# NC - RA1 - 1001. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 2400mm

| | | |
|---|---|---|
| **Fecha** | 2020-06-29 | |
| **Revisión** | 0 | |
| **Naturaleza del cambio** | Creación de la norma | |
| **Elaboró** | chec | Área Proyectos CHEC - CET |
| | CENS | Área Proyectos CENS - CET |
| | edeq | Área Gestión Operativa - CET |
| | ESSA | Área Proyectos ESSA - CET |
| | epm | Unidad CET Normalización y Laboratorios |
| **Revisó** | Unidad CET Normalización y Laboratorios | |
| **Aprobó** | Gerencia Centros de Excelencia Técnica | |

## 1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en doble circuito denominada NC-RA1-1001 del Grupo EPM, teniendo en cuenta las condiciones límites resultantes del análisis electromecánico de las estructuras.

## 2 ALCANCE

Esta norma doble circuito es aplicable en el diseño de redes con niveles de tensión a 44kV, 34.5kV y 33kV (circuito superior) y nivel de tensión de 13.2 kV (circuito inferior), 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 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 poste porcelana 48kV 15" ANSI C29.7 clase 57-3.
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera y, zonas de alta densidad de descargas atmosféricas se debe utilizar aislador poste polimérico 48kV 18.1" ANSI C29.18 clase 51-4F, distancia de fuga 850mm, distancia de arco 311.15 mm y CFO 250kV.

En redes con tensión igual a 44 kV:

- Se utiliza aislador poste polimérico 46 kV 25.9” ANSI C29.18, clase 51-16 grapa vertical.
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera y, zonas de alta densidad de descargas atmosféricas se debe utilizar aislador poste polimérico 46 kV 25.9” ANSI C29.18, clase 51-16 grapa vertical, distancia de fuga 1295.4 mm, distancia de arco 488.9 mm y CFO 300 kV.

En redes con tensión igual a 13.2 kV:

- En esta norma se implementa aislador tipo pin de porcelana 15 kV 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.
- 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.

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 (circuito superior).**

| 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) |

**Tabla 2**. **Calibres de conductores para redes a 13.2 kV (circuito inferior).**

| 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 utiliza cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG como cable de guarda. Como cable neutro se utilizará 2 ACSR (AG o AW) para conductores de fase de calibre 2 AWG, 1/0 ACSR (AG o AW) para conductores de fase de calibre hasta 2/0 AWG, para calibres de cables de fase superiores a 2/0 AWG se utiliza cable neutro de 2/0 ACSR (AG 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 estructura 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*.

## 4 MODELO

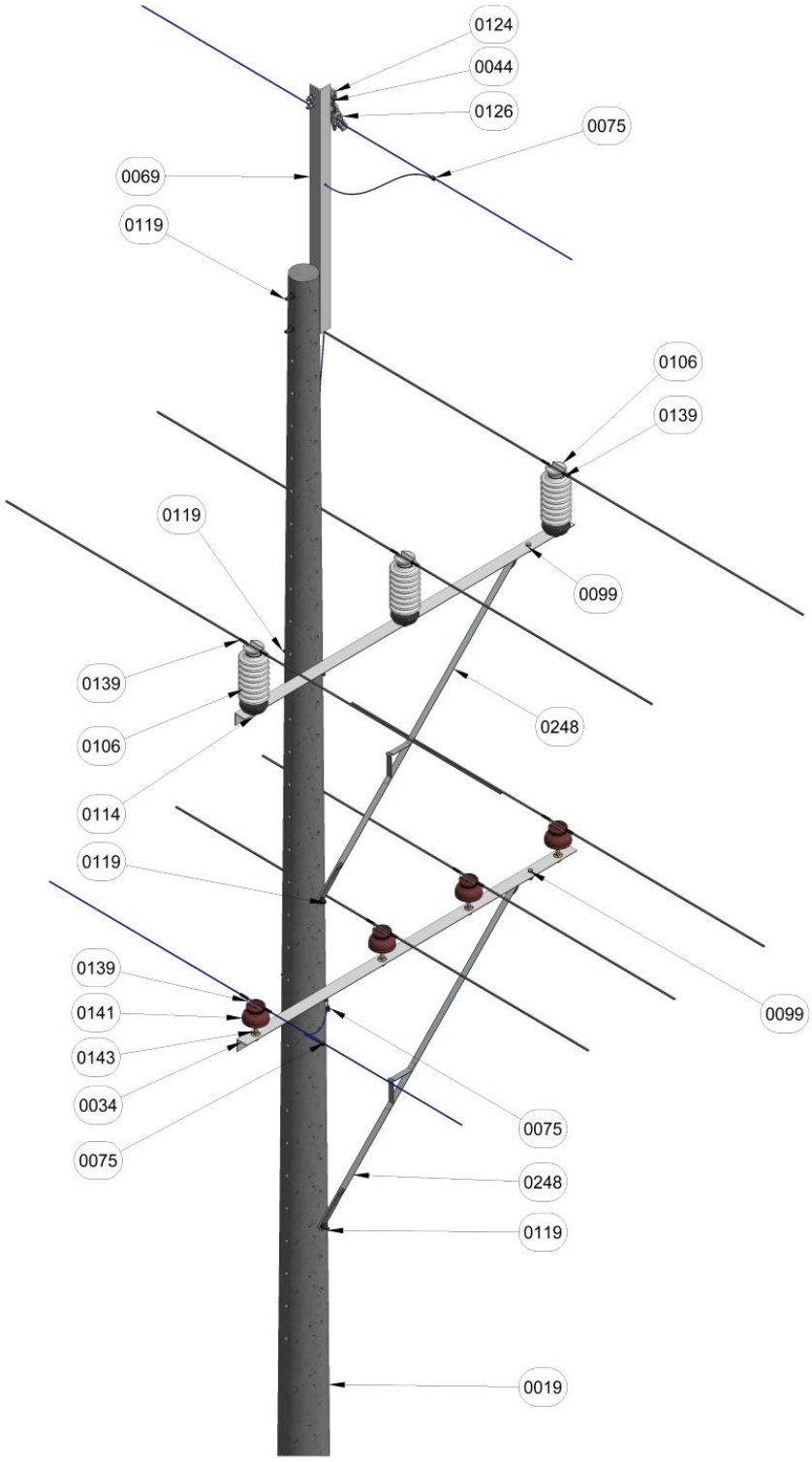
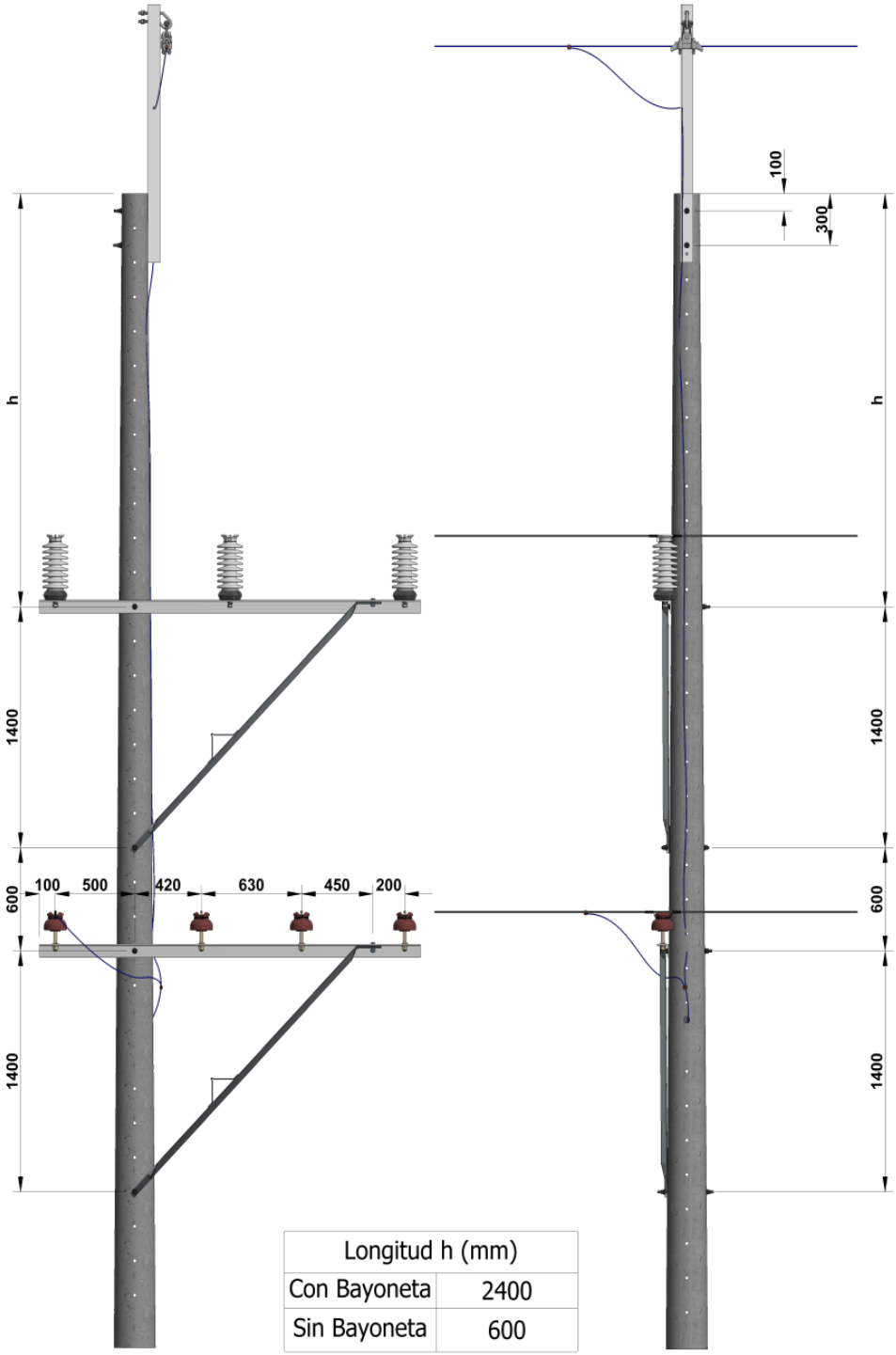



**Figura 1. Vista isometrica.**




| Longitud h (mm) | |
|---|---|
| Con Bayoneta | 2400 |
| Sin Bayoneta | 600 |

**Figura 2. Vista frontal.**

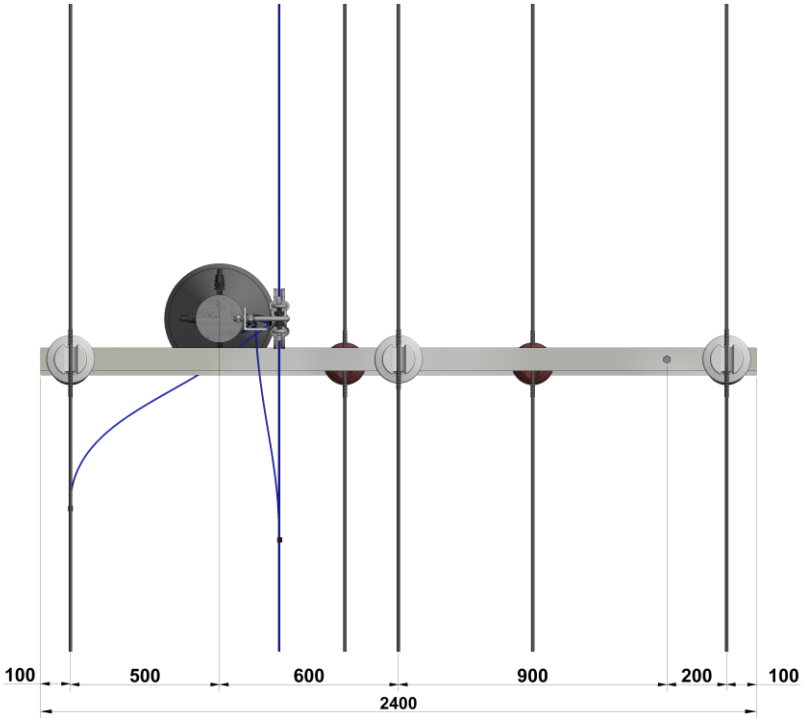



**Figura 3. Vista en planta.**

## 5 LISTADO DE MATERIALES

**Tabla 3. Listado de materiales estructura NC-RA1-1001**

| 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 |
| 0034 | Cruceta metálica 2400 mm 3" x 3" x 1/4" | ET-TD-ME03-02 | 211275 | | | 2 | 2 |
| 0044 | Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado | ET-TD-ME03-11 | 211318 | | | | 1 |
| 0069[2] (ver tabla 3) | Bayoneta metálica sencilla 1500 mm x 3" x 3" 1/4" | ET-TD-ME03-03 | 211296 | | | | 1 |
| 0099 | Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2" | ET-TD-ME03-17 | 211438 | | | 2 | 2 |
| 0106 (ver tabla 3) | Aislador poste porcelana 48kv 15" ANSI C29.7 clase 57-3 | ET-TD-ME02-01 | 200153 | | | 3 | 3 |
| 0114 | Espigo (perno) corto porta aislador tipo poste 50mm x 21mm rosca 3/4"cruceta metálica | ET-TD-ME03-20 | 214905 | | | 3 | 3 |
| 0119 | Esparrago 5/8" x 12" | ET-TD-ME03-19 | 211392 | | | 4 | 6 |
| 0124 | Ojal de suspensión de 5/8" péndola | ET-TD-ME03-36 | 253930 | | | | 1 |
| 0126[3] | Grapa de suspensión aluminio 4 AWG -2/0 AWG | ET-TD-ME03-22 | 213343 | | | | 1 |
| 0139[4] | Alambre de amarre de aluminio 4 AWG desnudo | ET-TD-ME01-15 | 213943 | | | 7 | 7 |
| 0141 (ver tabla 3) | Aislador pin porcelana 15kV 5 1/2" ANSI C29.5 clase 55-4 | ET-TD-ME02-01 | 200144 | | | 4 | 4 |
| 0143 | Espigo corto para aislador tipo pin 10"x1 3/4"x3/4" rosca 1 3/8" cruceta metálica | ET-TD-ME03-20 | 213695 | | | 4 | 4 |

| CÓDIGO IDENTIFIC. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA | REFERENCIA | CÓDIGO JDE | CANTIDAD POR MONTAJE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | a | b | c | d |
| 0248 | Diagonal metálica recta 2" X 2" X 1/4" para cruceta de 2400mm | ET-TD-ME03-04 | 211291 | | | 2 | 2 |

**Notas:**

**(1)** Consultar en la tabla de materiales opcionales o en su defecto, en el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características.

**(2)** En los casos donde la estructura no requiera apantallamiento, pero se deba instalar cable neutro, la bayoneta se podrá reemplazar por un espigo y un aislador tipo poste.

**(3)** Consultar en la tabla de materiales opcionales o en su defecto, en el listado de artículos y agrupadores el número de artículo de la grapa requerida, según el material y características.

**(4)** Las cantidades para los conductores están expresadas en la unidad de metros.

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 4 Materiales opcionales**

| OPCIÓN | DESCRIPCIÓN TÉCNICA | REFERENCIA | CÓDIGO JDE |
|---|---|---|---|
| 0106 | Aislador poste polimérico 46kV 25.9" ANSI C29.18 clase 51-16 grapa vertical. | ET-TD-ME02-04 | 266301 |
| 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 |
| 0069 | Espigo extremo poste aislador tipo pin 508mm rosca 1 3/8” | ET-TD-ME03-20 | 213699 |
| 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.*

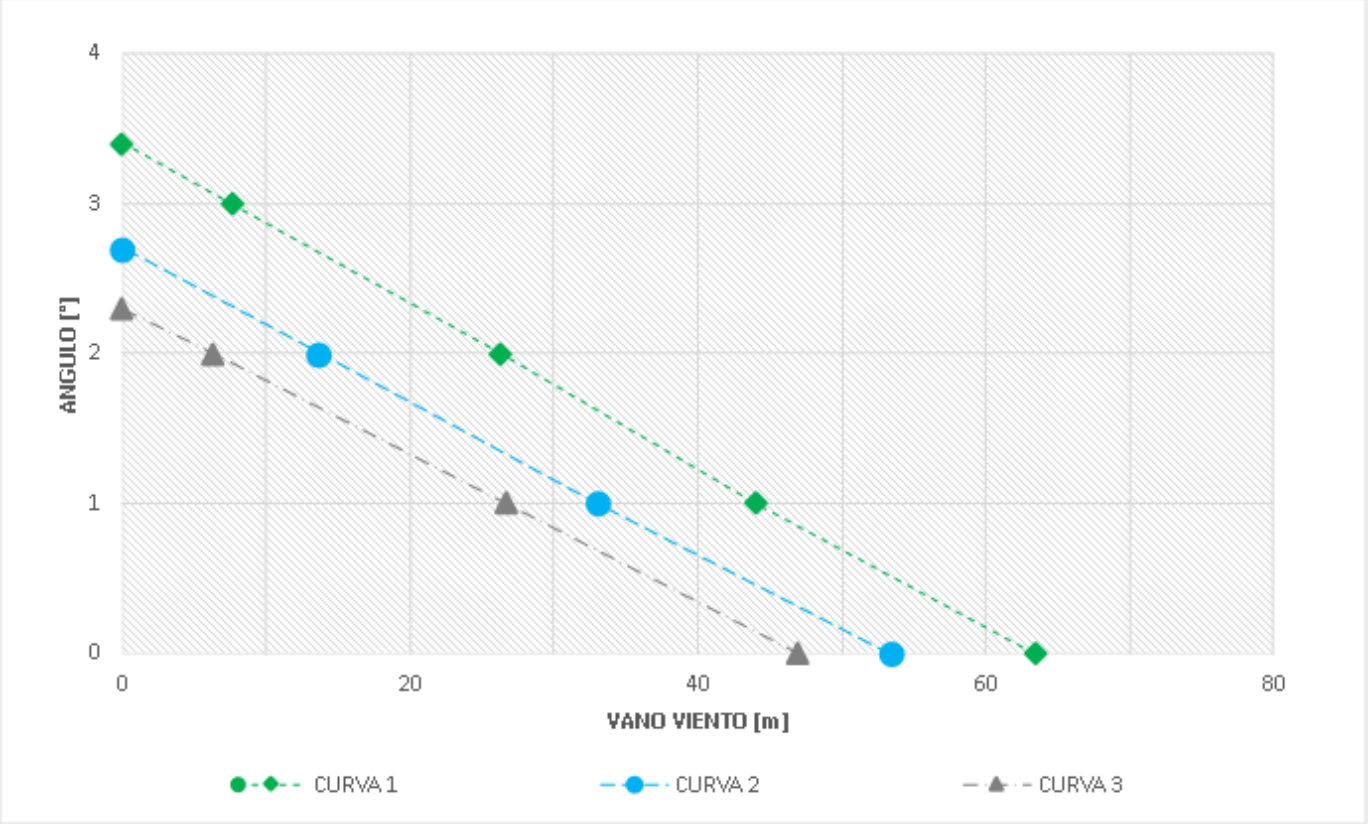
## 7 CURVAS DE UTILIZACIÓN

Las curvas de utilización que se presentan en esta norma aplican de acuerdo con las siguientes combinaciones:

**Tabla 5. Definición de curva según combinación de calibres de conductores.**

| Circuito 44 kV | | Circuito 13.2 kV | | Curva |
|---|---|---|---|---|
| 336.4 kcmil (Linnet) | 394.5 kcmil (Canton) | 266.8 kcmil (Waxwing) | 312.8 kcmil (Butte) | Curva 3 |
| 336.4 kcmil (Linnet) | 394.5 kcmil (Canton) | 4/0 AWG (Penguin) | 246.9 kcmil (Alliance) | |
| 336.4 kcmil (Linnet) | 394.5 kcmil (Canton) | 2/0 AWG (Quail) | 155.4 kcmil (Anaheim) | |
| 336.4 kcmil (Linnet) | 394.5 kcmil (Canton) | 1/0 AWG (Raven) | 123.3 kcmil (Azusa) | |
| 266.8 kcmil (Waxwing) | 312.8 kcmil (Butte) | 266.8 kcmil (Waxwing) | 312.8 kcmil (Butte) | |
| 266.8 kcmil (Waxwing) | 312.8 kcmil (Butte) | 4/0 AWG (Penguin) | 246.9 kcmil (Alliance) | |
| 266.8 kcmil (Waxwing) | 312.8 kcmil (Butte) | 2/0 AWG (Quail) | 155.4 kcmil (Anaheim) | Curva 2 |
| 266.8 kcmil (Waxwing) | 312.8 kcmil (Butte) | 1/0 AWG (Raven) | 123.3 kcmil (Azusa) | |
| 4/0 AWG (Penguin) | 246.9 kcmil (Alliance) | 4/0 AWG (Penguin) | 246.9 kcmil (Alliance) | |
| 4/0 AWG (Penguin) | 246.9 kcmil (Alliance) | 2/0 AWG (Quail) | 155.4 kcmil (Anaheim) | Curva 1 |
| 4/0 AWG (Penguin) | 246.9 kcmil (Alliance) | 1/0 AWG (Raven) | 123.3 kcmil (Azusa) | |
| 2/0 AWG (Quail) | 155.4 kcmil (Anaheim) | 2/0 AWG (Quail) | 155.4 kcmil (Anaheim) | |
| 2/0 AWG (Quail) | 155.4 kcmil (Anaheim) | 1/0 AWG (Raven) | 123.3 kcmil (Azusa) | |

## Montaje c: sin viento y sin bayoneta

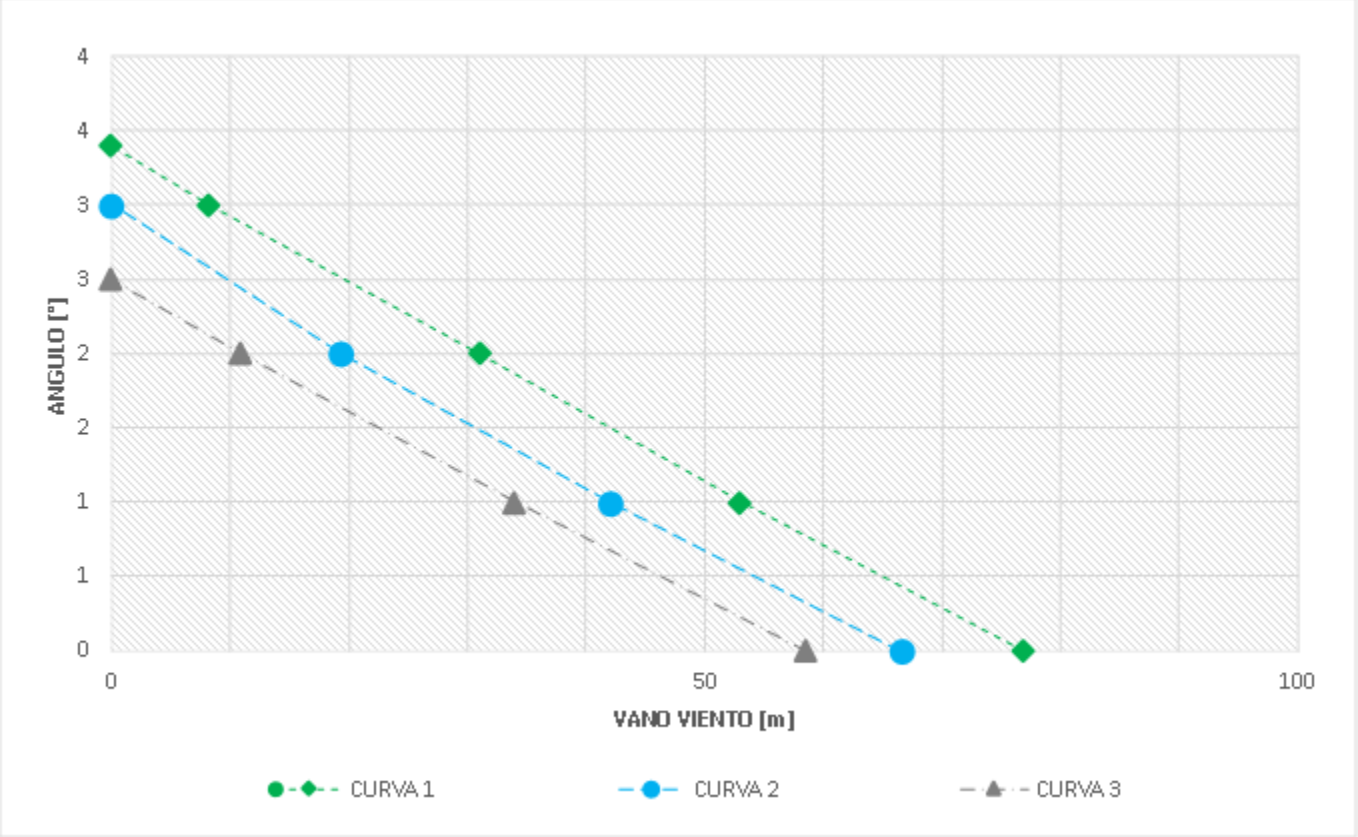



Notas:

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 90 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 90 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:

| CURVA 1 | CURVA 2 | CURVA 3 |
|---|---|---|
| 70 m | 58 m | 52 m |

## Montaje d: sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/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 90 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 90 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:

| CURVA 1 | CURVA 2 | CURVA 3 |
|---|---|---|
| 85 m | 73 m | 64 m |

## 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 pude 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.

## 9 ANEXOS

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

| CURVA 1 | | CURVA 2 | | CURVA 3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV |
| 0.0 | 63.5 | 0.0 | 53.4 | 0.0 | 47.0 |
| 1.0 | 44.0 | 1.0 | 33.0 | 1.0 | 26.7 |
| 2.0 | 26.3 | 2.0 | 13.7 | 2.0 | 6.2 |
| 3.0 | 7.7 | 2.7 | 0.0 | 2.3 | 0.0 |
| 3.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

**Tabla 7. Curvas de utilización por conductor montaje d.**

| CURVA 1 | | CURVA 2 | | CURVA 3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV |
| 0.0 | 76.9 | 0.0 | 66.6 | 0.0 | 58.6 |
| 1.0 | 53.0 | 1.0 | 42.0 | 1.0 | 34.0 |
| 2.0 | 31.1 | 2.0 | 19.3 | 2.0 | 11.0 |
| 3.0 | 8.1 | 3.0 | 0.0 | 2.5 | 0.0 |
| 3.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |