

# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA CABLE DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-24	REV. <b>2</b>		
	CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L		
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 1 de 17

**CONTROL DE CAMBIOS**

Fecha			Elaboró y Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AA				DD	MM	AA
01	01	2016	UNIDAD CET N&E	JEFE UNIDAD CET N&L	ELABORACIÓN	01	01	2017
01	01	2018	UNIDAD CET N&E	JEFE UNIDAD CET N&L	AJUSTE DE FORMA	01	01	2018
10	04	2018	UNIDAD CET N&E	JEFE UNIDAD CET N&L	AJUSTE PLACA	10	04	2018



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 2 de 17

## CONTENIDO

1. OBJETO .....	5
2. ALCANCE .....	5
3. NORMAS.....	5
4. CARACTERÍSTICAS.....	6
4.1 MATERIAL .....	6
4.2 CABLEADO.....	7
4.3 PASO .....	7
4.4 DIÁMETRO DEL CONDUCTOR, GEOMETRÍA Y ÁREA.....	8
4.5 RESISTENCIA DC .....	8
4.6 AISLAMIENTO .....	9
4.7 ESPESOR DE AISLAMIENTO.....	10
4.8 PANTALLA.....	10
4.9 CHAQUETA .....	11
4.10 MARCACIÓN SOBRE LA CHAQUETA.....	11
5. ENSAYOS .....	12
5.1 ENSAYOS DE RECEPCIÓN.....	12
5.2 ENSAYOS DE RUTINA.....	13
6. EMPAQUE .....	14
7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	15
8. DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS.....	16
9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS.....	17

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 3 de 17

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla No. 1 – Alcance de la especificación</b> .....	5
<b>Tabla No. 2 – Normas aplicables</b> .....	6
<b>Tabla No. 3 – Diámetro y Área Transversal cableado clase B</b> .....	8
<b>Tabla No. 4 – Resistencia DC</b> .....	8
<b>Tabla No. 5 – Resistencia DC</b> .....	9
<b>Tabla No. 6 – Colores de Identificación para los conductores de cable de control para subestaciones y macromedición</b> .....	9
<b>Tabla No. 7 – Colores de identificación con marquilla para los cables para medida de corriente</b> .....	10
<b>Tabla No. 8 – Colores de identificación con marquilla para los cables para medida de tensión</b> .....	10
<b>Tabla No. 9 - Espesor de Aislamiento</b> .....	10
<b>Tabla No. 10 - Espesor según diámetro bajo chaqueta</b> .....	11
<b>Tabla No. 11 – Plan de muestreo para pruebas de recepción</b> .....	16
<b>Tabla No. 12 - Características técnicas garantizadas</b> .....	17



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 4 de 17

## 1. OBJETO

Especificar los cables de control de cobre utilizados en el sistema de distribución de energía de las empresas que conforman el Grupo EPM.

## 2. ALCANCE

Establecer las características técnicas, pruebas y empaque correspondientes a los cables de control de cobre que serán utilizados para alimentación de control, protección y medida, así como para comandos y señalización en las redes de distribución y en las subestaciones de energía de las empresas del Grupo EPM.

Los conductores a ser especificados serán los siguientes:

**Tabla No. 1 – Alcance de la especificación**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
202275	CABLE COBRE 2x16 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202276	CABLE COBRE 3x16 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202277	CABLE COBRE 4x16 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202278	CABLE COBRE 7x16 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202279	CABLE COBRE 9x16 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202280	CABLE COBRE 12x16 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202281	CABLE COBRE 15x16 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202282	CABLE COBRE 19x16 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
214392	CABLE COBRE 2X14 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202283	CABLE COBRE 3X14 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202284	CABLE COBRE 4X14 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202285	CABLE COBRE 5X14 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202286	CABLE COBRE 7X14 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202287	CABLE COBRE 12X14 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202288	CABLE COBRE 15X14 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
232168	CABLE COBRE 16X14AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
232169	CABLE COBRE 20X14AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202289	CABLE COBRE 2X12 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202290	CABLE COBRE 3X12 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202291	CABLE COBRE 4X12 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202292	CABLE COBRE 5X12 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202293	CABLE COBRE 7X12 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
214591	CABLE COBRE 8X12 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202294	CABLE COBRE 12X12 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202295	CABLE COBRE 14X12 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202296	CABLE COBRE 2X10 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202297	CABLE COBRE 4X10 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202298	CABLE COBRE 4X9 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
214393	CABLE COBRE 4X8 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C
202240	CABLE COBRE 8X8 AWG CONTROL APANTALLADO AISLADO PE/PE 600V 75°C

## 3. NORMAS

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

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 5 de 17

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. 2 – Normas aplicables**

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC 3942 (ANSI NEMA WC57/ICEA S-73-532)	Cables de control, extensiones de termopares y cables de instrumentación.
UL 1277	Standard for Electrical Power and Control Tray Cables with Optional Optical-Fiber Members
NTC 3203 (UL 1581)	Norma de referencia para alambres, cables y cordones flexibles eléctricos.
NTC 1332 (UL 83)	Alambres y Cables con aislamiento termoplástico.
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 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.
UL 2556	Wire and Cable Test Methods
NEMA WC 26	Binational Wire and Cable Packaging Standard
ICEA T27-581	Standard Test Methods for Extruded Dielectric Power, Control, Instrumentation, and Portable Cables for Test
ICEA/NEMA T-26-465/WC54	Guide for frequency of sampling extruded dielectric power, control, instrumentation, and portable cables for test

#### 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 B49).

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 6 de 17

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 la norma NTC 3942 (ICEA S73-532).

## 4.2 CABLEADO

Los cables de control multiconductores con pantalla electrostática, serán aislados en polietileno para 600 V, trenzados de la clase B o B comprimido, temperatura de operación de 75°C.

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).

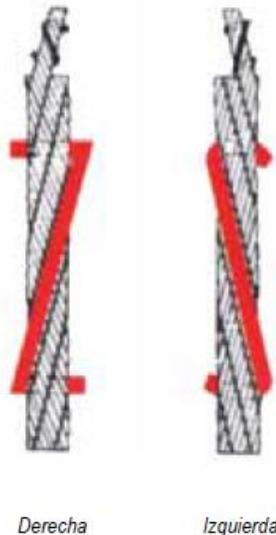
Los alambres individuales comprendidos en un conductor concéntrico dado pueden variar en el diámetro + 5% del nominal, pero el área del conductor concéntrico debe ser como mínimo el 98% del producto de la cantidad de alambres.

## 4.3 PASO

La dirección del paso de la capa externa debe ser izquierda y la dirección del paso en conductores que tienen un área de la sección transversal mayor a 8 AWG debe ser invertida en capas sucesivas, a menos que el comprador lo especifique de otra manera.

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:



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
PÁGINA: 7 de 17			

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.

#### 4.4 DIÁMETRO DEL CONDUCTOR, GEOMETRÍA Y ÁREA

El área transversal y el diámetro se basan en la norma NTC 307, sin comprimir y comprimido:

**Tabla No. 3 – Diámetro y Área Transversal cableado clase B**

Calibre [AWG – kcmil]	Diámetro nominal del conductor sin comprimir [mm]	Diámetro nominal del conductor comprimido [mm]	Área de la sección transversal nominal del conductor [mm <sup>2</sup> ]
16	1.463	---	0,823
14	1.844	1.803	2.08
12	2.324	2.261	3.31
10	2.946	2.870	5.26
9	3.302	3.200	6.63
8	3.708	3.607	8.37

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 25 °C del conductor cableado clase B estará de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 3942:

**Tabla No. 4 – Resistencia DC**

Calibre conductor [AWG o kcmil]	Cableado clase B [Ω/km 25°C]
16	13.71
14	8.63
12	5.44
10	3.41
9	2.71

Además, con base en la norma UL 1277, la cual remite a la UL 83, el calibre 8 AWG tendrá la

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-24	REV. 2
	CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 8 de 17

siguiente resistencia eléctrica:

**Tabla No. 5 – Resistencia DC**

Calibre conductor [AWG o kcmil]	Cableado clase B [Ω/km 25°C]
8	2.14

La máxima resistencia eléctrica por unidad de longitud de un conductor cableado, no debe exceder la tolerancia establecida en la norma NTC 3942.

Cuando la resistencia DC es medida a una temperatura diferente de 25 °C, esta debe ser corregida usando los factores multiplicadores indicados en la norma NTC 3203.

#### 4.6 AISLAMIENTO

El conductor debe aislarse con polietileno para 75 °C acorde con lo establecido con la norma NTC 3942 y apto para ser usados en bandejas portacables (tipo TC).

Debe ser libre halógenos (HF), baja flamabilidad (FR), baja emisión de humos (LS).

El aislamiento de polietileno debe ser apto para soportar temperaturas en el conductor de cobre bajo condiciones normales de operación de 75°C y debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM-D1248.

El aislamiento debe ser adecuado para uso en medios húmedos y secos, debe ser resistente a los esfuerzos mecánicos durante la instalación y operación del cable.

El color del aislamiento para los cables de control estará acorde con la tabla de identificación por colores que se presenta a continuación de la norma ICEA S73-532. NEMA WC 57:

**Tabla No. 6 – Colores de Identificación para los conductores de cable de control para subestaciones y macromedición**

Conductor número	COLOR	TRAZA
1	NEGRO	SIN TRAZA
2	ROJO	SIN TRAZA
3	AZUL	SIN TRAZA
4	NARANJA	SIN TRAZA
5	AMARILLO	SIN TRAZA
6	CAFÉ	SIN TRAZA
7	ROJO	NEGRA
8	AZUL	NEGRA
9	NARANJA	NEGRA
10	AMARILLO	NEGRA
11	CAFÉ	NEGRA
12	NEGRO	ROJA
13	AZUL	ROJA
14	NARANJA	ROJA

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 9 de 17

Conductor número	COLOR	TRAZA
15	AMARILLA	ROJA
16	CAFÉ	ROJA
17	NEGRO	AZUL
18	ROJO	AZUL
19	NARANJA	AZUL

A modo de orientación se indican en las tablas siguientes los colores de identificación empleando marquillas (el color del aislamiento permanece según la tabla anterior) en inicio y final de los conductores de acuerdo con el RETIE:

**Tabla No. 7 – Colores de identificación con marquilla para los cables para medida de corriente**

Conductor número	COLOR DE LA MARQUILLA	TERMINAL Y FASE
1	AMARILLO	S1 FASE A
2	AZUL	S1 FASE B
3	ROJO	S1 FASE C
4	AMARILLO	S2 FASE A
5	AZUL	S2 FASE B
6	ROJO	S2 FASE C
7	VERDE	TIERRA
8	BLANCO	NEUTRO

**Tabla No. 8 – Colores de identificación con marquilla para los cables para medida de tensión**

Conductor número	COLOR DE LA MARQUILLA	TERMINAL Y FASE
1	AMARILLO	FASE A
2	AZUL	FASE B
3	ROJO	FASE C

#### 4.7 ESPESOR DE AISLAMIENTO

El espesor de Aislamiento para los conductores con PE en milímetros debe estar de acuerdo a la Norma NTC 3942.

**Tabla No. 9 - Espesor de Aislamiento**

Espesor de aislamiento PE 600 V	
calibre AWG	Espesor [mm]
18-16	0.64
14-9	0.76
8-2	1.143

#### 4.8 PANTALLA

Entre el aislamiento de los conductores y la pantalla debe existir una cinta de poliéster.

La pantalla electrostática general será en cinta laminada de cobre. Su resistencia debe ser inferior a 2 ohmios/km. El traslape será del 12.5%.

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-24	REV. 2
	CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 10 de 17

Se empleará igualmente complemento de la pantalla en hilos de cobre suave en hilos de 0.643 mm de diámetro (Calibre 22).

La pantalla deberá minimizar el ruido o interferencia de señales de origen eléctrico no deseadas que puedan alterar la señal original.

#### 4.9 CHAQUETA

La chaqueta del conductor debe aislarse con polietileno PE para 75 °C acorde con lo establecido con la norma NTC 3942, y apto para ser usados en bandejas portacables (tipo TC).

Debe ser libre halógenos (HF), baja flamabilidad (FR) y baja emisión de humos (LS) y ser resistente a los rayos UV (SR). El compuesto de polietileno debe ser con relleno de negro de humo al 2%.

El espesor mínimo promedio de la chaqueta según norma NTC 3942 tabla 4.1 Espesores de chaqueta en milímetros, será el siguiente:

**Tabla No. 10 - Espesor según diámetro bajo chaqueta**

Diámetro [mm]	Espesor [mm]
0 a 10.78	1.14
10.79 a 17.78	1.52
17.79 a 38.10	2.03
38.11 a 63.5	2.79
Mayor a 63.51	3.56

El espesor mínimo en cualquier punto no será inferior al 80% del mostrado en la tabla anterior.

Cumplirá con los requisitos de las tablas 7.1.3 y 7.1.4 de la norma NTC 3942.

#### 4.10 MARCACIÓN SOBRE LA CHAQUETA

La chaqueta del conductor debe marcarse con una separación mínima de un (1) metro entre inicios de leyendas, en tinta indeleble color blanco o amarillo, o con tecnología láser.

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.
- Número y Calibre de los conductores en kcmil, AWG o mm<sup>2</sup>.
- Material del conductor.
- Tensión nominal.
- Tipo de aislamiento y chaqueta.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 11 de 17

- 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.

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.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 12 de 17

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 3942, ICEA S-73-532 y NTC 307, 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).
- El cable completo cumplirá con el ensayo de llama en bandeja vertical conforme con la norma NTC 3942.
- Ensayo de tensión aplicada.
- Medida del espesor de aislamiento y chaqueta.
- Medida del espesor de la pantalla en cinta metálica, los hilos de aterrizamiento y blindaje.
- 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

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-24	REV. 2
	CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 13 de 17

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 de control 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.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 14 de 17

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 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

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 15 de 17

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. 11 – 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:

- 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>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 16 de 17

## 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. 12 - Características técnicas garantizadas**

No.	Exigido por el Grupo EPM	Garantizado por el Oferente	Folio
1	Fabricante		
2	País		
<b>3</b>	<b>Características del conductor de fase</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%	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.5	Cumple con lo indicado en el numeral 4.2 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.6	Garantiza diámetro y área solicitados en el numeral 4.4 de esta especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.7	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 de los conductores de fase es PE HF FR LS 75 °C TC	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
4.2	Cumple con lo indicado en el numeral 4.6 y 4.7 del presente documento.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>5</b>	La Pantalla del cable de control cumple con lo indicado en el numeral 4.8 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>6</b>	La Chaqueta del cable concéntrico cumple con las características señaladas en el numeral 4.6 de este documento.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>7</b>	Cumple con la marcación establecida en el numeral 4.10 de esta especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>8</b>	Ensayos de rutina basados en las normas NTC 3942, ICEA S-73- 532 y NTC 307 y conforme lo indicado en el numeral 5 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>9</b>	Garantiza el empaque solicitado en el numeral 6 del presente documento.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>10</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-ME01-24</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE APANTALLADO PARA CONTROL</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 17 de 17