



**ENSA**

Departamento de Normas

Especificación Técnica

**Cable para Medio Voltaje de Aluminio con  
Neutro Concéntrico**

<b>Código:</b>	NO.MA.08.16
<b>Fecha de Creación:</b>	24-jun-13
<b>Fecha de Última Actualización:</b>	18-OCT-13
<b>Versión:</b>	1.0
<b>Páginas:</b>	1 a 7

## 1 OBJETO

Esta especificación cubre el suministro de los cables monopares de aluminio 1350 H-19, con aislamiento de polietileno reticulado resistente a la arborescencia (TR-XLPE) e hilos para neutro concéntrico en cobre. 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 monopares de aluminio, trenzados, con aislamiento en polietileno reticulado resistente a la arborescencia (TR-XLPE) 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 objetos 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 (TR-XLPE), 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:

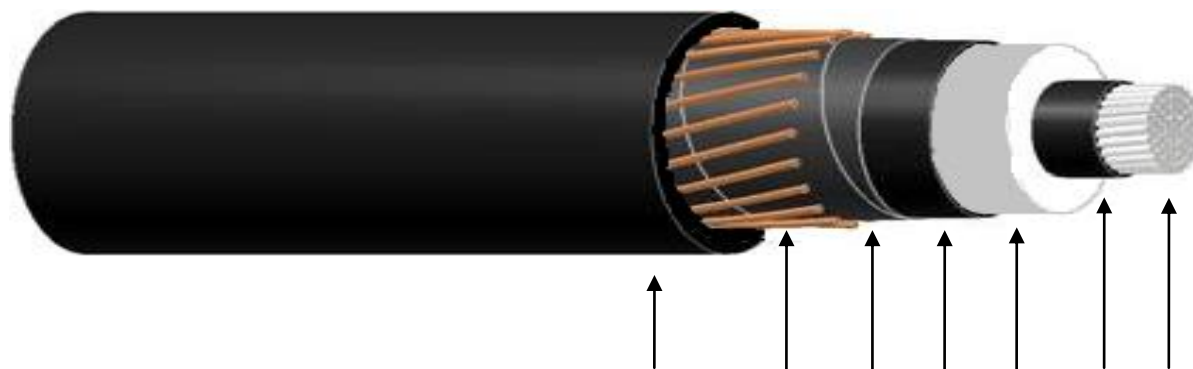
- **ANSI/ICEA S-94-649** (versión vigente): "Concentric Neutral cables Rated 5 Through 46 kV"
- **IEEE 835** (versión vigente): "Power Cable Ampacity Tables"
- **ASTM B-230** (versión vigente): "Standard Specification for Aluminum 1350-H19 Wire for Electrical Purposes"

- **ASTM B-231** (versión vigente): "Standard Specification for Aluminum 1350 Conductors, Concentric – Lay – Stranded"
- **ASTM B-609** (versión vigente): "Aluminum 1350 Round Wire, Annealed and Intermediate Tempers, for Electrical Purposes"
- **ASTM B-400-04** (versión vigente): "Standard Specification for Compact Round Concentric – Lay – Stranded Aluminum 1350 Conductors"
- **AEIC CS-8** (versión vigente): "Specification for Extruded Dielectric, Shielded Power Cables Rated 5 through 46 kV"
- **IEC 60502-2, PART 2** (versión 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** (versión vigente): "Guide for Conducting a Longitudinal Water Penetration Resistance Test for Sealed Conductors"
- **ICEA T-32-645** (versión vigente): "Guide for Establishing Compatibility of Sealed Conductor Filler Compounds with Conductor Stress Control Materials"
- **UL 1072**: "Medium-Voltage Power Cables"
- **IEC 60332-1**: Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions

En caso de que el proveedor proponga alguna norma en remplazo de alguna de las listadas deberá adjuntar el remplazo de esta norma para su evaluación.

## 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 de Aluminio 1350 H-19. **7**
2. Pantalla semiconductora sobre el conductor. **6**
3. Aislamiento. **5**
4. Pantalla semiconductora sobre el aislamiento. **4**
5. Cinta Semiconductora hinchable bloqueadora de humedad **3**
6. Neutro Concéntrico **2**
7. Forro o Chaqueta externa **1**

## 5.1 Conductor

1. El conductor deberá ser de aluminio 1350-H19, clase B, 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 humedad a lo largo del conductor, o sea de un elemento bloqueador contra la penetración longitudinal de humedad de acuerdo con lo indicado en la **ICEA T-32-645** y la **ICEA T-31-610**.

## 5.2 Pantalla Semiconductora sobre Conductor

Deberá ser pantalla de polietileno reticulado (XLPE), semiconductora, extruida sobre el conductor, esta pantalla debe ser en color negro, debe ser 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 4.7 mm, tolerancia mínima 4.19 mm y máxima 5.21 mm
- Para 35 kV 8.95 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

Esta pantalla deberá ser de polietileno reticulado (XLPE), semiconductora, extruida sobre el aislamiento. Este material debe ser de fácil remoción, según pruebas **ICEA S-94-649**.

## 5.5 Neutro Concéntrico

2. 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 y de forma encapsulada. Se debe instalar una cinta hidroexpansiva con características semiconductiva de fácil remoción bajo los alambres del neutro de forma que se obtenga un bloqueo longitudinal completo del cable.
  - Para calibre #2 y 1/0 y 4/0 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 #14 AWG, para calibre 1/0 AWG deben ser fabricados con 16 hilos de cobre #14 AWG y para calibre 4/0 AWG debe ser fabricado con 32 hilos de cobre #14 AWG según ICEA S-94-649.
  - Los cables calibre 500 y 750 KCM 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 # 500 KCM debe ser fabricado

con 25 hilos de cobre #14 AWG y para el calibre # 750 KCM debe ser fabricado con 24 hilos de cobre # 12 AWG, según ICEA S-94-649.

- Los hilos de cobre del neutral concéntrico # 12 AWG debe tener diámetro nominal de 2.05 mm, # 14 debe tener diámetro nominal de 1.63 mm y # 16 debe tener un diámetro nominal de 1.29 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 con retardancia a la llama de acuerdo a IEC 60332-1. El espesor promedio del forro deberá estar de acuerdo con la ICEA S-94-649. El promedio del espesor será el mostrado en la Tabla 1 de este documento. El forro debe ser de color negro. El material de la chaqueta o forro debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Excelente resistencia térmica y química
- Resistencia a los rayos UV
- Debe ser muy ligero y flexible
- Resistencia al impacto

3. Resistencia al agua a 100°C, a los ácidos y a la mayoría de los disolventes ordinarios.

#### 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**

6.1 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, buen desempeño y buena calidad.

- 6.2 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.
- 6.3 Todo costo respectivo a la realización de las pruebas o ensayos requeridos en esta especificación, estará incluido en el precio unitario del cable.
- 6.4 **ENSA** se reserva el derecho de efectuar todas las pruebas que estime convenientes, a sus expensas, en cualquier momento y lugar, para asegurar que el material a suministrarse cumple con todos los requisitos de esta especificación.
- 6.5 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 contruidos para impedir el desplazamiento, roze, deformación, abrasión y otros daños que afecten al conductor o puedan producirse durante el transporte o almacenamiento del mismo.
- 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 los mismos 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. Definiciones
- 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

Características para Cable de Media Tensión en Aluminio con Neutro Concéntrico en hilos de cobre. Aislamiento 100 % TR-XLPE. Chaqueta Exterior en LDPE.

CALIBRE	VOLTAJE	NEUTRAL	CONDUCTOR DE AL				PANTALLA SEMICONDUCTORA SOBRE EL CONDUCTOR	AISLAMIENTO			PANTALLA SEMICONDUCTORA SOBRE EL AISLAMIENTO				
			AREA (mm <sup>2</sup> )	N° HILOS	DIAMETRO DEL HILO (mm)	DIAMETRO NOMINAL, +/- 2% (mm)	ESPEJOR PANTALLA SEMICONDUCTORA (mm)	ESPEJOR AISLAMIENTO PROMEDIO	DIAMETRO DEL AISLAMIENTO		DIAMETRO SOBRE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA DEL AISLAMIENTO (mm)		ESPEJOR DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA		
									Min	Max	Min	Max	Min	Max	Promedio
750 KCM	15 kV	33%	380	61	8.82	23.1	0.51	4.70	32.51	34.67	34.54	37.72	1.02	1.91	1.47
500 KCM	15 kV	33%	253	37	2.95	18.7	0.41	4.70	27.94	30.10	29.21	33.15	1.02	1.91	1.47
4/0 AWG	15 kV	33%	107	19	2.68	12.1	0.30	4.70	21.08	23.11	22.61	25.65	0.76	1.52	1.14
4/0 AWG	15 kV	100%	107	19	2.68	12.1	0.30	4.70	21.08	23.11	22.61	25.65	0.76	1.52	1.14
1/0 AWG	15 kV	100%	53.5	19	1.89	8.53	0.30	4.70	17.53	19.69	19.05	22.23	0.76	1.52	1.14
2 AWG	15 kV	100%	33.6	7	2.47	6.81	0.30	4.70	15.75	17.91	17.27	20.45	0.76	1.52	1.14
500 KCM	35 kV	33%	253	37	2.95	18.7	0.41	8.95	36.32	38.86	38.35	41.91	1.02	1.91	1.47
4/0 AWG	35 kV	33%	107	19	2.68	12.1	0.30	8.95	29.46	32.00	31.50	35.05	1.02	1.91	1.47
1/0 AWG	35 kV	100%	53.5	19	1.89	8.53	0.30	8.95	25.91	28.45	27.94	31.50	1.02	1.91	1.47

**TABLA N° 2**

**Características para Cable de Media Tensión en Aluminio con Neutro Concéntrico en hilos de cobre. Aislamiento 100 % TR-XLPE. Chaqueta Exterior en LDPE.**

CALIBRE	VOLTAJE	NEUTRAL	NEUTRO CONCENTRICO				CHAQUETA		AMPACIDAD	PESO APROXIMADO	LONGITUD DEL CARRETE
			N° HILOS	CALIBRE	DIAMETRO NOMINAL DEL HILO (mm)	AREA NOMINAL (KCMIL)	ESPESOR PROMEDIO (mm)	DIAMETRO TOTAL EXTERIOR			
750 KCM	15 kV	33%	24	12 AWG	2.05	6.53	2.41	45.37	440		500.00
500 KCM	15 kV	33%	25	14 AWG	1.63	4.11	1.58	38.27	353		500.00
4/0 AWG	15 kV	33%	17	16 AWG	1.29	2.58	1.58	30.12	220		500.00
4/0 AWG	15 kV	100%	32	14 AWG	1.63	4.11	1.58	30.80	220		500.00
1/0 AWG	15 kV	100%	16	14 AWG	1.63	4.11	1.58	27.23	149		350.00
2 AWG	15 kV	100%	10	14 AWG	1.63	4.11	1.58	25.51	115		350.00
500 KCM	35 kV	33%	25	14 AWG	1.63	4.11	2.41	48.44	353		500.00
4/0 AWG	35 kV	33%	17	16 AWG	1.29	2.58	1.58	39.28	220		500.00
1/0 AWG	35 kV	100%	16	14 AWG	1.63	4.11	1.58	36.39	149		500.00

**NOTAS:**

1. Longitudes del carrete a menos que se indique lo contrario en la orden de compra.
2. Ampacidad mostrada asume uso de 100% de factor de carga, corriente a 60 Hz, profundidad de instalación de 0.90 m, enterrados en ductos, temperatura ambiente de 90°C, temperatura del conductor de 90°C, resistividad de la tierra RHO 90. Según IEEE 835.