

NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO

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	Ajustar curvas de utilización	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 - 402	REV 2
		NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 1 de 14

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en vertical denominada NC-RA1-402 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 los mismos, para tener en cuenta la instalación de infraestructura de telecomunicaciones.

El análisis electromecánico emplea poste concreto 14m 750kgf 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.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2		
	NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 2 de 14

- 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) 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 utilizar 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 - 402	REV 2
	NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 3 de 14

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*.



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2		
	NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 4 de 14

4 MODELO

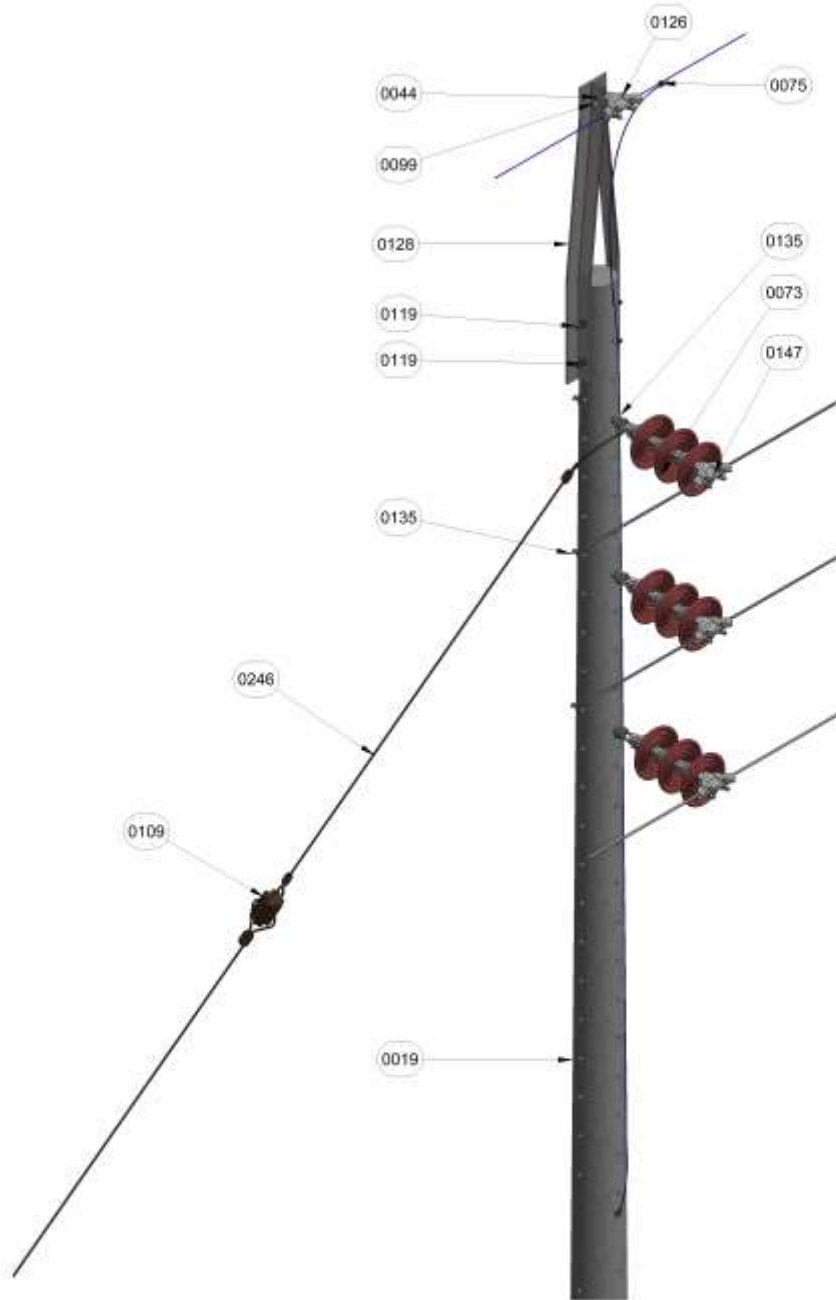


Figura 1. Vista isometrica.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2
		NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 5 de 14	

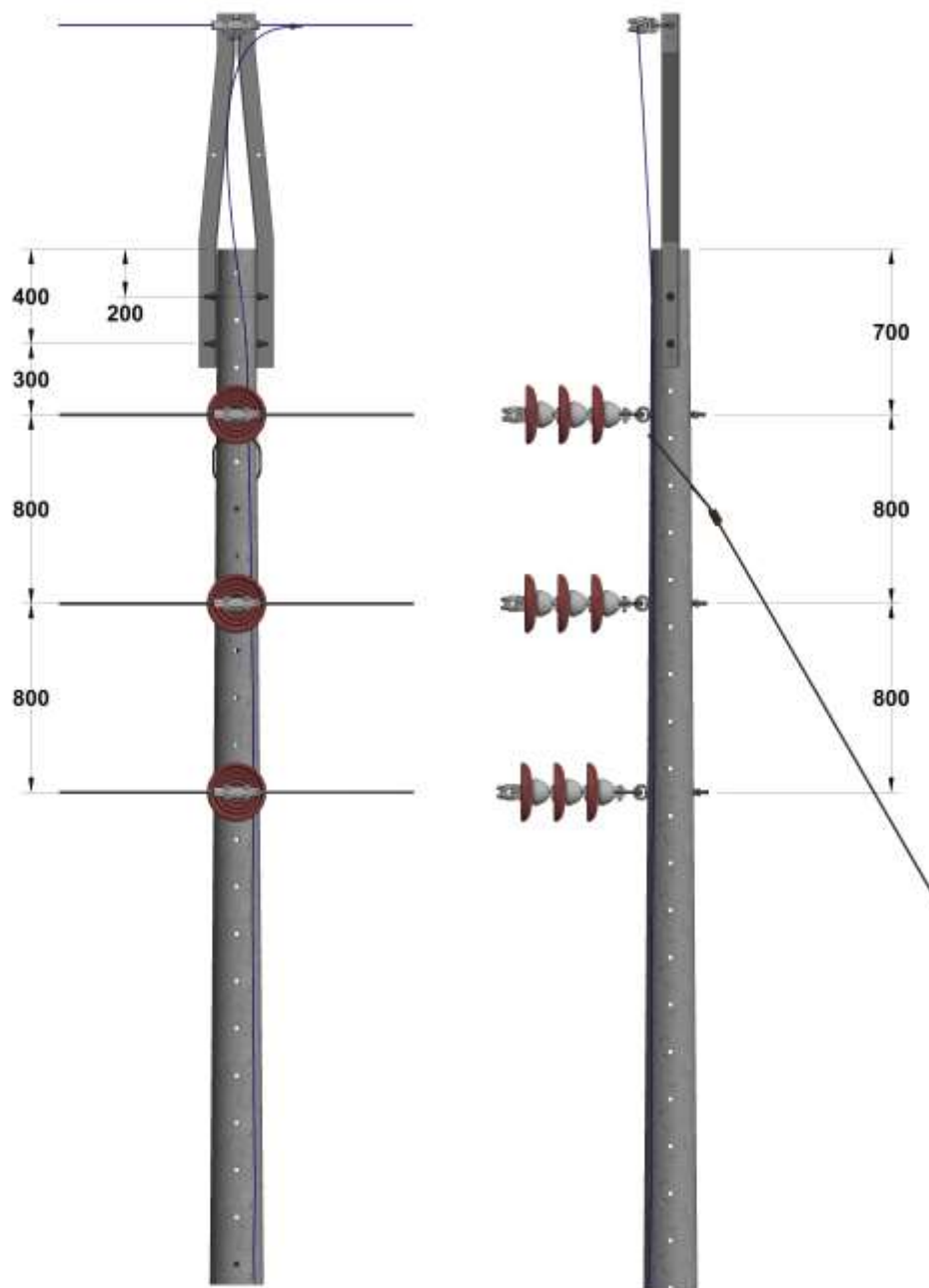


Figura 2. Vista frontal.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2
		NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 6 de 14	

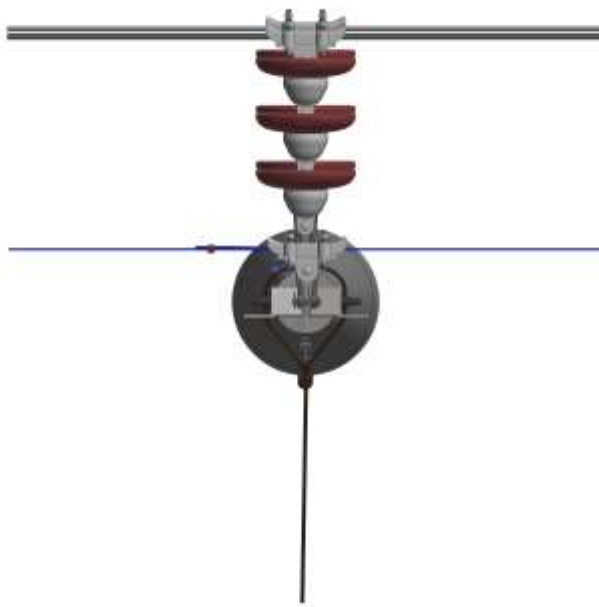


Figura 3. Vista en planta.

5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA1-402

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0019 ⁽¹⁾ (ver tabla 3)	Poste concreto 14m 750kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200022	1	1		
0021	Poste de concreto de 14m y 1350kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200024			1	1
0044	Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318	3	4	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	9	9
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438		1		1
0119	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392	3	5	3	5
0126	Grapa de suspensión Al 4 AWG -2/0 AWG	ET-TD-ME03-22	213343		1		1
0128	Bayoneta metálica doble 1500mm x 3" x 3 x 1/4"	ET-TD-ME03-03	211300		1		1
0113	Tuerca de ojo alargada 5/8"	ET-TD-ME03-09	211356	3	3	3	3
0147 (ver tabla 3)	Grapa de suspensión aluminio 4/0 AWG a 336.4 KCMIL	ET-TD-ME03-22	217326	3	3	3	3
0246 ⁽²⁾	Viento convencional a suelo cable de acero extra resistente diámetro 3/8"	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) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2
		NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 7 de 14

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/guarda

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

Tabla 3. Materiales opcionales

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE
0147	Grapa de suspensión aluminio 4 AWG a 2/0 AWG	ET-TD-ME03-22	213343
0147	Grapa de suspensión aluminio 2/0 AWG a 4/0 AWG	ET-TD-ME03-22	217325
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
0019	Poste fibra de vidrio 14m 750kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200064
0019	Poste fibra de vidrio 14m 750kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200065
0019	Poste metálico 14 m 750kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200083
0019	Poste concreto 16 m 750 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200029
0019	Poste fibra de vidrio 16 m 750 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	214752
0019	Poste metálico 16 m 750 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	215649

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 - 402	REV 2
		NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 8 de 14

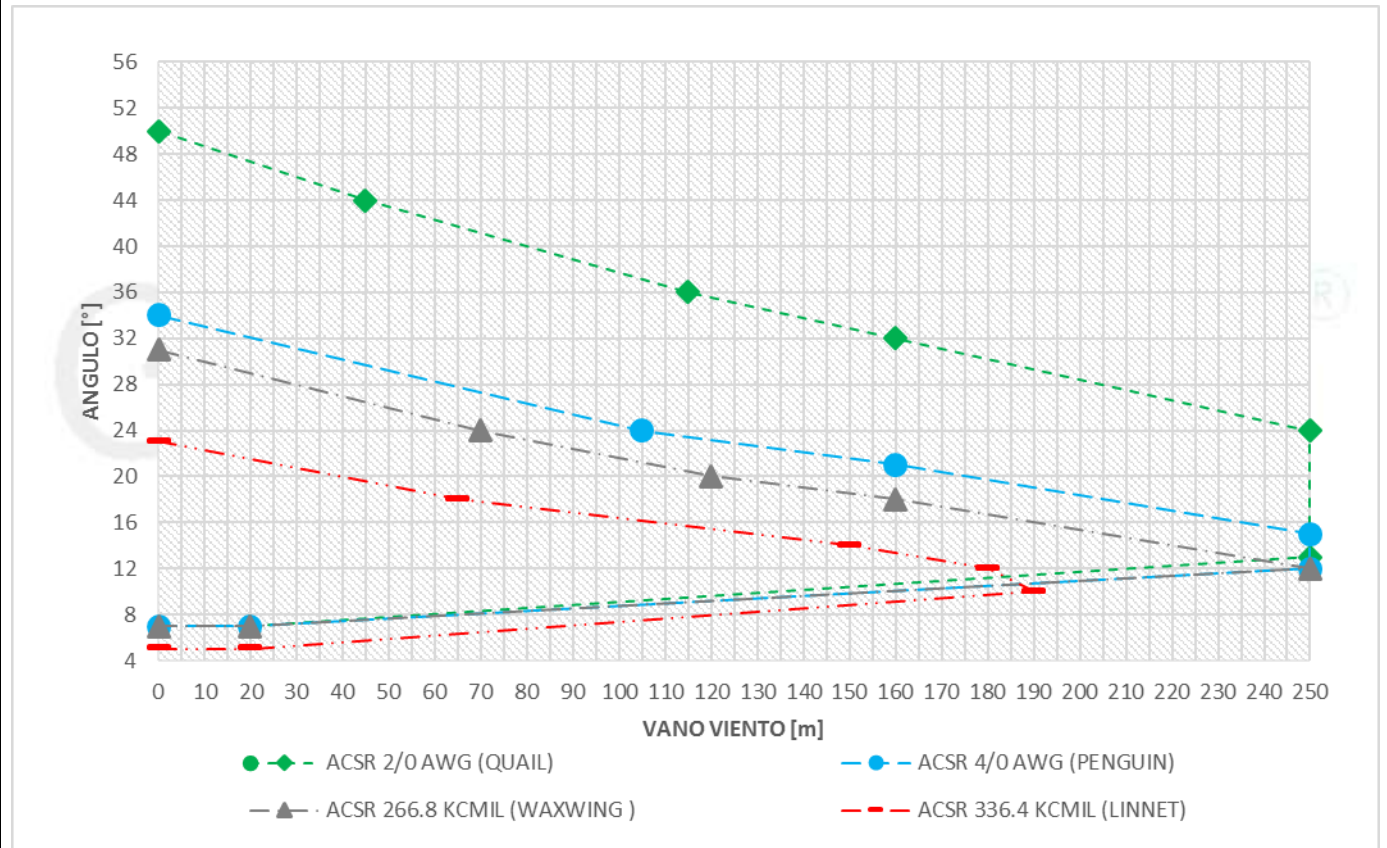
7 CURVAS DE UTILIZACIÓN

Las curvas de utilización se limitan de forma tal, que la distancia fase - tierra (380 mm) se respete en cualquier condición, en especial para condición de temperatura máxima, considerada como la condición de mayor elongación del cable.

Esta estructura debe usarse para los puntos de diseño dentro de la curva del conductor correspondiente (esta curva en particular presenta límites superior e inferior).

La estructura angular se puede utilizar a partir de deflexiones en la línea iguales a 5 grados o superiores, dependiendo del calibre del conductor como se muestra en las siguientes curvas.

Montaje a: con viento y sin bayoneta



Notas:

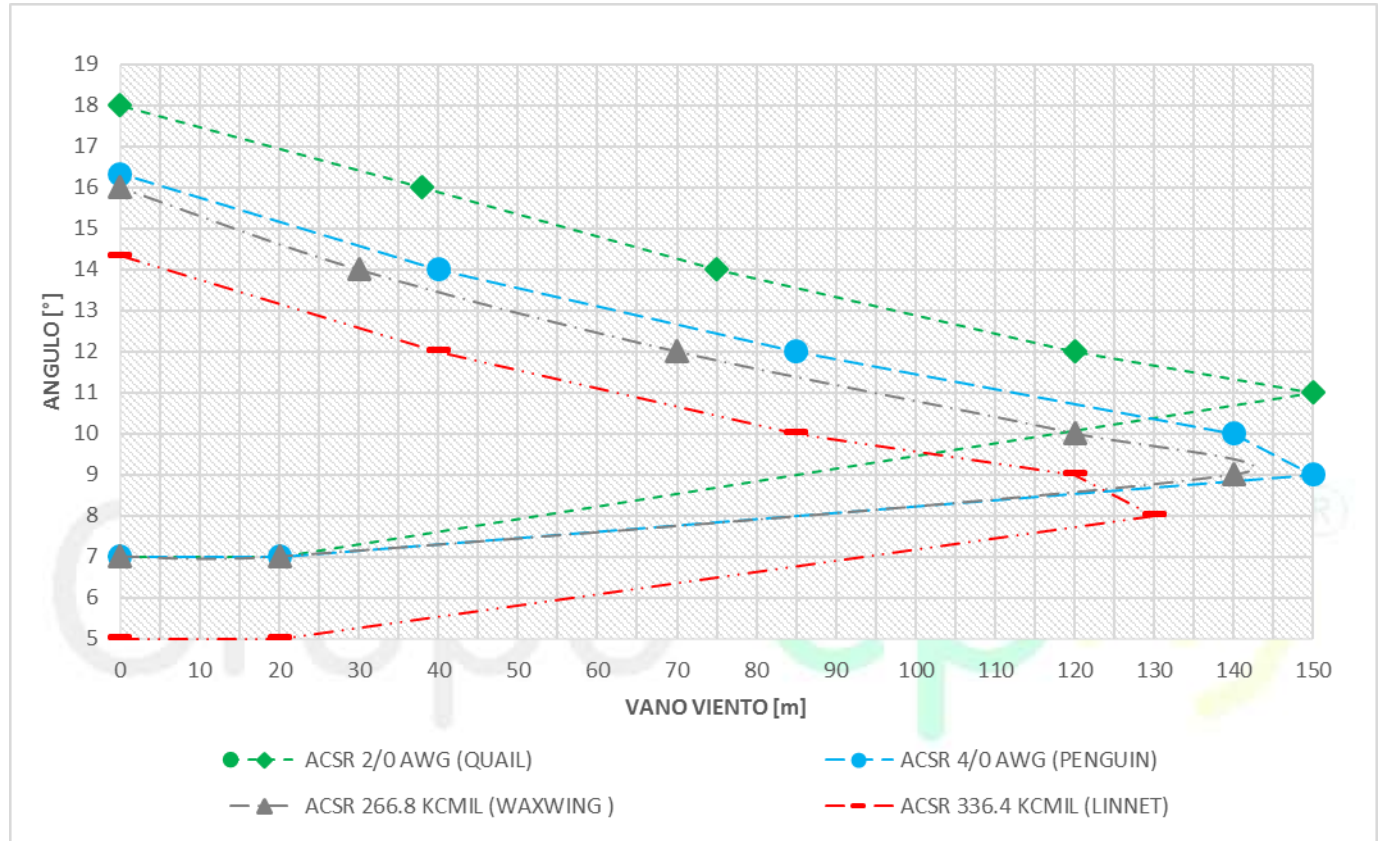
1. La curva de utilización se construyó con base a los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. La curva de utilización indica el valor de vano viento en función del ángulo. El uso óptimo de la estructura se encuentra en los puntos debajo de la curva del conductor utilizado.
4. El vano viento corresponde al promedio de la longitud de los vanos adyacentes a la estructura (vano adelante y vano atrás).
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 160 m.
6. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización de la estructura se podrán realizar cambios en los elementos de esta norma, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, vientos con cable de mayor calibre, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2
 NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 9 de 14

7. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 2/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL	CABLE 336.4 KCMIL
300 m	300 m	300 m	228 m

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

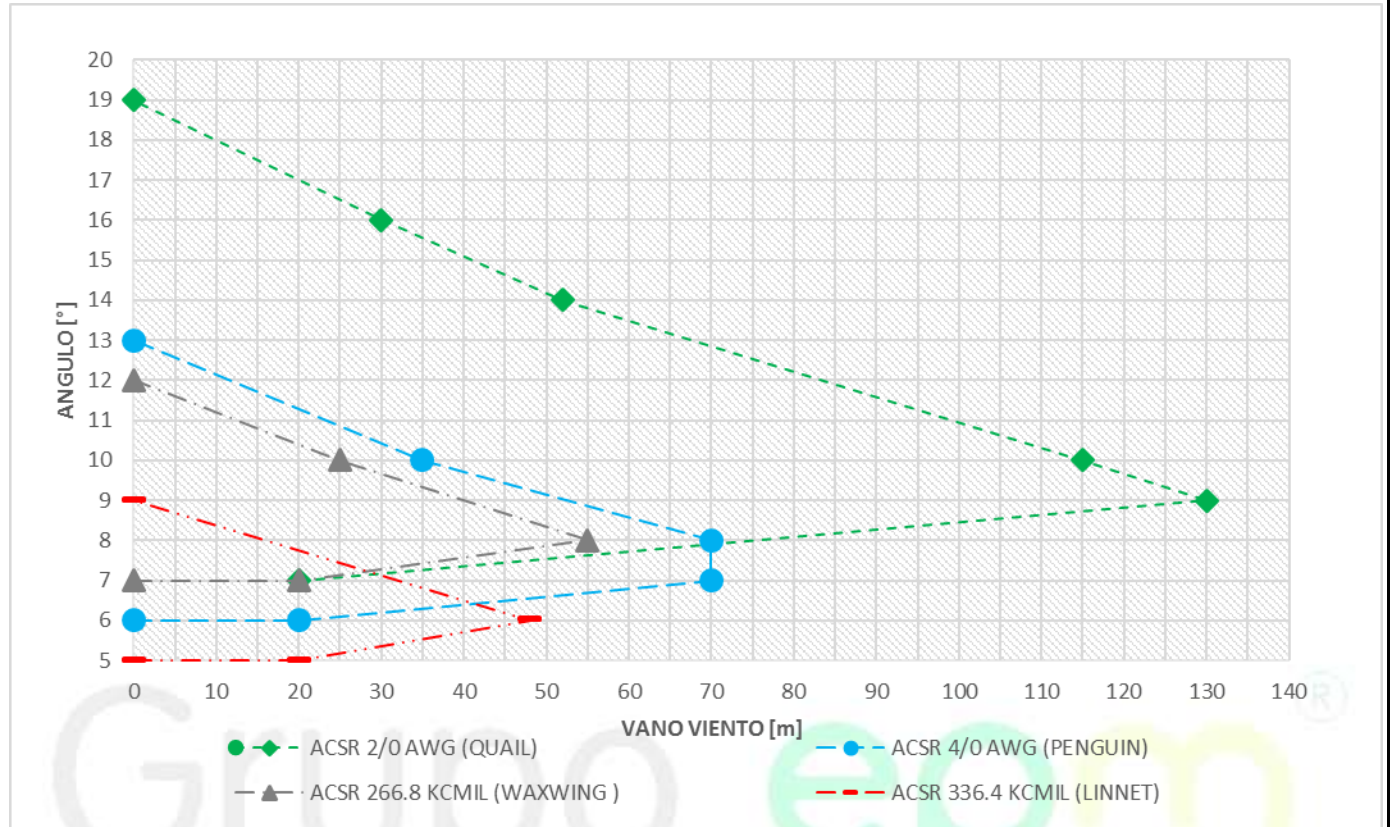


Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base a los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. La curva de utilización indica el valor de vano viento en función del ángulo. El uso óptimo de la estructura se encuentra en los puntos debajo de la curva del conductor utilizado.
4. El vano viento corresponde al promedio de la longitud de los vanos adyacentes a la estructura (vano adelante y vano atrás).
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 160 m.
6. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización de la estructura se podrán realizar cambios en los elementos de esta norma, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, vientos con cable de mayor calibre, viento en la bayoneta, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
7. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 2/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL	CABLE 336.4 KCMIL
180 m	180 m	168 m	156 m

Montaje c: sin viento y sin bayoneta



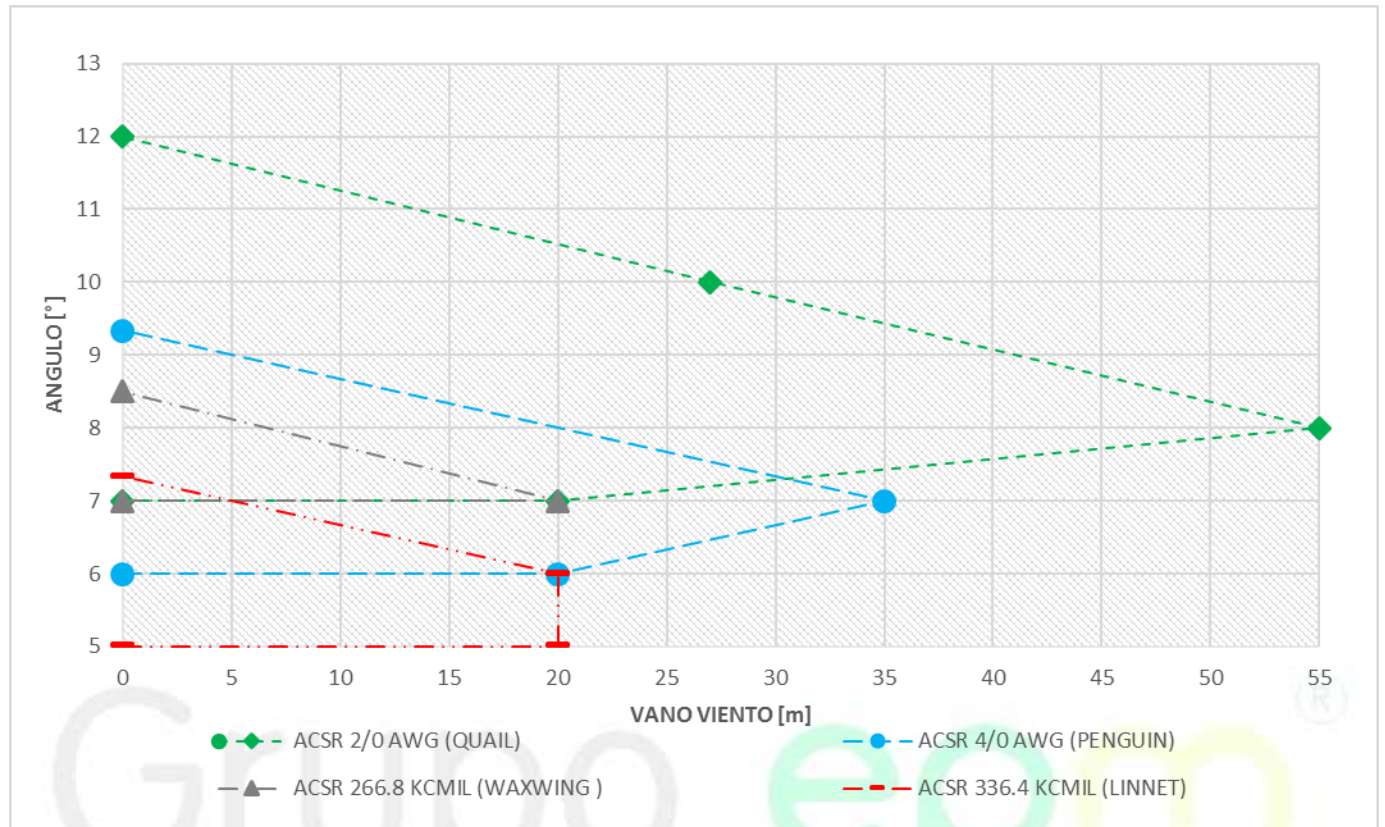
Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base a los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. La curva de utilización indica el valor de vano viento en función del ángulo. El uso óptimo de la estructura se encuentra en los puntos debajo de la curva del conductor utilizado.
4. El vano viento corresponde al promedio de la longitud de los vanos adyacentes a la estructura (vano adelante y vano atrás).
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha del conductor es 160 m.
6. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización de la estructura se podrán realizar cambios en los elementos de esta norma, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
7. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 2/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL	CABLE 336.4 KCMIL
156 m	84 m	66 m	58 m

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2
 NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 11 de 14

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



Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base a los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. La curva de utilización indica el valor de vano viento en función del ángulo. El uso óptimo de la estructura se encuentra en los puntos debajo de la curva del conductor utilizado.
4. El vano viento corresponde al promedio de la longitud de los vanos adyacentes a la estructura (vano adelante y vano atrás).
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha del conductor es 160 m.
6. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización de la estructura se podrán realizar cambios en los elementos de esta norma, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
7. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 2/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL	CABLE 336.4 KCMIL
66 m	42 m	24 m	24 m

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2
		NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 12 de 14

8 NOTAS GENERALES

1. Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
2. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV) y muy fuerte (V) o costera se debe utilizar conductores AAAC.
3. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV) y muy fuerte (V) o costera se debe utilizar poste en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). ET-TD-ME04-02.
4. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV) y muy fuerte (V) o costera se debe 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 

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2		
	NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 13 de 14

9 ANEXOS

Tabla 4. Curvas de utilización por conductor montaje a.

ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)		ACSR 336.4 KCMIL (LINNET)	
ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV
7.0	20.0	7.0	0	7.0	0.0	5.0	0.0
13.0	250.0	7.0	20	7.0	20.0	5.0	20.0
24.0	250.0	12.0	250	12.0	250.0	10.0	190.0
32.0	160.0	15.0	250.0	18.0	160.0	12.0	180.0
36.0	115.0	21.0	160.0	20.0	120.0	14.0	150.0
44.0	45.0	24.0	105.0	24.0	70.0	18.0	65.0
50.0	0.0	34.0	0.0	31.0	0.0	23.0	0.0

Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje b.

ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)		ACSR 336.4 KCMIL (LINNET)	
ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV
7.0	0.0	7.0	0.0	7.0	0.0	5.0	0.0
7.0	20.0	7.0	20.0	7.0	20.0	5.0	20.0
11.0	150.0	9.0	150.0	9.0	140.0	8.0	130.0
12.0	120.0	10.0	140.0	10.0	120.0	9.0	120.0
14.0	75.0	12.0	85.0	12.0	70.0	10.0	85.0
16.0	38.0	14.0	40.0	14.0	30.0	12.0	40.0
18.0	0.0	16.3	0.0	16.0	0.0	14.3	0.0

Tabla 6. Curvas de utilización por conductor montaje c.

ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)		ACSR 336.4 KCMIL (LINNET)	
ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV
7.0	20.0	6.0	0.0	7.0	0.0	5.0	0.0
9.0	130.0	6.0	20.0	7.0	20.0	5.0	20.0
10.0	115.0	7.0	70.0	8.0	55.0	6.0	48.0
14.0	52.0	8.0	70.0	10.0	25.0	9.0	0.0
16.0	30.0	10.0	35.0	12.0	0.0		
19.0	0.0	13.0	0.0				

Tabla 7. Curvas de utilización por conductor montaje d.

ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)		ACSR 336.4 KCMIL (LINNET)	
ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV
7.0	0.0	6.0	0.0	7.0	0.0	5.0	0.0
7.0	20.0	6.0	20.0	7.0	20.0	5.0	20.0
8.0	55.0	7.0	35.0	8.5	0.0	6.0	20.0
10.0	27.0	9.3	0.0			7.3	0.0
12.0	0.0						

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 402	REV 2
		NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 14 de 14