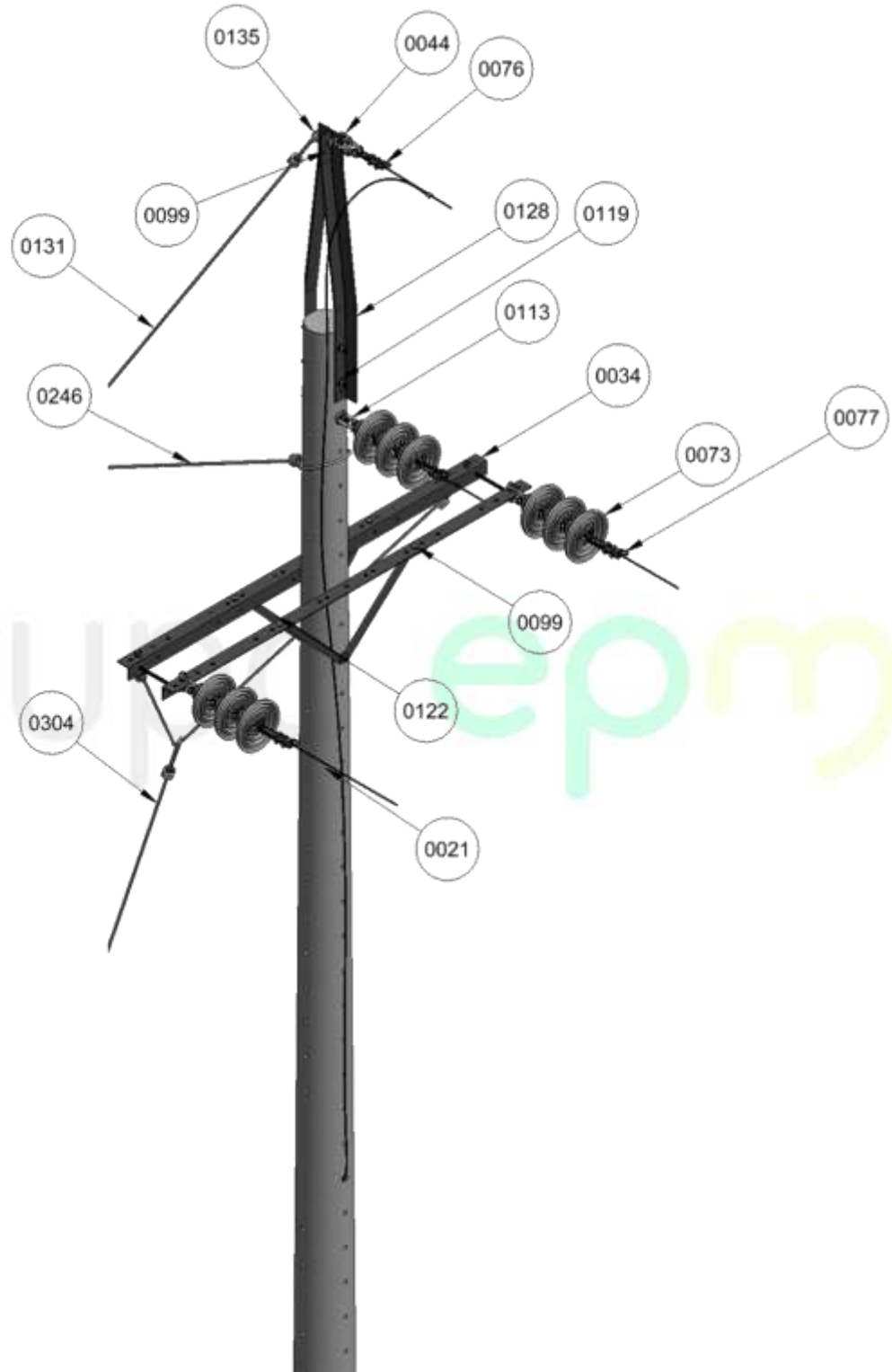
Cuando sea necesario realizar un cambio en alguno de los criterios o variables consideradas, el diseñador o constructor deberá remitirse al documento *GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y sus anexos*.

Grupo **epm**[®]

ENERGÍA		NORMA TÉCNICAS		NC - RA1 - 104		REV 2	
		NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm					
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 4 de 12	

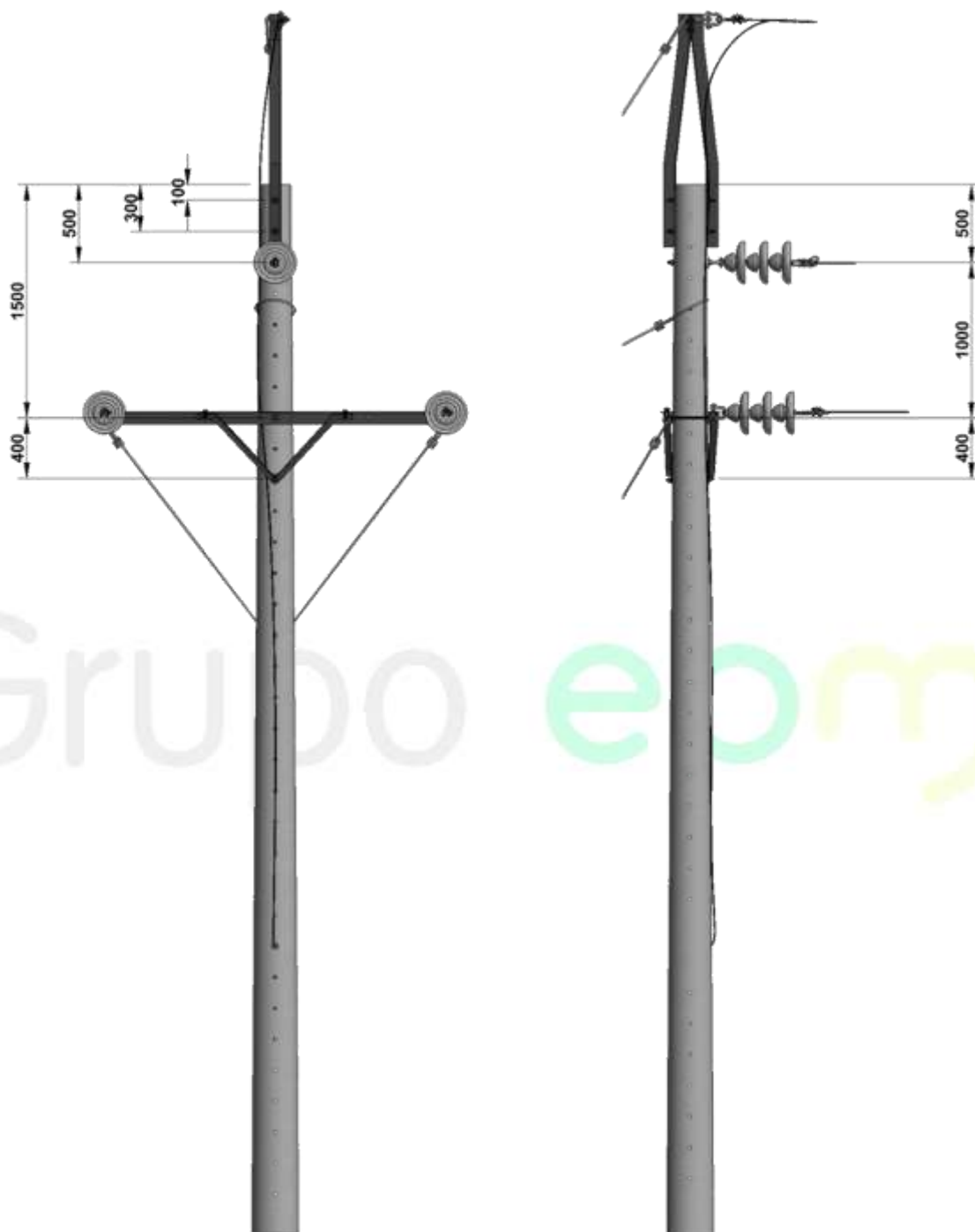
4 MODELO

Figura 1. Vista isometrica.



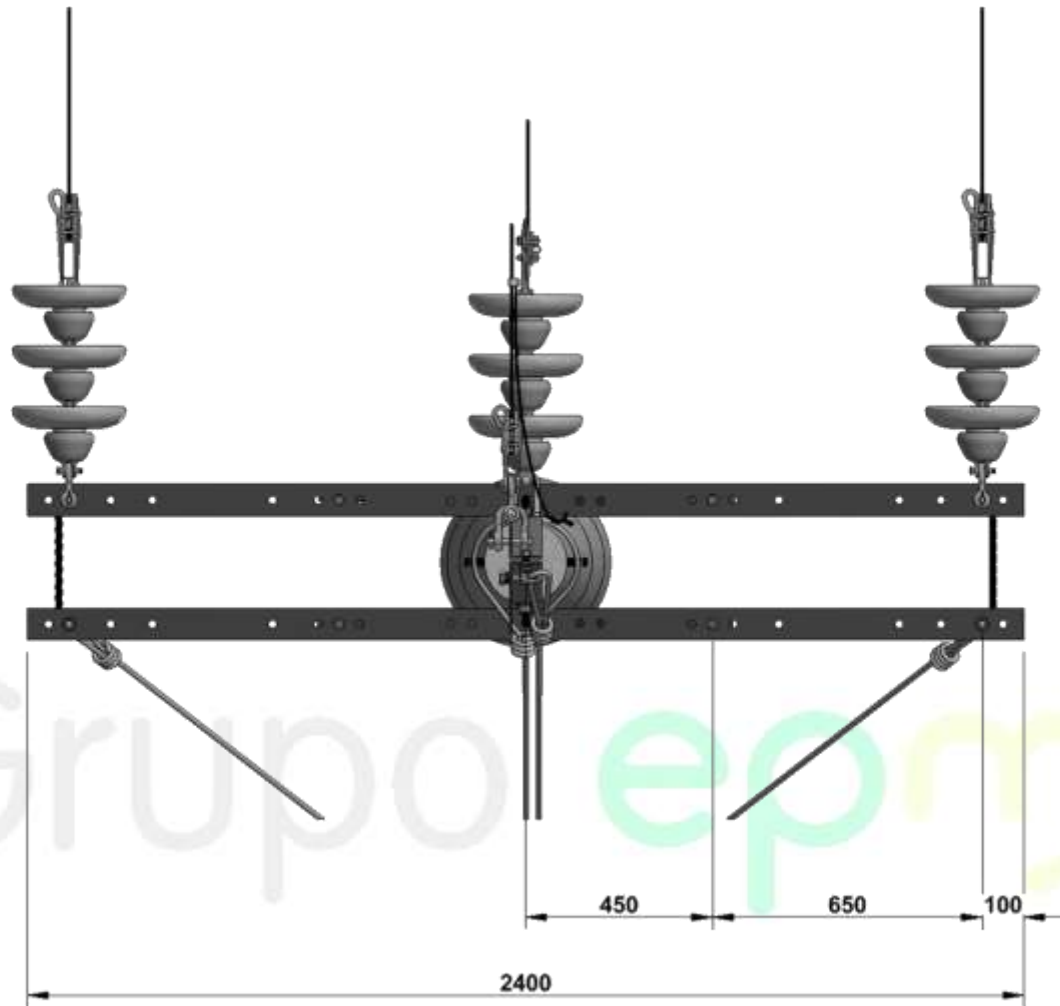
ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 104	REV 2
Grupo epm®	NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 5 de 12

Figura 2. Vista frontal.



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 104	REV 2
Grupo·eom®	NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 6 de 12

Figura 3. Vista en planta.



5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA1-104

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0021 ⁽¹⁾ (ver tabla 3)	Poste de concreto de 14m y 1350kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200024	1	1		
0034	Cruceta metálica 2400mm 3" x 3" x 1/4"	ET-TD-ME03-02	211275	2	2		
0044	Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318	3	4		
0073 (ver tabla 3)	Aislador suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 CLASE 52-4 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-01	200147	9	9		
0076	Grapa de retención aluminio recta 4 AWG a 2/0 AWG	ET-TD-ME03-22	213335		1		
0077 (ver tabla 3)	Grapa de retención aluminio recta 2/0 AWG a 266.8 Kcmil	ET-TD-ME03-22	213336	3	3		

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS		NC - RA1 - 104		REV 2
	NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 7 de 12

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438	4	5		
0113	Tuerca de ojo alargada 5/8"	ET-TD-ME03-09	211356	3	3		
0119	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392	5	7		
0122	Diagonal metálica en V 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	ET-TD-ME03-04	211294	2	2		
0128 ⁽²⁾ (ver tabla 3)	Bayoneta metálica doble 1500mm x 3" x 3 x 1/4"	ET-TD-ME03-03	211300		1		
0131 ⁽³⁾	Viento convencional a suelo cable de acero extra resistente calibre 1/4"	RA6-001	-		1		
0246 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ (ver tabla 3)	Viento convencional a suelo cable de acero extra resistente calibre 1/4"	RA6-001	-	1	1		
0304 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ (ver tabla 3)	Viento en "Y" a suelo cable de acero extra resistente calibre 1/4"	RA6-001	-	1	1		

Notas:

- (1) Consultar en la tabla de materiales opcionales o en su defecto, en el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características.
- (2) En las redes de distribución donde la estructura no requiera apantallamiento, pero se deba instalar cable neutro, la bayoneta se podrá eliminar y el neutro se asegura al poste, se debe incluir en el montaje un esparrago y una tuerca de ojo.
- (3) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos.
- (4) El diámetro del cable de viento cambia para conductores de fase de mayor peso, ver numeral 7.
- (5) El numeral 7 presenta información complementaria como ángulos y longitudes requeridas para la instalación del viento.

Donde: a → Montaje con viento y sin bayoneta
b → Montaje con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro
c → Montaje sin viento y sin bayoneta
d → Montaje sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro

En esta norma también se permitirá el uso de los materiales mostrados en la Tabla 3 como opcionales.


Tabla 3. Materiales opcionales

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE
0077	Grapa de retención aluminio recta 4AWG a 2/0AWG	ET-TD-ME03-22	213335
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 2/0AWG-266.8KCMIL	ET-TD-ME03-22	213341
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4/0AWG a 336.4 kcmil	ET-TD-ME03-22	217324
0073	Aislador suspensión polimérico 48kV ANSI C29.13 clase DS-46 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200141
0073	Aislador suspensión polimérico 38kV ANSI C29.13 clase DS-35 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200140
0073	Aislador suspensión polimérico 72.5 kV ANSI C29.13 clase DS-69 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200168
0246	Viento convencional a suelo cable de acero extra resistente calibre 3/8"	RA6-001	-
0304	Viento en "Y" a suelo cable de acero extra resistente calibre 3/8"	RA6-001	-
0021	Poste fibra de vidrio 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200067
0021	Poste metálico 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214750
0021	Poste concreto 16 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200032
0021	Poste fibra de vidrio 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200068
0021	Poste metálico 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214753
0021	Poste fibra de vidrio 18 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200070

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 104	REV 2
 NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 8 de 12

0021	Poste metálico 18 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200087
0021	Poste fibra de vidrio 18 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200070
0021	Poste metálico 18 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200087

Grupo **epm**®

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS			NC - RA1 - 104	REV 2
Grupo epm ®	NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 9 de 12

6 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 sus anexos*, 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*.



ENERGÍA		NORMA TÉCNICAS		NC - RA1 - 104		REV 2	
		NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm					
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 10 de 12	

7 PUNTOS DE DISEÑO

Montaje a: con viento y sin bayoneta

ACSR	AAAC	Vano máximo (1)(2)	Viento en Fases	Θ2
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	400 m	2x 1/4"	40°
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	280 m	2x 1/4"	40°
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	200 m	2x 1/4"	40°
336.4 kcmil (Linnet)	394.5 kcmil (Canton)	75 m	2x 3/8"	40°

(1) Vano máximo admisible en terreno plano de 160 m.

(2) Vano máximo admisible por separación de fases de 400 m.

El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal con viento y sin bayoneta.

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 (Θ2).

Se utiliza la configuración de viento en "Y" y, la longitud de los cables que forma la "V" debe ser mínimo de 3 metros (ver figura 3).

Montaje b: con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro

ACSR	AAAC	Vano máximo (1)(2)	Viento en Fases	Viento en Bayoneta	Θ1
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	280 m	2x 1/4"	1x 1/4"	40°
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	180 m	2x 1/4"	1x 1/4"	40°
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	⁽³⁾ 200m (50 m)	2x 3/8" (2x 1/4")	1x 1/4"	40°
336.4 kcmil (Linnet)	394.5 kcmil (Canton)	70 m	2x 3/8"	1x 1/4"	40°

(1) Vano máximo admisible en terreno plano de 160 m.

(2) Vano máximo admisible por separación de fases de 400 m.

(3) Con viento de 3/8" se obtiene vano máximo de 200 m y de 1/4" el vano máximo es de 50 m.

El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal con viento a suelo y con bayoneta.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS			NC - RA1 - 104	REV 2
	NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 11 de 12

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 40° con la vertical del poste ($\Theta 1$).

Se utiliza la configuración de viento en “Y” y, la longitud de los cables que forma la “V” debe ser mínimo de 3 metros (ver figura 3).

8 NOTAS GENERALES

1. Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
2. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar conductores AAAC.
3. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se recomienda utilizar poste en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). ET-TD-ME04-02.
4. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se recomienda emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
5. En caso de que el poste no tenga las perforaciones indicadas en los planos, se puede 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.

Grupo **epm**®

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS		NC - RA1 - 104	REV 2
	NC - RA1 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm			
	CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
				PÁGINA: 12 de 12