



# ET109 Cable antifraude para baja tensión de A.P. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

<b>Revisión #:</b>	<b>Entrada en vigencia:</b>
0	28 Junio 2024



Esta información ha sido extractada de la plataforma Likinormas de Enel Colombia en donde se encuentran las normas y especificaciones técnicas. Consulte siempre la versión actualizada en <https://likinormas.enelcol.com.co>





## 1. OBJETO

Establecer las condiciones que deben satisfacer los cables pre-ensamblados cuádruplex, triplex de [baja tensión](#) especialmente antihurto que serán instalados en las redes aéreas de Alumbrado público en zonas urbanas y rurales críticas de vandalismo en Colombia fuera del área de cobertura de Enel Grids (Bogotá, Cundinamarca y otros municipios).

## 2. ALCANCE

La presente especificación se aplicará en todos los cables pre-ensamblados que adquiera ENEL Colombia S.A. ESP, , los cuales deben poseer excelentes características técnicas de desempeño, durabilidad y calidad para cumplir las condiciones de desempeño en los sistemas de distribución de energía de B.T., sobre todo para el suministro de cable aéreo antihurto para ser utilizados en las redes de Alumbrado público de Enel Colombia en zonas críticas de vandalismo.

Esta norma especifica la construcción, dimensiones y requisitos de prueba que deben cumplir dicho cable de [baja tensión](#) con [tensión nominal](#)  $U_0/U (U_{max}) = 0,6/1 (1,2)$  kV utilizado en el sistema exclusivo de Alumbrado Público.

## 3. CONDICIONES DE SERVICIO

Los cables de baja tensión antihurto serán utilizados bajo las siguientes condiciones.

<b>CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES</b>	
Altura sobre el nivel del mar	Desde 500 m hasta 2640
Ambiente	Tropical
Humedad	Mayor al 90 %
Temperatura mínima y máxima.	- 5 °C y 45 °C respectivamente.
Temperatura promedio	14 °C
Instalación	A la intemperie
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tensión Nominal del Sistema	208/120 V, 120/240 V
Frecuencia del sistema	60 Hz
Red de BT	Trifásica tetrafililar: 208/120 V
	Bifásica trifilar: 120/240 V
	Monofásica bifilar: 120 V



## 4. SISTEMA DE UNIDADES Y DEFINICIONES

Todos los documentos técnicos, deben expresar las cantidades numéricas en unidades del sistema Internacional (S.I.). Si se usan catálogos, folletos o planos, en sistemas diferentes de unidades, deben hacerse las conversiones respectivas.

## 5. NORMAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS

NORMA		DESCRIPCIÓN
NTC	ISO 2859-0	Sampling procedures for inspection by attributes -- Part 0: Introduction to the ISO 2859 attribute sampling system
NTC	ISO 2859-1	Sampling procedures for inspection by attributes -- Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection
NTC	2050	Código Eléctrico Colombiano.
UNE	HD 605 S2	Electric cables - Additional test methods
UNE	HD 626 S1	Overhead distribution cables of rated voltage $U_0/U(U_m)$ : 0,6/1 (1,2) kV
IEC	60228	Conductors of insulated cables
IEC	60502-1	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV - Part 1: cables for rated voltages of 1 kV and 3 kV.
IEC	60811-100	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 100: General
IEC	60811-201	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 201: General tests - Measurement of insulation thickness
IEC	60811-202	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 202: General tests - Measurement of thickness of non-metallic sheath
IEC	60811-203	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 203: General tests - Measurement of overall dimensions
IEC	60811-401	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 401: Miscellaneous tests - Thermal ageing methods - Ageing in an air oven
IEC	60811-402	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 402: Miscellaneous tests - Water absorption tests



<b>NORMA</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>
IEC	60811-403	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 403: Miscellaneous tests - Ozone resistance tests on cross-linked compounds
IEC	60811-409	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials Part 409: Miscellaneous tests - Loss of mass test for thermoplastic insulations and sheaths
IEC	60811-501	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 501: Mechanical tests - Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds
IEC	60811-502	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials Part 502: Mechanical tests - Shrinkage test for insulations
IEC	60811-504	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 504: Mechanical tests - Bending tests at low temperature for insulation and sheaths
IEC	60811-505	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 505: Mechanical tests - Elongation at low temperature for insulations and sheaths
IEC	60811-506	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 506: Mechanical tests - Impact test at low temperature for insulations and sheaths
IEC	60811-507	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 507: Mechanical tests - Hot set test for cross-linked materials
IEC	60811-605	Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials-Part 605: Physical tests - Measurement of carbon black and/or mineral filler in polyethylene compounds
IEC	62230	Electric cables - Spark-test method
NTC	309 (ASTM B 232)	Conductores de aluminio cableado concéntrico reforzado con núcleo de acero recubierto (ACSR)
NTC	360 (ASTM B 230)	Alambres de aluminio 1350 H 19 para usos eléctricos
NTC	461 (ASTM B 498)	Núcleo de alambre de acero recubierto con Cinc para uso en conductores eléctricos aéreos
NTC	NTC 1743 (ASTM B 233)	Alambrón de aluminio 1350 para usos eléctricos
NTC	NTC 2729 (ASTM B 398)	Alambre de aleación de aluminio 6201-T81 para usos eléctricos
NTC	NTC 2730 (ASTM B 399)	Conductores de aluminio aleado 6201-T81 cableado concéntrico

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.

Las normas citadas en la presente especificación (o cualquier otra que llegare a ser aceptada por Enel Colombia) se refieren a su última revisión.

## 6. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARTICULARES

### 6.1. Cables normalizados

Los conductores de fase deben ser de aluminio 1350-H19 y el conductor neutro - mensajero puede ser en ACSR ó en AAAC. El aislamiento de cada conductor de fase como el del conductor neutro - mensajero, son en XLPE.

Los conductores de aluminio deberán cumplir todas las características especificadas en este documento y en la norma IEC 60228.

Los cables de los conductores de fase serán circulares trenzados compactados (Clase 2) fabricados de aluminio con un grado de pureza del 99,5%.

Por otro lado, para cables soportados por neutro el conductor neutro de aleación de aluminio será trenzado circular no compactado, fabricado con alambres que cumplirán todas las características especificadas en la norma EN 50183, específicamente para el tipo AL 35mm<sup>2</sup>.

En las Tablas 1 y 2 se muestran las características de los conductores de aluminio y aleación de aluminio.

Sección nominal [mm <sup>2</sup> ]	Número mínimo de cables	Diámetro de los conductores [mm]		Resistencia máxima del conductor a 20°C [Ω/km]
		Mínimo	Máximo	
25	6(7)*	5,6	6,5	1,20
35	6	6,6	7,5	0,868
50	6	7,7	8,6	0,641
54,6**	7	9,2	9,8	0,630
70	12	9,3	10,2	0,443
80**	19	11,2	12,0	0,437
95	15	11,0	12,0	0,320
150	15	13,9	15,0	0,206

\*(7) Para conductores no compactados

\*\*Conductor de aleación de aluminio utilizado para núcleos neutros



Tabla 1 Características de los conductores de aluminio y aleación de aluminio.

La dirección de tendido de la capa externa de los conductores debe ser la dirección "Z" a la derecha.

Los cables normalizados por la Empresa para redes trifásicas son:

Conductor neutro - mensajero en ACSR

- 3 x 95mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 ACSR XLPE
- 3 x 70mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 ACSR XLPE
- 3 x 35mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> ACSR XLPE
  
- 3 x 25mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> ACSR XLPE
  
- 3 x 20mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> ACSR XLPE

Conductor neutro - mensajero en AAAC

- (3 x 95mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> AAAC) XLPE
- (3 x 70mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> AAAC) XLPE
- (3 x 35mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> AAAC) XLPE
  
- (3 x 25mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> AAAC) XLPE
  
- (3 x 20mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> AAAC) XLPE

Los cables normalizados por la compañía para redes bifásicas rurales son:

- 2 x 50mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6mm<sup>2</sup> ACSR desnudo
- 2 x 50mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> ACSR XLPE

2 x 25mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> AAAC) XLPE

Los cables normalizados por la compañía para redes monofásicas rurales son:

- 1 x 35 mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> ACSR desnudo
- 1 x 35 mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> ACSR XLPE
  
- 1 x 25mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54,6 mm<sup>2</sup> AAAC) XLPE

Máxima temperatura del conductor

- Operación normal: 90°C



- Emergencia: 130°C
- Cortocircuito (5 seg de duración máxima): 250°C

#### Conductor y cable terminado

Para cables pre-ensamblados trifásicos de cuatro hilos, los conductores de fase, el neutro mensajero y el aislamiento, deben cumplir con las características generales dadas en la Tabla No. 3.

Para cables pre-ensamblados bifásicos de tres hilos, los conductores de fase, el neutro mensajero y el aislamiento, deben cumplir con las características generales dadas en la Tabla No. 2.

Para cables pre-ensamblados monofásicos de dos hilos, el conductor de fase, el neutro mensajero y el aislamiento, deben cumplir con las características generales dadas en la Tabla No. 1.

#### Marcación de los cables

Los cables aislados de fase deberá marcarse en forma legible e indeleble, sobre el aislamiento, repitiendo la letra de la fase correspondiente (A, B, y C) para redes trifásicas; (A, B), (A, C), (B, C) para redes bifásicas y (A ó B ó C) para redes monofásicas, cinco (5) veces, y con una separación máxima entre cada grupo de cinco, de 50 centímetros. Como alternativa para redes bifásicas o monofásicas se permite implementar trazas continuas, legibles e indelebles sobre el aislamiento 1 y 2 trazas para cada cable de fase.

**Tabla No. 1 - Requisitos generales del cable Duplex**  
1 x 35 mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54.6mm<sup>2</sup> ACSR desnudo o XLPE

<b>Conductor de fase</b>		
Calibre	AWG	35
Nombre clave		Chow
Clase de cableado		B
Diámetro total	mm	17,5
No. alambres de aluminio		7
Peso unitario	kg/km	267
Resistencia máxima D.C. a 20 °C	Ω/km	0,854
Capacidad de corriente	A	150
Alambres de aluminio		
Material		Al 1350-H19
Calibre	AWG	35
Conductor neutro-mensajero ACSR		
Material		ACSR
Calibre	mm <sup>2</sup>	54,6
Clase de cableado		AA
Sección	mm <sup>2</sup>	33,64



Diámetro	mm	8,026
Hilos aluminio / acero		6 / 1
Diámetro hilos aluminio	mm	2,672
Diámetro hilos acero	mm	2,872
Peso unitario	kg/km	135,72
Resistencia máxima D.C. a 20 °C	Ω/km	0,85
Resistencia a la tracción	kgf	1291
Aislamiento (fases y neutro)		
Material		XLPE-UV
Temperatura de funcionamiento	°C	90
Espesor de aislamiento	mm	1,52
Constante de resistencia de aislamiento	MΩ·km	6100
Propiedades físicas, 20 - 28 °C		
- Resistencia mínima a la tracción	Mpa	12,41
- Elongación mínima a la rotura	%	250
Propiedades físicas, después de envejecimiento en horno de aire a 121 ± 1 °C, durante 168 h		
- Resistencia mínima a la tracción, porcentaje del valor no envejecido	%	75
- Elongación mínima a la rotura, porcentaje del valor no envejecido	%	75
Propiedades físicas, después del ensayo de fluencia en caliente a 150 ± 2 °C		
- Elongación máxima de fluencia en caliente	%	175
- Ajuste máximo de fluencia en caliente	%	10

**Tabla No. 2 - Requisitos generales del cable Triplex**  
2 x 50 mm<sup>2</sup> AAC XLPE + 1 x 54.6 mm<sup>2</sup> ACSR desnudo o XLPE

Conductor de fase		
Calibre	Mm <sup>2</sup>	50
Nombre clave		Neritina
Clase de cableado		B
Sección	mm <sup>2</sup>	33,65
Diámetro	mm	26
No. alambres de aluminio		7
Diámetro alambres	mm	2,474
Peso unitario	kg/km	640
Resistencia máxima D.C. a 20 °C	Ω/km	0,537
Capacidad de corriente	A	184
Alambres de aluminio		
Material		Al 1350-H19
Calibre	mm <sup>2</sup>	35
Conductor neutro-mensajero ACSR		
Nombre clave		
Material		ACSR
Calibre	Mm <sup>2</sup>	54,6
Clase de cableado		AA
Sección	mm <sup>2</sup>	
Diámetro	mm	



Hilos aluminio / acero		6 / 1
Diámetro hilos aluminio	mm	2,672
Diámetro hilos acero	mm	2,872
Peso unitario	kg/km	135,72
Resistencia máxima D.C. a 20 °C	Ω/km	0,534
Resistencia a la tracción	kgf	1987
<b>Alambres de aluminio</b>		
Material		Al 1350-H19
<b>Alambres de acero</b>		
Clase de galvanizado		AA
Esfuerzo mínimo al 1% de alargamiento	MPa	1280
Resistencia a la tracción mínima	MPa	1410
Elongación mínima en 254 mm	%	3,5
Aislamiento (fases y neutro)		
Material		XLPE-UV
Temperatura de funcionamiento	°C	90
Espesor de aislamiento	mm	1,52
Constante de resistencia de aislamiento	MΩ·km	6100
Propiedades físicas, 20 - 28 °C		
- Resistencia mínima a la tracción	Mpa	12,41
- Elongación mínima a la rotura	%	250
Propiedades físicas, después de envejecimiento en horno de aire a 121 ± 1 °C, durante 168 h		
- Resistencia mínima a la tracción, porcentaje del valor no envejecido	%	75
- Elongación mínima a la rotura, porcentaje del valor no envejecido	%	75
Propiedades físicas, después del ensayo de fluencia en caliente a 150 ± 2 °C		
- Elongación máxima de fluencia en caliente	%	175
- Ajuste máximo de fluencia en caliente	%	10

Tabla No. 3 – Requisitos generales del cable Cuadruplex

Conductores de fase				
Calibre	mm <sup>2</sup>	35	70	95
Clase de cableado		B	B	B
Sección	mm <sup>2</sup>	33.65	67.47	107.2
Diámetro	mm <sup>2</sup>	7.422	10.63	13.4
No. Alambres de aluminio		7	19	19
Diametro alambres	mm	2.474	2.126	2.68
Peso unitario	kg/km	92,75	186	295,7
Resistencia máxima D.C. a 20 °C	Ohmio/km	0,8539	0,4259	0,268
Conductor neutro mensajero ACSR				
Nombre clave		Swan	Raven	Quail



Calibre	mm2	25	50	70
Sección	mm2	24.633	62.475	78.61
Diámetro		6.354	10.11	11.35
Hilos aluminio/acero		6/1	6/1	6/1
Diámetro hilos de aluminio	mm	2.118	3.371	3.782
Diámetro hilos de acero	mm	2.118	3.371	3.782
Peso unitario	kg/km	85,41	216,06	272,45
Resistencia máxima D.C. a 20 °C	Ohmio/km	13,527	0,534	0,4242
Conductor neutro mensajero AAAC				
Nombre clave		Alton	Azusa	Anaheim
Calibre	mm2	25	50	70
Sección	mm2	24.7	62.5	78.7
Diámetro	mm	6.354	10.11	11.35
Hilos aluminio/acero		7	7	7
Diámetro hilos de aluminio	mm	2.118	3.371	3.782
Peso unitario	kg/km	67,56	171	215,6
Resistencia máxima D.C. a 20 °C	Ohmio/km	21,854	0,8628	0,6846
Aislamiento (fases y neutro)				
Nombre clave		XLPE	Azusa	Anaheim
Calibre	mm2	25	50	70
Sección	mm2	24.7	62.5	78.7
Diámetro		6.354	10.11	11.35
Hilos aluminio/acero		7	7	7
Diámetro hilos de aluminio	mm	2.118	3.371	3.782
Peso unitario	kg/km	67,56	171	215,6
Resistencia máxima D.C. a 20 °C	Ohmio/km	21,854	0,8628	0,6846
Aislamiento (fases y neutro)				
Material		XLPE	XLPE	XLPE
temperatura normal de funcionamiento	°C	25	50	70
Espesor promedio mínimo	mm	24.7	62.5	78.7
Espesor mínimo de un punto	mm	6.354	10.11	11.35
Constante de resistencia de aislamiento	Mohmio/km	7	7	7
Propiedades físicas -28°C , 20 °C				
-Resistencia mínima a la tracción	Mpa	12,41	12,41	12,41
-Elongación mínima a la rotura	%	250	250	250
Propiedades físicas después de envejecimiento en homo de aire a 121 +- 1 °C, durante 168 h				
-Resistencia mínima a la tracción, porcentaje del valor no envejecido	%	75	75	75
-Elongación mínima a la rotura, porcentaje del valor no envejecido	%	75	75	75
Propiedades físicas después del ensayo de fluencia en caliente a 150+-2°C				
-Elongación máxima de fluencia en caliente	%	175	175	175
-Ajuste máximo de fluencia en caliente	%	10	10	10

## 6.2. Aislamiento

El aislamiento se aplicará mediante un proceso de extrusión adecuado y formará un cuerpo compacto y homogéneo, no penetrará más allá de la capa externa del conductor. Además, será posible retirarlo sin crear ningún daño al conductor.

El material aislante será polietileno reticulado (XLPE), cumpliendo con las características requeridas en este documento.

El aislamiento debe permitir temperaturas máximas del conductor de 90 °C en funcionamiento normal y de 250 °C en caso de cortocircuito durante al menos 5 segundos.



El espesor mínimo de aislamiento medido y aceptado en cualquier punto del cable no será inferior al 90% del valor nominal menos 0,1 mm. Además, la media de todas estas medidas no deberá ser inferior al espesor nominal.

$$t_{\min} \geq 0,9 t_n - 0,1$$

Dónde:

$t_{\min}$ : espesor mínimo del aislamiento en milímetros

$t_n$ : espesor nominal en milímetros

Si existe algún separador entre el conductor y el aislamiento no se deberá considerar cuando se realice la medición del espesor del aislamiento.

<b>Sección Transversal [mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Espesor nominal del aislamiento [mm]</b>	<b>Espesor mínimo del aislamiento [mm]</b>
25	1,3	1,07
35	1,6	1,34
50	1,6	1,34
70	1,6	1,34
95	1,8	1,52
150	1,8	1,52
54,6*	1,6	1,34
80*	1,8	1,52

\* Conductor de aleación de aluminio utilizado para núcleos neutros

Tabla 3 Espesor del aislamiento XLPE

El color del aislamiento será negro.

El color del aislamiento del núcleo neutro será gris RAL 7001.

## **7. PROTOCOLOS DE PRUEBA A SUMINISTRAR POR EL FABRICANTE**

### **7.1. Pruebas de aceptación**

Las pruebas de aceptación (pruebas de rutina y pruebas de muestra) se realizarán en las instalaciones del Proveedor.

#### **7.1.1. Pruebas de rutina:**



Las pruebas de rutina se realizarán en el 100 % de los carretes entregados.

### **7.1.2. Prueba de muestra:**

Las pruebas de muestra se llevan a cabo sobre muestras tomadas de un cable completo (consulte la Tabla 5 en la subcláusula 7.1.3 para el muestreo).

### **7.1.3. Criterios de muestreo y aceptación**

Para determinar la aceptabilidad de un lote se deberá realizar una inspección por atributos siguiendo un plan de muestreo simple, de conformidad con las normas ISO 2859-0 e ISO 2859-1.

En concreto, AQL=1,5%, nivel II, rechazando cualquier defecto “menor, mayor o crítico” en la inspección.

Los costos de los materiales rechazados serán a cargo del proveedor. La aprobación o rechazo de cada una de las muestras se realizará según lo requerido en la norma ISO 2859-1 para cada uno de los ensayos.

En detalle, si un lote no cumple con lo requerido en la prueba de resistencia eléctrica según los requisitos de aprobación de la norma de referencia, el Inspector puede realizar dicha prueba a todas las unidades que componen el lote.

Si se compra solo un carrete, se debe probar según lo indicado para una sola muestra.

<b>Cantidad de carretes</b>	<b>Número de muestras</b>	<b>Nivel aceptable</b>	<b>Nivel de rechazo</b>
2 - 8	2	0	1
9 - 15	3	0	1
16 - 25	5	0	1
26 - 50	8	0	1
51 - 90	13	0	1
91 - 150	20	1	2
151 - 280	32	1	2
281 -500	50	2	3



501 - 1200	80	3	4
1201 - 3200	125	5	6
3201 - 10000	200	7	8

Tabla 4: Muestras y grado de aceptación de cada uno de los ensayos

## 7.2. Pruebas Tipo.

Se deben realizar pruebas de tipo antes de suministrar un tipo de cable cubierto por esta norma para demostrar características de rendimiento satisfactorias para cumplir con la aplicación prevista.

Cuando se hayan realizado con éxito ensayos de tipo en un tipo de cable aquí cubierto con una sección transversal y características constructivas específicas, la aprobación de tipo se aceptará como válida siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- La sección transversal del conductor no es mayor que la del cable probado.
- El cable tiene una construcción similar a la del cable probado, es decir, utiliza los mismos materiales (conductor, aislamiento, cubierta exterior) y el mismo proceso de fabricación.

Cuando se cambien el diseño, los materiales o el proceso de fabricación del cable (lo que podría afectar las características de rendimiento del cable), se deberá repetir la aprobación de tipo.

Los cables se someterán a pruebas de tipo y pruebas de aceptación para la aprobación de tipo.

## 7.3. Lista de pruebas para cables

N°	Prueba	Requisitos	Método de prueba	R	S	T
1	Prueba de voltaje		IEC 60502-1 subcláusula 15.3 según corresponda	X	-	-
	Duración de la inmersión	1h				
	Voltaje de prueba	4 kV AC				
	Duración de la tensión aplicada	15 min				
	Resultado de la prueba	Sin averías				
2	Resistencia eléctrica del conductor	Véase la cláusula 6.1	IEC 60502-1 subcláusula 15.2	X	-	-



3	Verificación de la carga de rotura mecánica de:	$\geq 190$ daN	HD 626 Parte 2 subcláusula 2.1.2	-	-	X
	Conductores de fase	$\geq 300$ daN				
	mm2 16	$\geq 420$ daN				
	mm2 25	$\geq 600$ daN				
	mm2 35	$\geq 840$ daN				
	mm2 50	$\geq 1140$ daN				
	mm2 70	$\geq 1800$ daN				
	mm2 95					
	mm2 150	$\geq 1660$ daN				
	Conductores neutros	$\geq 2100$ daN				
mm2 54,6						
mm2 80						
4	Conformidad con el tipo homologado	Véase la cláusula 6	Las características constructivas, los colores de las marcas y la identificación de fases se inspeccionarán mediante examen visual.	-	X	-
			Las dimensiones, espesores, pasos y diámetros se medirán según IEC 60811 partes 201, 202 y 203.			
5	Masa del conductor por unidad de longitud	El valor se registrará	HD 605 subcláusula 2.1.13.1 o norma equivalente	-	-	X
	Prueba realizada en un conductor de fase					
6	Durabilidad de las marcas	HD 626-1 Parte 1 Subcláusula 3.3	HD 605 subcláusula 2.5.4	-	X	-
7	Propiedades mecánicas del XLPE	14,5 Mpa	IEC 60811-501	-	X	-
	Antes del envejecimiento	200%				
	Resistencia mínima a la tracción					
	Alargamiento mínimo a la rotura					



8	Propiedades mecánicas del XLPE	150 °C	IEC 60811-501				
	Después del envejecimiento		IEC 60811-401				
	Temperatura						
	Duración T1	240 h					
	Resistencia mínima a la tracción				-	-	X
	Variación máxima T1/T0						
	Elongación mínima a la rotura	±25%					
	Variación máxima T1/T0						
		±25%					
9	Prueba de ajuste en caliente de XLPE	200 °C					
	Temperatura	15 min					
	Duración	0,2 Mpa					
	Estres mecanico	175%	IEC 60811-507		-	X	-
	Alargamiento máximo bajo carga	15%					
	Alargamiento residual máximo						
10	Prueba de contracción (cable completo)	200 mm					
		1 h					
	I	130 °C					
	Duración	4%	IEC 60811-502		-	-	X
	Temperatura						
	Contracción máxima						
11	Prueba de absorción de agua por capilaridad. (Solo cables tipo I)	El extremo de la probeta fuera del recipiente no deberá presentar rastros de agua.	HD 626 Parte 2 subcláusula 2.7.1				
12	Resistencia de aislamiento a 20 °C	1 h					
	Duración de la inmersión en agua	$\geq 10^4$	IEC 60502-1 subcláusula 17.1		-	X	-
	Constante de aislamiento Ki [M $\Omega$ ·km]						
13	Resistencia de aislamiento a 90 °C	2 h					
	Duración de la inmersión en agua	$\geq 10^{12}$	IEC 60502-1 subcláusula 17.2		-	-	X
	Resistividad de volumen [Q·cm]						
14	Contenido de negro de humo	2,5%±0,5%	IEC 60811-605		-	-	X
15	Prueba de abrasión	Las muestras deberán soportar $\geq 2000$ vueltas del rotor de ensayo	HD 605 2.5.13		-	X	-



16	Prueba a baja temperatura	-25 °C	IEC 60811-505				
	Cuando el cable D>12,5 mm	50%	IEC 60811-504				
	Ensayo de elongación a baja temperatura						
	Temperatura						
	Alargamiento						
	mínimo				-	-	X
17	Cuando el cable D<12,5 mm	-25 °C					
	Ensayo de flexión a baja temperatura						
	Temperatura						
	Prueba de alta tensión	≥ 20 m	IEC 60502-1, Subcláusula 17.3 por inmersión en agua, según corresponda.				
	(Cable completo)	24 h	La tensión de prueba se aplicará entre todos los conductores en paralelo y el agua.				
	Longitud de la muestra aprox.	10 kV AC			-	-	X
18	Duración de la inmersión	30 min					
	Voltaje de prueba	Sin averías					
	Duración de la tensión aplicada						
	Resultado de la prueba						
	Resistencia del aislamiento a las condiciones climáticas	HD 626 Parte 2, Subcláusula 2.5.2	HD 626 Parte 2, Subcláusula 2.5.2				X
	Ensayo de absorción de agua (método gravimétrico)	85 °C					
19	Temperatura	336 h	IEC 60811-402				
	Duración	1 mg/cm <sup>2</sup>					X
	Variación máxima de la masa						
R: Routine test							
S: Sample test							
T: Type test							

Tabla 5. Lista de pruebas para cables

## 8. MARCACIÓN Y EMPAQUE

### 8.1. Marcación

El cable aislado neutro - mensajero deberá marcarse en relieve sobre el aislamiento y con una separación máxima de un (1) metro, con la siguiente información:

- Nombre o marca registrada del fabricante.



- Número de pedido y/o contrato
- Enel
- Área de sección transversal nominal (en mm<sup>2</sup>) y el material de los conductores de fase y neutro
- Clase de material y tensión (U<sub>o</sub>/U) KV
- Año de fabricación XXXX
- Marcas de medidores secuenciales m

Ejemplo:

FABRICANTE - JAXXXXXXX- ENEL - 1x54,6mm<sup>2</sup> AAAC + 3x95mm<sup>2</sup> AAC - XLPE 0.6/1KV - 2017 - XXX m

El marcado deberá ser indeleble, fácilmente legible y realizarse mediante grabado o en relieve sobre la superficie de la funda exterior de forma continua.

Para evitar accidentes, los núcleos de fase y neutro estarán identificados mediante franjas impresas o etiquetas adhesivas o en la superficie exterior con los siguientes colores: Amarillo, Azul y Rojo.

## 8.2. Embalaje y etiquetado

El cable será entregado por el fabricante en una [bobina](#) de madera o metal, que no será devuelta, según las dimensiones máximas y mínimas indicadas en la Tabla 6 y de acuerdo con la Figura de esta.

La longitud total del cable suministrado no podrá ser inferior a la solicitada en la orden de compra ni podrá superar el 5% de su longitud. Además, habrá algunos requisitos de embalaje especiales, como se indica más adelante.

El peso bruto máximo de la bobina empaquetada no debe exceder los 3500 kg.

Los extremos de los cables de cada carrete deben protegerse con tapas o capotas que impidan la entrada de humedad. Estos extremos fijados internamente a los carretes deberán estar protegidos mecánicamente contra posibles daños resultantes del manejo y transporte de cada carrete, dejando ambos extremos accesibles mediante el uso de una hélice interna o carrete en cada carrete.

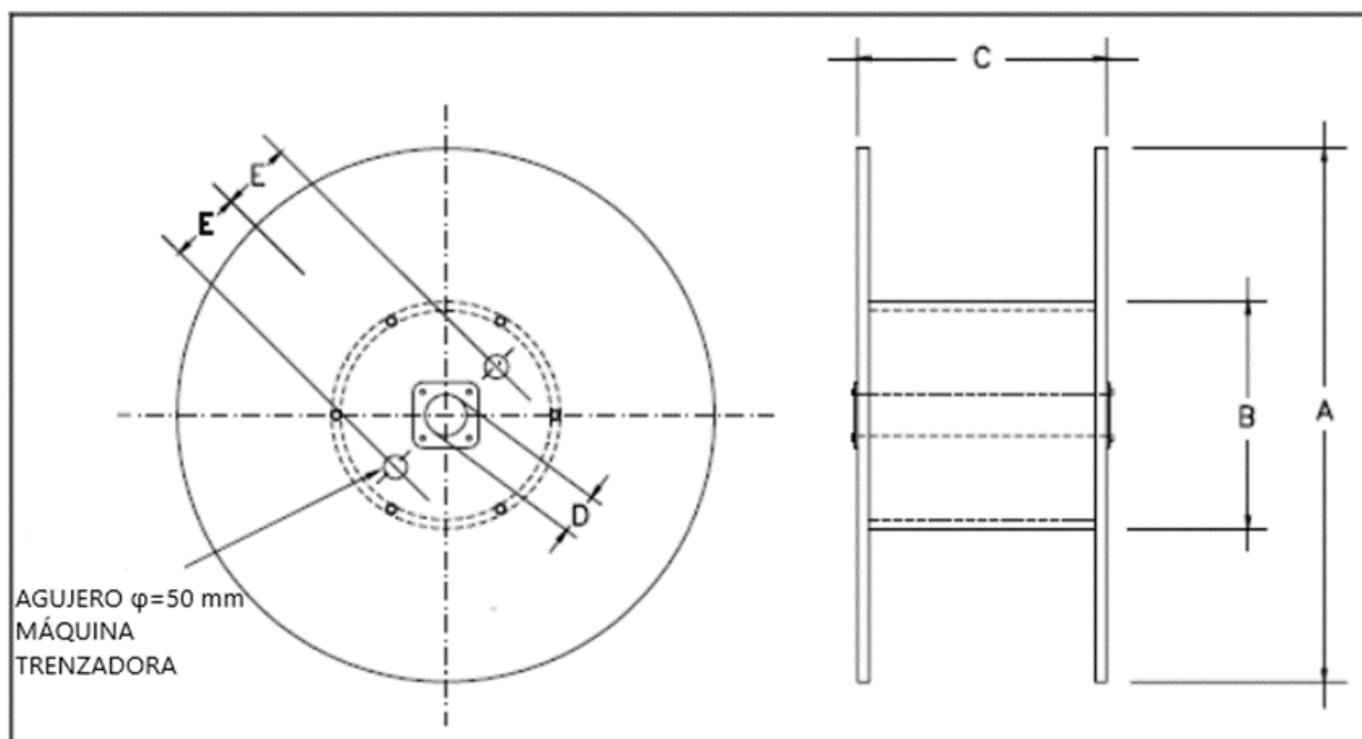
Cuando la distancia entre el origen de fabricación y la zona de almacenamiento del



comprador implique un solo medio de transporte y una distancia inferior a 200 km, se exigirá el uso de la hélice interna únicamente en bobinas de conductores con un diámetro mayor o igual a 120 mm<sup>2</sup>; esto no los exime de protección contra la humedad en ambos extremos visibles del conductor, protección mecánica y manejo cuidadoso de las bobinas.

Temporalmente algunos de los lotes de cables podrán solicitarse restringiéndolos a 2.000 m de longitud máxima por bobina y/o preunidos, según Orden de Compra.

Los carretes de madera deberán ser tratados según los requisitos internacionales para el control de enfermedades de las plantas, evitando los compuestos “Pentaclorofenol” y “Creosota”. El tratamiento debe incluir, al menos: sustancias altamente tóxicas para los organismos xilófagos, alto poder de penetración y retención, estabilidad química, sustancias no corrosivas para los metales ni que afecten las características físicas de la madera.



A (1) mm	B mm	C(1) mm	D (2) mm	E mm
1730	(3)	1120	80	(4)

Tabla 6. Embalado carrete cable Pre ensamblado



Notas:

(1) Valor máximo

(2) Valor mínimo

(3) Dos veces el radio de curvatura mínimo del cable para transporte 300 o 180mm según tipo de tambor (grande o pequeño respectivamente)

## 9. REQUISITOS DE LAS OFERTAS

## 10. GARANTÍA DE FÁBRICA

Los requisitos de garantía se indicarán en la solicitud de oferta, incluyendo plazos y estándares.

## 11. INSPECCIÓN DE LAS MUESTRAS

## 12. SISTEMA DE CALIDAD

El oferente adjuntará con su propuesta, para el fabricante de los bienes cotizados, el certificado de conformidad con norma técnica y Retie, además la certificación de calidad ISO 9001, expedida por una entidad acreditada.

## 13. PLANILLAS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El oferente deberá presentarlas en su oferta técnica diligenciadas en formato Excel por cada referencia.

### ANEXO 1.

Item	Descripción	Unidad	Requerido	Ofertado
<b>1</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
1.1	Proveedor	-	Información del fabricante	
1.2	Fabricante	-	Información del fabricante	
1.3	País	-	Información del fabricante	
1.4	Normas	-	Información del fabricante	
<b>2</b>	<b>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS</b>			
2.1	Calibre del conductor de fase	mm <sup>2</sup>		



2.2	Nombre clave			
2.3	Material			
2.4	Nivel de tensión	V		
2.5	Calibre del conductor de neutro	mm <sup>2</sup>		
2.6	Material			
2.7	Tensión nominal U <sub>0</sub> /U (U <sub>max</sub> )	[kV]		
2.8	Disposición	[n xmm <sup>2</sup> ]		
2.9	Tipo I, Tipo II, Tipo III o Tipo IV	-		
2.10	Peso total	kg/km		
2.11	Diámetro total	mm		
<b>3</b>	<b>CONDUCTOR DE FASE</b>			
3.1	Material	-		
3.2	Sección nominal	[mm <sup>2</sup> ]		
3.3	Número mínimo de cables de conductor	-		
3.4	Diámetro mínimo	[mm]		
3.5	Diámetro máximo	[mm]		
3.6	Resistencia máxima a 20°C	[Ω/ km]		
3.7	Resistencia eléctrica máx (20°C)	Ω/km		
3.8	Resistencia del aislamiento a 15,6 °C	MΩ x m		
3.9	Alargamiento de ruptura (hilos)	%		
<b>4</b>	<b>AISLAMIENTO</b>			
4.1	Material	-		
4.2	Espesor nominal	[mm]		
4.3	Espesor mínimo	[mm]		
4.4	Color	-		
<b>5</b>	<b>FUNDA EXTERIOR (si Aplica)</b>			
5.1	Material	-		
5.2	Espesor nominal	[mm]		
5.3	Espesor mínimo	[mm]		
5.4	Color	-		
<b>6</b>	<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>			
6.1	Diámetro total máximo	[mm]		
6.2	Tipo de tambor	-		
6.3	Largo total	[m]		
6.4	Ampacidad (Ver cláusula 5.5 para condiciones)	[A]		
6.5	Peso por unidad de longitud	[kg/km]		
<b>7</b>	<b>CONDUCTOR NEUTRO MENSAJERO (si aplica)</b>			
7.1	Material	-		
7.2	Sección nominal	[mm <sup>2</sup> ]		
7.3	Diámetro del cable			
7.4	Número mínimo de cables de conductor	-		
7.5	Diámetro mínimo	[mm]		
7.6	Diámetro máximo	[mm]		
7.7	Resistencia máxima a 20°C	[Ω/ km]		
	Resistencia eléctrica máx (20°C)	Ω/km		
	Peso del conductor	Kg/km		



	Conductor			
	Resistencia a la tracción	kgf		
<b>8</b>	<b>FUNDA EXTERIOR NEUTRA</b>			
8.1	Material	-		
8.2	Espesor nominal	[mm]		
8.3	Espesor mínimo	[mm]		
8.4	Color	-		

(\*) Información que se requiere sea diligenciada por el fabricante