

NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 | 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 - RA2 - 202 | REV 2 |
|  | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en semibandera denominada NC-RA2-202 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

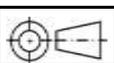
La presente norma se sustenta teóricamente en el documento *GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y sus anexos*. Es aplicable a todas las condiciones climáticas y meteorológicas encontradas en las áreas de influencia del Grupo EPM en Colombia. La 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 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 750 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 aislador tipo pin de porcelana 15 kV ANSI C29.5 Clase 55-4. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aisladores tipo line-post polimérico, 15kV ANSI C29.18 clase 51-2F. Además, en zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe utilizar aisladores tipo line-post polimérico, ANSI C29.18 clase 51-4F.

| | | | | | |
|---|--|---|----------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 | | |
|  | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

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 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).

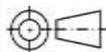
La norma técnica RA6-022 describe en detalle las acciones que se deben ejecutar sobre las redes de distribución de energía que se ubican en zonas especiales.

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 norma 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 - RA2 - 202 | REV 2 |
|  | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

4 MODELO

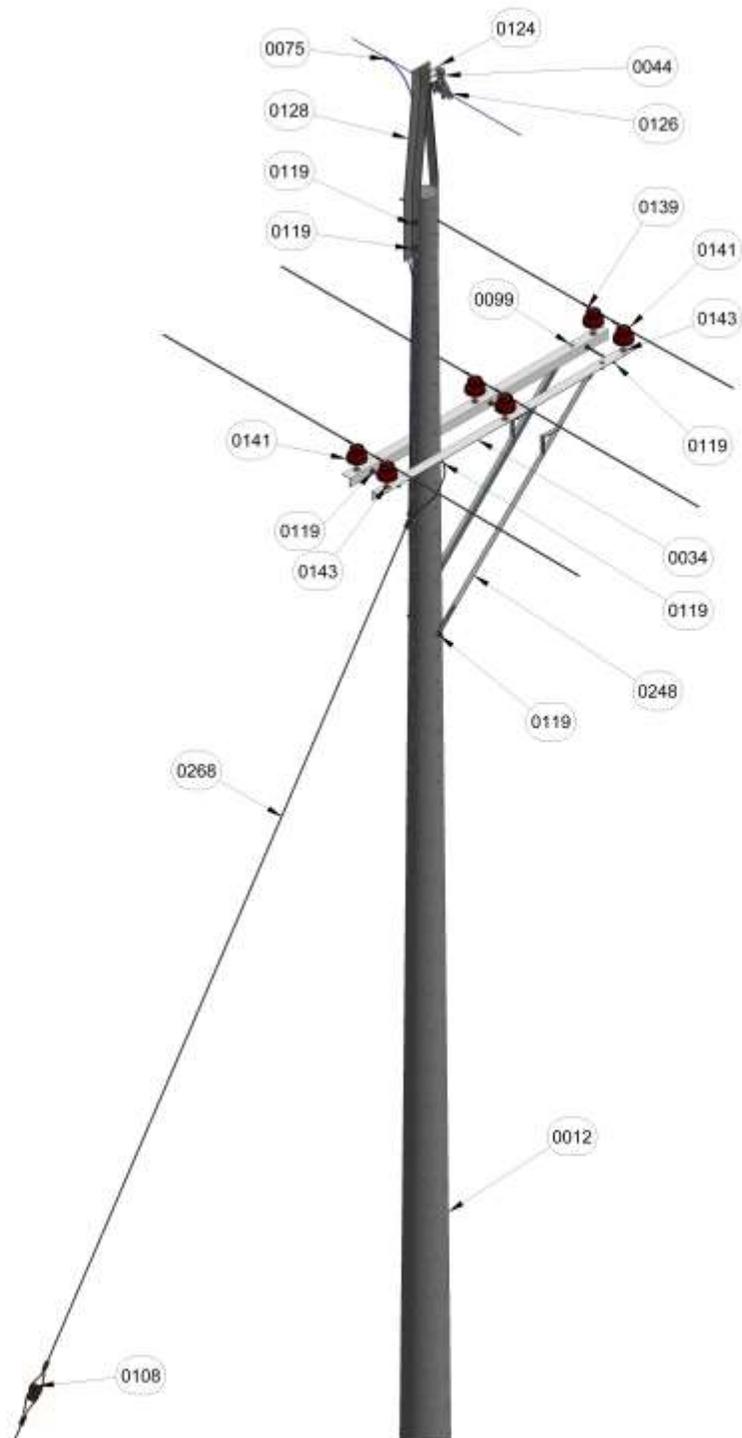


Figura 1. Vista isometrica

| | | | | | |
|---|--|---|----------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 | | |
|  | <p align="center">NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

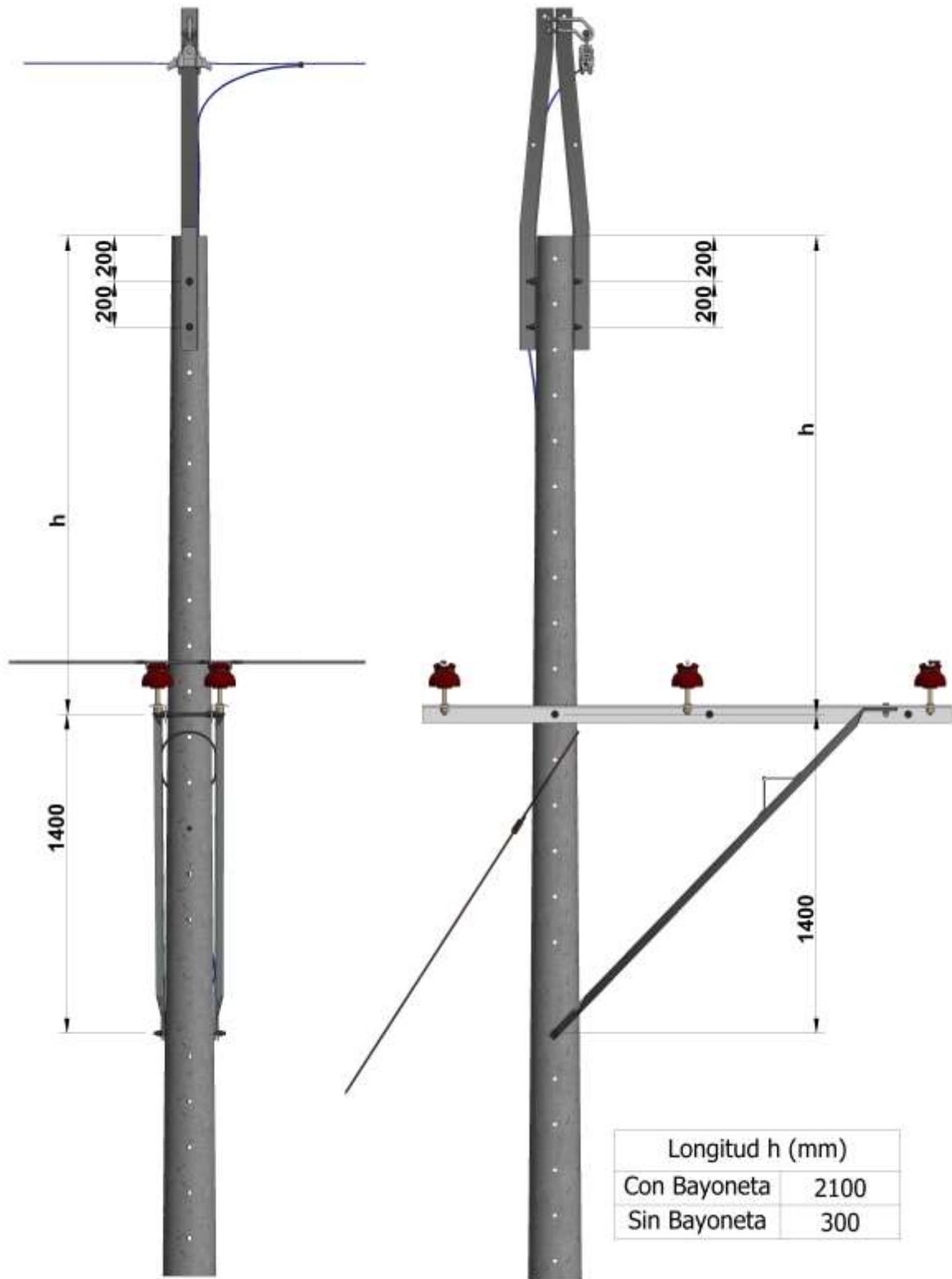


Figura 2. Vista frontal

| | | | |
|---|--|---|----------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
|  | <p align="center">NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm</p> | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| UNIDAD DE MEDIDA: mm | | PÁGINA: 5 de 17 | |

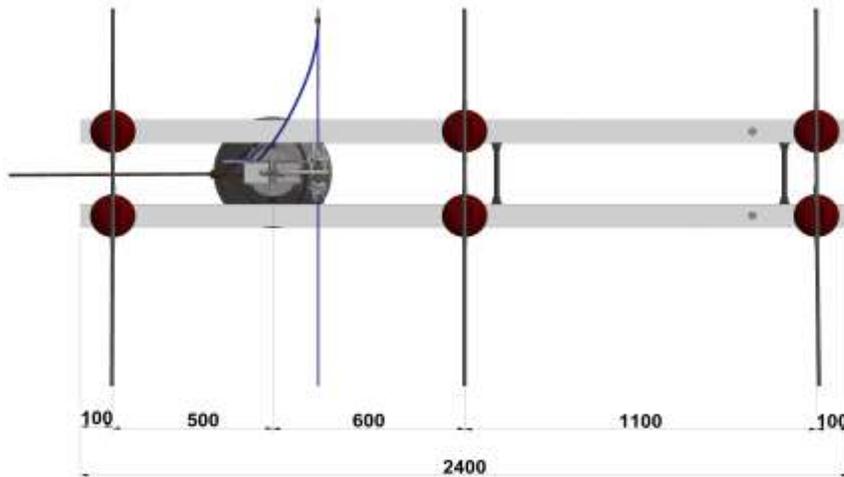
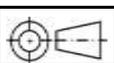


Figura 3. Vista en planta

5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA2-202

| CÓDIGO IDENTIFIC. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA | REFERENCIA | CÓDIGO JDE | CANTIDAD POR MONTAJE | | | |
|--------------------------------------|---|---------------|------------|----------------------|---|---|---|
| | | | | a | b | c | d |
| 0012 ⁽¹⁾ (ver tabla 3) | Poste de concreto de 12 m y 750 kgf monolítico | ET-TD-ME04-01 | 200015 | 1 | 1 | | |
| 0014 ⁽¹⁾ (ver tabla 3) | Poste de concreto de 12 m y 1350 kgf monolítico | ET-TD-ME04-01 | 200017 | | | 1 | 1 |
| 0034 | Cruceta metálica 2400mm 3" x 3" x 1/4" | ET-TD-ME03-02 | 211275 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 0044 | Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado | ET-TD-ME03-11 | 211318 | | 1 | | 1 |
| 0099 | Tornillo de máquina cabeza hexagonal acero galvanizado 5/8" x 1 1/2" | ET-TD-ME03-17 | 211438 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 0108 | Aislador tensor porcelana 15 kV 4 1/4" ANSI C29.4 clase 54-2 | ET-TD-ME02-01 | 200156 | 1 | 1 | | |
| 0119 | Esparrago 5/8" x 12" | ET-TD-ME03-19 | 211392 | 5 | 7 | 5 | 7 |
| 0124 | Ojal de suspensión péndola 5/8" | ET-TD-ME03-36 | 253930 | | 1 | | 1 |
| 0126 | Grapa de suspensión Aluminio 4 AWG -2/0 AWG | ET-TD-E03-16 | 213343 | | 1 | | 1 |
| 0128 ⁽²⁾ | Bayoneta metálica doble 1500mm x 3" x 3" x 1/4" | ET-TD-ME03-03 | 211300 | | 1 | | 1 |
| 0139 ⁽³⁾ | Alambre de amarre de aluminio 4 AWG desnudo | ET-TD-ME01-15 | 213943 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 0141 (ver tabla 3) | Aislador pin porcelana 15kv 5 1/2" ANSI C29.5 clase 55-4 | ET-TD-ME02-01 | 200144 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 0143 | Espigo corto para aislador tipo pin 10"x1 3/4"x3/4" rosca 1 3/8" cruceta metálica | ET-TD-ME03-20 | 213695 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 0248 | Diagonal metálica recta 2" X 2" X 1/4" para cruceta de 2400mm | ET-TD-ME03-04 | 211291 | 2 | 2 | 2 | 2 |

| | | | |
|---|--|---|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
|  | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

| CÓDIGO IDENTIFIC. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA | REFERENCIA | CÓDIGO JDE | CANTIDAD POR MONTAJE | | | |
|---------------------|--|------------|------------|----------------------|---|---|---|
| | | | | a | b | c | d |
| 0268 ⁽⁴⁾ | Viento convencional a suelo o poste auxiliar cable de acero extra resistente diámetro 1/4" | RA6-001 | - | 1 | 1 | | |

NOTAS:

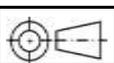
- (1) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características.
- (2) En los casos donde la estructura no requiera apantallamiento, pero se deba instalar cable neutro, la bayoneta se podrá reemplazar por dos espigos y dos aisladores tipo pin o poste según se requiera.
- (3) Las cantidades para los conductores están expresadas en la unidad de metros.
- (4) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos.

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 |
|--------|--|---------------|------------|
| 0012 | Poste fibra de vidrio 12 m 750 kgf monolítico | ET-TD-ME04-02 | 200058 |
| 0012 | Poste fibra de vidrio 12 m 750 kgf seccionado | ET-TD-ME04-02 | 200059 |
| 0012 | Poste metálico 12 m 750 kgf seccionado | ET-TD-ME04-03 | 200081 |
| 0012 | Poste concreto 14m 750kgf monolítico | ET-TD-ME04-01 | 200022 |
| 0012 | Poste fibra de vidrio 14m 750kgf monolítico | ET-TD-ME04-02 | 200064 |
| 0012 | Poste fibra de vidrio 14m 750kgf seccionado | ET-TD-ME04-02 | 200065 |
| 0012 | Poste metálico 14 m 750kgf seccionado | ET-TD-ME04-03 | 200083 |
| 0012 | Poste concreto 16 m 750 kgf monolítico | ET-TD-ME04-01 | 200029 |
| 0012 | Poste fibra de vidrio 16 m 750 kgf seccionado | ET-TD-ME04-02 | 214752 |
| 0012 | Poste metálico 16 m 750 kgf seccionado | ET-TD-ME04-03 | 215649 |
| 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 |
| 0141 | Aislador poste porcelana 15kV 9" ANSI C29.7 clase 57-1 | ET-TD-ME02-01 | 200154 |
| 0141 | Aislador poste polimérico 15kV 14.7" ANSI C29.18 clase 51-2F | ET-TD-ME02-04 | 267641 |
| 0141 | Aislador poste polimérico 48kV 18.1" ANSI C29.18 clase 51-4F | ET-TD-ME02-04 | 200166 |

| | | | |
|---|--|---|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
|  | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

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).

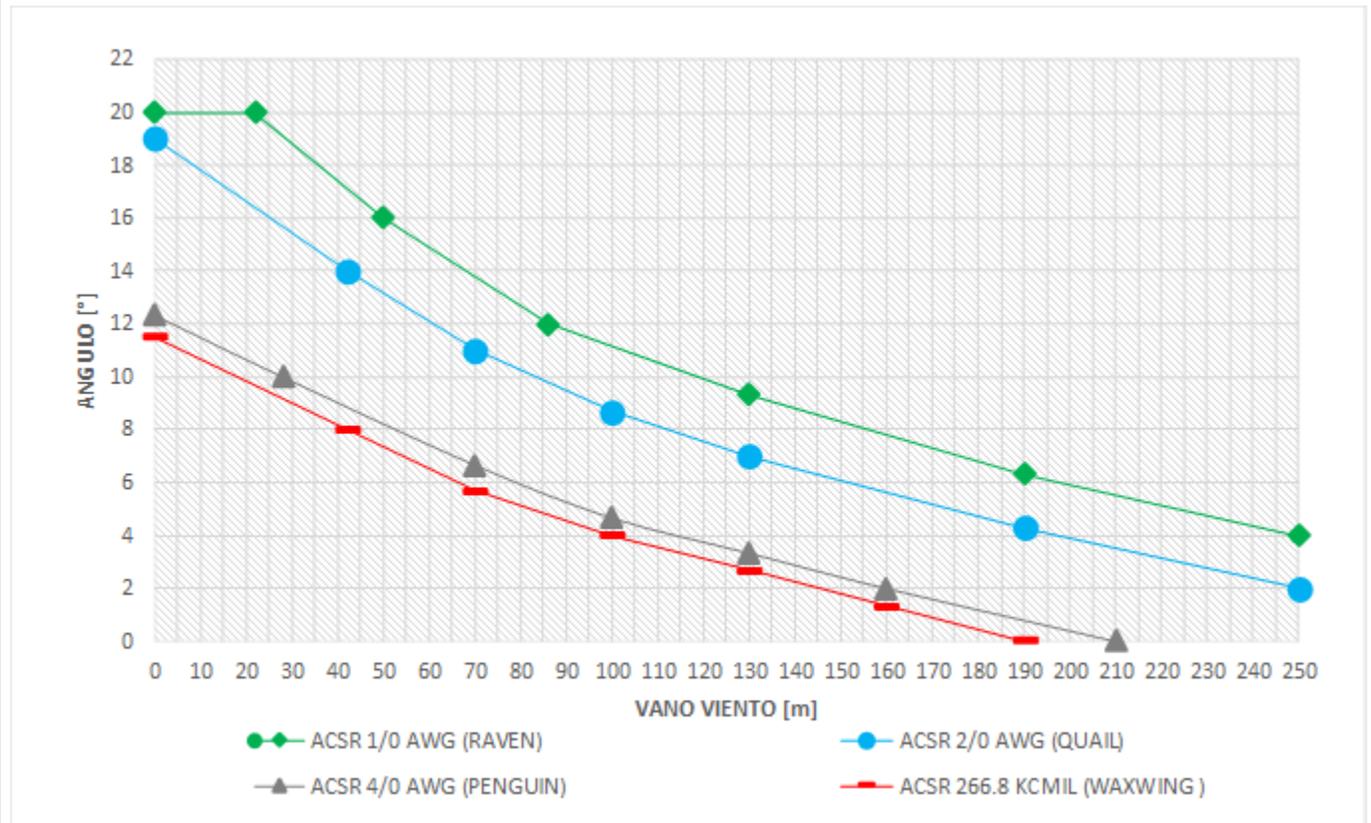
Los valores de tensión y flecha de los cables a diferentes temperaturas, para su tendido, se encuentran en el documento ANX-12D: Tablas de tendido de los cables desnudos. Mientras que, las condiciones mecánicas limitantes se encuentran en el documento ANX-12B: Tablas de cálculo mecánico de conductores.

Grupo 

| | | | | | |
|---|--|---|----------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 | | |
|  | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

7 CURVAS DE UTILIZACIÓN

Montaje a: con viento y sin bayoneta



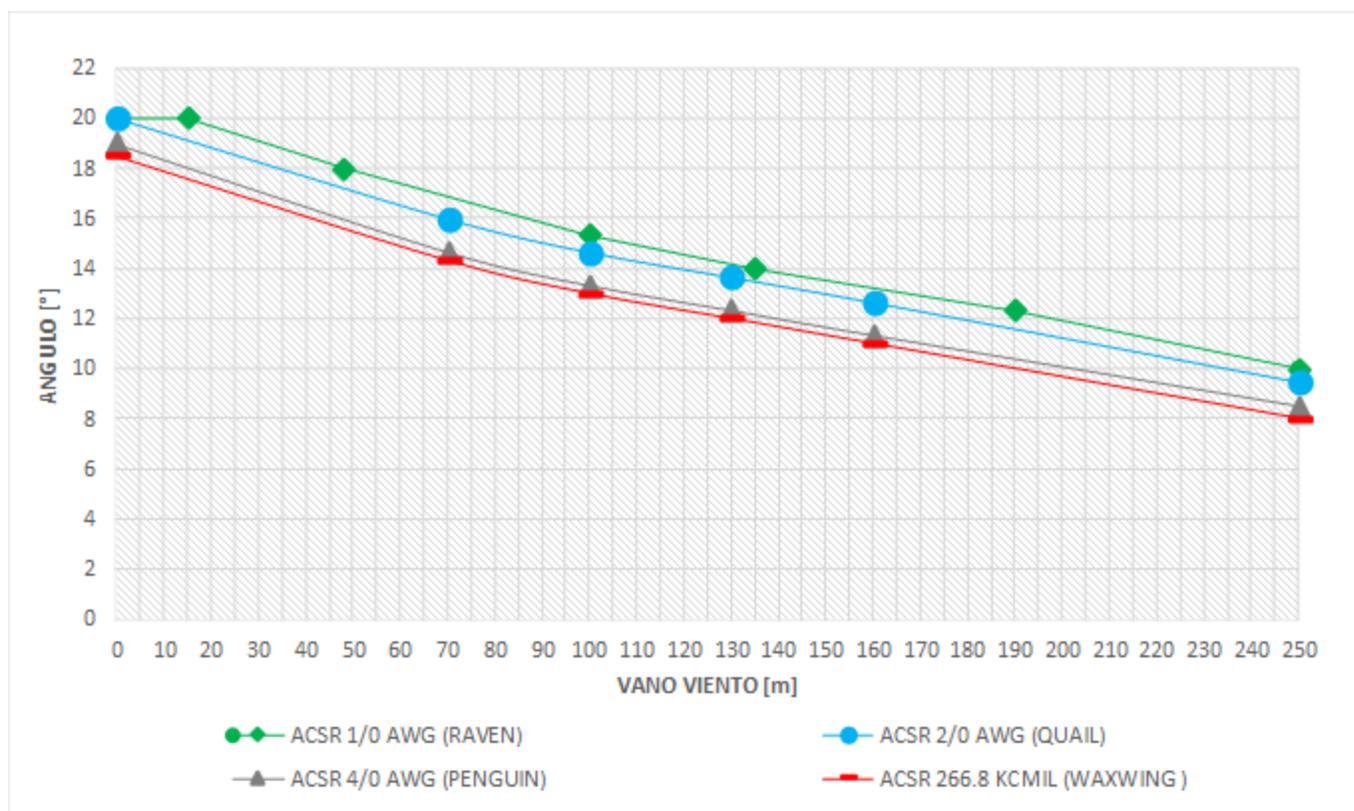
Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 230m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 170 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, 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.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

| CABLE 1/0 AWG | CABLE 2/0 AWG | CABLE 4/0 AWG | CABLE 266,8 KCMIL |
|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| 300 m | 300 m | 252 m | 228 m |

| | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
| | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

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

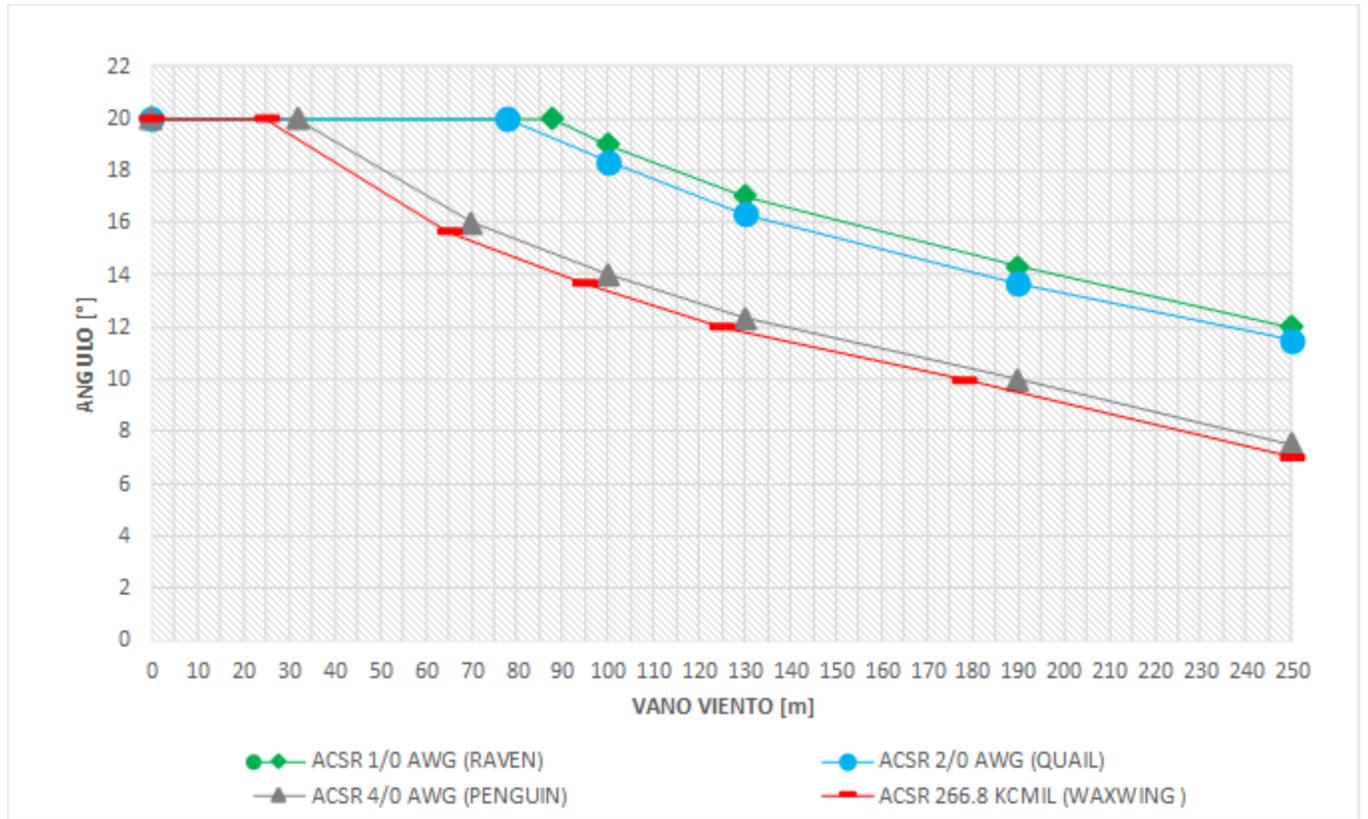


Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 230 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 110 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, vientos con cable de mayor calibre, instalar viento en la bayoneta, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 300 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

| | | | |
|--|--|-------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
| | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

Montaje b: con viento y con bayoneta o espigo para soportar el neutro

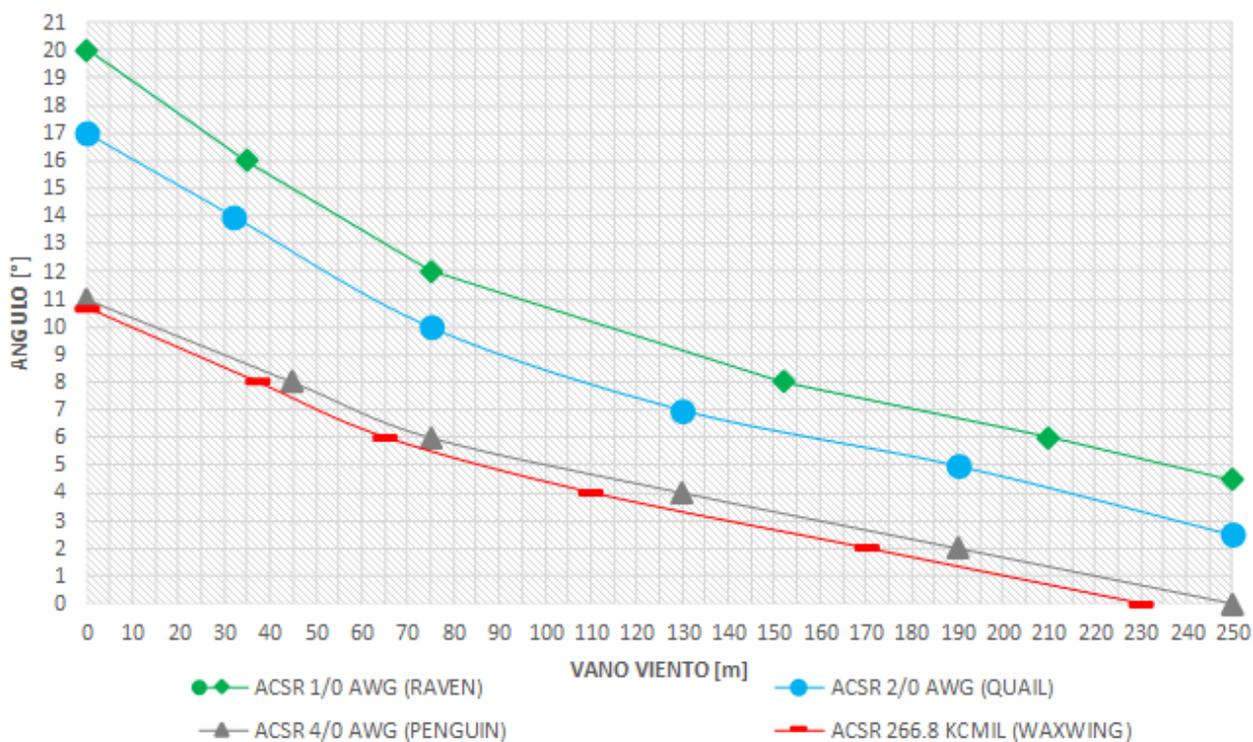


Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 230 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 110 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, vientos con cable de mayor calibre, instalar viento en la bayoneta, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 300 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

| | | | |
|--|--|-------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
| | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO 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 17 |

Montaje c: sin viento y sin bayoneta

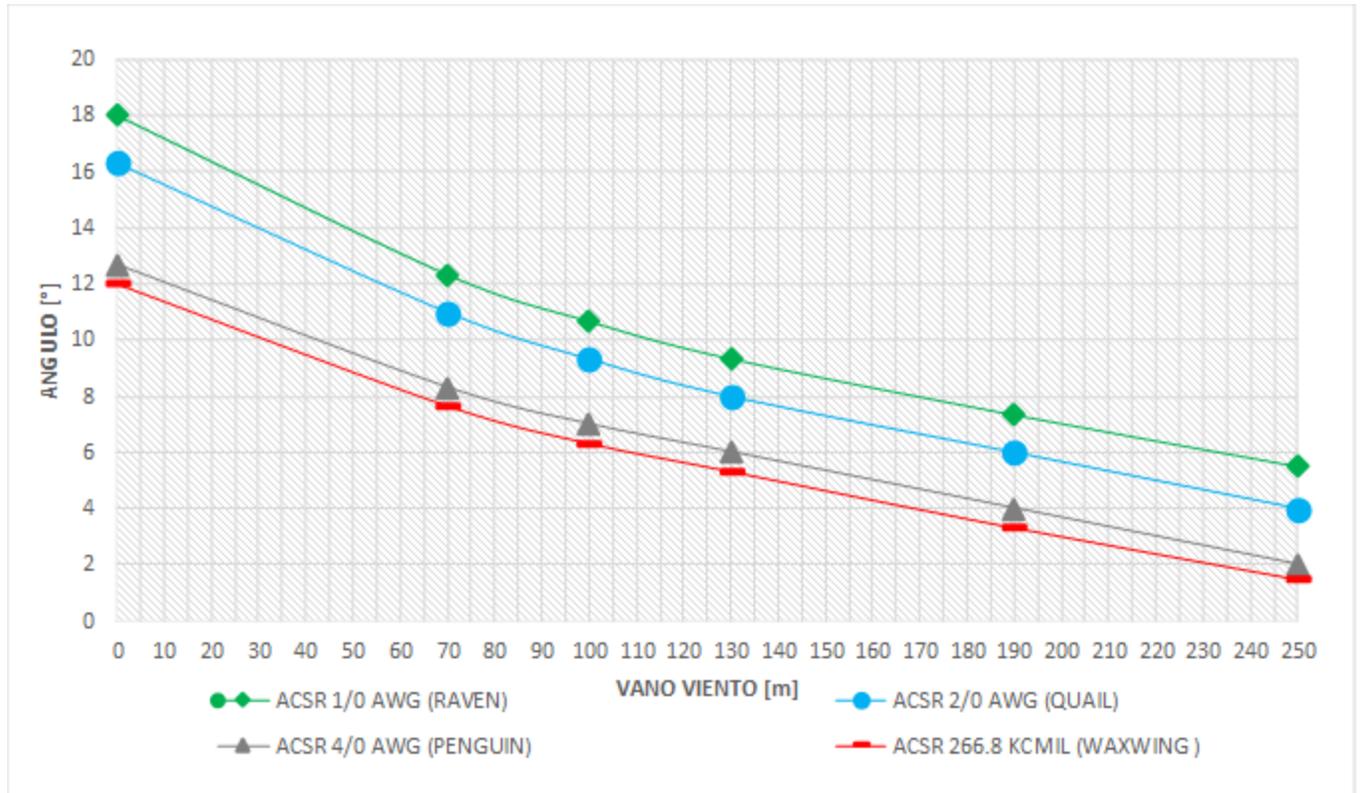


Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 230 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 170 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

| CABLE 1/0 AWG | CABLE 2/0 AWG | CABLE 4/0 AWG | CABLE 266,8 KCMIL |
|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| 300 m | 300 m | 300 m | 276 m |

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

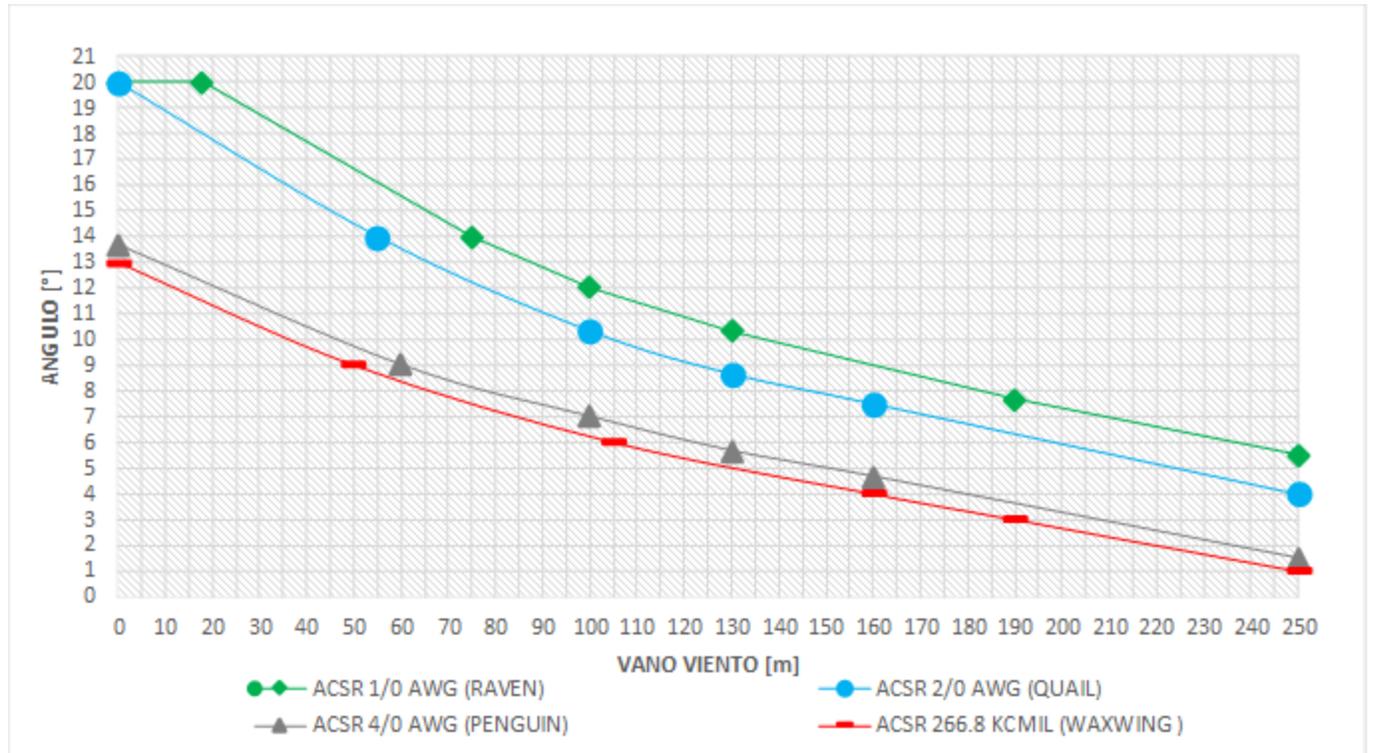


Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 230 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 110 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 300 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

| | | | |
|--|--|-------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
| | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 13 de 17 |

Montaje d: sin viento y con bayoneta o espigo para soportar el neutro



Notas:

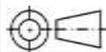
1. La curva de utilización se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 230 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 110 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 300 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

| | | | |
|--|--|-------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
| | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 14 de 17 |

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 redes con tensión igual a 13.2 kV se utilizarán aislador pin de porcelana ANSI C29.5 clase 55-4, distancia de fuga 228 mm y distancia de arco 127 mm. Para zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aisladores Line Post poliméricos ANSI C29.18 clase 51-2F distancia de fuga 356mm y distancia de arco 165 mm. Además, en zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe utilizar aisladores Line Post poliméricos ANSI C29.18 clase 51-4F, distancia de fuga 850 mm y distancia de arco 311 mm.
4. 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.
5. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
6. 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.

Grupo **epm**®

| | | | | | |
|---|--|---|----------------|-------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 | | |
|  | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm | | | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 15 de 17 |

9 ANEXOS

Tabla 4. Curvas de utilización por conductor montaje a: con viento y sin bayoneta

| ACSR 1/0 AWG (RAVEN) | | ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] |
| 4.0 | 250.0 | 2.0 | 250.0 | 0.0 | 210.0 | 0.0 | 190.0 |
| 6.3 | 190.0 | 4.3 | 190.0 | 2.0 | 160.0 | 1.3 | 160.0 |
| 9.3 | 130.0 | 7.0 | 130.0 | 3.3 | 130.0 | 2.7 | 130.0 |
| 12.0 | 86.0 | 8.7 | 100.0 | 4.7 | 100.0 | 4.0 | 100.0 |
| 16.0 | 50.0 | 11.0 | 70.0 | 6.7 | 70.0 | 5.7 | 70.0 |
| 20.0 | 22.0 | 14.0 | 42.0 | 10.0 | 28.0 | 8.0 | 42.0 |

Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje b: con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda

| ACSR 1/0 AWG (RAVEN) | | ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] |
| 10.0 | 250.0 | 9.5 | 250.0 | 8.5 | 250.0 | 8.0 | 250.0 |
| 12.3 | 190.0 | 12.7 | 160.0 | 11.3 | 160.0 | 11.0 | 160.0 |
| 14.0 | 135.0 | 13.7 | 130.0 | 12.3 | 130.0 | 12.0 | 130.0 |
| 15.3 | 100.0 | 14.7 | 100.0 | 13.3 | 100.0 | 13.0 | 100.0 |
| 18.0 | 48.0 | 16.0 | 70.0 | 14.7 | 70.0 | 14.3 | 70.0 |
| 20.0 | 15.0 | 20.0 | 0.0 | 19.0 | 0.0 | 18.5 | 0.0 |

Tabla 6. Curvas de utilización por conductor montaje b: con viento y con bayoneta o espigo para soportar el neutro

| ACSR 1/0 AWG (RAVEN) | | ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | |
|----------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] |
| 12.0 | 250.0 | 11.5 | 250.0 | 7.5 | 250.0 | 7.0 | 250.0 |
| 14.3 | 190.0 | 13.7 | 190.0 | 10.0 | 190.0 | 10.0 | 178.0 |
| 17.0 | 130.0 | 16.3 | 130.0 | 12.3 | 130.0 | 12.0 | 125.0 |
| 19.0 | 100.0 | 18.3 | 100.0 | 14.0 | 100.0 | 13.7 | 95.0 |
| 20.0 | 88.0 | 20.0 | 78.0 | 16.0 | 70.0 | 15.7 | 65.0 |
| 20.0 | 0.0 | 20.0 | 0.0 | 20.0 | 32.0 | 20.0 | 25.0 |

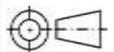
| | | | |
|---|---|---|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
|  | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 16 de 17 |

Tabla 7. Curvas de utilización por conductor montaje c: sin viento y sin bayoneta

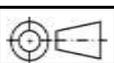
| ACSR 1/0 AWG (RAVEN) | | ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | |
|----------------------|--------|----------------------|--------|------------------------|--------|----------------------------|--------|
| ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] |
| 4.5 | 250.0 | 2.5 | 250.0 | 0.0 | 250.0 | 0.0 | 230.0 |
| 6.0 | 210.0 | 5.0 | 190.0 | 2.0 | 190.0 | 2.0 | 170.0 |
| 8.0 | 152.0 | 7.0 | 130.0 | 4.0 | 130.0 | 4.0 | 110.0 |
| 12.0 | 75.0 | 10.0 | 75.0 | 6.0 | 75.0 | 6.0 | 65.0 |
| 16.0 | 35.0 | 14.0 | 32.0 | 8.0 | 45.0 | 8.0 | 37.0 |
| 20.0 | 0.0 | 17.0 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | 10.7 | 0.0 |

Tabla 8. Curvas de utilización por conductor montaje d: sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda

| ACSR 1/0 AWG (RAVEN) | | ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | |
|----------------------|--------|----------------------|--------|------------------------|--------|----------------------------|--------|
| ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] |
| 5.5 | 250.0 | 4.0 | 250.0 | 2.0 | 250.0 | 1.5 | 250.0 |
| 7.3 | 190.0 | 6.0 | 190.0 | 4.0 | 190.0 | 3.3 | 190.0 |
| 9.3 | 130.0 | 8.0 | 130.0 | 6.0 | 130.0 | 5.3 | 130.0 |
| 10.7 | 100.0 | 9.3 | 100.0 | 7.0 | 100.0 | 6.3 | 100.0 |
| 12.3 | 70.0 | 11.0 | 70.0 | 8.3 | 70.0 | 7.7 | 70.0 |
| 18.0 | 0.0 | 16.3 | 0.0 | 12.7 | 0.0 | 12.0 | 0.0 |

Tabla 9. Curvas de utilización por conductor montaje d: sin viento y con bayoneta o espigo para soportar el neutro

| ACSR 1/0 AWG (RAVEN) | | ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | |
|----------------------|--------|----------------------|--------|------------------------|--------|----------------------------|--------|
| ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] |
| 5.5 | 250.0 | 4.0 | 250.0 | 1.5 | 250.0 | 1.0 | 250.0 |
| 7.7 | 190.0 | 7.5 | 160.0 | 4.7 | 160.0 | 3.0 | 190.0 |
| 10.3 | 130.0 | 8.7 | 130.0 | 5.7 | 130.0 | 4.0 | 160.0 |
| 12.0 | 100.0 | 10.3 | 100.0 | 7.0 | 100.0 | 6.0 | 105.0 |
| 14.0 | 75.0 | 14.0 | 55.0 | 9.0 | 60.0 | 9.0 | 50.0 |
| 20.0 | 18.0 | 20.0 | 0.0 | 13.7 | 0.0 | 13.0 | 0.0 |

| | | | |
|---|---|---|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 202 | REV 2 |
|  | NC - RA2 - 202. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV SEMIBANDERA TRIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 17 de 17 |