



# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA CABLE DE COBRE AISLADO PARA BAJA TENSIÓN

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16

**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-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA TENSIÓN</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L  APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	REVISÓ: 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 16

## TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO.....	5
2. ALCANCE .....	5
3. NORMAS.....	5
4. CARACTERÍSTICAS.....	6
4.1 Material .....	6
4.2 Cableado.....	6
4.3 Paso.....	8
4.4 Diámetro del conductor, geometría y área .....	8
4.5 Resistencia DC.....	8
4.6 Aislamiento.....	9
4.7 Resistencia de aislamiento.....	9
4.8 Juntas y empalmes .....	10
4.9 Marcación del conductor .....	10
5. ENSAYOS .....	11
5.1 Ensayos de Recepción.....	11
5.2 Ensayos de Rutina .....	11
6. EMPAQUE .....	13
6.1 Empaque para rollos de 100 m .....	13
6.2 Empaque para carretes de 500 m.....	13
7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	15
8. DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS .....	16
9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS .....	16

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla No. 1 – Listado de normas aplicables .....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla No. 2 – Diámetro y Área Transversal .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla No. 3 – Resistencia DC .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla No. 4 – Espesor promedio mínimo de aislamiento .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla No. 5 – Resistencia mínima de aislamiento a 15 °C .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla No. 6 – Plan de muestreo para pruebas de recepción .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla No. 7 – Características técnicas garantizadas para suministro de conductor de cobre aislado de baja tensión .....</b>	<b>16</b>



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA TENSIÓN</b>	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 16

## 1. OBJETO

Especificar cables de cobre monopolar aislado para ser empleados en equipos, tableros o redes de distribución de baja tensión del GRUPO EPM.

## 2. ALCANCE

Establecer características técnicas, pruebas y empaque correspondientes a los cables de cobre aislado que se usan para construcción de redes de baja tensión en el sistema de distribución de energía de Grupo EPM.

Los conductores a ser especificados serán los siguientes:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
200361	CABLE COBRE 16AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200362	CABLE COBRE 14AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200363	CABLE COBRE 12AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200364	CABLE COBRE 10AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200365	CABLE COBRE 8AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200366	CABLE COBRE 6AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200367	CABLE COBRE 4AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200368	CABLE COBRE 2AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200369	CABLE COBRE 1/0AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200370	CABLE COBRE 2/0AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200371	CABLE COBRE 4/0AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO
200372	CABLE COBRE 500KCMIL MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO

221474	CABLE COBRE 14AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C VERDE
221475	CABLE COBRE 12AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C VERDE
221485	CABLE COBRE 10AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C VERDE
221487	CABLE COBRE 8AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C VERDE
221488	CABLE COBRE 6AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C VERDE
221489	CABLE COBRE 4AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C VERDE
221490	CABLE COBRE 2AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C VERDE

221491	CABLE COBRE 14AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C BLANCO
221492	CABLE COBRE 12AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C BLANCO
221493	CABLE COBRE 10AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C BLANCO
221494	CABLE COBRE 8AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C BLANCO
221495	CABLE COBRE 6AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C BLANCO
221496	CABLE COBRE 4AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C BLANCO
221497	CABLE COBRE 2AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C BLANCO

	CABLE COBRE 1/0AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE HFFR 600V 90°C NEGRO
	CABLE COBRE 2/0AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE HFFR 600V 90°C NEGRO
	CABLE COBRE 4/0AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE HFFR 600V 90°C NEGRO
	CABLE COBRE 250KCMIL MONOPOLAR AISLADO XLPE HFFR 600V 90°C NEGRO
	CABLE COBRE 350KCMIL MONOPOLAR AISLADO XLPE HFFR 600V 90°C NEGRO
	CABLE COBRE 500KCMIL MONOPOLAR AISLADO XLPE HFFR 600V 90°C NEGRO

## 3. NORMAS

Los materiales y equipos se deben suministrar de conformidad con las normas establecidas en

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-22	REV. 2
	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16

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 No. 1 – Listado de normas aplicables**

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC 1099-1 (ANSI NEMA WC70/ICEA S-95-658)	Cables de potencia de 2000 V o menos para distribución de energía eléctrica.
NTC 3203 (UL 1581)	Norma de referencia para alambres, cables y cordones flexibles eléctricos.
NTC 3277 (UL 44)	Cables y alambres con aislamiento termofijo.
NTC 307 (ASTM B8)	Conductores de cobre duro, semiduro o blando, cableado concéntrico.
NTC 359 (ASTM B3)	Alambre de cobre blando o recocido.
NTC 1781 (ASTM B33)	Alambre de cobre blando o recocido estañado para usos eléctricos.
NTC 1818 (ASTM B49)	Alambrón de cobre laminado en caliente para usos eléctricos.
NTC 2187 (ASTM B496)	Conductores de cobre redondos cableado concéntrico compactados.
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.

#### 4. CARACTERÍSTICAS

##### 4.1 Material

La materia prima utilizada en el alambrón de cobre debe tener una pureza del 99.9% y debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 1818 (ASTM B 49).

Los alambres deben ser de cobre blando, con una conductividad mínima del 100% IACS, según la norma NTC 359 (ASTM B3).

El cable de cobre aislado debe cumplir con los requisitos técnicos de las normas NTC 1099-1, ICEA-S-95 658, NTC 3277 y UL 44.

##### 4.2 Cableado

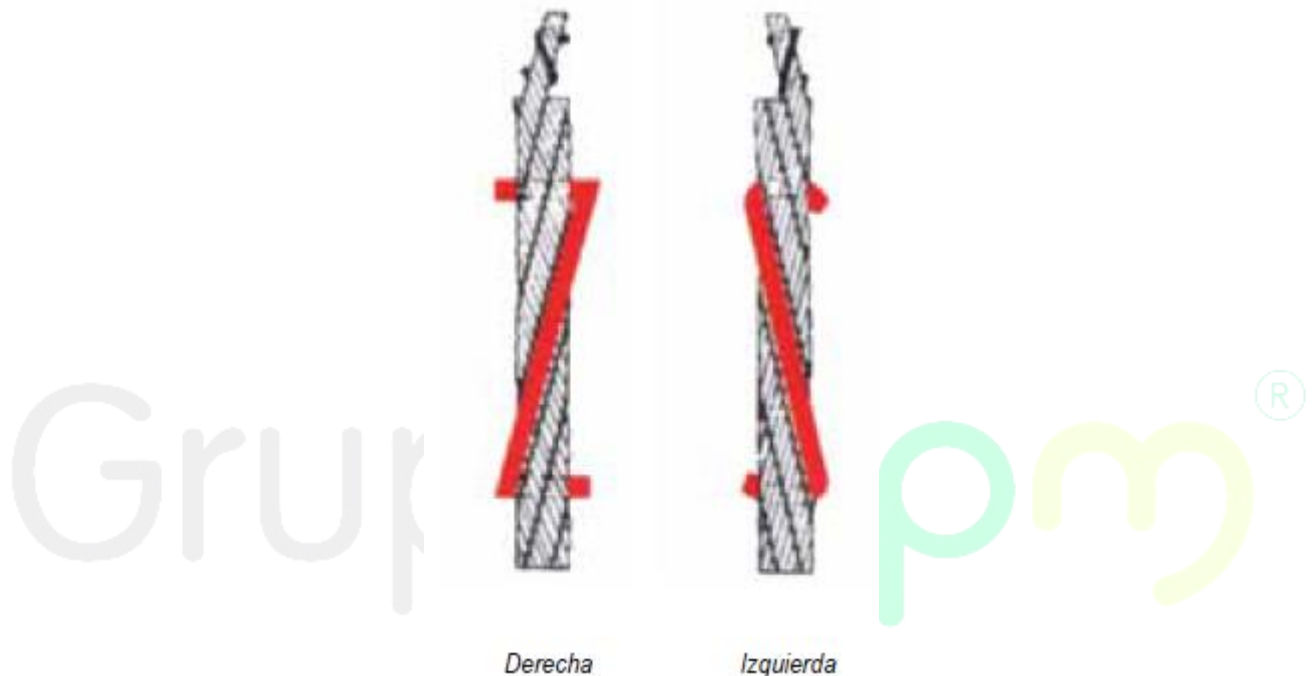
<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA TENSIÓN</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 6 de 16

Los conductores estarán formados por alambres dispuestos en capas, cableados concéntricamente y deben cumplir con las características técnicas de fabricación especificadas en la norma NTC 307 (ASTM B8).

El cableado será clase B o B comprimido.

Tendrá construcción con giro hacia la izquierda (sentido contrario a las agujas del reloj visto desde el observador, sentido "S"). Todos los cables deberán ser cableados con una tensión uniforme.

A continuación, la gráfica que permite aclarar lo anterior:



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.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
Grupo <b>epm</b> <sup>®</sup>	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16	

### 4.3 Paso

El paso de una capa de alambres no debe ser menor que 8 ni mayor que 16 veces el diámetro externo de esa misma capa, exceptuando los conductores fabricados con 37 hilos o más, para los cuales este requisito se aplicará solamente a las dos capas externas. El paso de las capas diferentes a las dos capas externas queda a opción del fabricante, a menos que se acuerde lo contrario.

### 4.4 Diámetro del conductor, geometría y área

El área transversal y el diámetro se basan en la norma NTC 307:

**Tabla No. 2 – Diámetro y Área Transversal**

Calibre [AWG –KCMIL]	Diámetro nominal del conductor <u>sin</u> <u>comprimir</u> [mm]	Diámetro nominal del conductor <u>comprimido</u> [mm]	Área de la sección transversal nominal del conductor [mm <sup>2</sup> ]
16	1.463	-----	1.31
14	1.844	1.803	2.08
12	2.324	2.261	3.31
10	2.946	2.870	5.26
8	3.708	3.607	8.37
6	4.674	4.521	13.3
4	5.893	5.715	21.2
2	7.417	7.188	33.6
1/0	9.474	9.195	53.5
2/0	10.643	10.287	67.4
4/0	13.411	13.005	107
500KCMIL	20.650	20.041	253

El diámetro mínimo para cables no debe ser menor que el 98% del nominal. El diámetro máximo de cualquier conductor no debe ser mayor que 101% del nominal. La verificación del diámetro debe determinarse de acuerdo con el método descrito en la NTC 3203.

### 4.5 Resistencia DC

La resistencia nominal DC a 20 °C del conductor cableado clase B o B comprimido estará de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 307:

**Tabla No. 3 – Resistencia DC**

Calibre conductor [AWG o KCMIL]	Cableado clase B [Ω/km 20°C]
16	13.40
14	8.46
12	5.35
10	3.35
8	2.10
6	1.32

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-22	REV. 2
	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16



Calibre conductor [AWG o KCMIL]	Cableado clase B [Ω/km 20°C]
4	0.830
2	0.522
1/0	0.328
2/0	0.261
4/0	0.164
500KCMIL	0.0695

La máxima resistencia eléctrica de una unidad de longitud de un conductor cableado, no debe exceder el valor nominal de resistencia DC indicado en la **Tabla No. 3** en más del 2%. Cuando la resistencia DC es medida a una temperatura diferente de 20 °C, esta debe ser corregida usando los factores multiplicadores indicados en la norma NTC 307.

#### 4.6 Aislamiento

El conductor debe aislarse con polietileno reticulado XLPE FR SR para 90°C, de color negro acorde con lo establecido en la norma NTC 3203, con la finalidad de garantizar la resistencia a la llama y los rayos UV.

En casos especiales se requerirá el aislamiento libre de halógenos (HF).

Poseerá una composición de negro de humo al 2%. El relleno mineral del 10 % o superior. El aislamiento se debe aplicar directamente a la superficie del conductor o separador opcional.

El espesor mínimo no debe ser inferior al 90% de los valores dados en la tabla siguiente para los tipos de aislamiento y valores de tensión nominales aplicables para el Grupo EPM.

El espesor promedio mínimo del aislamiento debe cumplir con lo indicado en la norma NTC-3277:

**Tabla No. 4 – Espesor promedio mínimo de aislamiento**

Calibre del conductor [AWG o KCMIL]	Espesor promedio mínimo del aislamiento [mm]
16	0.76
14-10	0.76
8-2	1.14
1-4/0	1.40
225-500	1.65
525-1000	2.03
1025-2000	2.41

Para puestas a tierra en equipos, tableros o luminarias el aislamiento será de color verde.

Para uso como neutro en instalaciones de uso final el aislamiento será de color blanco.

#### 4.7 Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento debe ser superior o igual a lo indicado en **Tabla No. 5** del

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-22	REV. 2
	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16

presente documento y tomada de la norma NTC 3277:

**Tabla No. 5 – Resistencia mínima de aislamiento a 15 °C**

Calibre del conductor AWG o KCMIL	Tipo XHHW-2 GΩ·m
16	---
14	810
12	680
10	560
8	650
6	540
4	450
2	370
1/0	350
2/0	320
4/0	260
500	200

#### 4.8 Juntas y empalmes

Pueden hacerse soldaduras en los alambres o alambres antes del paso final de trefilación.

#### 4.9 Marcación del conductor


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, para calibres superiores al 8AWG, incluido. En calibres inferiores se admite marcación láser o tinta indeleble.

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 enKCMIL,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.

La marcación secuencial metro a metro se aplicará a partir del calibre 8AWG.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA TENSIÓN</b>	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 16

## 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.

El costo de los ensayos será a cargo del fabricante.

### 5.1 Ensayos de 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.

### 5.2 Ensayos de Rutina

Los ensayos de rutina se realizarán conforme lo indicado en las normas NTC 307, NTC 3277 y

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16

NTC 3203, 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  $\pm 1$  %.
- Medida del alargamiento de los alambres que forman al conductor: Se realizará de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 307.
- 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 llama para el aislamiento VW-1 (Espécimen vertical), conforme con la norma NTC 3203.
- Ensayo de tensión no disruptiva del dieléctrico en agua.
- Medida del espesor de aislamiento.
- Medición de marcación secuencial sobre aislamiento:

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):

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					

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA TENSIÓN</b>	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 16

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 se debe entregar en rollos de 100 m para calibres del 14 al 10 y en carretes de 500 m para calibres superiores.

### 6.1 Empaque para rollos de 100 m

Los rollos deberán estar sujetos con amarras o fleje plástico y cubiertos con plástico termo retráctil de tal manera que conserve la estabilidad del enrollado. Cada rollo podrá contener una variación de  $\pm 2\%$ .

Los rollos deben tener un adhesivo de identificación, con marcación en tinta indeleble con la siguiente información:

- La leyenda "FILIAL - GRUPO EPM"
- Número del contrato ("número - año")
- Nombre del fabricante y dirección
- Número del rollo
- Clase y calibre del conductor
- Peso bruto en kg.
- Longitud en metros (m)

Los rollos serán embalados para su transporte en cajas de cartón con un peso no mayor a 25 kg.

### 6.2 Empaque para 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

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16

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 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).

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16

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.

## 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. 6 – 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.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA 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 16

## 8. 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.

## 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 No. 7 – Características técnicas garantizadas para suministro de conductor de cobre aislado de baja tensión**

No.	Exigido por el Grupo EPM	Garantizado por el Oferente	Folio
1	Fabricante	Indicar	
2	País	Indicar	
<b>3</b>	<b>Características del conductor</b>		
3.1	El cobre es de temple suave o blando con una conductividad mínima del 100% IACS	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.2	El cableado es clase B o B comprimido	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.3	La capa externa es con orientación izquierda	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.4	La pureza del cobre es mínima 99.9%		
3.5	Garantiza diámetro, geometría y área solicitados en el numeral 4.4 de esta especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.6	Garantiza la resistencia en DC de acuerdo al numeral 4.5 de esta especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>4</b>	<b>Características del aislamiento</b>		
4.1	El aislamiento del cable es XLPE FR SR 90 °C	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
4.2	Cumple con lo indicado en el numeral 4.6 del presente documento.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>5</b>	Cumple con la marcación establecida en el numeral 4.9 de esta especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>6</b>	Ensayos de rutina basados en las normas NTC 307, NTC 3203 y NTC 3277 y conforme lo indicado en el numeral 5 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>7</b>	Garantiza el empaque solicitado en el numeral 6 del presente documento.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>8</b>	Presenta los documentos técnicos indicados en el numeral 8 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-22</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE AISLADO PARA BAJA TENSIÓN</b>	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 16