

**NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED  
AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE.  
CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE  
4500 mm**

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA2 - 502</b>		<b>REV 0</b>	
	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E		
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD		
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 hache denominada NC-RA2-502 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. Sin embargo, fue elaborada con base en las condiciones de clima cálido, altitudes hasta a 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 a que el diseñador de la red para evaluar otras condiciones particulares por medio de la metodología definida en el documento GM-12.

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).

En esta norma se implementa aislador suspensión porcelana 15kV 6 1/2" ANSI C29.2 clase 52-1 clevis-lengüeta que también hace parte de esta norma, podrán ser empleados aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis 28kV 70kN.

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:

**Tabla 1. Calibres de conductores para redes a 13.2 kV.**

ACSR	AAAC
1/0 AWG (Raven)	123.3 KCMIL (Azusa)
2/0 AWG (Quail)	155.4 KCMIL (Anaheim)
3/0 AWG (Pigeon)	195.7 KCMIL (Amherst)
4/0 AWG (Penguin)	246.9 KCMIL (Alliance)

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 502	REV 0		
	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kv HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E		
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 2 de 12

ACSR	AAAC
266.8 KCMIL (Waxwing)	312.8 KCMIL (Butte)

En las alternativas de montaje con cable de guarda, el calibre utilizado para la verificación de la estructura es cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG.

Adicional a los esfuerzos sobre la estructura generados por los cables, aisladores y elementos de sujeción, se considera un incremento del 10% para abarcar los cables de servicios telemáticos en la estructura.

Durante la implementación de esta norma se debe tener en cuenta la constitución o definición de la zona de servidumbre de acuerdo con el documento *NT-06 Norma técnica: 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 

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 502		REV 0	
	NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E		
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 3 de 12

#### 4 MODELO

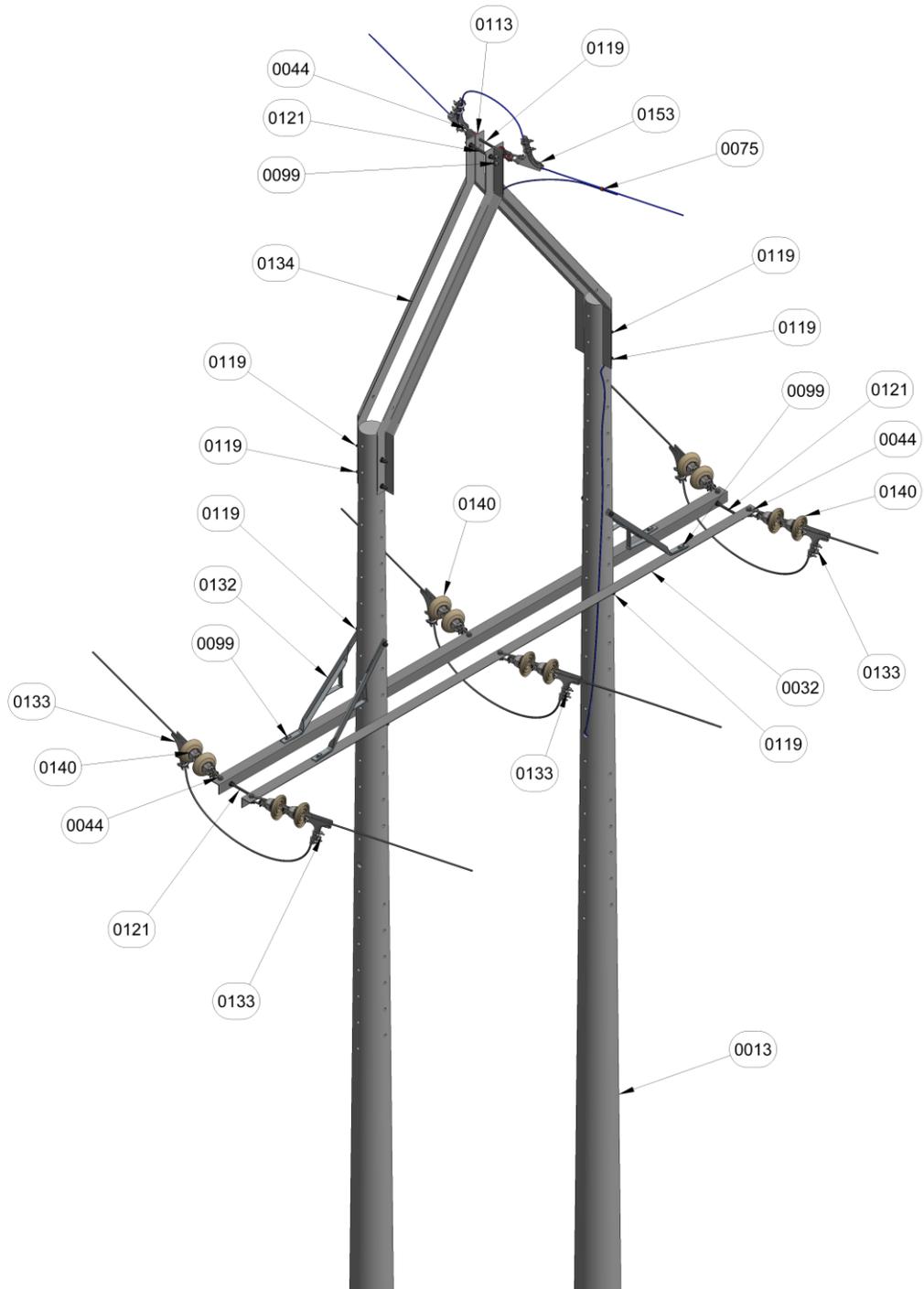
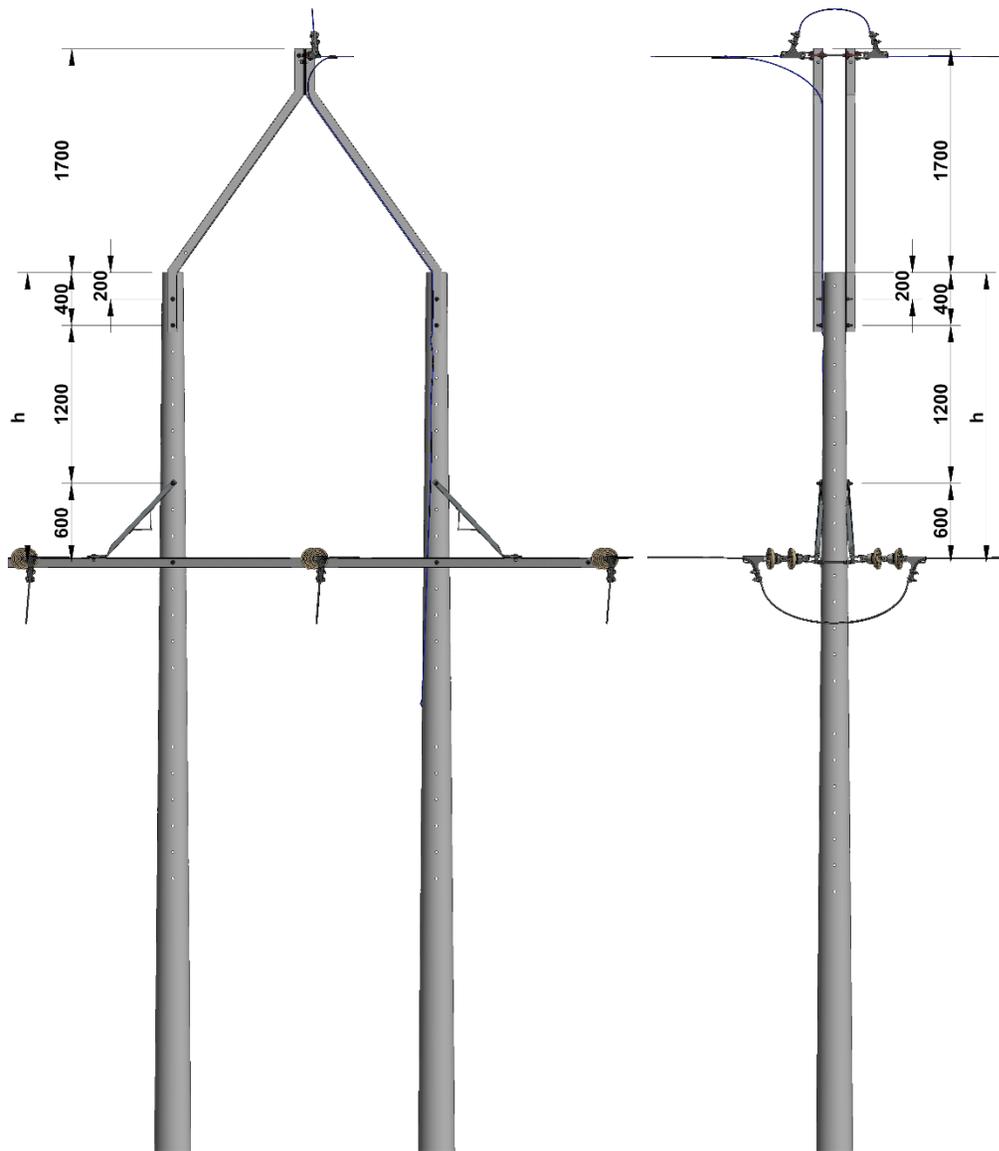


Figura 1. Vista isometrica.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 502		REV 0	
	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E		
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 4 de 12



Longitud h (mm)	
Con Bayoneta	2200
Sin Bayoneta	800

**Figura 2. Vista frontal.**

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA2 - 502</b>	<b>REV 0</b>
	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kv HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 5 de 12

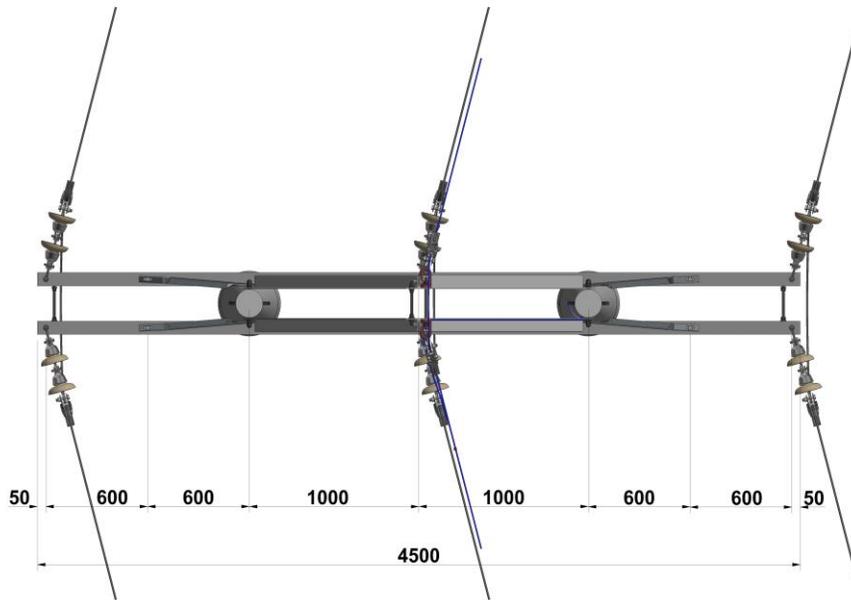


Figura 3. Vista en planta.

## 5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales

CÓDIGO IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD					
				a	b	c	d	e	f
0013	Poste de concreto de 12 m y 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200016				2	2	2
0032	Cruceta metálica 4500 mm 3" x 3" x 1/4"	CTG-TD-ME03-02	217212				2	2	2
0044	Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318				6	8	8
0075	Conector compresión tipo c cobre principal 2 AWG derivación 2 AWG	ET-TD-ME03-30	212856					1	1
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438				4	8	8
0113	Tuerca de ojo alargada 5/8"	ET-TD-ME03-09	211356					2	2
0119	Tornillo de maquina cabeza hexagonal acero galvanizado 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-17	211448				4	9	9
0121	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392				2	3	3
0132	Pie amigo 3x3x1/4 - según cruceta						4	4	4
0133	Grapa de retención aluminio tipo pistola 40AWG A 336.4 KCMIL	ET-TD-ME03-16	217324				6	6	6
0134	Bayoneta metálica riostra 3"x3" 1/4" separación 2150 mm							2	2
0140*	Aislador suspensión porcelana 15kV 6 1/2" ANSI C29.2 clase 52-1 clevis-lengüeta. (Ver Tabla 3, opción 1)		200134				12	12	12
0153*	Grapa de retención aluminio tipo pistola 2AWG A 40AWG. (Ver Tabla 3, opción 2)	ET-TD-ME03-16	217323					2	2

\* Puede ser reemplazado por otro elemento como se muestra en la Tabla 3.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 502	REV 0
	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 6 de 12

**Tabla 3. Opciones Listado de materiales**

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD					
				a	b	c	d	e	f
1	Aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis 28kV 70kN	-	-				6	6	6
2	Grapa de retención aluminio tipo pistola 2AWG a 4/0AWG	ET-TD-ME03-16	217323				6	6	6
	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4/0AWG a 336.4 KCMIL	ET-TD-ME03-16	217324				6	6	6

Donde:

- a → Montaje sin bayoneta
- b → Montaje con bayoneta para soportar el cable de guarda
- c → Montaje con bayoneta o espigo para soportar el neutro
- d → Montaje autosoportado sin bayoneta
- e → Montaje autosoportado con bayoneta para soportar el cable de guarda
- f → Montaje autosoportado con bayoneta para soportar el neutro

## 6 TENSIONADO DEL CONDUCTOR

La tabla de tendido para el conductor seleccionado está definida en el documento *NT-12B Norma técnica: tabla de tendido de los cables para las estructuras del grupo EPM*, donde se muestra la tensión y flecha del cable a diferentes temperaturas.

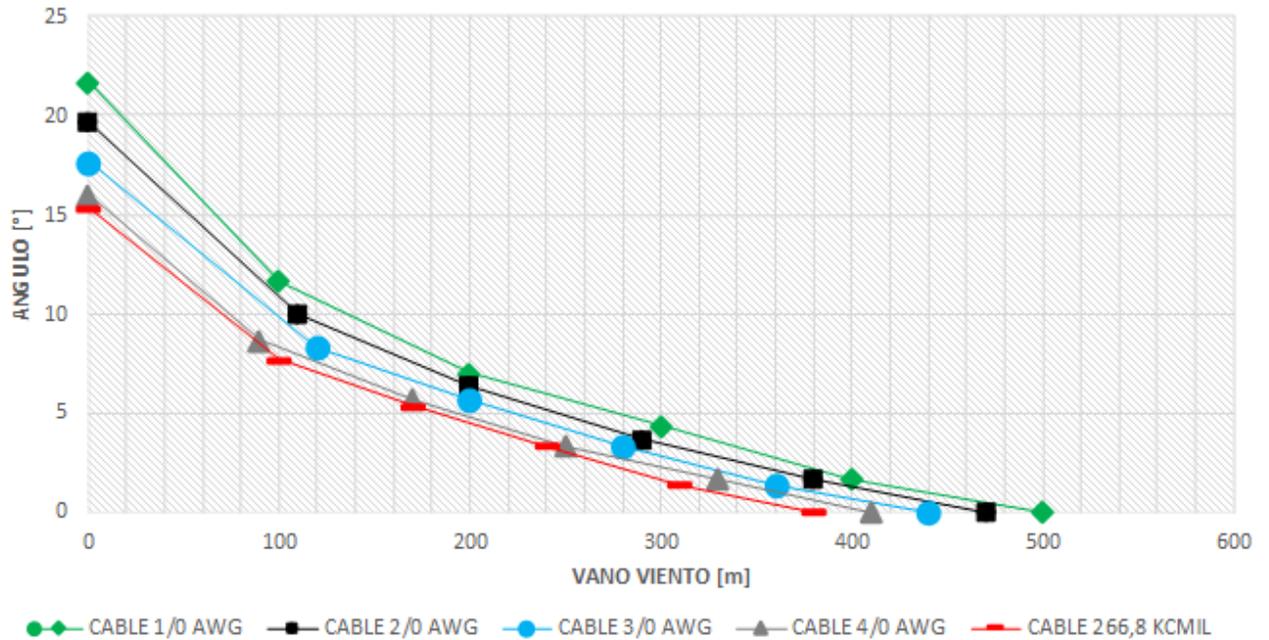
El cálculo mecánico de los conductores se muestra en el documento *ANX-12 Soporte: cálculo mecánico de conductores* y se hace para las siguientes condiciones limitantes.

- 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).

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA2 - 502</b>	<b>REV 0</b>
	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 7 de 12	

## 7 PUNTOS DE DISEÑO

### Opción d: Montaje autoportado sin bayoneta



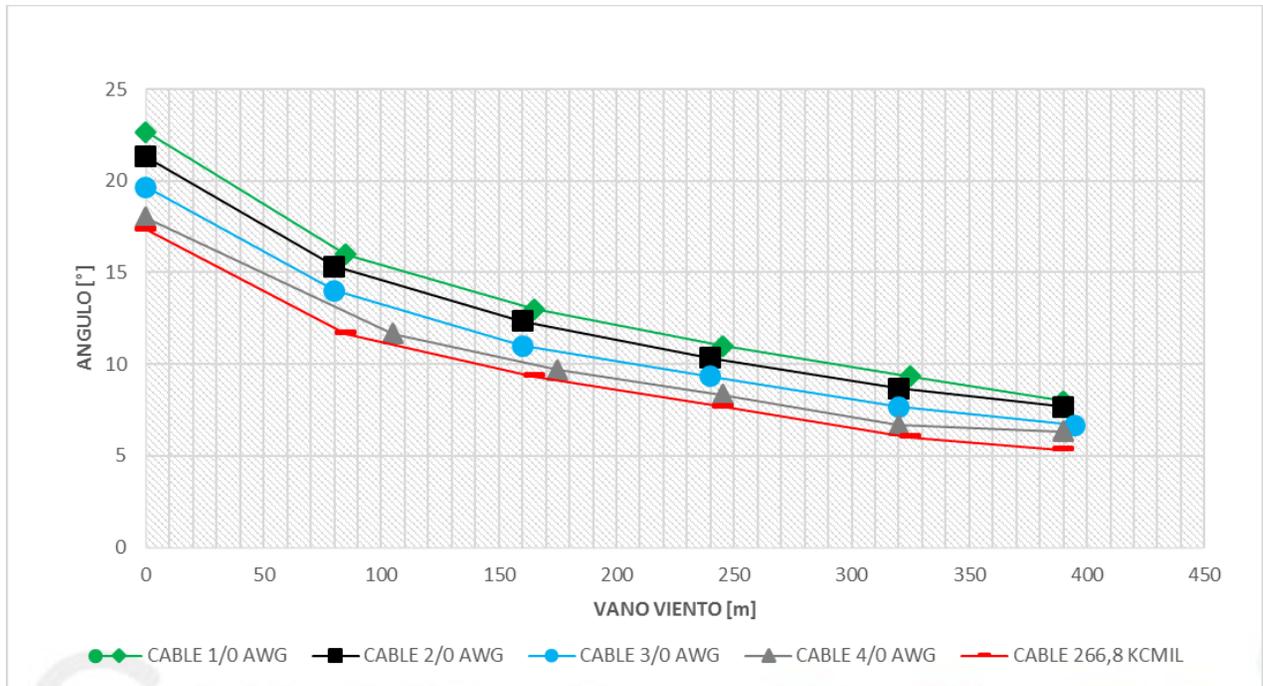
#### Notas:

1. Elaborada con base a los parámetros meteorológicos más críticos en el territorio del Grupo EPM para el diseño de estructuras (Clima cálido) y velocidad de viento máxima de 100 km/h.
2. El vano máximo admisible de la estructura está limitado por la separación de los conductores en 520 m, en terreno plano el vano máximo es limitado por la flecha en 150 m.
3. La curva representa el uso de la estructura para determinado conductor donde se muestra la relación de vano viento y ángulo. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes a la estructura.
4. El termino autoportado hace referencia a que la estructura no incluye viento, la carga de rotura de poste se muestra en el listado de cantidades.
5. El vano peso máximo que soporta la estructura depende del calibre del conductor.

Vano Peso (metros)				
CABLE 1/0 AWG	CABLE 2/0 AWG	CABLE 3/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL
750	705	660	610	570

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 502	REV 0
	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 8 de 12

## Opción e: Montaje autoportado con bayoneta para soportar el cable de guarda

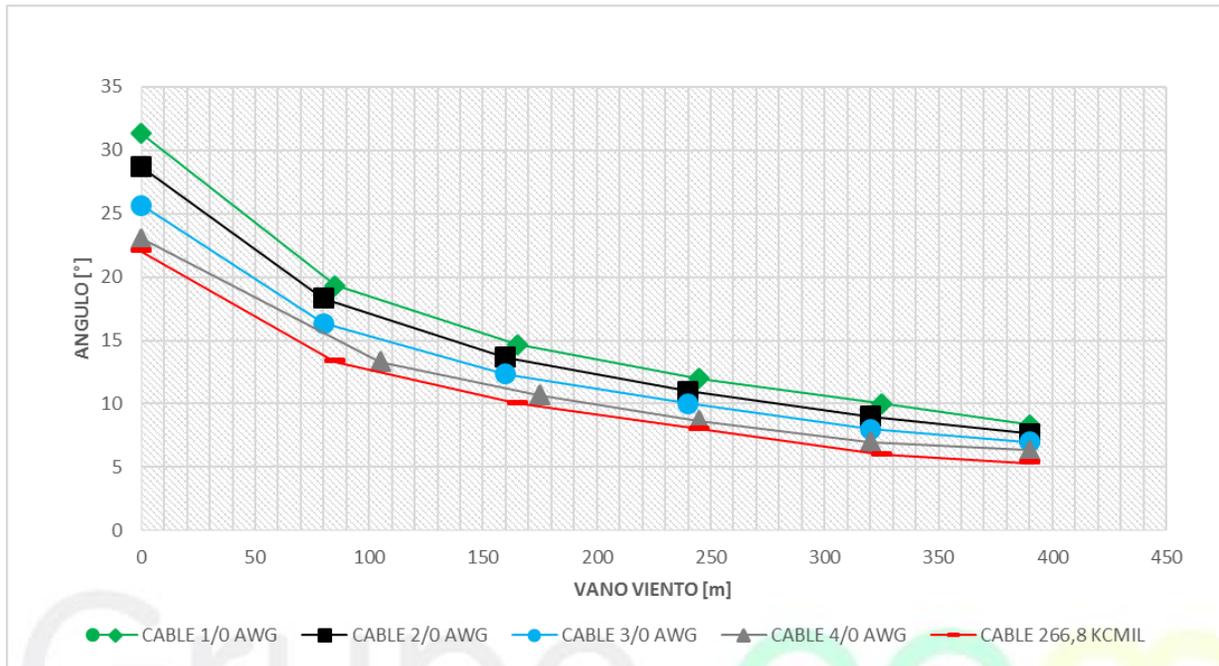


### Notas:

1. Elaborada con base a los parámetros meteorológicos más críticos en el territorio del Grupo EPM para el diseño de estructuras (Clima cálido) y velocidad de viento máxima de 100 km/h.
2. El vano máximo admisible de la estructura está limitado por la separación de los conductores en 520 m, en terreno plano el vano máximo es limitado por la flecha en 110 m.
3. La curva representa el uso de la estructura para determinado conductor donde se muestra la relación de vano viento y ángulo. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes a la estructura.
4. El termino autoportado hace referencia a que la estructura no incluye viento, la carga de rotura de poste se muestra en el listado de cantidades.
5. El vano peso máximo que soporta la estructura para los conductores analizados es de 600 m.

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA2 - 502</b>		<b>REV 0</b>
	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E	
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
				PÁGINA: 9 de 12

## Opción f: Montaje autoportado con bayoneta o espigo para soportar el neutro



### Notas:

1. Elaborada con base a los parámetros meteorológicos más críticos en el territorio del Grupo EPM para el diseño de estructuras (Clima cálido) y velocidad de viento máxima de 100 km/h.
2. El vano máximo admisible de la estructura está limitado por la separación de los conductores en 520 m, en terreno plano el vano máximo es limitado por la flecha en 110 m.
3. La curva representa el uso de la estructura para determinado conductor donde se muestra la relación de vano viento y ángulo. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes a la estructura.
4. El termino autoportado hace referencia a que la estructura no incluye viento, la carga de rotura de poste se muestra en el listado de cantidades.
5. El vano peso máximo que soporta la estructura para los conductores analizados es de 600 m.

## 8 NOTAS GENERALES

1. Todas las dimensiones están en milímetros.
2. En zonas con alto nivel de contaminación o costera utilizar en las cadenas un aislador de porcelana de suspensión de 165 mm adicional por fase; o utilizar aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis 28kV 70kN
3. En zonas con alto nivel de contaminación o costera utilizar conductores AAAC.
4. En zonas con alto nivel de contaminación o costera se recomienda utilizar poste en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). ET-TD-ME04-02.
5. En zonas con alto nivel de contaminación o costera se recomienda emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras FRP.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 502		REV 0
	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E	
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
				PÁGINA: 10 de 12

6. En caso de que el poste no tenga las perforaciones, 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 **epm**<sup>®</sup>

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA2 - 502</b>		REV 0	
<b>Grupo·epm</b> <sup>®</sup>	<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&E	REVISÓ: UNIDAD CET N&E		
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: AAAA/MM/DD		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 11 de 12

## 9 ANEXOS

**Tabla 4. Curvas de utilización por conductor montaje d.**

CABLE 1/0 AWG		CABLE 2/0 AWG		CABLE 3/0 AWG		CABLE 4/0 AWG		CABLE 266,8 KCMIL	
ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV
0.0	500.0	0.0	470.0	0.0	440.0	0.0	410.0	0.0	380.0
1.7	400.0	1.7	380.0	1.3	360.0	1.7	330.0	1.3	310.0
4.3	300.0	3.7	290.0	3.3	280.0	3.3	250.0	3.3	240.0
7.0	200.0	6.3	200.0	5.7	200.0	5.7	170.0	5.3	170.0
11.7	100.0	10.0	110.0	8.3	120.0	8.7	90.0	7.7	100.0
21.7	0.0	19.7	0.0	17.7	0.0	16.0	0.0	15.3	0.0

**Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje e.**

CABLE 1/0 AWG		CABLE 2/0 AWG		CABLE 3/0 AWG		CABLE 4/0 AWG		CABLE 266,8 KCMIL	
ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV
8.0	405.0	7.7	395.0	6.7	395.0	6.3	390.0	5.3	390.0
9.3	325.0	8.7	320.0	7.7	320.0	6.7	320.0	6.0	325.0
11.0	245.0	10.3	240.0	9.3	240.0	8.3	245.0	7.7	245.0
13.0	165.0	12.3	160.0	11.0	160.0	9.7	175.0	9.3	165.0
16.0	85.0	15.3	80.0	14.0	80.0	11.7	105.0	11.7	85.0
22.7	0.0	21.3	0.0	19.7	0.0	18.0	0.0	17.3	0.0

**Tabla 6. Curvas de utilización por conductor montaje f.**

CABLE 1/0 AWG		CABLE 2/0 AWG		CABLE 3/0 AWG		CABLE 4/0 AWG		CABLE 266,8 KCMIL	
ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV
8.3	405.0	7.7	395.0	7.0	395.0	6.3	390.0	5.3	390.0
10.0	325.0	9.0	320.0	8.0	320.0	7.0	320.0	6.0	325.0
12.0	245.0	11.0	240.0	10.0	240.0	8.7	245.0	8.0	245.0
14.7	165.0	13.7	160.0	12.3	160.0	10.7	175.0	10.0	165.0
19.3	85.0	18.3	80.0	16.3	80.0	13.3	105.0	13.3	85.0
31.3	0.0	28.7	0.0	25.7	0.0	23.0	0.0	22.0	0.0

\*VV: vano viento

<b>ENERGÍA</b>		<b>NORMA TÉCNICAS</b>		<b>NC - RA2 - 502</b>		<b>REV 0</b>	
		<b>NC - RA2 - 502. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm</b>		ELABORÓ: UNIDAD CET N&E		REVISÓ: UNIDAD CET N&E	
				APROBÓ: GERENCIA CET		FECHA: AAAA/MM/DD	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 12 de 12