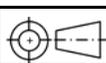


NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm

Fecha	2020-06-29	
Revisión	0	
Naturaleza del cambio	Creación de la norma	
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	

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1004	REV 0
	NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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 11

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en doble circuito denominada NC-RA2-1004 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 13.2 kV, 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 hipótesis de carga considerada para evaluar la estructura es en condición normal (conductores y cable de guarda sanos en condición de viento máximo).

El análisis electromecánico emplea poste de concreto de 12 m y 1350 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 aisladores, se utiliza aislador de suspensión en porcelana, 15kV, 6 1/2", ANSI C29.2, clase 52-1, tipo clevis. Podrán utilizarse también aisladores de vidrio de la misma clase. En zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se recomienda utilizar en las cadenas un aislador de suspensión adicional por fase o aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis. Además, en zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se recomienda utilizar aisladores poliméricos, ANSI DS-35 tipo clevis - lengüeta.

Los conductores utilizados en la verificación de esta norma son tipo ACSR (Conductor de aluminio con refuerzo de acero), sin embargo, lo que se concluye para este tipo de conductor es aplicable a los conductores equivalentes tipo AAAC (Conductor de aleación de aluminio), los calibres utilizados son:

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1004	REV 0		
	NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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: 2 de 11

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 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".

Durante la implementación de esta norma 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*.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1004	REV 0
	NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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 11

4 MODELO

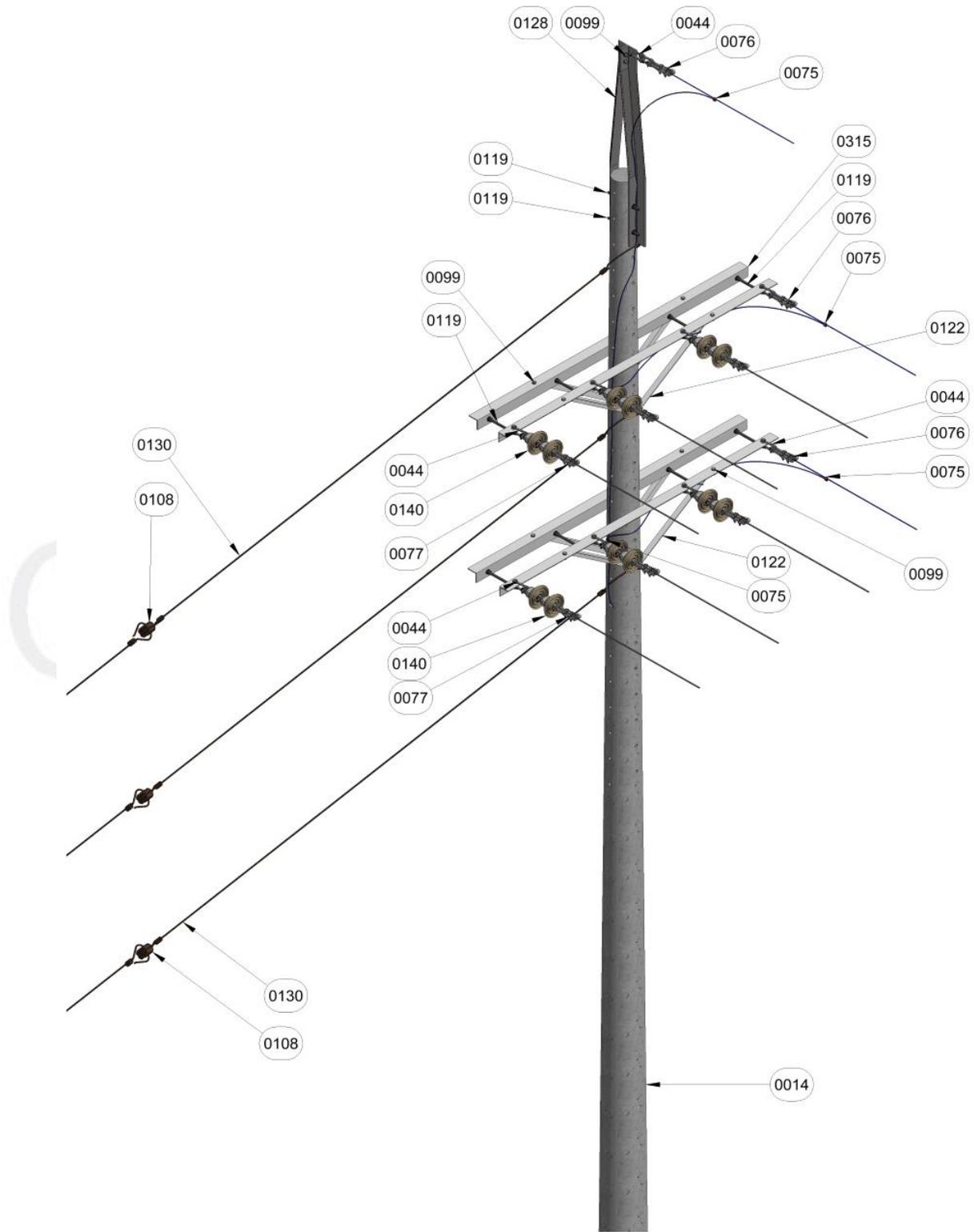


Figura 1. Vista isometrica.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1004	REV 0		
	<p align="center">NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm</p>				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 4 de 11

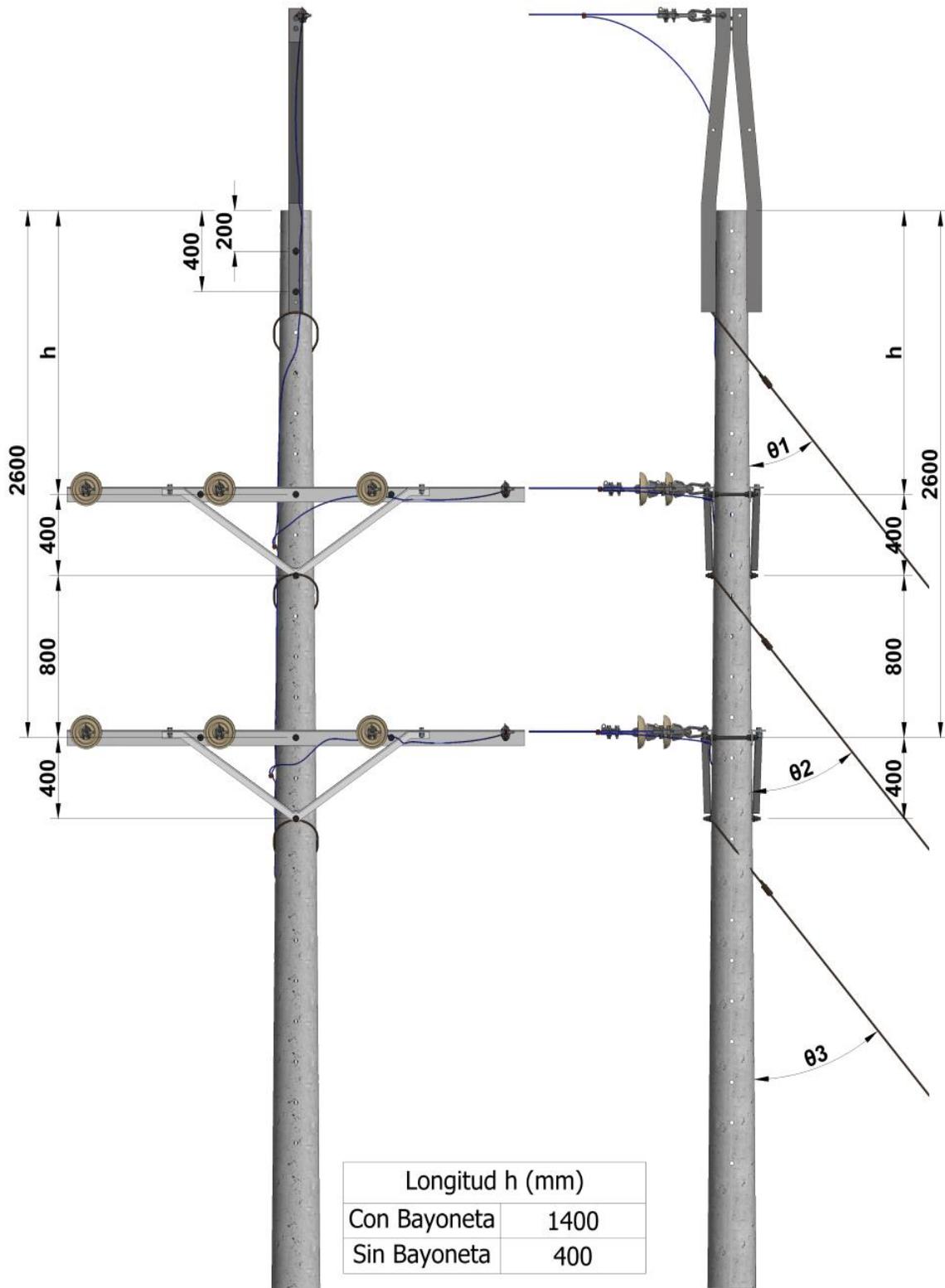


Figura 2. Vista frontal.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1004	REV 0
	NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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 11

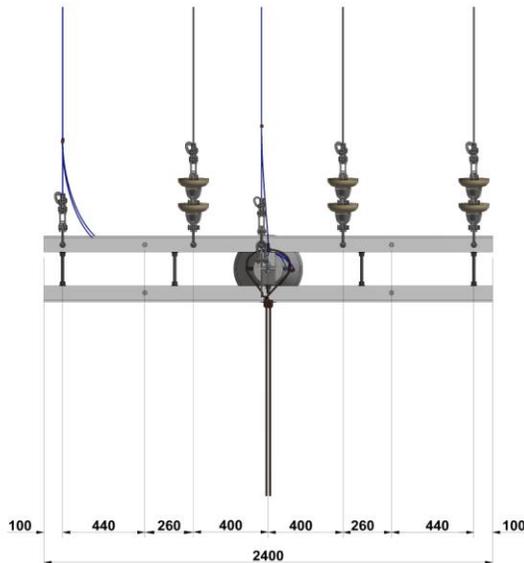


Figura 3. Vista en planta.

5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA2-1004

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0014 (1)	Poste de concreto de 12 m y 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200017	1			
0044	Eslabón en U 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318	8			
0076	Grapa de retención aluminio recta 4 AWG a 2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213335	2			
0077 (ver tabla 3)	Grapa de retención aluminio recta 2/0 AWG a 266.8 KCMIL	ET-TD-ME03-16	213336	6			
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" x 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438	10			
0108	Aislador tensor ANSI C29.4 clase 54-2 porcelana 15 kV 4 1/4"	ET-TD-ME02-01	200156	3			
0119	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392	12			
0122	Diagonal metálica en V 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" de 42"	ET-TD-ME03-04	211294	4			
0130 (2)(3)(4)	Viento convencional para poste de 12 m cable de acero extra alta resistencia calibre 1/4	RA6-001	-----	3			
0140 (ver tabla 3)	Aislador suspensión porcelana 15 kV 6 1/2" ANSI C29.2 clase 52-1 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-01	200149	12			
0315	Cruceta metálica 2400mm 4" X 4" X 1/4"	CTG-TD-ME03-02		4			

NOTAS:

- (1) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características.
- (2) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos.
- (3) El diámetro del cable de viento cambia para conductores de fase de mayor peso, ver numeral 7.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1004	REV 0
	NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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 11

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
(4)	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
c → Montaje sin viento y sin bayoneta
d → Montaje sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda

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
0014	Poste fibra de vidrio 12m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200062
0014	Poste fibra de vidrio 12m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200063
0014	Poste metálico 12 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214749
0014	Poste concreto 14 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200024
0014	Poste fibra de vidrio 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200067
0014	Poste metálico 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214750
0014	Poste concreto 14 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200024
0014	Poste concreto 16 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200032
0014	Poste fibra de vidrio 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200068
0014	Poste metálico 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214753
0077	Grapa de retención aluminio recta 4AWG a 2/0AWG	ET-TD-ME03-16	213335
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 2AWG a 4/0AWG	ET-TD-ME03-16	217323
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4/0AWG a 336.4 kcmil	ET-TD-ME03-16	217324
0140	Aislador suspensión polimérico 15 kV ANSI C29.13 clase DS-15 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200138
0140	Aislador suspensión polimérico 23kV ANSI C29.13 clase DS-28 clevis-lengüeta (6 Unidades)	ET-TD-ME02-04	200167
0140	Aislador suspensión polimérico 38kV ANSI C29.13 clase DS-35 clevis-lengüeta (6 Unidades)	ET-TD-ME02-04	200140

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1004	REV 0
	NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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 11

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 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).

En el documento anexo *ANX-12B Tablas de cálculo mecánico cables desnudos* se muestran las tensiones y flechas de los conductores utilizados por el Grupo EPM para las anteriores hipótesis, y las tablas de tendido para el rango de temperaturas que se presentan en la zona de influencia del grupo EPM se muestran en el documento anexo *ANX-12D Tablas de tendido cables desnudos*.

Grupo 

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1004	REV 0		
	NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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 11

7 PUNTOS DE DISEÑO

Montaje a: con viento y sin bayoneta

Circuito 44 kV		Circuito 13.2 kV		Vano Máximo	Resistencia del poste	Tipo Retenida	ángulo retenidas	Cruceta
				(m)	(kg)	(pulg)	(°)	(pulg)
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	20.0	1350	3 x 3/8"	60°	4" x 4" x 1/4"
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	20.0	1350	3 x 3/8"	60°	4" x 4" x 1/4"
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	24.0	1050	3 x 3/8"	60°	4" x 4" x 1/4"
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	24.0	1050	3 x 3/8"	60°	4" x 4" x 1/4"
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	50.0	1050	3 x 3/8"	60°	4" x 4" x 1/4"
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	60.0	1050	3 x 3/8"	60°	4" x 4" x 1/4"
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	60.0	1050	3 x 3/8"	60°	4" x 4" x 1/4"
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	160.0	1050	3 x 3/8"	60°	4" x 4" x 1/4"
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	190.0	1050	3 x 1/4"	60°	4" x 4" x 1/4"

Vano máximo admisible en terreno plano de 90 m.

Vano máximo admisible por separación de fases de 90 m.

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. Esta estructura sin bayoneta requiere tres vientos, el primero en la cruceta superior, el segundo en la mitad de las dos crucetas y el tercero en la cruceta inferior.

Todos los vientos en la estructura tendrán ángulo de 30° con la vertical del poste.

ENERGÍA		NORMA TÉCNICAS		NC - RA2 - 1004		REV 0	
		NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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 11

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

Circuito 44 kV		Circuito 13.2 kV		Vano Máximo	Resistencia del poste	Tipo Retenida	ángulo retenidas	Cruceta
				(m)	(kg)	(pulg)	(°)	(pulg)
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	20.0	1350	3 x 3/8"	50	4" x 4" x 1/4"
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	20.0	1350	3 x 3/8"	50	4" x 4" x 1/4"
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	24.0	1350	3 x 3/8"	50	4" x 4" x 1/4"
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	24.0	1350	3 x 3/8"	50	4" x 4" x 1/4"
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	56.0	1350	3 x 3/8"	55	4" x 4" x 1/4"
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	60.0	1050	3 x 3/8"	60	4" x 4" x 1/4"
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	64.0	1050	3 x 3/8"	60	4" x 4" x 1/4"
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	190.0	1350	3 x 3/8"	60	4" x 4" x 1/4"
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	220.0	1350	3 x 3/8"	60	4" x 4" x 1/4"

Vano máximo admisible en terreno plano de 90 m.

Vano máximo admisible por separación de fases de 90 m.

El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal mostrada en las figuras con bayoneta.

Todos los vientos en la estructura tendrán el mismo ángulo con la vertical del poste como se indica en la tabla anterior. Esta estructura con bayoneta requiere tres vientos, ver figuras.

ENERGÍA		NORMA TÉCNICAS		NC - RA2 - 1004		REV 0	
		NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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 11	

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 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.
4. En zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe utilizar aisladores poliméricos ANSI DS-35 tipo clevis 38 kV.
5. 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.
6. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
7. 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.

Grupo 

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1004	REV 0		
	NC - RA2 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. 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 11