



# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA CABLES ACAR

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12

**CONTROL DE CAMBIOS**

Fecha			Elaboró y Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AA				DD	MM	AA
29	12	2016	UNIDAD CET N&L	JEFE UNIDAD CET N&L	ELABORACIÓN	15	08	2017
01	01	2018	UNIDAD CET N&L	JEFE UNIDAD CET N&L	AJUSTE DE FORMA	01	01	2018
10	04	2018	UNIDAD CET N&L	JEFE UNIDAD CET N&L	AJUSTE PLACA	10	04	2018



<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12

## 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 .....	7
4.4	Construcción .....	7
4.5	Distancia entre uniones.....	7
4.6	Resistencia eléctrica .....	7
5.	ENSAYOS .....	8
5.1	Ensayos de Recepción.....	8
6.	EMPAQUE .....	8
7.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	10
8.	DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS .....	11
9.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS .....	11



<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relación de conductores ACAR para el Grupo EPM .....	5
Tabla 2 Normas técnicas aplicables .....	5
Tabla 3 Características cables ACAR .....	7
Tabla 4 Resistencia Eléctrica del cable ACAR .....	7
Tabla 5 Unidad de empaque para cables ACAR .....	9
Tabla 6 Tabla de muestreo Nivel de Inspección I .....	10
Tabla 7 Características técnicas garantizadas para conductor ACAR .....	11



<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12	

## 1. OBJETO

Especificar cables de aluminio concéntrico ACAR, contruidos con alambres de aluminio H1359 de alta dureza, cableados sobre un núcleo de alambres redondos de aleación de aluminio 6201-T81, a ser empleados en las redes de energía de media y alta tensión aéreas de las empresas del Grupo EPM.

## 2. ALCANCE

Establecer las características técnicas, ensayos y empaque correspondientes a los conductores de aluminio concéntrico ACAR para uso en las redes de energía de media y alta tensión del Grupo EPM.

La tabla 1 muestra los conductores objeto de esta especificación:

**Tabla 1 Relación de conductores ACAR para el Grupo EPM**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
213930	CABLE ACAR 650 KCMIL MONOPOLAR DESNUDO
213931	CABLE ACAR 853.7 KCMIL MONOPOLAR DESNUDO
213932	CABLE ACAR 1024.5 KCMIL MONOPOLAR DESNUDO

## 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 Normas técnicas aplicables**

NORMA	DESCRIPCIÓN
ASTM B230	Standard Specification for Aluminum 1350–H19 Wire for Electrical Purposes
ASTM B398	Standard Specification for Aluminum-Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes
NTC 6065	Conductores de aluminio cableado concéntrico reforzados con aleación de aluminio (ACAR 1350/6201)
ASTM B524	Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Aluminum Conductors, Aluminum- Alloy Reinforced (ACAR, 1350/6201)

ENERGÍA	CONDUCTORES	ET-TD-ME01-10	REV. 2
	CABLES ACAR	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 12

## 4. CARACTERÍSTICAS

### 4.1 Material

La materia prima utilizada en el alambroón de aluminio debe tener una pureza del 99.5% y debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 1743 (ASTM B233).

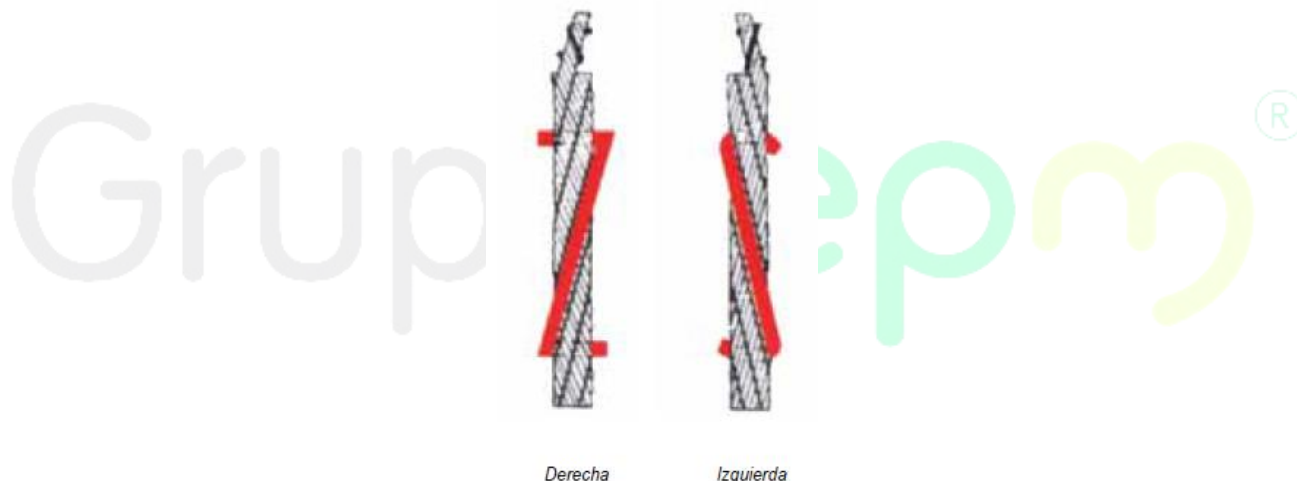
Antes del cableado los alambres deben ser de aluminio 1350-H19, con una conductividad mínima del 61% IACS, según la norma NTC 360 (ASTM B230).

De igual manera, antes del cableado, los alambres de aleación 6201 deben cumplir con la norma NTC 2729 (ASTM B398).

### 4.2 Cableado

Su construcción se hará con giro hacia la derecha para la capa exterior (sentido de las agujas del reloj visto desde el observador, sentido "Z"). Todos los cables deberán ser cableados con una tensión uniforme. La dirección de las diferentes capas interiores se irá alternando.

A continuación, la gráfica que permite aclarar lo anterior:



La torsión se refiere por definición a los hilos externos respecto al cordón (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

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12

la mano y permanecerán en ella. Esto se puede lograr por cualquier medio o procedimiento, tales como preformación o post-formación.

#### 4.3 Paso

El paso preferido de una capa de alambres es 13,5 veces el diámetro externo de esa capa, pero el paso no debe ser menor de 10 ni mayor de 16 veces este diámetro.

La dirección del paso de la capa exterior de los alambres de aluminio debe ser hacia la derecha. La dirección del paso debe ser inversa en cada una de las capas sucesivas.

#### 4.4 Construcción

El número y diámetro de los alambres y las áreas de sección transversal de los conductores deben cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 3.

**Tabla 3 Características cables ACAR**

CALIBRE KCMIL	ÁREA [mm <sup>2</sup> ]	DIÁMETRO ALAMBRES [mm]	DIÁMETRO EXTERNO [mm]	Nº TOTAL DE HILOS	Nº TOTAL DE HILOS AL 1350	Nº TOTAL DE HILOS AL 6201	MASA [kg/km]	RESISTENCIA [kN]
650	329	3.366	23.58	37	18	19	908	73.8
853.7	433	3.858	27.01	37	18	19	1192	95.3
1024.5	519	4.227	29.59	37	18	19	1430	1135

El área total de la sección transversal no será inferior al 98% de la relacionada en la tabla anterior.

#### 4.5 Distancia entre uniones

La distancia recomendada entre las uniones para conductores de treinta y siete (37) hilos es de 25 m, acorde con la norma NTC 6065.



Sólo se permiten soldaduras en frío y eléctricas a tope con recalcado en frío, en los seis alambres externos de los conductores compuestos de siete alambres.

#### 4.6 Resistencia eléctrica

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

**Tabla 4 Resistencia Eléctrica del cable ACAR**

CALIBRE KCMIL	ÁREA [mm <sup>2</sup> ]	RESISTENCIA A 20°C C.C [Ω/km]
650	329	0.0941
853.7	433	0.0720
1024.5	519	0.0597

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12

## 5. ENSAYOS

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

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

La conformidad de producto se verificará mediante protocolos de pruebas tipo, certificados de producto con norma y RETIE, si aplica, y pruebas de rutina e inspección en laboratorios con equipos calibrados que garanticen el cumplimiento de los parámetros aquí establecidos. Los protocolos de los ensayos tipo serán solicitados en caso de ser necesario.

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

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

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

El costo de los ensayos será a cargo del fabricante.



### 5.1 Ensayos de Recepción

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

- Medida del diámetro del cable y de los alambres que lo conforman.
- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de rotura de los alambres.

## 6. EMPAQUE

El cable se debe entregar en carretes según la siguiente tabla:

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12



**Tabla 5 Unidad de empaque para cables ACAR**

CALIBRE KCMIL	Longitud sobre el carrete [m]
650	1000
853.7	1500
1024.5	1500

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

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

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

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

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



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

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

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

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.

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12

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 acuerdo con lo indicado en la norma NTC-ISO 2859-1, y será potestad del interventor o administrador técnico aplicar o modificar el plan de muestreo señalado en este numeral.

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

**Tabla 6 Tabla de muestreo Nivel de Inspección I  
Nivel de Calidad Aceptable NCA: 4%**

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
2 a 15	2	0
16 a 25	3	0

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
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

A la tabla de características técnicas garantizadas se debe adjuntar la siguiente documentación:

- 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 7 Características técnicas garantizadas para conductor ACAR**

No.	EXIGIDO POR EL GRUPO EPM	GARANTIZADO POR EL FABRICANTE	FOLIO
1	Fabricante	Indicar	
2	Marca	Indicar	
3	Referencia	Indicar	

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12

No.	EXIGIDO POR EL GRUPO EPM	GARANTIZADO POR EL FABRICANTE	FOLIO
4	Normas de fabricación y pruebas del cable NTC 6065, ASTM B524	SI ( ) – NO ( )	
5	<b>Características del conductor</b>		
5.1	Los alambres del conductor serán de acuerdo con el numeral 4.4 de esta especificación.	SI ( ) – NO ( )	
5.2	El diámetro del conductor, cableado, masa y carga de rotura del conductor cumple con lo indicado en la tabla 3 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
5.3	El conductor cumple con la resistencia eléctrica indicada en el numeral 4.6 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
6	<b>Ensayos</b>		
6.1	Cumple con lo establecido en el numeral 5 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
7	<b>Empaque</b>		
7.1	Garantiza el empaque señalado en el numeral 6 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
8	<b>Documentos Técnicos</b>		
8.1	Presenta los documentos solicitados en el numeral 8 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	

Grupo 

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-10</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES ACAR	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 12