

# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA CABLE DE ALUMINIO AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 1 de 19

**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>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 2 de 19

## TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETO .....	5
2.	ALCANCE .....	5
3.	NORMAS.....	5
4.	CARACTERÍSTICAS.....	6
4.1	Cableado .....	7
4.2	Diámetro del conductor .....	7
4.3	Resistencia DC A 25°C .....	8
4.4	Pantalla semiconductor extruida del conductor .....	8
4.5	Aislamiento .....	9
4.5.1	Espesor de aislamiento .....	9
4.6	Pantalla semiconductor extruida sobre el aislamiento .....	10
4.6.1	Espesor de la pantalla sobre el aislamiento.....	10
4.7	Apantallamiento .....	10
4.7.1	Pantalla metálica de neutro concéntrico .....	11
4.8	Cubierta y cable terminado .....	12
4.9	Chaqueta general para cable trifásico .....	12
4.10	Marcación sobre la chaqueta – Identificación del conductor.....	12
5.	ENSAYOS .....	13
5.1	ENSAYOS DE RUTINA Y RECEPCIÓN .....	14
6.	EMPAQUE .....	15
7.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	17
8.	DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS .....	17
9.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS .....	18

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
		PÁGINA: 3 de 19	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 - Cables Monopolar Aislado 15 kV .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 2 – Listado de normas aplicables .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 3 - Diámetros nominales en milímetros, cable de aluminio .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla 4 - Resistencia nominal en corriente directa mΩ/m a 25 °C .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 5 - Espesor de pantalla semiconductora .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 6 - Temperaturas máximas del conductor .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 7 - Espesor de aislamiento y tensión de ensayo CA .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 8 - Espesor de la pantalla de aislamiento .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 9 – Calibre de los Alambres del neutro concéntrico .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 10 – Número de alambres del neutro concéntrico de cobre, completo .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 11 - Espesor de la chaqueta extruida para relleno .....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla No. 12 – Plan de muestreo para pruebas de recepción .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 13 - Características Técnicas Garantizadas para Cables Monopolares Aislados de MT .....</b>	<b>18</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No. 1 – Conformación cable de media tensión .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura No. 2 – Conformación cable de media tensión tríplex .....</b>	<b>7</b>



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 4 de 19

## 1. OBJETO

Especificar los cables de aluminio aislado de media tensión con neutro concéntrico en cobre para ser empleados en las redes de distribución de energía de las empresas del Grupo EPM.

## 2. ALCANCE

Establecer las características técnicas, pruebas y empaque correspondientes a los cables de aluminio aislado de media tensión, fabricados con neutro concéntrico completo, que se usan en las redes del sistema de distribución de energía de Grupo EPM.

Los conductores a ser especificados serán los siguientes:

**Tabla 1 - Cables Monopolar Aislado 15 kV**

CODIGO	DESCRIPCION
213933	CABLE AAC 1/0 AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE/LLDPE 15KV 100% 90°C NEUTRO 100% CU
213934	CABLE AAC 4/0 AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE/LLDPE 15KV 100% 90°C NEUTRO 100% CU
213935	CABLE AAC 3X1/0 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE/LLDPE 15KV 100% 90°C NEUTRO 1/3 CU
213936	CABLE AAC 3X4/0 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE/LLDPE 15KV 100% 90°C NEUTRO 1/3 CU

## 3. 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 – Listado de normas aplicables**

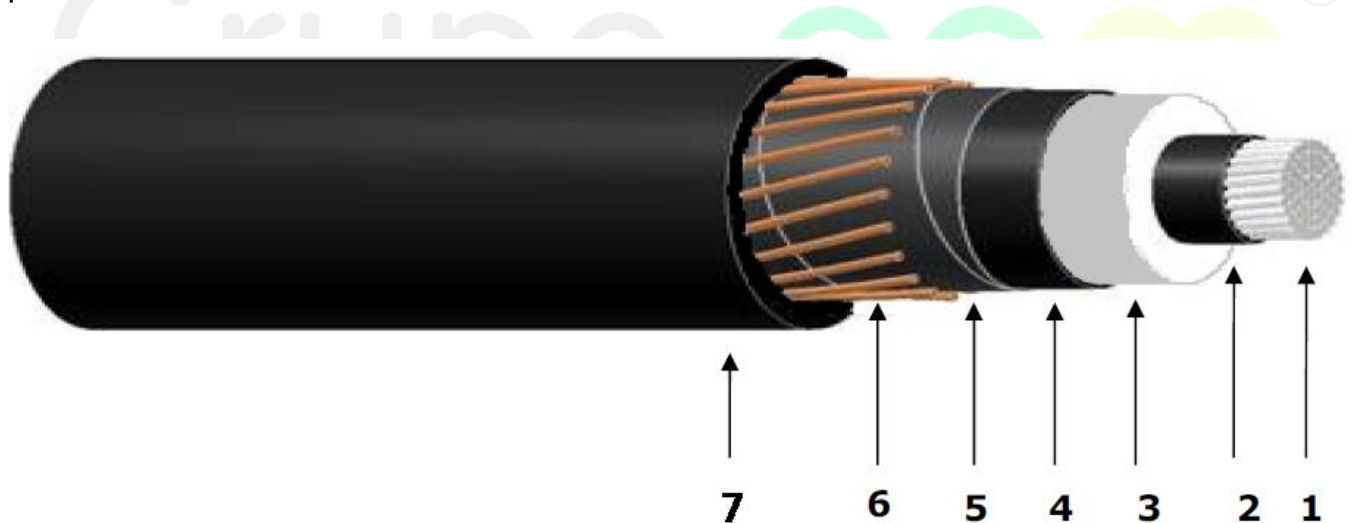
NORMA	DESCRIPCION
NTC 2186-1 (ANSI/ICEA S-94-649)	Cables con neutro concéntrico con tensión nominal de 5000 V hasta 46000 V.
NTC 308 (ASTM B 231/231M)	Conductores de aluminio 1350 cableado concéntrico
NTC 307 (ASTM B8)	Conductores de cobre duro, semiduro o blando, cableado concéntrico.
NTC 359 (ASTM B3)	Alambre de cobre blando o recocido.
NTC 1818 (ASTM B49)	Alambrón de cobre laminado en caliente para usos eléctricos.
NTC 2187 (ASTM B496)	Conductores de cobre redondos cableado concéntrico compactados.

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-11	REV. 2
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 5 de 19

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC 3787	Carretes de Madera para Cables
ASTM B 784	Standard Specification for Modified Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors for Use in Insulated Electrical Cables
ASTM B 785	Standard Specification for Compact Round Modified Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors For Use in Insulated Electrical Cables (Withdrawn 1998)
ASTM B 787	Standard Specification for 19 Wire Combination Unilay-Stranded Copper Conductors for Subsequent Insulation.
ANSI/ICEA T-32-645	Compatibility of Sealed Conductor Filler Compounds.
ANSI/ICEA T-31-610	Guide for Conducting a Longitudinal Water Penetration Resistance Test on Blocked Conductors.
ANSI/ICEA P-45-482	Short Circuit Performance of Metallic Shields and Sheaths on Insulated Cables.
ANSI/ICEA P-45-482	Short Circuit Performance of Metallic Shields and Sheaths on Insulated Cables.
ASTM D4496	Standard Test Method for D-C Resistance or Conductance of Moderately Conductive Materials.
ASTM D3004	Standard Specification for Crosslinked and Thermoplastic Extruded Semi-Conducting, Conductor and Insulation Shielding Materials.
ASTM D6095	Standard Test Method for Longitudinal Measurement of Volume Resistivity for Extruded Crosslinked and Thermoplastic Semiconducting Conductor and Insulation Shielding Materials.
AEIC CS8	Specification for Extruded Dielectric Shielded Power Cables Rated 5 Through 46 kV.
ANSI/ICEA S-97-682	Utility Shielded Power Cable Rated 5-46 kV.
IEEE Std 1142	IEEE Guide for the Selection, Testing, Application, and Installation of Cables having Radial-Moisture Barriers and/or Longitudinal Water Blocking - Redline.

#### 4. CARACTERÍSTICAS

La siguiente figura muestra la conformación física de los conductores monopolares aislados para MT:



**Figura No. 1 – Conformación cable de media tensión**

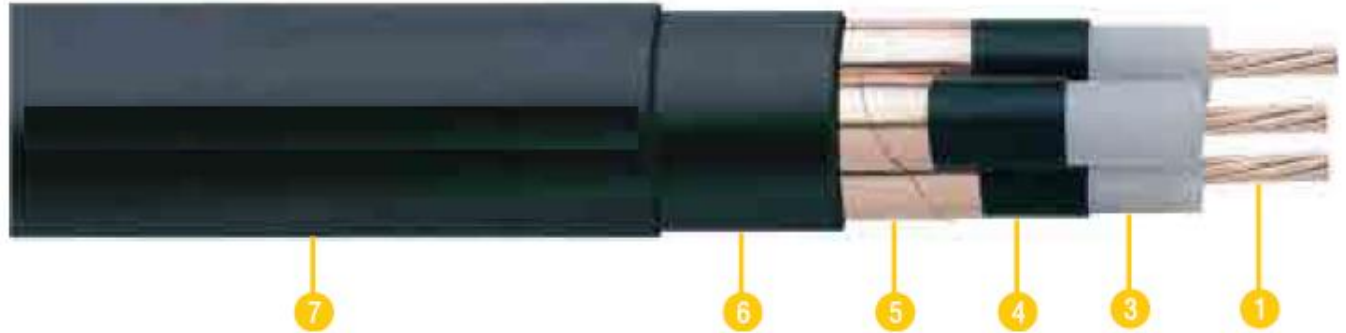
Dónde:

- 1- Conductor de aluminio.
- 2- Primera semiconductora.
- 3- Aislamiento en polietileno reticulado XLPE.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 6 de 19

- 4- Segunda semiconductor.
- 5- Cinta bloqueadora de humedad
- 6- Neutro concéntrico en hilos de cobre.
- 7- Chaqueta

Así mismo se especifica el siguiente conductor TRÍPLEX de aluminio AAC para las fases, con neutro concéntrico en cobre y con área igual a la de aquellas:



**Figura No. 2 – Conformación cable de media tensión tríplex**

1. Tres conductores de aluminio cableado
2. Blindaje de polietileno reticulado semiconductor
3. Aislamiento de polietileno reticulado XLPE
4. Blindaje del aislamiento en polietileno reticulado semiconductor
5. Pantalla metálica en hilos de cobre concéntricos
6. Chaqueta interna en LLDPE FR resistente a la abrasión, calor y humedad
7. Chaqueta externa en LLDPE FR resistente a la abrasión, calor y humedad

#### 4.1 Cableado

El conductor será de aluminio 1350 H19 con cableado clase B compactado o comprimido.

El conductor deberá tener bloqueador contra la migración longitudinal de agua y debe tener compatibilidad con la semiconductor del conductor, de acuerdo con lo indicado en la norma ANSI/ICEA T-32-645.

La resistencia de penetración del agua según norma ANSI/ICEA T-31-610, será de 5 psi como mínimo.

#### 4.2 Diámetro del conductor

El diámetro se medirá con base en los valores nominales de la norma NTC 2186-1:

**Tabla 3 - Diámetros nominales en milímetros, cable de aluminio**

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-11	REV. 2
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 7 de 19

CALIBRE		DIÁMETROS NOMINALES [mm]	DIÁMETROS NOMINALES [mm]	DIÁMETROS NOMINALES [mm]
AWG - kcmil	COMPACTADO	CLASE B	COMPRESIONADO	COMPACTADO
1/0	8.53	9.47	9.19	8.53
4/0	12.10	13.40	13.00	12.10

Para la clase B el diámetro es para cable redondo concéntrico.

#### 4.3 Resistencia DC A 25°C

De acuerdo con la norma NTC 2186-1 se tendrán los siguientes valores de resistencia DC a 25°C:

**Tabla 4 - Resistencia nominal en corriente directa mΩ/m a 25 °C**

Calibre [AWG o kcmil]	mm <sup>2</sup>	Resistencia [mΩ/m]
1/0	53.5	0.551
4/0	107	0.274

#### 4.4 Pantalla semiconductor extruida del conductor

Una pantalla semiconductor extruida debe ser aplicada sobre el conductor. Las pantallas semiconductoras deberán ser de material semiconductor negro termoestable (reticulado), extra limpio y compatible con el material de aislamiento. Una cinta semiconductor entre el conductor y la pantalla se podrá usar si el proceso de producción del diseño del cable lo amerita y deberá cumplir con la norma ASTM D4496.

La resistividad volumétrica de la pantalla semiconductor no debe exceder 1000 ohm-metro tanto a temperatura de operación normal como de sobrecarga.

Esta pantalla semiconductor debe ser apta para trabajar a las temperaturas de operación del aislamiento de polietileno reticulado. El espesor de la semiconductor del conductor debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 5 de la presente especificación. Las superficies de unión (de contacto) entre la pantalla y el aislamiento serán perfectamente lisas, libres de vacío, discontinuidad, contaminantes y protrusiones. No debe ser sensitiva a la humedad.

El espesor de la pantalla extruida será acorde con la norma NTC 2186-1:

**Tabla 5 - Espesor de pantalla semiconductor**

AWG - kcmil	mm	Mils
8 a 4/0	0.30	12
212 a 550	0.41	16
551 a 1000	0.51	20

El material reticulado destinado para extruir como una pantalla del conductor debe cumplir los requisitos establecidos en la norma NTC 2186-1.

La semiconductor del conductor debe ser fácilmente removible del conductor y firmemente

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-11	REV. 2
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 8 de 19



unida al aislamiento.

La semiconductora extruida reticulada deberá cumplir con las normas ASTM D3004 y ASTM D6095.

#### 4.5 Aislamiento

El conductor debe aislarse con polietileno reticulado XLPE para 90°C de acuerdo con lo establecido con la norma NTC 2186-1, además deberá tener la propiedad de resistencia a la arborescencia (TR).

Debe ser apto para soportar temperaturas en el conductor de aluminio de 90°C bajo condiciones normales de operación, 130°C en condiciones de emergencia y de 250°C en condiciones de cortocircuito y debe cumplir con los requisitos establecidos en las normas AEIC CS8, ANSI/ICEA S-97-682, ANSI/ICEA S-94-649.

El aislamiento de polietileno debe ser adecuado para uso en medios húmedos y secos, debe ser resistente a los esfuerzos mecánicos durante la instalación y operación del cable. Cuando el aislamiento es relleno deberá tener un 10% o más de relleno mineral por peso.

Debe cumplir con todos los requerimientos de excentricidad, reticulación (Hot Creep) resistividad volumétrica y la termo-contracción del aislamiento según lo especificado en las normas NTC 2186-1 o ANSI/ICEA S-94-649, según sea el caso.

Los espesores de los aislamientos son los especificados en las normas NTC 2186-1 o ANSI/ICEA S-94-649 y el mínimo no será inferior, en ningún punto, al noventa por ciento (90%) del espesor mínimo promedio especificado en la Tabla 9. El aislamiento debe estar libre de ámbares, huecos, gel, aglomerantes y contaminantes de acuerdo con lo indicado en la norma ANSI/ICEA S-97-682.

La temperatura del conductor no debe superar lo establecido en la Tabla 7 que está de acuerdo con las normas NTC 2186-1 o ANSI/ICEA S-94-649, según sea el caso:

**Tabla 6 - Temperaturas máximas del conductor**

Material de aislamiento	Operación normal	Sobrecarga de emergencia	Cortocircuito
XLPE/TR, EPR Clases I, II y IV	90 °C	130 °C	250 °C
EPR Clase III	105 °C	140 °C	250 °C

Es posible que, durante la operación normal, para el EPR Clase III se requieran menores temperaturas debido a la clase de material que se usa en las uniones y las terminaciones del cable y conectadores separables, o por las condiciones ambientales del cable.

##### 4.5.1 Espesor de aislamiento

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-11	REV. 2
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 9 de 19

Según la tabla 4-7 de la norma NTC 2186-1 se tendrá el siguiente espesor de aislamiento, con base en la tensión nominal entre fases:

**Tabla 7 - Espesor de aislamiento y tensión de ensayo CA**

Tensión entre fases	Calibre conductor [AWG-kcmil]	Nivel de aislamiento (mm)				Tensión de ensayo CA	
		100%		133%		100%	133%
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		
8001-15000	2 - 1000	4.19	5.21	5.33	6.35	35	44
	1000 - 3000	5.33	6.35	5.33	6.35	44	44

#### 4.6 Pantalla semiconductor extruida sobre el aislamiento

La pantalla semiconductor sobre el aislamiento debe ser de material termoestable (reticulado) de semiconductor negro, extra limpio y compatible con el material de aislamiento. La pantalla semiconductor sobre el aislamiento debe ser para cable libre de descargas parciales.

Esta pantalla semiconductor debe ser apta para trabajar a las temperaturas de operación, sobrecarga y de cortocircuito del aislamiento de polietileno reticulado. El espesor de la semiconductor del aislamiento debe estar de acuerdo con la pantalla, la cual se construye con alambres concéntricos.

Debe estar de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma NTC 2186-1.

##### 4.6.1 Espesor de la pantalla sobre el aislamiento

De acuerdo con la norma NTC 2186-1:

**Tabla 8 - Espesor de la pantalla de aislamiento**

Diámetro mínimo calculado sobre aislamiento [mm]	MÍNIMO EN UN PUNTO		MÁXIMO EN UN PUNTO		Indentado máximo del neutro concéntrico	
	mm	mils	mm	mils	mm	mils
0 - 25,4	0.76	30	1.52	60	0.38	15
25,43 - 38,1	1.02	40	1.91	75	0.38	15
38,13 - 50,8	1.40	55	2.29	90	0.51	20
50,83 y mayor	1.40	55	2.67	105	0.51	20

La pantalla de aislamiento extruida con material termoestable libre de descarga cumplirá con los requisitos de la norma NTC 2186-1.

#### 4.7 Apantallamiento

La materia prima empleada en la fabricación de la pantalla metálica debe tener las mismas características del conductor central y cumplir con los requisitos de las normas ASTM B5 y ASTM B3. Entre el conductor concéntrico (o pantalla metálica) y la cubierta exterior se aplicará, si es necesario, un separador construido por una cinta protectora y de amarre del tipo Mylar o equivalente, de un material no higroscópico que sea compatible con los componentes del cable.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 10 de 19

#### 4.7.1 Pantalla metálica de neutro concéntrico

Para este tipo de conductor se utilizará cable con pantallas metálicas de hilos de cobre como neutro concéntrico, acorde con lo establecido en la norma NTC 2186-1.

El cable con neutro concéntrico emplea hilos de cobre cuyas áreas sumadas configuran el calibre del conductor aislado y proporciona igual apantallamiento electrostático que el provisto por la cinta de cobre, de acuerdo con lo indicado en la norma NTC 2186-1, con la ventaja adicional de conformar el neutro del sistema al sumarse las áreas de los conductores de las tres fases del circuito. Esta es la exigencia del conductor en arreglo tripolar. Se emplea específicamente en sistemas en “Y” con neutro continuo y multiaterrizado.

Para el caso de los conductores monopolares, en circuitos monofásicos, el neutro concéntrico será equivalente al conductor central, es decir, será completo (100%).

La pantalla metálica debe ser eléctricamente continua y no debe ser dañada durante las condiciones normales de instalación. La pantalla metálica conformada por un grupo de alambres redondos de cobre recocido debe ser aplicada helicoidalmente en estrecho contacto con la pantalla semiconductora del aislamiento.

El paso de los alambres aplicados helicoidalmente no será menor a seis (6) ni mayor a diez (10) veces el diámetro medido sobre los alambres concéntricos.

Se podrá aceptar cable de neutro concéntrico con pantalla de alambres corrugados aplicados en forma serpenteada embebidos sobre una semiconductora adicional de la semiconductora del aislamiento. El número de alambres deberá tener la misma capacidad de cortocircuito del sistema de alambres aplicados helicoidalmente según la norma ANSI/ICEA P-45-482.

El calibre mínimo de un cable con chaqueta será 16 AWG.

El diámetro nominal de los alambres del neutro concéntrico será el especificado en la norma NTC 2186-1 para neutro completo:

**Tabla 9 – Calibre de los Alambres del neutro concéntrico**

Calibre AWG	mm	mils
16	1.29	50.80
14	1.63	64.10

El diámetro de los alambres individuales que comprenden un neutro concéntrico, así como el neutro concéntrico con área igual a la del conductor, estará de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 2186-1:

**Tabla 10 – Número de alambres del neutro concéntrico de cobre, completo**

Calibre AWG-kcmil	16 AWG	14 AWG	12 AWG	10 AWG	9 AWG
1/0	26*	16	---	---	---
4/0	---	---	32*	20*	16

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-11	REV. 2
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 11 de 19

La configuración marcada con asterisco (\*) corresponde a construcción alternativa, prefiriéndose la no marcada.

#### 4.8 Cubierta y cable terminado

La chaqueta deberá ser de polietileno lineal de baja densidad LLDPE. La cubierta debe ser adecuada para usos en medios húmedos y secos, debe ser resistente a los esfuerzos mecánicos durante la instalación y operación del cable.

El material de esta chaqueta debe cubrir el conductor neutro concéntrico y llenar los espacios entre los alambres o las cintas. El material de la chaqueta debe estar en contacto con la pantalla de aislamiento, pero se podrá quitar fácilmente.

La cubierta de polietileno, debe ser de color negro, con negro de humo al 2% y resistente a los rayos del sol. Debe cumplir con los requisitos establecidos en las normas NTC 2186-1 o ANSI/ICEA S-94-649, según sea el caso.

Entre la chaqueta y la pantalla metálica se colocarán unos cordones o tiras, no tejidas contra la migración longitudinal del agua. Los cordones o tiras, deberán tener en cuenta los requisitos de la norma IEEE Std 1142. Los ensayos al cable con tiras, se harán de acuerdo con las normas ANSI/ICEA T-31-610. Las tiras, deben ser compatible desde el punto de vista térmico, mecánico, eléctrico y químico con los demás componentes del cable.

La chaqueta extruida y sobrepuesta tendrán los siguientes espesores:

**Tabla 11 - Espesor de la chaqueta extruida para relleno**

Diámetro calculado sobre el neutro concéntrico (mm)	MÍNIMO EN UN PUNTO		MÁXIMO EN UN PUNTO	
	mm	mils	mm	mils
0 - 38,1	1.14	45	2.03	80

#### 4.9 Chaqueta general para cable trifásico

El conductor tríplex tendrá una chaqueta común externa fabricada en polietileno lineal de baja densidad LLDPE, libre de halógenos, con retardante a la llama, resistente a la abrasión, al calor y a la humedad, con un espesor de 2.79 mm.

El ensamble de los cables múltiplex debe tener cableado izquierdo. El cableado hacia la izquierda se define como un giro en el sentido contrario a las agujas del reloj, alejándose con respecto al observador. La longitud de paso de los cables individuales no debe ser superior a 60 veces el mayor diámetro del cable.

#### 4.10 Marcación sobre la chaqueta – Identificación del conductor

La chaqueta del conductor debe marcarse con una separación mínima de un (1) metro entre inicios de leyendas, en bajo relieve y además deberá llevar sobre el bajo relieve color blanco o amarillo. Y si es posible, en alto relieve.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS			ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 12 de 19

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

La chaqueta del cable monopolar aislado deben tener un rotulo que contenga 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 y chaqueta.
- Temperatura máxima de operación.
- La leyenda “Grupo EPM”.
- Número del proceso de contratación.
- Marcación secuencial metro a metro.

## 5. ENSAYOS

Las pruebas de recepción especificados en el presente documento, serán efectuadas en laboratorios propios del fabricante o de terceros 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 incluye y validen la fuente, fecha, incertidumbre y las condiciones bajo las cuales se obtuvieron los resultados.

La conformidad de producto se verificará mediante el certificado de producto con norma y RETIE si aplica y con pruebas de rutina e inspección en laboratorios con equipos calibrados que garanticen el cumplimiento de los parámetros aquí establecidos.

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 el numeral 7 de 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 fabricante o en su defecto el comercializador debe indicar en su oferta en cuál laboratorio se harán las pruebas de recepción.

Estas pruebas están destinadas a eliminar los elementos que presenten defectos de fabricación.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 13 de 19

El costo de los ensayos será a cargo del fabricante.


### 5.1 Ensayos de rutina y recepción

El fabricante debe proporcionar al interventor, administrador o gestor de contrato todas las facilidades razonables para asegurarse que el material se presenta de acuerdo con esta especificación.

Todos los ensayos de recepción y la inspección se harán antes de la entrega, en el lugar de fabricación o en laboratorio de acuerdo a como se indica en el numeral 5 de esta especificación.

El interventor seleccionará los ensayos de rutina que considere necesarios para validar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

Los ensayos de recepción se realizarán conforme lo indicado en las normas NTC 2186-1, ANSI/ICEA S-94-649 y NTC 308, resaltando a continuación las siguientes pruebas:

- Medida del diámetro del cable: Deberá medirse con calibre de cuchillas en dos diámetros perpendiculares, por lo menos en tres puntos distintos de cada unidad seleccionada para este fin. Se tomará en cuenta los valores inferiores en cada punto y se hará el promedio para la verificación. La tolerancia será de  $\pm 1 \%$ .
- Tensión de rotura. Se realizará de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 308. 
- Medida de la resistividad volumétrica de los alambres que forman el conductor. Se aplicará la Norma ASTM B 193 en vigencia, con una probeta de 300 mm de longitud que no deberá presentar nudos, empalmes, grietas ni suciedad. Las medidas de la resistencia se harán con una precisión de  $\pm 0.15 \%$ . La resistividad no resultará mayor a 0.017241 ohm mm<sup>2</sup>/m (a 20 °C).
- Ensayo de tensión no disruptiva del dieléctrico en agua
- Medida del espesor de la pantalla semiconductor, aislamiento y chaqueta.
- Medida del espesor de la pantalla en cinta metálica, los hilos de aterrizamiento y blindaje.
- Prueba de absorción de humedad contra la migración longitudinal de agua.
- Prueba al cable terminado: tensión en AC, descarga parcial y chispeo de la chaqueta.
- Medición de marcación secuencial sobre la chaqueta:

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

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 14 de 19



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):

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.

## 6. EMPAQUE

El cable monopolar aislado 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.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS			ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 15 de 19

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 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

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 16 de 19



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.

## 7. 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 administrador técnico aplicar el plan de muestreo señalado en este numeral.

Se procederá a 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 No. 12 – Plan de muestreo para pruebas 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.

## 8. DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS

Se debe entregar la siguiente documentación con la oferta:

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS			ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 17 de 19

- Certificado de conformidad de producto con norma técnica
- Certificado de conformidad de producto con RETIE
- Ficha técnica del conductor.
- 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.

## 9. 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 13 - Características Técnicas Garantizadas para Cables Monopolares Aislados de MT**

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 2186-1, ANSI/ICEA S-94-649, ANSI/ICEA S-97-682	SI ( ) – NO ( )	
5	<b>Características del conductor</b>		
5.1	El aluminio es de temple suave o blando con una conductividad mínima del 61% IACS	SI ( ) – NO ( )	
5.2	Conductor con relleno bloqueador agua/humedad	SI ( ) – NO ( )	
5.3	Clase de cableado redondo compactado	SI ( ) – NO ( )	
5.4	El temple es suave	SI ( ) – NO ( )	
5.5	Clase del conductor: B	SI ( ) – NO ( )	
5.6	El diámetro de conductor cumple con lo indicado en el numeral 4.2 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
5.7	La resistencia en DC cumple con lo señalado en el numeral 4.3 de la presente especificación.	SI ( ) – NO ( )	
6	<b>Características de la pantalla semiconductora extruida sobre el conductor</b>		
6.1	El material es termoestable reticulado	SI ( ) – NO ( )	
6.2	Es de color negro	SI ( ) – NO ( )	
6.3	Cumple con las características indicadas en el numeral 0 de la presente especificación.	SI ( ) – NO ( )	
7	<b>Características del aislamiento</b>		
7.1	El aislamiento de los conductores de fase es XLPE TR 90 °C	SI ( ) – NO ( )	
7.2	El nivel de aislamiento es del 100%	SI ( ) – NO ( )	
7.3	Cumple con lo indicado en el numeral 4.5 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
8	<b>Características de la pantalla semiconductora extruida sobre el aislamiento</b>		
8.1	El material es termoestable reticulado	SI ( ) – NO ( )	
8.2	Es de color negro	SI ( ) – NO ( )	
8.3	Cumple con las características indicadas en el numeral 4.6 de la presente especificación.	SI ( ) – NO ( )	
9	<b>Características del neutro concéntrico</b>		
9.1	Para el conductor monopolar la pantalla está constituida por hilos equivalentes en área a la del conductor de fase y cumple con lo indicado en el numeral 4.7.1 del presente documento	SI ( ) – NO ( )	

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 18 de 19

No.	EXIGIDO POR EL GRUPO EPM	GARANTIZADO POR EL FABRICANTE	FOLIO
9.2	Para el conductor tripolar la pantalla está constituida por hilos equivalentes a 1/3 del área del conductor para cada uno de los conductores en el arreglo tripolar o trifásico. Cumple con lo indicado en el numeral 4.7.1 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
<b>10</b>	<b>Características de la chaqueta</b>		
10.1	El material de la chaqueta es LLDPE, cumpliendo los requisitos establecidos en el numeral 4.8	SI ( ) – NO ( )	
10.2	La chaqueta es de color negro	SI ( ) – NO ( )	
10.3	La marcación de la chaqueta cumple con lo señalado en el numeral 4.10 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
10.4	Para el cable tríplex la chaqueta cumplirá los requisitos del numeral 4.9 del presente documento	SI ( ) – NO ( )	
<b>11</b>	<b>Ensayos</b>		
11.1	Ensayos de rutina basados en las normas NTC 2186-1, ANSI/ICEA S-94-649, NTC 2186-1, NTC 308 y conforme lo indicado en el numeral 5 de la presente especificación.	SI ( ) – NO ( )	
<b>12</b>	<b>Empaque</b>		
12.1	Garantiza el empaque solicitado en el numeral 6 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
<b>13</b>	<b>Documentos Técnicos</b>		
13.1	Presenta los documentos técnicos indicados en el numeral 8 de la presente especificación.	SI ( ) – NO ( )	



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-11</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE ALUMINIO MEDIA TENSIÓN	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS			ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 19 de 19