


# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA CABLES ACSR AISLADOS

|   |  |                                   |                           |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>              | REV.<br><b>2</b>          |
|  | CABLES ACSR AISLADOS   | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L        | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L |
|   |  | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L | FECHA:<br>09/04/18        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |  | ESCALA:<br>N/A                    | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m    |
|   |  | PÁGINA:<br>1 de 15                |                           |

**CONTROL DE CAMBIOS**



| Fecha |    |      | Elaboró y Revisó | Aprobó              | Descripción     | Entrada en vigencia |    |      |
|-------|----|------|------------------|---------------------|-----------------|---------------------|----|------|
| DD    | MM | AA   |                  |                     |                 | DD                  | MM | AA   |
| 01    | 01 | 2017 | UNIDAD CET N&L   | JEFE UNIDAD CET N&L | Elaboración     | 01                  | 01 | 2017 |
| 01    | 01 | 2018 | UNIDAD CET N&L   | JEFE UNIDAD CET N&L | AJUSTE DE FORMA | 01                  | 01 | 2018 |
| 10    | 04 | 2018 | UNIDAD CET N&L   | JEFE UNIDAD CET N&L | AJUSTE PLACA    | 10                  | 04 | 2018 |



|  |                      |                                   |                           |
|--|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| <b>ENERGÍA</b>   | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>              | REV.<br><b>2</b>          |
|  | CABLES ACSR AISLADOS | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L        | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L |
|  |                      | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L | FECHA:<br>09/04/18        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS |                      | ESCALA:<br>N/A                    | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m    |
|  |                      |                                   | PÁGINA:<br>2 de 15        |

## CONTENIDO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.    | OBJETO.....                                     | 5  |
| 2.    | ALCANCE .....                                   | 5  |
| 3.    | APLICACIÓN.....                                 | 5  |
| 4.    | NORMAS.....                                     | 5  |
| 5.    | CARACTERÍSTICAS.....                            | 6  |
| 5.1   | Cableado.....                                   | 6  |
| 5.2   | Material del conductor .....                    | 7  |
| 5.2.1 | Cable de aluminio .....                         | 7  |
| 5.2.2 | Alambre de acero.....                           | 7  |
| 5.3   | Paso.....                                       | 7  |
| 5.4   | Diámetro del conductor, cableado y masa .....   | 7  |
| 5.5   | Carga de rotura .....                           | 8  |
| 5.6   | Resistencia eléctrica .....                     | 8  |
| 5.7   | Característica mecánica del conductor .....     | 8  |
| 5.8   | Aislamiento.....                                | 9  |
| 5.8.1 | Espesor aislamiento .....                       | 9  |
| 5.8.2 | Características eléctricas del aislamiento..... | 9  |
| 5.9   | Marcación del cable .....                       | 10 |
| 6.    | ENSAYOS.....                                    | 10 |
| 6.1   | ENSAYOS DE RECEPCIÓN.....                       | 11 |
| 7.    | EMPAQUE .....                                   | 12 |
| 8.    | CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....         | 13 |
| 9.    | DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS.....            | 14 |
| 10.   | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS.....      | 15 |

|   |  |                                   |                           |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>              | REV.<br><b>2</b>          |
|  | CABLES ACSR AISLADOS   | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L        | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L |
|   |  | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L | FECHA:<br>09/04/18        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |  | ESCALA:<br>N/A                    | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m    |
|   |  | PÁGINA:<br>3 de 15                |                           |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Ítems Especificados.....  | 5  |
| Tabla 2 Normas técnicas aplicadas .....                                       | 5  |
| Tabla 3 Características cables ACSR.....                                      | 8  |
| Tabla 4 Carga de rotura nominal cables ACSR .....                             | 8  |
| Tabla 5 Resistencia Eléctrica del cable ACSR.....                             | 8  |
| Tabla 6 Plan muestreo para ensayos de recepción .....                         | 14 |
| Tabla 7 Características técnicas garantizadas del conductor ACSR aislado..... | 15 |

Grupo **epm**<sup>®</sup>

|   |  |                                   |  |
|---|--|-----------------------------------|--|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>              | REV.<br><b>2</b>                             |
|  | CABLES ACSR AISLADOS   | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L        | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L                    |
|   |  | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L | FECHA:<br>09/04/18                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |  | ESCALA:<br>N/A                    | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m<br>PÁGINA:<br>4 de 15 |

## 1. OBJETO

Especificar los cables ACSR de aluminio 1350 H19 (extra duro) aislados con XLPE, a ser empleados en redes de distribución de baja tensión del grupo EPM y en los neutros de las redes de media tensión.

## 2. ALCANCE

La presente especificación contiene exigencias sobre materiales, construcción, pruebas, empaque y marcación para los conductores de aluminio 1350 temple duro requeridas por el grupo EPM para redes de baja tensión y en los neutros cubiertos de media tensión.

Se solicitarán los siguientes conductores:

**Tabla 1 Ítems Especificados**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN  |
|--------|--|
| 213944 | CABLE ACSR 2AWG PIGNUT MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C    |
| 213945 | CABLE ACSR 1/0AWG ALMOND MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C  |
| 213946 | CABLE ACSR 2/0AWG PECAN MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C   |
|        | CABLE ACSR 4/0AWG BUCKEYE MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C |

## 3. APLICACIÓN

Este conductor será empleado para la construcción de bajantes de bornes del transformador a la red de distribución secundaria en baja tensión y redes secundarias subterráneas.

## 4. NORMAS

Los materiales y equipos se deben suministrar de conformidad con las normas establecidas en la presente especificación.

De acuerdo con los diseños de los fabricantes pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí señaladas, siempre y cuando se ajusten a lo solicitado en la presente especificación técnica, siendo potestativo de las empresas del Grupo EPM aceptar o rechazar la norma que el oferente pone a su consideración.

Las normas citadas o cualquier otra que llegase a ser aceptada por el Grupo EPM son referidas a su última versión.

En caso de discrepancia entre las normas y esta especificación, prevalecerá lo aquí establecido.

Para efectos de esta especificación aplican las siguientes normas:

**Tabla 2 Normas técnicas aplicadas**

| NORMA                     | DESCRIPCIÓN  |
|---------------------------|--|
| NTC 308 (ASTM B231/231 M) | Conductores de aluminio 1350 cableado concéntrico. |

| ENERGÍA   | CONDUCTORES  | ET-TD-ME01-16                     | REV.<br>2                 |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------|
|  | CABLES ACSR AISLADOS   | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L        | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L |
|   |  | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L | FECHA:<br>09/04/18        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |  | ESCALA:<br>N/A                    | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m    |
|   |  |                                   | PÁGINA:<br>5 de 15        |

| NORMA  | DESCRIPCIÓN  |
|--|--|
| NTC 360 (ASTM B230/230 B)                    | Alambres de aluminio 1350 H-19 para usos eléctricos.   |
| NTC 309<br>(ASTM B232/B232M)                 | Conductores de aluminio cableado concéntrico reforzado con núcleo de acero recubierto (ACSR).          |
| NTC 360<br>(ASTM B230/B230M)                 | Alambre de aluminio 1350-H19 para usos eléctricos.   |
| NTC 1743<br>(ASTM B-233)                     | Alambrón de aluminio 1350 para usos eléctricos.  |
| NTC 1760<br>(ASTM B609/B609M)                | Alambres de aluminio 1350 de sección circular, recocidos y de temple intermedios para usos eléctricos. |
| NTC 461<br>(ASTM B498/498M)                  | Núcleo de alambre de acero recubierto con cinc para uso en conductores eléctricos aéreos.              |
| NTC 911                                      | Terminología relacionada con conductores eléctricos metálicos no aislados. (ASTM B 354).               |
| NTC 1099-1<br>(ANSI NEMA WC70/ICEA S-95-658) | Cables de potencia de 2000 voltios o menos, para distribución de energía eléctrica.                    |
| NTC 3277<br>(UL 44)                          | Cables y alambres con aislamiento termofijo.   |
| ICEA S70- 547                                | Standard for weather-resistant polyethylene covered conductors   |
| NTC 3787                                     | Carretes de madera para cables   |
| NTC 2146<br>(ASTM B 263).                    | Método normalizado para determinación del área transversal de conductores cableados.                   |
| ICEA T31-610                                 | Test Method for Conducting Longitudinal Water Penetration Resistance Test on Blocked Conductors.       |

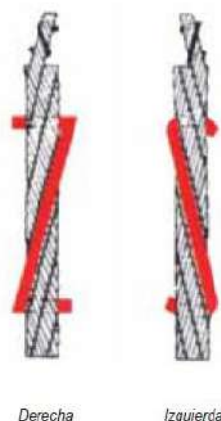
## 5. CARACTERÍSTICAS

Los conductores deben estar formados por grupos de alambres de aluminio y deben cumplir con las características técnicas de fabricación especificadas en la norma NTC 308.

### 5.1 Cableado

El grupo EPM solicitará este conductor con cableado clase AA, con dirección izquierda (tipo "S") para la capa exterior. La dirección del paso de cableado debe ser alternada en las capas sucesivas.

A continuación, la gráfica que permite aclarar lo anterior:



|  |                             |                                   |                           |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| <b>ENERGÍA</b>   | <b>CONDUCTORES</b>          | <b>ET-TD-ME01-16</b>              | REV.<br><b>2</b>          |
|  | <b>CABLES ACSR AISLADOS</b> | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L        | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L |
|  |                             | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L | FECHA:<br>09/04/18        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS |                             | ESCALA:<br>N/A                    | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m    |
|  |                             |                                   | PÁGINA:<br>6 de 15        |

La torsión se refiere por definición a los hilos externos respecto al cordón (en el cordón espiroidal) y del cordón respecto al cable.

Z= arrollamiento derecho.

S= arrollamiento izquierdo.

El cableado deberá ser lo suficientemente cerrado para asegurar que no exista apreciable reducción de diámetro cuando está sometido al 10% de la resistencia mínima a la rotura.

Todos los alambres permanecerán naturalmente en su posición en el cable terminado y, cuando la línea se corta, los extremos se mantendrán en la posición o serán corregidos fácilmente por la mano y permanecerán en ella. Esto se puede lograr por cualquier medio o procedimiento, tales como preformación o post-formación.

Todos los conductores dispondrán de un bloqueador contra la migración longitudinal del agua, mediante la introducción de un material en los intersticios del conductor cableado. La resistencia a la penetración longitudinal de agua se debe determinar de acuerdo con la publicación ICEA T-31-610 y debe cumplir un requisito mínimo de 34,5 kPa (5 psig).

## 5.2 Material del conductor

La materia prima utilizada en el alambroón de aluminio debe tener una pureza del 99.5% y debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 1743 (ASTM B 233).

### 5.2.1 Cable de aluminio

Los alambres deben ser de aluminio 1350-H19, con una conductividad mínima del 61% IACS, según la norma NTC 360 (ASTM B230).

### 5.2.2 Alambre de acero

Los alambres de acero deberán tener un recubrimiento de Zinc (galvanizado) clase A de acuerdo con la norma NTC 461 (ASTM B498).

## 5.3 Paso

La longitud del paso de las diferentes capas de los alambres de aluminio y acero debe cumplir con lo establecido en la norma NTC 309.

## 5.4 Diámetro del conductor, cableado y masa

Los diámetros de los alambres del conductor son los indicados en la siguiente tabla:

|   |  |                                   |                           |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>              | REV.<br><b>2</b>          |
|  | CABLES ACSR AISLADOS   | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L        | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L |
|   |  | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L | FECHA:<br>09/04/18        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |  | ESCALA:<br>N/A                    | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m    |
|   |  |                                   | PÁGINA:<br>7 de 15        |

**Tabla 3 Características cables ACSR**

| Calibre |      | Palabra Código <sup>A</sup> | Clase | Designación del cableado Aluminio/acero | Cableado             |                    |       |                  |                    |       | Diámetro exterior nominal de los conductores | Masa       |
|---------|------|-----------------------------|-------|---|----------------------|--------------------|-------|------------------|--------------------|-------|--|------------|
|         |      |                             |       |   | Alambres de aluminio |                    |       | Alambre de acero |                    |       |  |            |
| cmil    | AWG  |                             |       |   | N°                   | Diámetro pulgadas* | Capas | N°               | Diámetro pulgadas* | Capas | pulgadas                                     | lb/1000 ft |
| 211 600 | 0000 | Buckeye                     | AA    | 6/1                                     | 6                    | 0.1878             | 1     | 1                | 0.1878             | 0     | 0.563  | 290.8      |
| 133 100 | 00   | Pecan                       | AA    | 6/1                                     | 6                    | 0.1489             | 1     | 1                | 0.1489             | 0     | 0.447  | 182.8      |
| 105 600 | 0    | Almond                      | AA    | 6/1                                     | 6                    | 0.1327             | 1     | 1                | 0.1327             | 0     | 0.398  | 145.2      |
| 66 360  | 2    | Pignut                      | AA    | 6/1                                     | 6                    | 0.1052             | 1     | 1                | 0.1052             | 0     | 0.316  | 91.2       |

A: Las palabras código mostradas en esta columna son proporcionadas por información solamente. Estos códigos se aplican a conductores de aluminio con refuerzo de acero (ACSR) clase AA.

**5.5 Carga de rotura**

La carga de rotura de estos conductores debe cumplir con lo señalado en la norma NTC 309:

**Tabla 4 Carga de rotura nominal cables ACSR**

| Calibre |      | Clase | Nombre  | Designación del cableado Aluminio/acero | Carga de rotura nominal (Por tipo de núcleo de acero) |      |         |
|---------|------|-------|---------|---|---|------|---------|
| cmil    | AWG  |       |         |   | ACSR/GA   |      |         |
|         |      |       |         |   |   | kips | kgf     |
| 211 600 | 0000 | AA    | Buckeye | 6/1                                     |   | 8.35 | 3787.50 |
| 133 100 | 00   | AA    | Pecan   | 6/1                                     |   | 5.30 | 2404.04 |
| 105 600 | 0    | AA    | Almond  | 6/1                                     |   | 4.38 | 1986.73 |
| 66 360  | 2    | AA    | Pignut  | 6/1                                     |   | 2.85 | 1292.74 |

**5.6 Resistencia eléctrica**

En la tabla 5 se especifican los valores de resistencia de los cables ACSR objeto de esta especificación.

**Tabla 5 Resistencia Eléctrica del cable ACSR**

| CONDUCTOR | AWG o kcmil | ALUMINIO/ACERO | DC (Ohm/1000 Ft.) @20° | DC (Ohm/km) @20° |
|-----------|-------------|----------------|------------------------|------------------|
| PIGNUT    | 2           | 6/1            | 0.2536                 | 0.8320           |
| ALMOND    | 1/0         | 6/1            | 0.1594                 | 0.5228           |
| PECAN     | 2/0         | 6/1            | 0.1265                 | 0.4148           |
| BUCKEYE   | 4/0         | 6/1            | 0.0795                 | 0.2609           |

**5.7 Característica mecánica del conductor**

La resistencia a la tracción nominal de los conductores se debe hacer con base en las resistencias a la tracción de los alambres componentes usando los diámetros nominales de los alambres y sus resistencias a la tracción mínima y máxima específica para el temple apropiado de los alambres dados en la norma NTC 1760 (ASTM B609/B609M).

|   |                             |   |  |
|---|-----------------------------|---|--|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>          | <b>ET-TD-ME01-16</b>  | REV. <b>2</b>                                |
|  | <b>CABLES ACSR AISLADOS</b> | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L  | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L                    |
|   |                             | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD CET N&L  | FECHA:<br>09/04/18                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |                             |  ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m<br>PÁGINA:<br>8 de 15 |



**Tabla 7 Resistencia mecánica a la tracción cable de aluminio 1350**

| TEMPLE       | RESISTENCIA DE LOS ALAMBRES A LA TRACCIÓN |           | RESISTENCIA DE LAS UNIONES A LA TRACCIÓN |     |
|--------------|---|-----------|--|-----|
|              | KSI                                       | MPa       | KSI                                      | MPa |
| 1350 H16-H26 | 17 a 22                                   | 115 a 150 | 11                                       | 75  |

La resistencia nominal mínima de los conductores debe ser tomada como la suma de las resistencias a la tracción mínimas calculadas de los alambres multiplicadas por el factor de ajuste dado en la tabla siguiente:

**Tabla 8 Factor de ajuste para resistencia mecánica a la tracción cable de aluminio 1350**

| Cableado                       |                 | Factor de ajuste % |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|
| Número de alambres en el cable | Número de capas |                    |
| 7                              | 1               | 96                 |

Los alambres 1350-H19 removidos del conductor terminado deben tener resistencias no inferiores al 95 % de la resistencia mínima a la tracción especificadas para los ensayos individuales de la norma NTC 360 (ASTM B230/B230M)

## 5.8 Aislamiento

El conductor debe aislarse con polietileno reticulado XLPE FR SR para 90°C 600 V, de color negro acorde con lo establecido en la norma NTC 1099-1, con la finalidad de garantizar la resistencia a la llama y los rayos UV.

### 5.8.1 Espesor aislamiento

El espesor del aislamiento en polietileno reticulado XLPE FR SR será:

**Tabla 9 Requisitos de aislamiento**


| Calibre del conductor AWG | Espesor nominal [mm] | Espesor mínimo en un punto [mm] |
|---------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 8 - 2                     | 1.143                | 1.016                           |
| 1 - 4/0                   | 1.397                | 1.270                           |

El compuesto de polietileno reticulado debe ser con relleno y es aquel en el cual la fracción de masa de negro de humo y/o rellenos minerales es del 10 % o superior.

### 5.8.2 Características eléctricas del aislamiento

La resistencia de aislamiento medida a otras temperaturas se debe convertir a resistencia de aislamiento a 15,6 °C mediante el procedimiento detallado en ICEA T-27-581/NEMA WC 53.

El conductor debe tener una resistencia de aislamiento no inferior a la correspondiente a la constante de resistencia de aislamiento (IRK) especificada en las tablas 3-8 de la norma NTC 1099-1, según el caso.

| ENERGÍA   | CONDUCTORES          | ET-TD-ME01-16   | REV.<br>2                                    |
|---|----------------------|---|--|
|  | CABLES ACSR AISLADOS | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L  | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L                    |
|   |                      | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L   | FECHA:<br>09/04/18                           |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |                      |  ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m<br>PÁGINA:<br>9 de 15 |

**Tabla 10 Requisitos de resistencia de aislamiento y otras características**

| Propiedades   | X-1  | X-2  | X-3  |
|---|------|------|------|
|   | XLPE | XLPE | XLPE |
| Propiedades eléctricas después de inmersión en agua @ °C ± 1°C              | 75   | 75   | 75   |
| Constante dieléctrica (SIC) Después de 24 h, máx.                           | 6    | 6    | 6    |
| Incremento en la capacitancia, máx. 1 d -14 d                               | 3    | 3    | 4    |
| Incremento en la capacitancia, máx. 7 d -14 d                               | 1.5  | 1.5  | 2.0  |
| Factor de estabilidad después de 4 d, máximo                                | 1    | 1    | 1    |
| Sustituto al factor de estabilidad, diferencia máxima, 1d-14 d              | 0.5  | 0.5  | 0.5  |
| Resistencia de aislamiento, constante IRK @ 15°,6 C mínimo, megaohmios – km | 3048 | 3048 | 3048 |

### 5.9 Marcación del cable

El aislamiento debe marcarse con una separación mínima de un (1) metro entre inicios de leyendas, en bajo relieve siempre y cuando no se reduzca el espesor de aislamiento que comprometa la rigidez dieléctrica establecida y además deberá llevar sobre el bajo relieve color blanco o amarillo. Y si es posible, en alto relieve.

La información deberá tener buena calidad en la definición de letras, legible en forma permanente.

Los cables deben tener un rotulo que debe contener como mínimo la siguiente información:

- Razón social o marca registrada del productor.
- Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm<sup>2</sup>.
- Material del conductor.
- Tensión nominal.
- Tipo de aislamiento.
- Temperatura máxima de operación.
- La leyenda “Grupo EPM”.
- Número del proceso de contratación.
- Marcación secuencial metro a metro.

### 6. ENSAYOS

Las pruebas especificadas en el presente documento, serán efectuadas en laboratorios propios del fabricante o de terceros, seleccionados de común acuerdo entre las partes, y todos los instrumentos, equipos o sistemas de medición deben ser calibrados de tal manera que se garantice la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales e incluyan información sobre las medidas realizadas y las incertidumbres asociadas.

Se debe asegurar la trazabilidad de los instrumentos en el sistema de confirmación metrológica, respaldándose en los certificados o informes de calibración para el equipo, que incluya y valide la fuente, fecha, incertidumbre y las condiciones bajo las cuales se obtuvieron los resultados.

La conformidad de producto se verificará mediante protocolos de pruebas tipo, certificados de producto con norma y RETIE, si aplica, y pruebas de rutina e inspección en laboratorios con

|   |                      |   |   |
|---|----------------------|---|---|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>  | REV.<br><b>2</b>                              |
|  | CABLES ACSR AISLADOS | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L  | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L                     |
|   |                      | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L   | FECHA:<br>09/04/18                            |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |                      |  ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m<br>PÁGINA:<br>10 de 15 |

equipos calibrados que garanticen el cumplimiento de los parámetros aquí establecidos. Los protocolos de los ensayos tipo serán solicitados en caso de ser necesario.

Las pruebas de rutina y recepción están destinadas a eliminar los elementos que presenten defectos de fabricación.

En caso de ser requerido y de común acuerdo entre las partes, por razones de orden económico, por la naturaleza de los ensayos o por las exigencias del proceso, podrán realizarse cambios sobre el plan de muestreo establecido en la presente especificación, "CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO" (tipo de muestreo, nivel aceptable de calidad, nivel de inspección y tipo de inspección), de acuerdo con lo establecido en la norma NTC-ISO 2859-1 o normas particulares del producto.

El costo de los ensayos será a cargo del fabricante.

## 6.1 ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los siguientes ensayos aplican como de rutina para la recepción del producto:

- Medida del diámetro del cable y de los alambres que lo conforman.
- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Medida del espesor del aislamiento.
- Cedencia gradual de calor (hot creep).
- Deformación remanente (set).
- Prueba de tensión aplicada.
- Resistencia de aislamiento.
- Verificación de la marcación secuencial.

Se efectuará la medida de calibración de la máquina de repaso con el empleo de guaya de calibración. El fabricante deberá calibrar su máquina preferiblemente con un error aproximado del +0.2% como se relaciona en la siguiente tabla:

| Medida máquina | Real mediante guaya de calibración |
|----------------|------------------------------------|
| 49.9           | 50                                 |

Este valor será la referencia para obtención de los valores finales corregidos.

Se hará revisión de la marcación secuencial en las bobinas seleccionadas de la muestra inicial, haciéndose medición para paradas de máquina a 50, 100, 250 m y para el final de cada bobina de 500 m y se reportarán en la tabla siguiente, en la cual se ha corregido la lectura de máquina con el error anteriormente calculado (como ejemplo):

|   |                      |   |   |
|---|----------------------|---|---|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>  | REV.<br><b>2</b>                              |
|  | CABLES ACSR AISLADOS | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L  | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L                     |
|   |                      | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L   | FECHA:<br>09/04/18                            |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |                      |  ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m<br>PÁGINA:<br>11 de 15 |

| CABLE _____ AWG - BOBINA NO. _____ |                              |            |           |       |            |       |
|------------------------------------|------------------------------|------------|-----------|-------|------------|-------|
| Lectura Máquina                    | Lectura Corregida en Máquina | Secuencial | Adicional | Tramo | Diferencia | Error |
| 0                                  | 0                            |            |           |       |            |       |
| 50                                 | 50.10                        |            |           |       |            |       |
| 100                                | 100.20                       |            |           |       |            |       |
| 250                                | 250.50                       |            |           |       |            |       |
| FINAL                              | FINAL CORREGIDO              |            |           |       |            |       |

No se admitirán bobinas con error en su marcación superior a  $\pm 0.3\%$ .

Los valores de estas características deberán cumplir con lo declarado por el fabricante en el cuadro de características técnicas garantizadas.

## 7. EMPAQUE

El cable se debe entregar en carretes de 500 m.

El cable se despachará en carretes de madera de sajo, pino o eucalipto, adecuadamente protegido con duelas que deben ser de madera del mismo material, de mínimo 15 mm de espesor, de tal manera que durante el transporte y almacenamiento no sufra daños el material por humedad, contacto o golpes y no se deterioren por almacenamiento a la intemperie. El carrete debe tener la resistencia adecuada y estar exento de defectos que puedan dañar el cable.

Los carretes deberán cumplir con lo estipulado en la norma NTC-3787 y NEMA WC-26.

Los planos de dimensiones y detalles de los carretes deben ser presentados con la oferta y posteriormente, para la aprobación por parte de la Empresa, al inicio del contrato.

La madera deberá ser nueva, de calidad reconocida y debe ser sometida a un tratamiento de preservación para evitar el ataque de hongos, parásitos y demás agentes naturales y climáticos; además, debe provenir de plantaciones forestales o bosques cultivados para fines comerciales o industriales.

Los carretes deben tener una estructura fuerte y resistente para que puedan soportar sin deteriorarse el manejo durante el transporte, cargue y descargue y todas las demás operaciones de tendido y montaje de los conductores.

El orificio para el manejo de los carretes debe ser circular, centrado en su eje, con un diámetro mínimo de 75 mm, provisto de flanche metálico en cada cara del carrete cuando su peso bruto sea igual o mayor a 400 kg.

El cable debe embobinarse por capas uniformes y la última capa debe protegerse con un recubrimiento de material impermeable.

Los dos extremos del cable deben asegurarse firmemente a los carretes, y deben sellarse

|   |                      |  |                           |
|---|----------------------|--|---------------------------|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>   | REV.<br><b>2</b>          |
|  | CABLES ACSR AISLADOS | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L   | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L |
|   |                      | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L  | FECHA:<br>09/04/18        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |                      |  | ESCALA:<br>N/A            |
|   |                      | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m   | PÁGINA:<br>12 de 15       |

completamente por medio de una caperuza o material aislante, con el fin de prevenir la penetración de humedad en los cables. La punta interior del cable no debe aflorar en las caras del carrete, por lo que debe suministrarse con hélica.

Los carretes tendrán una protección exterior construida con listones de madera (duelas), fijadas sobre el borde de las alas del carrete y asegurada con cinta o fleje de acero o plástica (zunchados).

Los carretes deben ser numerados consecutivamente y este número debe marcarse en forma indeleble en su placa de identificación. No se admite marcación diferente.

Los carretes deben tener una placa de identificación en cada uno de los costados, con la siguiente información:

- Nombre de la Empresa así: FILIAL-GRUPO EPM
- Nombre del fabricante y dirección
- Número del contrato
- Número del carrete
- Clase y calibre del conductor
- Peso bruto en kg.
- Longitud en metros (m)
- Tramo empacado METRO XXXXX A METRO XXXXX
- Suborden de compra OW
- Fecha de fabricación

Se acepta placa metálica con marcación en bajo relieve o con marcación en láser o placa fabricada en material plástico con alta resistencia a la rotura y marcación indeleble (sujeta a revisión y aceptación del interventor).

Adicionalmente se sujetará a las duelas un adhesivo o membrete plastificado sujeto con grapas, con la misma información.

En los costados de los carretes se debe indicar mediante una flecha el sentido correcto de rodamiento de los mismos (para desenrolle del cable).

Cada carrete podrá contener una variación de  $\pm 5\%$ , sin que la entrega sobrepase la cantidad total solicitada por ítem.

En las remisiones de entrega de material deberán identificarse los carretes con su número.

## 8. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación y el tipo de muestreo para todos los diferentes ensayos serán de acuerdo con lo indicado en la norma NTC-ISO 2859-1, y será potestad del interventor o

|   |  |                                   |                           |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>              | REV.<br><b>2</b>          |
|  | CABLES ACSR AISLADOS   | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L        | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L |
|   |  | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L | FECHA:<br>09/04/18        |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |  | ESCALA:<br>N/A                    | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m    |
|   |  |                                   | PÁGINA:<br>13 de 15       |

administrador técnico aplicar o modificar el plan de muestreo señalado en este numeral.

Se procederá la extracción de la muestra aleatoriamente, de tal manera que se asegure la representatividad del lote de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla:

**Tabla 6 Plan muestreo para ensayos de recepción  
(Nivel de Inspección I, NCA= 4%)**

| TAMAÑO DEL LOTE | TAMAÑO DE LA MUESTRA | CRITERIO DE ACEPTACIÓN |
|-----------------|----------------------|------------------------|
| 2 a 15          | 2                    | 0                      |
| 16 a 25         | 3                    | 0                      |
| 26 a 90         | 5                    | 0                      |
| 91 a 150        | 8                    | 1                      |
| 151 a 280       | 13                   | 1                      |
| 281 a 500       | 20                   | 2                      |
| 501 a 1200      | 32                   | 3                      |
| 1201 a 3200     | 50                   | 5                      |
| 3201 a 10000    | 80                   | 7                      |
| 10001 y mas     | 125                  | 10                     |

Se considera que un (1) lote cumple con los requisitos dimensionales, mecánicos y eléctricos, cuando al probar todos los elementos de la muestra se encuentra el número de elementos defectuosos permitidos o menos.

En el lote rechazado el fabricante deberá ensayar cada uno de los elementos que lo componen, remitir los resultados de las pruebas a la empresa y solicitar nuevamente la inspección de los mismos.

Los elementos rechazados de los lotes aprobados y las unidades componentes de los lotes definitivamente rechazados no podrán formar parte del suministro en cumplimiento del pedido de la empresa.

## 9. DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS

Se debe entregar la siguiente documentación con la oferta:

- Certificado de conformidad de producto con norma técnica.
- Certificado de conformidad de producto con RETIE.
- Catálogos o ficha técnica.
- Garantía de inmunización de los carretes de madera.

Ante cualquier diferencia entre lo especificado y lo presentado en el catálogo, primará lo especificado en este documento y aceptado en la tabla de características técnicas garantizadas.

|   |                      |   |   |
|---|----------------------|---|---|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>   | <b>ET-TD-ME01-16</b>  | REV.<br><b>2</b>                              |
|  | CABLES ACSR AISLADOS | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L  | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L                     |
|   |                      | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L   | FECHA:<br>09/04/18                            |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |                      |  ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m<br>PÁGINA:<br>14 de 15 |



## 10. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

Las tablas contienen la información técnica que debe cumplir el elemento basado en normas técnicas vigentes que le aplican y especificaciones particulares del Grupo EPM.

**Tabla 7 Características técnicas garantizadas del conductor ACSR aislado**

| No.  | EXIGIDO POR EL GRUPO EPM  | GARANTIZADO POR EL FABRICANTE | FOLIO |
|------|---|-------------------------------|-------|
| 1    | Fabricante  | Indicar                       |       |
| 2    | Marca   | Indicar                       |       |
| 3    | Referencia  | Indicar                       |       |
| 4    | Normas de fabricación y pruebas del cable NTC 309, ASTM B232/B232M, NTC 360, ASTM B230/230 B, NTC 1099-1 (ICEA S-95-658)            | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 5    | <b>Características del conductor</b>  |                               |       |
| 5.1  | Fabricados con alambre de aluminio aleado 1350-H19  | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 5.2  | Clase de cableado es Clase AA   | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 5.3  | Los conductores disponen del bloqueo contra migración longitudinal del agua. Cumple con lo exigido en la publicación ICEA T-31-610. | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 5.4  | El conductor cumple con lo indicado en el numeral 5.1 del presente documento.   | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 5.5  | El diámetro, el número de hilos y la resistencia del conductor cumplen con lo indicado en el numeral 5.4 del presente documento.    | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 5.6  | El conductor cumple con las características mecánicas señaladas en el numeral 5.7 del presente documento.                           | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 6    | <b>Aislamiento</b>  |                               |       |
| 6.1  | El aislamiento del cable es XLPE FR SR 90 °C 600 V  | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 6.2  | Color de aislamiento negro  | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 6.3  | Garantiza el espesor mínimo indicado en el numeral 5.8.1 del presente documento.  | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 6.4  | Cumple con las características eléctricas señaladas en el numeral 5.8.2 del presente documento.                                     | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 7    | <b>Marcación</b>  |                               |       |
| 7.1  | Garantiza la marcación indicada en el numeral 5.9 del presente documento.   | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 8    | <b>Ensayos</b>  |                               |       |
| 8.1  | Cumple con las exigencias señaladas en el numeral 6 del presente documento.   | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 8.2  | Cumple con los ensayos señalados en el numeral 6.1 del presente documento.  | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 9    | <b>Empaque</b>  |                               |       |
| 9.1  | Garantiza el empaque señalado en el numeral 7 del presente documento.   | SI ( ) – NO ( )               |       |
| 10   | <b>Documentos Técnicos</b>  |                               |       |
| 10.1 | Presenta los documentos solicitados en el numeral 9 del presente documento.   | SI ( ) – NO ( )               |       |

|   |                             |   |   |
|---|-----------------------------|---|---|
| <b>ENERGÍA</b>  | <b>CONDUCTORES</b>          | <b>ET-TD-ME01-16</b>  | REV.<br><b>2</b>                              |
|  | <b>CABLES ACSR AISLADOS</b> | ELABORÓ:<br>UNIDAD CET N&L  | REVISÓ:<br>UNIDAD CET N&L                     |
|   |                             | APROBÓ:<br>JEFE UNIDAD<br>CET N&L   | FECHA:<br>09/04/18                            |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA<br>UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS                |                             |  ESCALA:<br>N/A | UNIDAD DE MEDIDA:<br>m<br>PÁGINA:<br>15 de 15 |