

# NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm

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

|                                                                                     |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                |                         |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA                                                                             | NORMA TÉCNICAS                                                                                                                                      |                                                                                     |                | NC - RA1 - 1004         | REV 0              |
|  | NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm |                                                                                     |                |                         |                    |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                                                                                                                                           |  | ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm | PÁGINA:<br>1 de 12 |

## 1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en doble circuito denominada NC-RA1-1004 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 1350kgf 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 - 1004 |                         | REV 0              |  |
|----------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|--|
| <div>Grupo·epm®</div>                                                |  | NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm |                                                                                     |                 |                         |                    |  |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS |  | ANSI<br>A                                                                                                                                           |  | ESCALA:<br>N/A  | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm | PÁGINA:<br>2 de 12 |  |

- 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.

En redes con tensión igual a 13.2 kV:

- Se utiliza aislador de suspensión en porcelana, 15kV, 6 1/2", ANSI C29.2, clase 52-1 clevis.
- Para zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aislador de suspensión en porcelana 15kV, 6 1/2", ANSI C29.2, clase 52-1 clevis (cadena de 3 aisladores) o aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis - lengüeta.
- En zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe utilizar aislador polimérico tipo suspensión 38 kV ANSI C29.13 clase DS-35 CFO 250kV

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 (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) |

| ENERGÍA                                                                             | NORMA TÉCNICAS                                                                                                                                             | NC - RA1 - 1004                                                                               | REV 0              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|  | <b>NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm</b> |                                                                                               |                    |
|                                                                                     | CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                                                                                       | ANSI<br>A  | ESCALA:<br>N/A     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                            | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm                                                                       | PÁGINA:<br>3 de 12 |

| ACSR                  | AAAC                   |
|-----------------------|------------------------|
| 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*.

|                                                                                     |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                 |                         |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA                                                                             | NORMA TÉCNICAS                                                                                                                                      |                                                                                     | NC - RA1 - 1004 |                         | REV 0              |
|  | NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm |                                                                                     |                 |                         |                    |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                                                                                                                                           |  | ESCALA:<br>N/A  | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm | PÁGINA:<br>4 de 12 |

#### 4 MODELO

---

This isometric diagram illustrates the assembly of a power line tower. The central vertical element is the tower pole, labeled 0021. Various cross-arms and insulator strings are attached to it. The insulator strings are labeled with numbers such as 0109, 0246, 0119, 0099, 0044, 0076, 0075, and 0246. The cross-arms are labeled with numbers like 0128, 0119, 0122, 0099, 0044, 0076, 0075, 0073, 0077, 0315, 0119, 0140, 0077, 0099, 0122, and 0021. The diagram shows the assembly of the tower structure, including the cross-arms and insulator strings, and the connection of the conductors.

Figura 1. Vista isometrica.

|                                                                                     |                                                                                                                                                            |                                                                                     |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| ENERGÍA                                                                             | NORMA TÉCNICAS                                                                                                                                             | NC - RA1 - 1004                                                                     | REV 0              |
|  | <b>NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm</b> |                                                                                     |                    |
| <b>CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA</b><br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS         | ANSI<br><b>A</b>                                                                                                                                           |  | ESCALA:<br>N/A     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                            | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm                                                             | PÁGINA:<br>5 de 12 |

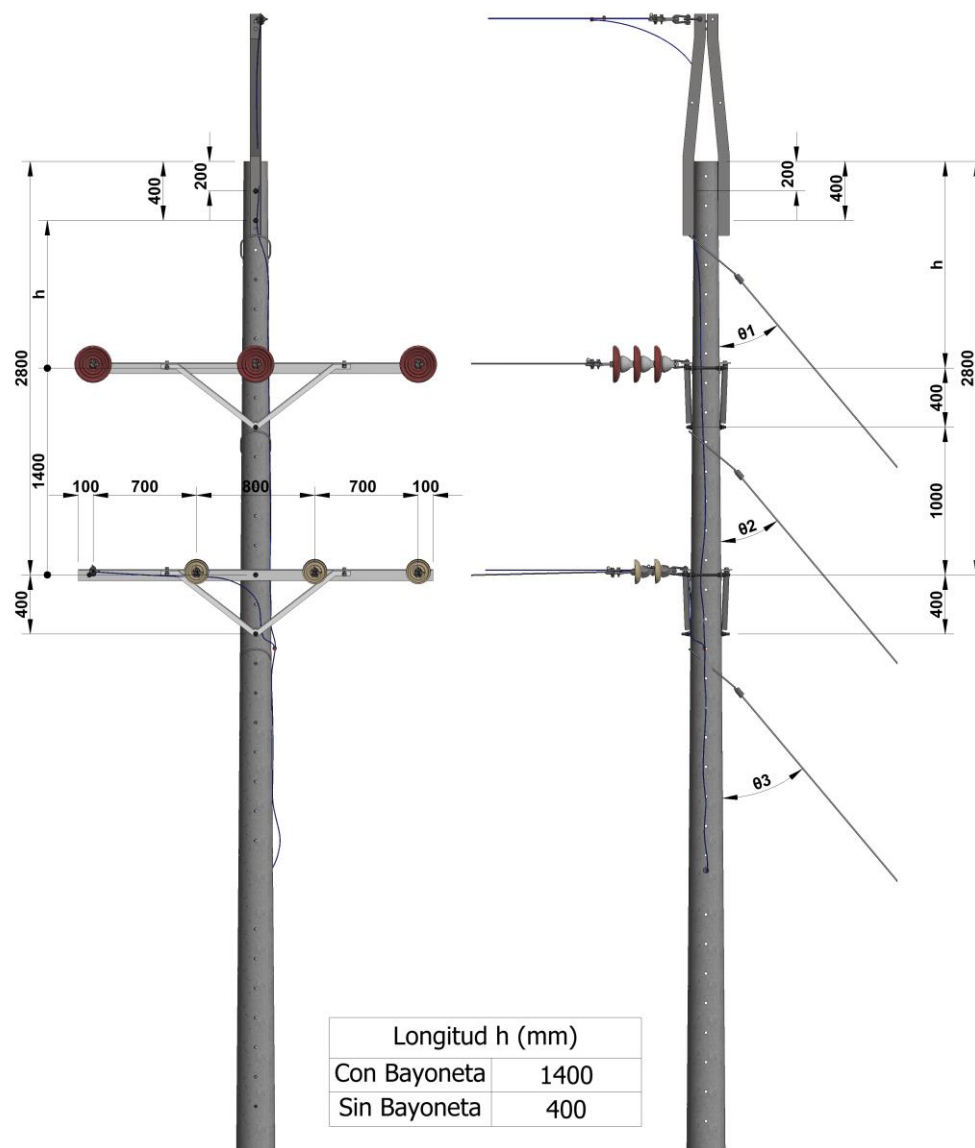


Figura 2. Vista frontal.

|                                                                      |                                                                                                                                                     |                 |                         |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| ENERGÍA                                                              | NORMA TÉCNICAS                                                                                                                                      | NC - RA1 - 1004 | REV 0                   |
| Grupo·epm®                                                           | NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm |                 |                         |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI<br>A                                                                                                                                           | ESCALA:<br>N/A  | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm |
|                                                                      |                                                                                                                                                     |                 | PÁGINA:<br>6 de 12      |

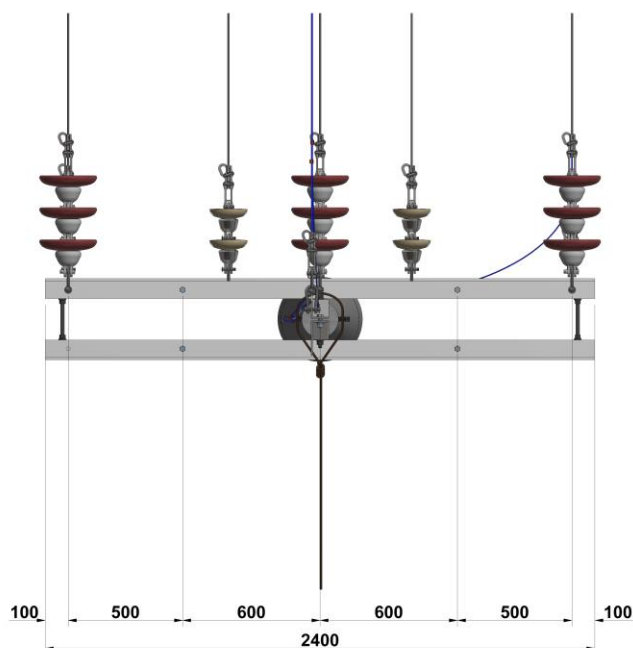


Figura 3. Vista en planta.

## 5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 3. Listado de materiales estructura NC-RA1-1004

| CÓDIGO IDENTIFIC.                    | DESCRIPCIÓN TÉCNICA                                                               | REFERENCIA    | CÓDIGO JDE | CANTIDAD POR MONTAJE |    |   |   |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|----------------------|----|---|---|
|                                      |                                                                                   |               |            | a                    | b  | c | d |
| 0021 <sup>(1)</sup><br>(ver tabla 3) | 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     | 7                    | 9  |   |   |
| 0073<br>(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  |   |   |
| 0076                                 | Grapa de retención aluminio recta 4 AWG a 2/0 AWG                                 | ET-TD-ME03-22 | 213335     | 1                    | 2  |   |   |
| 0077 <sup>(3)</sup>                  | Grapa de retención aluminio recta 2/0 AWG a 266.8 Kcmil                           | ET-TD-ME03-22 | 213336     | 6                    | 6  |   |   |
| 0099                                 | Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2"                     | ET-TD-ME03-17 | 211438     | 8                    | 10 |   |   |
| 0119                                 | Esparrago 5/8" x 12"                                                              | ET-TD-ME03-19 | 211392     | 8                    | 10 |   |   |
| 0122                                 | Diagonal metálica en V 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"                                    | ET-TD-ME03-04 | 211294     | 4                    | 4  |   |   |
| 0128 <sup>(2)</sup><br>(ver tabla 3) | Bayoneta metálica doble 1500 mm x 3" x 3 x 1/4"                                   | ET-TD-ME03-03 | 211300     |                      | 1  |   |   |
| 0140<br>(ver tabla 3)                | Aislador suspensión porcelana 15 kV 6 1/2" ANSI C29.2 clase 52-1 clevis-lengüeta  | ET-TD-ME02-01 | 200149     | 6                    | 6  |   |   |
| 0246 <sup>(4)</sup><br>(ver tabla 3) | Viento convencional a suelo cable de acero extra resistente calibre 3/8"          | RA6-001       | -          | 3                    | 3  |   |   |
| 0315                                 | Cruceta metálica 2400mm 4" X 4" X 1/4"                                            | ET-TD-ME03-02 | -          | 4                    | 4  |   |   |

**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.

|                                                                                                                                                                                            |                |                 |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| ENERGÍA                                                                                                                                                                                    | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 1004 | REV 0              |
| <p><b>Grupo·epm®</b></p> <p><b>NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm</b></p> |                |                 |                    |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                                                                                                                       | ANSI<br>A      | ESCALA:<br>N/A  | PÁGINA:<br>7 de 12 |



| CÓDIGO IDENTIFIC. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA                                                                                                                                                                                                                              | REFERENCIA | CÓDIGO JDE | CANTIDAD POR MONTAJE |   |   |   |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------------------|---|---|---|
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                  |            |            | a                    | b | c | d |
| (2)               | En las redes de distribución donde la estructura no requiera apantallamiento, pero se deba instalar cable neutro, la bayoneta se podrá eliminar y el neutro se asegura al poste, se debe incluir en el montaje un esparrago y una tuerca de ojo. |            |            |                      |   |   |   |
| (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)               | 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  
c → 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 |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| 0077   | Grapa de retención aluminio recta 4AWG a 2/0AWG                                         | ET-TD-ME03-16 | 213335     |
| 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     |
| 0073   | Aislador suspensión polimérico 72.5 kV ANSI C29.13 clase DS-69 clevis-lengüeta          | ET-TD-ME02-04 | 200168     |
| 0140   | Aislador suspensión polimérico 15 kV ANSI C29.13 clase DS-15 clevis-lengüeta            | ET-TD-ME02-04 | 200138     |
| 0140   | Aislador suspensión polimérico 23 kV ANSI C29.13 clase DS-28 clevis-lengüeta            | ET-TD-ME02-04 | 200167     |
| 0246   | Viento convencional a suelo para poste 14m cable de acero extra resistente calibre 1/4" | RA6-001       |            |
| 0021   | Poste fibra de vidrio 14 m 1350 kgf seccionado                                          | ET-TD-ME04-02 | 200067     |
| 0021   | Poste metálico 14 m 1350 kgf seccionado                                                 | ET-TD-ME04-03 | 214750     |
| 0021   | Poste concreto 16 m 1350 kgf monolítico                                                 | ET-TD-ME04-01 | 200032     |
| 0021   | Poste fibra de vidrio 16 m 1350 kgf seccionado                                          | ET-TD-ME04-02 | 200068     |
| 0021   | Poste metálico 16 m 1350 kgf seccionado                                                 | ET-TD-ME04-03 | 214753     |
| 0021   | Poste metálico 18 m 1350 kgf seccionado                                                 | ET-TD-ME04-03 | 200087     |
| 0021   | Poste fibra de vidrio 18 m 1350 kgf seccionado                                          | ET-TD-ME04-02 | 200070     |
| 0021   | Poste metálico 18 m 1350 kgf seccionado                                                 | ET-TD-ME04-03 | 200087     |

| ENERGÍA                                                                                                                                                                                    | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 1004                                                                     | REV 0                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Grupo·epm®</b></p> <p><b>NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm</b></p> |                |                                                                                     |                                                                         |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                                                                                                                       | ANSI<br>A      |  | ESCALA:<br>N/A<br><br>UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm<br><br>PÁGINA:<br>8 de 12 |



## 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 PUTOS DE DISEÑO

Montaje a: con viento y sin bayoneta

| Circuito 44 kV           |                           | Circuito 13.2 kV         |                           | Vano <sup>(1) (2)</sup><br>Máximo | Resistencia<br>del poste | Tipo<br>Retenida | ángulo<br>retenidas | Cruceta           |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------|-------------------|
|                          |                           |                          |                           | (m)                               | (kg)                     | (pulg)           | (°)                 | (pulg)            |
| 336.4 kcmil<br>(Linnet)  | 394.5 kcmil<br>(Canton)   | 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 30.0                              | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 336.4 kcmil<br>(Linnet)  | 394.5 kcmil<br>(Canton)   | 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 32.0                              | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 336.4 kcmil<br>(Linnet)  | 394.5 kcmil<br>(Canton)   | 2/0 AWG<br>(Quail)       | 155.4 kcmil<br>(Anaheim)  | 32.0                              | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 336.4 kcmil<br>(Linnet)  | 394.5 kcmil<br>(Canton)   | 1/0 AWG<br>(Raven)       | 123.3 kcmil<br>(Azusa)    | 32.0                              | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 8.0                               | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 44.0                              | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 2/0 AWG<br>(Quail)       | 155.4 kcmil<br>(Anaheim)  | 160.0                             | 1050                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 1/0 AWG<br>(Raven)       | 123.3 kcmil<br>(Azusa)    | 160.0                             | 1050                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 24.0                              | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 2/0 AWG<br>(Quail)       | 155.4 kcmil<br>(Anaheim)  | 180.0                             | 1050                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 1/0 AWG<br>(Raven)       | 123.3 kcmil<br>(Azusa)    | 200.0                             | 1050                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x<br>1/4" |

| ENERGÍA                                                              |  | NORMA TÉCNICAS                                                                                                                                      |                                                                                     | NC - RA1 - 1004 |                         | REV 0              |
|----------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|
| <div>Grupo·epm®</div>                                                |  | NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm |                                                                                     |                 |                         |                    |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS |  | ANSI<br>A                                                                                                                                           |  | ESCALA:<br>N/A  | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm | PÁGINA:<br>9 de 12 |

|                    |                          |                    |                          |       |      |          |     |                   |
|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|-------|------|----------|-----|-------------------|
| 2/0 AWG<br>(Quail) | 155.4 kcmil<br>(Anaheim) | 2/0 AWG<br>(Quail) | 155.4 kcmil<br>(Anaheim) | 160.0 | 1050 | 3 x 3/8" | 60° | 4" x 4" x<br>1/4" |
| 2/0 AWG<br>(Quail) | 155.4 kcmil<br>(Anaheim) | 1/0 AWG<br>(Raven) | 123.3 kcmil<br>(Azusa)   | 60.0  | 1050 | 3 x 1/4" | 60° | 4" x 4" x<br>1/4" |

- (1) Vano máximo admisible en terreno plano de 90 m.
- (2) Vano máximo admisible por separación de fases de 90 m.

El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal sin bayoneta. Esta estructura requiere tres vientos o retenidas, el primero en la cruceta superior, el segundo en la mitad de las dos crucetas y el tercero en la cruceta inferior.

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

Grupo 

|                                                                                     |                                                                                                                                                     |                                                                                     |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ENERGÍA                                                                             | NORMA TÉCNICAS                                                                                                                                      | NC - RA1 - 1004                                                                     | REV 0               |
|  | NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm |                                                                                     |                     |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                | ANSI<br>A                                                                                                                                           |  | ESCALA:<br>N/A      |
|                                                                                     |                                                                                                                                                     | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm                                                             | PÁGINA:<br>10 de 12 |

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

| Circuito 44 kV           |                           | Circuito 13.2 kV         |                           | Vano Máximo<br>(1)(2) | Resistencia<br>del poste | Tipo<br>Retenida | ángulo<br>retenidas | Cruceta        |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|---------------------|----------------|
|                          |                           |                          |                           | (m)                   | (kg)                     | (pulg)           | (°)                 | (pulg)         |
| 336.4 kcmil<br>(Linnet)  | 394.5 kcmil<br>(Canton)   | 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 30.0                  | 1350                     | 3 x 3/8"         | 50°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 336.4 kcmil<br>(Linnet)  | 394.5 kcmil<br>(Canton)   | 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 30.0                  | 1350                     | 3 x 3/8"         | 55°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 336.4 kcmil<br>(Linnet)  | 394.5 kcmil<br>(Canton)   | 2/0 AWG<br>(Quail)       | 155.4 kcmil<br>(Anaheim)  | 40.0                  | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 336.4 kcmil<br>(Linnet)  | 394.5 kcmil<br>(Canton)   | 1/0 AWG<br>(Raven)       | 123.3 kcmil<br>(Azusa)    | 50.0                  | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 20.0                  | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 42.0                  | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 2/0 AWG<br>(Quail)       | 155.4 kcmil<br>(Anaheim)  | 140.0                 | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 266.8 kcmil<br>(Waxwing) | 312.8 kcmil<br>(Butte)    | 1/0 AWG<br>(Raven)       | 123.3 kcmil<br>(Azusa)    | 160.0                 | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 50.0                  | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 2/0 AWG<br>(Quail)       | 155.4 kcmil<br>(Anaheim)  | 170.0                 | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 4/0 AWG<br>(Penguin)     | 246.9 kcmil<br>(Alliance) | 1/0 AWG<br>(Raven)       | 123.3 kcmil<br>(Azusa)    | 180.0                 | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 2/0 AWG<br>(Quail)       | 155.4 kcmil<br>(Anaheim)  | 2/0 AWG<br>(Quail)       | 155.4 kcmil<br>(Anaheim)  | 190.0                 | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |
| 2/0 AWG<br>(Quail)       | 155.4 kcmil<br>(Anaheim)  | 1/0 AWG<br>(Raven)       | 123.3 kcmil<br>(Azusa)    | 200.0                 | 1350                     | 3 x 3/8"         | 60°                 | 4" x 4" x 1/4" |

(1) Vano máximo admisible en terreno plano de 90 m.

(2) Vano máximo admisible por separación de fases de 90 m.

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

Todos los vientos en la estructura tendrán ángulo de 30° con la vertical del poste. Esta estructura con bayoneta requiere tres vientos, ver figuras.

| ENERGÍA                                                                             | NORMA TÉCNICAS                                                                                                                                             | NC - RA1 - 1004                                                                               | REV 0               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | <b>NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm</b> |                                                                                               |                     |
|                                                                                     | CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                                                                                       | ANSI<br>A  | ESCALA:<br>N/A      |
|                                                                                     |                                                                                                                                                            | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm                                                                       | PÁGINA:<br>11 de 12 |

## 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 - 1004 |                         | REV 0               |
| <div>Grupo·epm®</div>                                                | NC - RA1 - 1004. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 2400 mm |                                                                                     |                 |                         |                     |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI<br>A                                                                                                                                           |  | ESCALA:<br>N/A  | UNIDAD DE MEDIDA:<br>mm | PÁGINA:<br>12 de 12 |