



Grupo-epm

# CABLE PARA MEDIO VOLTAJE DE COBRE CON NEUTRO CONCÉNTRICO.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

DEPARTAMENTO DE NORMALIZACIÓN

CÓDIGO: NO.MA.08.09

VERSIÓN: 1.8

ELABORADO	REVISADO	APROBADO	ULTIMA ACTUALIZACIÓN
Departamento de Normalización ENSA	Jefe Departamento de Normalización ENSA	Gerente Planeación y Control ENSA	02 diciembre 2020



CABLE PARA MEDIO VOLTAJE DE  
COBRE CON NEUTRO  
CONCÉNTRICO

NO.MA.08.09

Fecha:  
02/12/2020

Aprobado: AG/SG

Versión: 1.8

Página 1 | 11

## INDICE

<b>1. OBJETIVO</b> .....	3
<b>2. ALCANCE</b> .....	3
<b>3. GENERALIDADES</b> .....	3
<b>4. NORMAS APLICABLES</b> .....	3
<b>5. DISEÑO Y FABRICACIÓN</b> .....	4
<b>6. INSPECCIÓN, PRUEBAS Y/O CERTIFICADOS</b> .....	7
<b>7. MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE</b> .....	7
<b>8. TABLAS</b> .....	9
<b>9. CONTROL DE CAMBIOS</b> .....	11

# 1. OBJETIVO

Esta especificación cubre el suministro de los cables monopolares de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado resistente a la arborescencia (TRXLPE) y neutro concéntrico. Estos cables serán usados en los sistemas de distribución eléctrica subterránea de medio voltaje (15 y 35 kV) de **ENSA**.

# 2. ALCANCE

Esta especificación técnica, establece las características mínimas, requisitos y propiedades que deben poseer los cables monopolares de cobre, trenzados, con aislamiento en polietileno reticulado resistente a la arborescencia (TRXLPE) a ser suministrados a **ENSA** de acuerdo con la siguiente especificación.

# 3. GENERALIDADES

- 3.1 El suministro deberá realizarse de acuerdo a la correcta práctica comercial e industrial. Los cables serán nuevos y de reciente fabricación. No deberá existir ningún empalme o unión en los alambres del mismo carrete.
- 3.2 Los cables a suministrarse de acuerdo con esta especificación deberán poseer: resistencia mecánica, fortaleza frente a la corrosión y fatiga, y una baja impedancia.
- 3.3 Los carretes deberán ser capaces de soportar las fuerzas que se emplean para halar el conductor específico, y no deberán quebrarse durante la operación de levantarlos.
- 3.4 Los cables objeto de esta especificación, deberán tener capacidad de operar continuamente a una temperatura de conductor que no exceda de 90°C para operación normal, 130°C para la condición de sobrecarga de emergencia, y 250°C para la condición de cortocircuito.
- 3.5 El cable deberá ser monopolar de polietileno reticulado de cadena cruzada retardante a la arborescencia (TRXLPE), vulcanizado, con neutro concéntrico, forro de polietileno de baja densidad (LDPE).

# 4. NORMAS APLICABLES

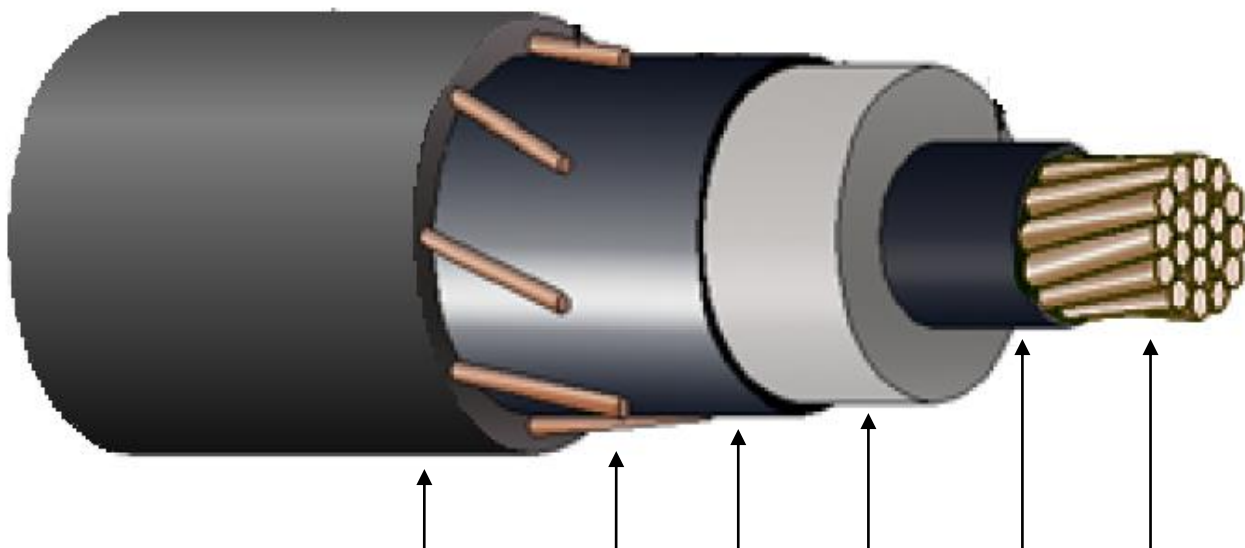
El suministro del conductor, deberá realizarse en estricta conformidad con las siguientes normas de fabricación y pruebas:

- **ASTM-B3** (versión vigente): "Standard Specification for Soft or Annealed Copper Wire"

- **ASTM-B8** (versión vigente): "Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft".
- **ASTM-B496** (version vigente): "Standard Specification for Compact Round Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors".
- **ANSI/ICEA S-94-649** (version vigente): "Concentric Neutral cables Rated 5 Through 46 kV"
- **AEIC CS-8** (versión vigente): "Specification for Extruded Dielectric, Shielded Power Cables Rated 5 through 46 kV"
- **IEC 60502-2, PART 2** (version vigente): "Power Cables with Extruded Insulation and their Accessories for Rated Voltages from 6 kV ( $U_m = 7.2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV).
- **ICEA T-31-610** (version vigente): Guide for Conducting a Longitudinal Water Penetration Resistance Test for Sealed Conductors.
- **ICEA T-32-645** (version vigente): Guide for Establishing Compatibility of Sealed Conductor Filler Compounds with Conductor Stress Control Materials.
- **UL 1072**: "Medium-Voltage Power Cables".

## 5. DISEÑO Y FABRICACIÓN

Los cables cubiertos por esta especificación deberán poseer sin excepción, cada uno de los elementos indicados a continuación, y las características particulares indicadas en la Tabla N°1 al final de esta especificación.



- 1. CONDUCTOR**
- 2. PANTALLA SEMICONDUCTORA SOBRE EL CONDUCTOR**
- 3. AISLAMIENTO**
- 4. PANTALLA SEMICONDUCTORA SOBRE EL AISLAMIENTO**
- 5. NEUTRO CONCENTRICO**
- 6. FORRO O CHAQUETA EXTERNA**

#### 5.1 Conductor

El conductor deberá ser de cobre suave, clase B, concéntrico compacto, los intersticios del conductor se deben llenar de material adecuado, compatible con los demás componentes del cable a todo lo largo del mismo, con el objeto de evitar la penetración de agua a lo largo del conductor, o sea de un elemento bloqueador contra la penetración longitudinal de agua de acuerdo con lo indicado en la ICEA T-32-645 y la ICEA T-31-610.

#### 5.2 Pantalla Semiconductora sobre el Conductor

Pantalla de polietileno reticulado semiconductor extruida sobre el conductor de color negro (TR-XLPE) compatible con el material del aislamiento. La pantalla semiconductora deberá ser fácil de retirar del conductor y el material semiconductor deberá permitir que el campo eléctrico sea radial a partir de su superficie.

#### 5.3 Aislamiento

El aislamiento deberá ser del tipo polietileno reticulado resistente a la arborescencia (TR-XLPE), con un nivel de aislamiento del 100%, libre de contaminantes y porosidades. Debe ser fabricado para permitir trabajar la mayor parte de tiempo en condiciones de saturación de agua o sumergido. El espesor del aislamiento deberá ser como se indica a continuación de acuerdo con ICEA S-94-649 (vigente):

- Para 15 kV 4.445 mm, tolerancia mínima 4.19 mm y máxima 5.21 mm
- Para 35 kV 8.763 mm, tolerancia mínima 8.38 mm y máxima 9.53 mm

El aislamiento de TR-XLPE debe trabajar a temperaturas de operación del conductor de 90°C, 130°C en condiciones de emergencia y 250°C en condiciones de cortocircuito.

#### 5.4 Pantalla Semiconductora sobre el Aislamiento

Pantalla de polietileno reticulado semiconductor extruida sobre el aislamiento de TR-XLPE. Este material debe ser de fácil remoción, según pruebas ICEA S-94-649.

## 5.5 Neutro Concéntrico

Conjunto de hilos de cobre aplicados con arreglo helicoidal a lo largo del cable que además de ejecutar la función de pantalla electrostática actúa como cable de neutro en el sistema, la chaqueta del cable debe descansar sobre estos hilos de cobre.

- Para los calibres #2 y 1/0 AWG deben ser fabricados con una configuración de neutral completo es decir que pueda llevar el 100% de la ampacidad del cable. Para calibre # 2 AWG debe ser fabricado con 10 hilos de cobre #12 AWG, y para calibre # 1/0 AWG con 16 hilos de cobre # 12 AWG, según ICEA S-94-649.
- Los cables calibre 4/0 AWG, 500 kcmil y 750 kcmil deben ser fabricados con una configuración de un tercio (1/3) de neutral es decir que pueda llevar el 33% de la ampacidad del cable (100% al utilizar el conjunto trifásico). Para calibre # 4/0 AWG debe ser fabricado con 11 hilos de cobre # 12 AWG, para el calibre # 500 KCM debe ser fabricado con 26 hilos de cobre # 12 AWG y para el calibre # 750 KCM debe ser fabricado con 25 hilos de cobre # 10 AWG según ICEA S-94-649.
- El cable neutro concéntrico # 12 AWG debe tener diámetro nominal de 2.05 mm y el cable neutro concéntrico # 10 AWG debe tener diámetro nominal de 2.59 mm. Según ICEA S-94-649.
- Los hilos de cobre del neutral concéntrico deben tener arreglo helicoidal con una longitud de paso no menor a seis (6) veces el diámetro, ni mayor de diez (10) veces el diámetro del cable sobre el neutral concéntrico.

## 5.6 Forro o Chaqueta Externa

El cable debe ser fabricado con un forro o chaqueta externa de polietileno de baja densidad (LDPE) encapsulado. El espesor promedio del forro deberá estar de acuerdo con la ICEA S-94-649. El forro debe ser de color negro. El material de la chaqueta o forro debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Resistencia a la humedad
- Resistencia a los rayos UV
- Resistencia al impacto y abrasión
- Resistencia a los hidrocarburos

## 5.7 Identificación del Cable

Por medio de un método que asegure que no se borre con el tiempo, que sea legible a simple vista se debe grabar o escribir en la superficie del forro o chaqueta exterior del cable la información que se detalla a continuación:

- Nombre del fabricante
- Fecha de fabricación del cable

- Tipo del aislamiento y nivel del aislamiento
- Configuración de neutral completo o 1/3 neutral, según calibre fabricado.
- Tamaño del conductor y calibre
- Voltaje
- Temperatura de operación
- El nombre de ENSA
- Contador de longitud en metros

Toda esta información deberá imprimirse en toda la longitud completa del cable, a intervalos que no excedan de 1.0 metro.

Cambios al formato de información solicitada, sólo se permitirá con la aprobación explícita de la Dirección de Ingeniería.

## 6. INSPECCIÓN, PRUEBAS Y/O CERTIFICADOS

- a. Todo cable que sea suministrado de acuerdo con esta especificación deberá ser sometido en fábrica a todas las pruebas de rutina, de control de calidad y las requeridas por las normas aplicables aquí estipuladas, para garantizar su vida útil.
- b. El cable en fábrica debe ser sometido a las pruebas que estén de acuerdo con ANSI/ICEA S-94-649, y AEIC CS8, y deben presentar a ENSA, documentación donde se vean reflejados los resultados de estas pruebas con cada compra.
- c. Todo costo respectivo a la realización de las pruebas o ensayos requeridos en esta especificación estará incluido en el precio unitario del cable.
- d. **ENSA** se reserva el derecho de efectuar todas las pruebas que estime conveniente, a sus expensas, en cualquier momento y lugar, para asegurar que el material a suministrarse cumple con todos los requisitos de esta especificación.
- e. El producto deberá contar con certificación según laboratorio UL (Underwriters Laboratories).

## 7. MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE

### 7.1 Protección del Cable

- a. Los cables deberán ser suministrados en las longitudes indicadas, en carretes o bobinas del tipo exportación, debidamente diseñados y construidos para impedir el desplazamiento, roze, deformación, abrasión y otros daños que afecten al conductor o puedan producirse durante el transporte o almacenamiento del mismo.



CABLE PARA MEDIO VOLTAJE DE  
COBRE CON NEUTRO  
CONCENTRICO

NO.MA.08.09

Fecha:  
02/12/2020

Aprobado: AG/SG

Versión: 1.8

Página 7 | 11

- b. El extremo exterior del conductor deberá ser asegurado firmemente al carrete o bobina, en forma tal que impida que el conductor se afloje durante el transporte y manejo del mismo. Igualmente, el extremo interior deberá ser asegurado, de forma que impida que se afloje durante la instalación del conductor.
- c. En todo carrete, la capa más externa del embobinado del cable, estará completa y firmemente recubierta con cartón correoso, de tal forma que lo proteja contra daños en el manejo ordinario y en su transporte.
- d. Las bobinas o carretes deberán tener un diámetro mínimo de enrollamiento del cable, que impida que se modifiquen las propiedades físicas y eléctricas del conductor.
- e. Las bobinas o carretes, una vez confeccionadas, serán bien amarradas con cinta de acero para evitar que se abran.

## 7.2 Carrete

- a. Cada carrete deberá contener la longitud de cable indicada en la Tabla N°1 de este documento.
- b. Los carretes serán del tipo no-retornable, fabricados de madera nueva, adecuadamente reforzada para el transporte marítimo y largos períodos de almacenamiento. La madera deberá estar tratada para resistir el deterioro o cualquier tipo de daño debido a la atmósfera marítima o al ataque de insectos durante el transporte y almacenamiento a la intemperie en una zona tropical húmeda.
- c. Los carretes deberán tener un orificio en el centro del carrete, que permita la rotación de estos para su despacho, y así mismo para poder manejarlos con eslingas.
- d. Cada carrete deberá estar firmemente cubierto en todo el perímetro del carrete cilíndrico, con madera fuerte tratada para resistir el deterioro, y debidamente fijados con zunchos de acero, adecuadamente protegidos contra la herrumbre y la corrosión.
- e. Además de las marcas requeridas normalmente con propósitos de embarque de acuerdo con la buena práctica comercial e industrial, cada bobina o carrete deberá ser rotulada con la siguiente información:
  - Denominación comercial del fabricante del cable
  - Calibre, grado y código, o denominación comercial del cable
  - Largo del cable (metro)
  - Peso bruto (kilogramo)
  - Destinatario y país de destino:
  - CONTRATISTA/ENSA/REPÚBLICA DE PANAMÁ

- Número del contrato u orden de compra respectiva
  - Una flecha que muestre la dirección del rodaje, para impedir el afloramiento del cable
  - Cualquier indicación expresa que el fabricante considere necesaria para salvaguardar el buen estado del conductor y/o su carrete.
- f. Tolerancia y Precisión
- Tolerancia: Diferencias admisible en las cantidades pactadas.
  - Precisión: Máximo error o desviación en la medida con respecto a la cantidad real, regularmente causada por instrumentos.

**ENSA** advierte un compromiso comercial hasta por la cantidad nominal (longitud) pactada en la Orden de Compra. La tolerancia admisible en cada rollo o carrete será de hasta  $\pm 5.0$  metros de la longitud de bobina.

## 8. TABLAS

**TABLA N°1**  
**Longitudes Típicas\***

Código	Descripción	Longitud del Carrete ( $\pm 5.0$ m)
08-11-520	Cable de potencia neutro concéntrico al 100%, 2 AWG, 15 kV	500 m
08-11-540	Cable de potencia neutro concéntrico al 33%, 4/0 AWG, 15 kV	500 m
08-11-555	Cable de potencia neutro concéntrico al 33%, 500 kcmil, 15 kV	275 m y 500 m
08-11-750	Cable de potencia neutro concéntrico al 33%, 750 kcmil, 15 kV	305 m
08-11-610	Cable de potencia neutro concéntrico al 100%, 1/0 AWG, 35 kV	500 m
08-11-650	Cable de potencia neutro concéntrico al 33%, 500 kcmil, 35 kV	305 m

\* A menos que se indique lo contrario en la orden de compra.

**TABLA N°2**

**Resumen de Características del Cable para Medio Voltaje de Cobre con Neutro Concéntrico.  
Aislamiento TR-XLPE 100%. Neutro Concéntrico de Alambres de Cobre. Chaqueta Exterior de LDPE.**

CONDUCTOR		AISLAMIENTO			NEUTRO CONCÉNTRICO		CHAQUETA		AMPACIDA D	PESO NETO DEL CABLE	
CALIBRE	VOLTAJ E	NEUTRAL	DIÁMETR O MÍNIMO (mm)	ESPE SOR (mm)	DIÁMETRO MÍNIMO DE PANTALLA SEMICONDUCT ORA SOBRE EL AISLAMIENTO (mm)	Nº HILOS	DIÁMETRO NOMINAL DEL HILO (mm)	ESPE SOR MÍNIMO (mm)	DIÁMETRO TOTAL MÍNIMO (mm)	A**	Kg/Km
<b>2 AWG</b>	15 kV	100%	6.81	4.445	17.27	10	2.05	1.58	24.53	150	1024
<b>4/0 AWG</b>	15 kV	33%	12.1	4.445	22.61	11	2.05	1.58	29.87	293	2608
<b>500 Kcmil</b>	15 kV	33%	18.7	4.445	29.97	26	2.05	1.58	37.23	472	4031
<b>750 Kcmil</b>	15 kV	33%	23.1	4.445	33.1	25	2.59	2.40	45.90	602	4396
<b>1/0 AWG</b>	35 kV	100%	8.53	8.763	27.94	16	2.05	1.58	35.20	186	1921
<b>500 kcmil</b>	35 kV	33%	18.7	8.763	38.35	26	2.05	2.40	47.27	480	4802

\*\*Ampacidad mostrada asume uso de 100% de factor de carga, corriente a 60 Hz, profundidad de instalación de 0.90 m, temperatura ambiente de 90°C, temperatura del conductor de 90°C, resistividad de la tierra RHO 90 y del conductor y pantalla RHO 400. Según ICEA S-94-649 versión vigente.

## 9. CONTROL DE CAMBIOS

CONTROL DE CAMBIOS		
Fecha	Versión de Norma	Cambios Realizados
02/12/2020	1.8	Para el código 08-11-555 se le hace cambio a la longitud del carrete, la cual era de 305 m, pasando a ser de 275 y 500 m.