

Conductores Aislados de Cobre para Líneas Subterráneas de M.T.

Código: **DE.ES.006**

Edición: **02**

Fecha de aprobación: **04/06/2021**

Elaborador(es):

ALBERTO GIRALDO OCAMPO
Normativas Técnicas

Revisor(es):

JOSÉ JAVIER MELGAREJO CALDERÓN
Gerencia Gestión Normativa y BDA

RAÚL LOBO GUARDIOLA
Normativas Técnicas e Investigación & Desarrollo

Aprobador(es):

CÉSAR MONTOYA ROMÁN
Gerencia Técnica

SANTIAGO POSSO MARMOLEJO
Gestión de Red

1. Objeto

Establecer las características técnicas, los requisitos de calidad, y las condiciones de suministro que deben cumplir los conductores aislados monopoles de cobre para líneas subterráneas de M.T, utilizados en las redes del sistema eléctrico operado por Air-e S.A. E.S.P. en Colombia.

2. Alcance

Es de aplicación en los proyectos de redes aéreas que pertenecen a los niveles de tensión de 13,2 kV y 34,5 kV en el área de influencia de Air-e S.A. E.S.P.

En adelante a este tipo de conductores aislados de cobre para líneas subterráneas de M.T. se les denominará conductores aislados de cobre.

En la tabla 1 se indican los productos a los que se aplica la presente especificación.

Tabla 1. Productos Especificados

Código	Descripción
459 997	Cable cobre monopolar 15kV 350MCM
459 996	Cable cobre monopolar 15kV 500MCM
464 217	Cable cobre monopolar 15kV 750MCM
335 810	Cable cobre monopolar 35kV 500MCM
465 173	Cable cobre monopolar 35kV 750MCM

Nota: Nivel de aislamiento del 100%

3. Ámbito de aplicación

Los conductores aislados serán instalados en el sistema de distribución operado por Air-e S.A. E.S.P. bajo las condiciones de servicio que se detallan en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Condiciones Ambientales

Altura sobre el nivel del mar (msnm)	0 – 1.000
Ambiente tropical salino	altamente contaminado Nivel IV
Humedad relativa Máxima / Promedio (%)	100 / 95
Temperaturas: Mínima / Promedio / Máxima (°C)	15 / 30 / 44

Tabla 3. Características Eléctricas del Sistema

Sistema Primario de Distribución	
Tensiones nominales de línea (V)	13.200 – 34.500
Número de fases	2 - 3
Conexión en la Subestación Eléctrica	Y aterrizada
Frecuencia (Hz)	60

4. Documentos de referencia

NTC 2186-1	Cables con neutro concéntrico con tensión nominal de 5 kV hasta 46 kV. ICEA S-94-649:2004
NTC 2186-2	Cables de potencia apantallados desde 5 kV hasta 46 kV para uso en transmisión y distribución de energía eléctrica.
NTC 359	Alambre de cobre blando o recocido. ASTM B3: 2013
NTC 307	Conductores de cobre duro, semiduro o blando, cableado concéntrico. ASTM B 8: 2011
NTC 469	Método de ensayo para la determinación de la resistividad de materiales conductores eléctricos
NTC 5645	Método de ensayo normalizados para cables de potencia, control, instrumentación y cables portátiles para ensayos, con dieléctricos extruido. ICEA T-27-581/NEMA WC 53.
ASTM B 5	Standard specification for high Conductivity Tough-Pitch Copper Refinery Shapes
ASTM G152	Standard practice for operating open flame carbon arc light apparatus for exposure of nonmetallic materials.

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.

En todo lo que no esté expresamente indicado en esta especificación, rige lo establecido en las normas ANSI y ASTM correspondientes.

5. Requisitos técnicos

5.1. Generalidades

Los conductores aislados de cobre deben cumplir lo dispuesto en las normas indicadas en el numeral 4 y cumplir su función en las condiciones de servicio indicadas en el numeral 3.

5.2. Materiales

El fabricante o proveedor debe especificar los materiales empleados para la fabricación de los conductores aislados de cobre, los cuales deben cumplir con lo especificado en las normas correspondientes indicadas en el numeral 4.

Los materiales empleados en la fabricación de los conductores aislados de cobre estarán formados por alambres de cobre suave compactado, con una conductividad mínima del 100% según la IACS (International Annealed Cooper Standard, Estándar Internacional de Cobre no Aleado), según la NTC 359 y la composición será cobre de una pureza nunca inferior al 99,85%.

El aislamiento de los conductores aislados de cobre. será de polietileno reticulado (XLPE) o polietileno reticulado retardante a la arborescencia (TRXLPE), válido para una temperatura de servicio del conductor de 90°C en servicio normal, y de 250°C para cortocircuito de duración máxima de 5 segundos.

El cable contará con una pantalla o blindaje de hilos de cobre blando.

El calibre mínimo de los alambres de la pantalla será:

- # 14 AWG para conductores 350 MCM
- # 12 AWG para conductores 500 MCM
- # 10 AWG para conductores 750 MCM

El material de la cubierta exterior debe ser auto-extinguible a la llama. La cubierta exterior de los conductores aislados de media tensión será resistente a la exposición de los rayos UV y los ensayos de exposición deben estar de acuerdo con las normas ASTM G152. La cubierta será resistente a la luz solar si después de 720 horas de exposición se conservan las características de elongación y de tracción en más del 80% de sus valores iniciales. No debe existir pérdida de sus propiedades físicas y mecánicas en el tiempo debido a los rayos UV.

El espesor mínimo de la cubierta estará de acuerdo a lo establecido en la norma NTC 2186-1, "Tabla 7.11 Espesor y tensión de ensayo de la chaqueta sobrepuesta". El pelado de la cubierta exterior y su separación de la pantalla se podrá realizar de forma sencilla, sin causar ningún daño a los hilos de cobre de la pantalla.

5.3. Diseño y construcción

El conductor debe ser de la calidad suficiente para cumplir los requerimientos de composición química, propiedades mecánicas, propiedades eléctricas y dimensionales señaladas en esta especificación.

Estos conductores serán fabricados con un hilo central arrollado de una o más capas de hilos arrollados helicoidalmente.

El conductor será compactado de acuerdo con la norma NTC 2186-1.

Las soldaduras realizadas en los conductores estarán de acuerdo a lo establecido en el apartado 4 de la norma NTC 307.

El arrollamiento de las diferentes capas de los alambres deberá estar de acuerdo a lo establecido en el apartado 5 de la norma NTC 307.

Los cables serán obturados longitudinal y transversalmente, es decir, al tiempo que se cableen las capas del conductor se introducirán unos hilos que se hinchen cuando entre agua impidiendo que el conductor se llene de agua. No se admite el uso de los polvos higroscópicos para este fin.

El obturador tendrá una resistencia a la penetración longitudinal al agua superior a 5 psi y se debe cumplir con los requisitos de las normas ICEA T-32-645, para garantizar la compatibilidad de la pantalla y con ICEA T-31-610 para determinar la resistencia.

El proceso de fabricación será por triple extrusión simultánea en cabezal triple y protección a la penetración del agua.

Los conductores estarán aislados con un nivel de tensión adecuado al voltaje para el que estén diseñados. Para ello el aislamiento del conductor dispondrá de varias capas:

- Capa semiconductor sobre el material conductor.
- Aislamiento
- Capa semiconductor sobre el aislamiento
- Cubierta.

El espesor del aislamiento estará de acuerdo a lo establecido en la tabla 310-64 de la norma NTC 2050, con un nivel de aislamiento del 100%. El espesor no será inferior a 4.45 mm para los cables de 15 kV y no será inferior a 8,76 mm para los cables de 35 kV.

El cable contará con una pantalla de cobre que hará las funciones de neutro. Será de cobre blando. Se dimensionará correctamente, teniendo en cuenta que el uso previsto para los conductores 750 MCM, 500 MCM y 350 MCM es en líneas trifásicas.

La pantalla de aislamiento (capa semiconductor) debe ser de un material semiconductor extruido, compatible con todos los componentes del cable con los que está en contacto. El material de la pantalla debe ser semiconductor negro termoestable (reticulado).

Las características dimensionales diámetros, áreas y masas de los conductores de cobre, se ajustarán a lo establecido en la tabla 3 de la Norma NTC 307.

5.3.1. Características dimensionales

5.3.1.1. Conductor

El conductor cumplirá con las características dimensionales especificadas en la norma NTC 307. En la tabla 4 se resumen las principales características dimensionales de los conductores:

Tabla 4. Características Dimensionales del Conductor

Características Dimensionales			
Conductor	750 MCM	500 MCM	350 MCM
Sección (mm ²)	380	253	177
Diámetro (mm)	25,349	20,650	17,297
ALAMBRES			
Nº alambres	61	37	37
Diámetro hilo (mm)	2,817	2,951	2,471
Nº de capas	4	3	3
Clase de Cobre	B	B	B

La variación en el área de la sección no debe ser nunca inferior al 98% del área especificada. Las tolerancias permitidas en cuanto al diámetro medio del conductor serán del +4% / -2%.

Las características dimensionales de los alambres de cobre se ajustarán a lo indicado en la Norma NTC 307.

5.3.1.2. Aislamiento

El aislamiento de los conductores aislados de cobre para líneas subterráneas de M.T. será de polietileno reticulado (XLPE) o polietileno reticulado retardante a la arborescencia (TRXLPE), válido para una temperatura de servicio del conductor de 90°C en servicio normal, y de 250°C para cortocircuito de duración máxima de 5 segundos.

El espesor del aislamiento estará de acuerdo a lo establecido en la Tabla 4-7 de la norma NTC 2186, con un nivel de aislamiento del 100% como se indica en la tabla 5.

Tabla 5. Características Dimensionales, eléctricas y físicas del Aislamiento

Características Del Aislamiento		
Tensiones (kV)	15	35
Nivel de aislamiento	100%	100%
Espesor aislamiento (mm)	4,45	8,76
Resistencia a la tensión, mínima MPa (psi)	12,5 (1.800)	
% mínimo de elongación a la rotura	250	
Envejecimiento después de prueba en horno de circulación de aire durante 168 h		
Temperatura de envejecimiento °C	121	
Resistencia a la tensión, % mínimo del valor sin envejecimiento	75	
Elongación, % mínimo del valor sin envejecimiento	75	
Cedencia gradual por calor a 150 °C +/- 2°C, cable con relleno		
% máximo de elongación	100 (Con relleno) 175 (Sin relleno)	
% máximo deformación remanente	5 (Con relleno) 10(Sin relleno)	

5.3.1.3. Pantalla de Aislamiento Extruida (capa semiconductor)

Los requisitos de espesor de la pantalla de aislamiento extruida se detallan en la tabla 6 y de acuerdo a la tabla 5.1 de la norma NTC 2186-1.

Tabla 6. Características Dimensionales de la pantalla de aislamiento

Calibre del conductor AWG o Kcmil (mm²)	Espesor mínimo sobre conductor (mm)	Espesor mínimo sobre aislamiento - 15 kV (mm)	Espesor mínimo sobre aislamiento - 35 kV (mm)
350	0,41	0,76	-
500	0,41	1,02	1,02
750	0,51	1,02	1,02

Tabla 7. Características de la pantalla de aislamiento extruida. Diseños libres de descarga

Características Material Termoestable	
Envejecimiento después de ensayo en horno durante 168 h a 121 °C ± 1 °C (aislamientos clasificados para 90 °C)	
Elongación a la rotura: mínimo %	100
Temperatura de fragilidad no superior a °C	-25

5.3.1.4. Neutro concéntrico

El neutro concéntrico estará conformada por alambres de cobre blando; para el dimensionamiento de la pantalla se tendrá en cuenta el apartado 6.4.3 de la norma NTC 2186-1 y el uso previsto para los conductores 750 MCM, 500 MCM, 350 MCM.

El calibre mínimo de los alambres de la pantalla será:

- # 14 AWG para conductores 350 MCM
- # 12 AWG para conductores 500 MCM
- # 10 AWG para conductores 750 MCM

La sección total de la pantalla será equivalente eléctricamente a la tercera parte de la sección eléctrica del conductor para las medidas 750 MCM, 500 MCM y 350 MCM.

Los requisitos de resistividad, tracción y elongación de los hilos de cobre de la pantalla deberán cumplir los requisitos de la norma NTC 359. En todo caso, la resistividad eléctrica a 20 °C no debe exceder de 0,15328 $\Omega \cdot g/m^2$. (0.017241 $\Omega \cdot mm^2/m$)

La pantalla concéntrica será de hilos de cobre, arrollados helicoidalmente, con contra espira de cobre que garantice la sujeción de la pantalla frente a los esfuerzos electrodinámicos.

Las posibles variaciones del número total de hilos de cobre y su sección, se establecen en la siguiente tabla.

Tabla 8. Características Dimensionales de la Pantalla

Especificación Hilos de la pantalla			
	750 MCM	500 MCM	350 MCM
Nº de Hilos	25	17	18
Área Nominal (kcmil)	10,38	10,38	6,53
Sección (AWG)	10	10	12

Se aceptan configuraciones de pantalla diferentes a las especificadas en la Tabla 8, siempre y cuando se cumpla el requerimiento de la sección eléctrica total de la pantalla y los hilos estén dispuestos de manera homogénea y ordenada, sin compromiso de la integridad de los otros componentes del cable, como semiconductor, aislamiento y chaqueta.

Se instalará un sistema de protección contra la penetración de agua en la pantalla constituido por una cinta higroscópica que garantice la estanqueidad longitudinal del cable. No se admitirán para realizar dicha función polvos higroscópicos sin soporte ni hilos. La resistencia a la penetración longitudinal de agua debe determinarse de acuerdo con la norma ICEA T-34-664 y debe cumplir un requisito mínimo de 5 psig.

5.3.1.5. Cubierta exterior

La cubierta exterior debe ser de un compuesto de cloruro de polivinilo negro, termoplástico, adecuado para exposición a la luz solar.

La conformación del cable debe ser tal que la parte interna de la cubierta del conductor debe quedar embebida sobre los conductores de neutro, sirviendo de separador al cable concéntrico y así evitar que los hilos de este cable se deformen en el proceso de instalación debido a los esfuerzos mecánicos producidos en la maniobra de tendido.

En cualquier caso, los espesores mínimos en milímetros de la cubierta exterior serán los siguientes:

Tabla 9. Espesores mínimos de la cubierta exterior

Diámetro mínimo calculado sobre el neutro concéntrico. mm	Espesor de la chaqueta extruida para relleno	
	Mínimo en un punto	Máximo en un punto
	mm	mm
0 – 38,10	1,14	2,03
38,13 y mayor	1,78	3,05

La cubierta debe cumplir con la tabla 7-6 de la norma NTC 2186-1.

Tabla 10. Características de la Cubierta Exterior

Características de la Cubierta	
Material	Cloruro de polivinilo (PVC)
Resistencia mínima a la tracción sin envejecimiento (Mpa)	>10,3
% mínimo de elongación a la rotura sin envejecimiento	100
Requisitos de envejecimiento, después de envejecimiento en horno de aire a 100°C ± 1°C durante 120 h	
Resistencia a la tracción, % mínimo del valor sin envejecimiento	85
Elongación mínima, % de valor sin envejecimiento	60
Requisitos de envejecimiento, después de ensayo de inmersión en aceite a 70°C ± 1°C durante 4 h	
Resistencia a la tracción, % mínimo del valor sin envejecimiento	80
Elongación mínima, % de valor sin envejecimiento	60
Distorsión por calor a 121°C ± 1°C, % máximo	50
Choque térmico a 121°C ± 1°C	Sin grietas
Doblado en frío a -35°C	Sin grietas

Los diámetros exteriores relacionados en la tabla 11 son de carácter informativo o referencia:

Tabla 11. Diámetro Total y Radio de Curvatura

Diámetro Total del Cable (mm)			
	750 MCM	500 MCM	350 MCM
15 kV	40,20	35,80	35,20
35 kV	55,40	38,20	

El radio mínimo de curvatura al cual los cables aislados se pueden doblar para el tendido permanente durante la instalación es de ocho veces el diámetro general de un solo cable conductor. Este límite no se puede aplicar a codos de Conduit, poleas, u otras superficies curvadas alrededor de las cuales el cable se pueda halar bajo tracción mientras se instala, debido a los límites de presión de soporte lateral del cable. El radio mínimo de curvatura hace referencia a la curvatura del cable, no al eje de éste (Anexo E NTC 2186-1).

5.3.2. Características Mecánicas

Las características mecánicas de los conductores de cobre aislados de media tensión se ajustarán a lo establecido en la Norma NTC 307, cuyos principales valores están indicados en la tabla 12.

**Tabla 12. Características Mecánicas de los
Conductores de Cobre**

Conductor Cobre	750 MCM	500 MCM	350 MCM
Densidad a 20°C (g/cm ³)	8,89		
Diámetro alambre de cobre (mm)	2,817	2,951	2,471
Conductor Completo			
Masa (kg/km)	3 447	2 298	1 609

Para los calibres de conductor de la pantalla, se deben cumplir los requerimientos de la siguiente tabla:

Tabla 14. Características del alambre de la pantalla

Calibre alambre Cu	Área a 20°C (mm²)	Diámetro (mm)	Elongación min, % en 254 mm
No 14 AWG	2,08	1,630	25
No 12 AWG	3,31	2,052	25
No 10 AWG	5,26	2,588	25

Se determina la elongación del alambre a partir del incremento permanente en longitud debido a su rotura del alambre, medido entre marcas colocadas originalmente a una distancia de 254 mm sobre el espécimen de ensayo.

5.3.3. Características Eléctricas

De acuerdo con la norma NTC 2186-1, la resistencia en corriente directa (d.c.) de los conductores de cobre, no se deben superar los valores indicados en la tabla 15.

Tabla 15. Características Eléctricas de los conductores de cobre y de la pantalla

Características Eléctricas del conductor de cobre			
Conductor	750 MCM	500 MCM	350 MCM
Resistencia eléctrica nominal en c.d. a 25°C (mΩ/m) para todo el conductor.	0,048 5	0,072 8	0,105
Resistividad volumétrica pantalla semiconductor extruida a máxima temperatura de operación normal y temperatura de operación de emergencia (Ω-m)	< 1.000		
Constante resistencia de aislamiento a 15,6°C (Mohm-km)	6.100		
Constante dieléctrica del aislamiento (máximo)	3,5		
Factor de disipación a temperatura ambiente del aislamiento (%)	0,1 para XLPE	0,5 para TRXLPE	

5.4. Ensayos

Los conductores aislados deberán estar certificados con las normas referenciadas en el apartado 4 de este documento. El fabricante deberá especificar la norma que aplico para un ensayo específico. Air-e S.A. E.S.P. se reserva el derecho de requerir la ejecución de las pruebas que se relacionan a continuación para sus procesos de recepción y de homologación del producto, en cuyo caso el fabricante deberá disponer en el laboratorio de una versión escrita de la norma que aplica para cada ensayo.

Todos los ensayos de recepción se efectuarán en los laboratorios del fabricante. Al terminar los ensayos individuales en fábrica, se remitirán a Air-e S.A. E.S.P. los protocolos de ensayos correspondientes a cada una de las unidades. Tras recibir los protocolos correspondientes al pedido, Air-e S.A. E.S.P. se reserva el derecho de seleccionar una muestra. Además de, si lo considera necesario, realizar los ensayos muestrales en los laboratorios del fabricante.

El fabricante de los conductores de cobre desnudo avisará con 15 días de antelación al inspector de Air-e S.A. E.S.P. la fecha de realización de los ensayos de muestreo para que se realicen en presencia de éste.

Air-e S.A. E.S.P. podrá declinar la realización de estos ensayos para que sea el propio fabricante el que los realice con la consiguiente entrega de resultados.

Los equipos de medida deben estar debidamente calibrados y etiquetados por una entidad externa acreditada o bien por medio de un equipo patrón calibrado por una entidad externa acreditada. El laboratorio dispondrá de un plan de calibraciones en el que se detalle claramente la fecha de revisión de cada uno de los equipos

5.4.1. Ensayos de Recepción.

Los conductores aislados deberán satisfacer los ensayos de rutina que se establecen en la Norma NTC 2186-1 y en la norma NTC 5645.

- Ensayo de Tensión de c.d.
- Descargas parciales.
- Resistencia c.c. del conductor. Realizar según el apartado 2.1 de la norma NTC 5645.
- Resistencia de la pantalla. Según el apartado 6.1 de la norma NTC 2186-1.
- Factor de disipación (DF), capacitancia (C) y constante dieléctrica. Según numeral 2.4 de la NTC5645.
- Control dimensional de los alambres y del cable. Se calcula con el procedimiento establecido en la sección 3 de la norma NTC 5645.
- Peso del conductor. El peso del conductor se realizará en una báscula de precisión que será calibrada y contrastada periódicamente y cuantas veces lo exija Air-e S.A. E.S.P.

El pesado del conductor se realizará pesando primero la bobina vacía y posteriormente la bobina con su conductor. La diferencia entre las dos pesadas dará el peso real del conductor. Dividiendo el peso real del conductor por su longitud se obtiene el peso por metro, el cual deberá de coincidir con el teórico del conductor con una tolerancia de $\pm 2\%$.
- Inspección de irregularidades en la chaqueta. (Fabrica, Recepción). Realizar según el apartado 4.8 de la norma NTC 5645.

El tamaño de la muestra para los ensayos estará de acuerdo con lo indicado en las normas NTC 2186-1 y NTC 5645.

El fabricante, en los casos de rechazo de un lote, tendrá la opción de ensayar cada bobina y presentar a una nueva recepción aquellas que hayan cumplido los requisitos para su aceptación.

5.4.2. Ensayos de fabricación.

Los siguientes ensayos se deben realizar en fabrica a la totalidad del lote de despacho:

- Ensayo de Tensión de c.d. Según 5.4.1
- Descargas parciales. Según 5.4.1.
- Resistencia c.c. del conductor. Según 5.4.1.
- Inspección de irregularidades en la chaqueta. Según 5.4.1.

6. Identificación y marcado

Sobre la cara externa de cada tapa de la bobina deberá marcarse, mediante plantilla y con pintura que contraste con el color del fondo, las siguientes características:

- Peso neto de la bobina (sin conductor).
- Peso del conductor en kg
- Longitud del conductor en metros
- Calibre del conductor
- Tipo de conductor.
- Flecha indicadora del desenrollado.
- Nombre del fabricante y lote de fabricación.
- Nombre de Air-e S.A. E.S.P., número de pedido y destino.

Cualquier marca o identificación se mantendrá inalterable ante la acción de los agentes ambientales (agua, humedad, temperatura, contaminación, etc.).

Sobre la capa protectora de la cubierta deberá marcarse de forma indeleble y legible los siguientes datos:

- Fabricante.
- Designación completa del cable.
- Tensión de servicio.
- Nivel de aislamiento.
- Año de fabricación (por medio de las dos últimas cifras).
- Nombre de Air-e S.A. E.S.P., según el destino del cable
- Sección del conductor.
- Marcación numérica de cada metro de longitud.
- Código de material de Air-e S.A. E.S.P.
- Código de Trazabilidad del fabricante.

Todas las marcas se repetirán a intervalos que no excedan un metro.

La marcación podrá ser realizada en alto relieve sobre la cubierta o por medio de impresión térmica de tinta tipo cliché sin que altere las dimensiones del espesor de la cubierta, igualmente, se acepta la marca en bajo relieve, siempre y cuando no se reduzca el espesor de la chaqueta.

Cualquier marca o identificación se mantendrá inalterable ante la acción de los agentes ambientales (agua, humedad, temperatura, contaminación, etc.).

7. Documentación

7.1. Alcance de la oferta

Con la entrega de la oferta el fabricante acompañará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los conductores aislados de cobre a suministrar, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Ficha técnica de la oferta completamente diligenciada con las características garantizadas por el fabricante.
- Catálogo comercial de los conductores, que muestren en detalle las características del mismo.
- Planos descriptivos de los conductores aislados con las características eléctricas, mecánicas y dimensionales.
- Si aplican condiciones especiales de almacenamiento, instalación o uso, el oferente deberá explicitarlo claramente en la oferta.
- Lista de excepciones a la presente especificación en un documento denominado "Lista de Excepciones". La ausencia de esta lista de excepciones implica que el ofertante se acoge totalmente a la presente especificación aun cuando las características disconformes hayan sido relacionadas en otros documentos.
- Fotocopias de los certificados de Gestión de la calidad ISO 9001-2000, sistema de gestión ambiental ISO 14001, certificado de conformidad de producto con el RETIE.
- Air-e se reserva el derecho de solicitar muestras del cable ofertado o muestras de algunas de las capas por separado del cable ofertado.

7.2. Alcance del suministro

7.2.1. Material

Conductor aislado para media tensión y bobina según la presente especificación, incluido transporte, cargue y descargue hasta los almacenes de Air-e S.A. E.S.P. La bobina podrá ser recuperada por el fabricante una vez utilizado el conductor.

7.2.2. Documentación

Dentro del alcance del suministro queda incluida la documentación técnica correspondiente al material a suministrar, incluida la siguiente:

Declaración de conformidad del fabricante y/o certificado de conformidad emitido por un organismo acreditado, según procedimiento de evaluación de la conformidad de los materiales exigido por el RETIE.

- Registro de trazabilidad incluyendo:
 - Referencia de pedido de Air-e S.A. E.S.P.
 - Descripción básica del producto suministrado.
 - Número del lote de producción.
 - Número de unidades del lote que incluye el pedido.
 - Punto (s) de entrega de los conductores.
- Copias de los ensayos realizados a los conductores aislados para media tensión.
- Instrucciones de manipulación.
- Instrucciones de almacenamiento.
- Manual de instalación.
- Longitud máxima de cable por carrete.

7.2.3. Capacitaciones periódicas.

En el alcance del suministro queda incluida la realización de capacitaciones periódicas, al menos anual, al personal de Air-e que cubra los siguientes aspectos:

- Almacenamiento del material.
- Traslado y manipulación del cable.
- Tendido del cable subterráneo.

7.2.4. Ensayos

Dentro del alcance del suministro quedan incluidos los ensayos de recepción establecidos en el apartado 5.4 del presente documento.

8. Homologación de proveedores y aceptación del producto

Para poder suministrar los productos amparados por esta especificación, el proveedor deberá estar homologado para ello por Air-e S.A. E.S.P. Así mismo, el producto debe haber sido aceptado por Air-e S.A. E.S.P.

Para la aprobación del producto y previamente a la homologación del proveedor deberá entregarse a Air-e S.A. E.S.P. como mínimo la siguiente documentación:

- Planos y material gráfico incluyendo detalles constructivos y cotas necesarias para los ensayos de fabricación con dimensiones.
- Certificación del material de fabricación.
- Descripción del proceso de fabricación.
- Descripción del sistema de inspección y pruebas.

- Procedimientos de pruebas y ensayos.
- Procedimientos de protección exterior.
- Certificado del sistema de gestión de la calidad del fabricante, si lo tuviese.

En el caso de producirse alguna modificación, actualización o revisión de la documentación citada, ésta será sometida a consideración de Air-e S.A. E.S.P.

8.1. Requisitos y ensayos de homologación del producto:

Air-e S.A. E.S.P. podrá solicitar, si así lo decidiese, la realización de ensayos tipo, según el apartado 5.4, en laboratorios oficiales con equipos de laboratorios certificados y debidamente calibrados, lo mismo que una muestra del cable de un metro de longitud.

En el caso de ligeras variantes entre el producto a homologar y el ensayado, Air-e S.A. E.S.P. verificará si los ensayos son válidos o, por el contrario, será necesaria la realización de nuevos ensayos.

Del mismo modo, Air-e S.A. E.S.P. podrá solicitar la repetición parcial o total de ensayos en aquellos casos en los que se verifiquen cambios en el producto o proceso de producción entre el producto actual y el que se le aplicaron los ensayos.

9. Homologación de centro de producción

La visita de inspección del centro de producción será, por lo general, un requisito indispensable para la homologación del producto-centro de producción. En el caso de que sea un centro de producción en que se fabriquen otros productos ya homologados, quedará a criterio de Air-e S.A. E.S.P. la necesidad de realizar la visita de inspección para el proceso de homologación de los nuevos productos.

El centro de producción tendrá que disponer de un sistema de gestión de la calidad certificado conforme a la norma ISO 9001 y un sistema de gestión medioambiental certificado conforme a la ISO 14001. Estos certificados deben incluir en su alcance el diseño y fabricación del producto a homologar.

9.1. Inspección del proceso productivo

Se verificará la capacidad de producción en base a las instalaciones, turnos de trabajo, medios de producción, nivel de tecnología, capacitación del personal, etc.

El centro de producción deberá tener redundancias o sistemas especiales para asegurar una alimentación eléctrica ininterrumpida en los procesos de extrusión.

Se inspeccionarán las siguientes fases del proceso productivo:

- Fabricación del alambroón del cobre. Este proceso puede ser realizado en el propio centro de producción o por un subproveedor. En cualquier caso, sobre los alambrones se deberá establecer un control en características, resistencia eléctrica y diámetro.

- Proceso de trefilado del conductor. Debe establecerse un control de los diámetros de entrada (por tipo de alambre) y de salida, así como el aspecto superficial. También deberá existir en el sistema de refrigeración un control de temperatura del hilo conductor. El número de trefiladoras y su alcance de trefilado ha de posibilitar la obtención de la sección de conductor y pantalla especificados.
- Cableado del conductor. Se revisará que el número máximo de hilos por conductor y las secciones de los mismos que puede asumir la cableadora es suficiente para los cables a homologar. En esta fase se ha de poder incluir el hilo o cinta obturadora al mismo tiempo que el proceso de cableado. Deberá haber en la salida de la cableadora controles de diámetro de salida del conductor, paso y sentido del cableado, aspecto y acabado superficial, número de hilos, peso y resistencia del conductor. Dentro de la longitud de cada bobina, no deberá haber ningún tipo de empalme para la continuidad del conductor.
- Procesos de triple extrusión simultánea de semiconductora interna, aislamiento principal y semiconductora externa. Las máquinas extrusoras deberán estar en perfecto estado. Deberá tener el control en todo momento de la velocidad, presión y temperatura. La aportación del polímero para la extrusión se deberá realizar por aspiración desde una cámara limpia (con medidas especiales para asegurar la pureza del material de aislamiento).

Entre dichas medidas, se valorará positivamente la existencia de filtros magnéticos aplicados sobre el polímero para evitar impurezas metálicas.

Los tubos de vulcanización deberán estar bajo atmósfera de N₂, no admitiéndose atmósferas de vapor de agua ni de xilanos. En el tubo, deberá estar controlada la posición del conductor. Deberá controlarse de forma adecuada la excentricidad del conductor, diámetros y espesor del aislamiento. Será necesario que se efectúe un alargamiento en caliente del aislamiento, al menos, una vez al día.

- Proceso de desgasificación. Para garantizar la desgasificación completa del cable antes de la extrusión de la cubierta, las bobinas deberán permanecer almacenadas, debidamente protegidas y durante el tiempo necesario. Debe haber un control establecido sobre el tiempo y condiciones de desgasificación del cable.
- Cableado de pantallas. Se deberá controlar que el número de hilos máximo de pantalla de las cableadoras y las secciones de los mismos son suficientes para los cables a homologar. Durante el proceso se deberá controlar el número de hilos y la resistencia de la pantalla. Esta cableadora deberá disponer de la posibilidad de controlar el paso de hélice y sentido de la contraespira de la pantalla resultante. La continuidad de los finales de hilo se realizará por soldadura a tope.
- Obturación longitudinal de pantalla. Se precisa en el cableado de pantallas, o en una etapa posterior a esta, un proceso automático de encintado de obturación longitudinal. Deberá existir un control en el paso y grado de solape de la misma.
- Extrusión de la cubierta. Las extrusoras deben estar en perfecto estado. Durante el proceso, se deberá controlar la velocidad, temperatura, espesor, así como su aislamiento por medio de un sistema "spark test" en la misma línea.
- Proceso de reunido de los cables unipolares para cuando aplica. Disponibilidad de la máquina trenzadora y control del proceso.

- Ensayos finales de laboratorio. Comprobación de procedimientos de ensayo conforme a norma NTC 5645 citada en la presente especificación. Capacidad de elaborar todos los ensayos de rutina, muestra y recepción conforme a la especificación de adquisición vigente asociada. Cualificación del personal. Para minimizar el ruido de fondo, el laboratorio deberá estar provisto de una jaula de Faraday para efectuar en ella la medida de descargas parciales.
- Almacenamiento del producto intermedio y terminado. Verificación del embalaje para transporte y documentación que lo acompaña. Se precisará que el embalaje de la bobina esté provisto de protección mecánica adecuada sobre el cable.
- En todo momento, se verificará la acreditación del personal y nivel de avance tecnológico en cada una de las fases de producción.

En todo el proceso productivo, el producto vendrá acompañado por una hoja de seguimiento de los procesos que ha pasado con un distintivo de conformidad del responsable de cada proceso. Esta hoja deberá recoger las incidencias u observaciones recogidas en cada caso.

9.2. Inspección de los procesos de calidad

Se inspeccionarán los siguientes procesos:

- Seguimiento de la trazabilidad del producto. Será obligatorio demostrar esta trazabilidad y tenerla a partir de la materia prima y de todo el proceso productivo.
- Procesos de control de calidad y almacenamiento de materias primas y productos intermedios.
- Procedimiento de calificación y lista de proveedores aceptados.
- Listado de procedimientos de trabajo. Disponibilidad y aplicación de los procedimientos o instrucciones técnicas en cada puesto de la línea de producción. Procedimiento de almacenaje y manipulación del producto terminado
- Registro, tratamiento, acciones correctoras y de mejora de las no conformidades
- Revisión y auditoría de ejecución del programa de puntos de inspección. El PPI ha de contener la revisión como mínimo de los aspectos mencionados del proceso de control de materias primas, fabricación, ensayos individuales especificados, preparación para envío, así como los trabajos de tendido, ejecución de accesorios y ensayos en campo. Se fijarán los diferentes puntos de espera y de aviso para todo el proceso. Este PPI será propuesto por el fabricante, aprobado por Air-e S.A. E.S.P. y aplicará a todos los pedidos en los que, en un futuro, el proveedor sea adjudicatario.

9.3. Laboratorio de ensayos

El laboratorio ha de estar provisto de los equipos necesarios para realizar todos los ensayos individuales y de muestra según normas, así como los ensayos de recepción según la presente especificación.

El laboratorio ha de pertenecer a la fábrica y ha de estar situado dentro del centro de producción.

Para cada uno de los ensayos mencionados debe existir un procedimiento interno específico que cumpla con los requisitos de las normas mencionadas en esta especificación.

El nivel de ruido de fondo en el laboratorio permitirá la realización del ensayo de descargas parciales conforme a norma.

Los equipos de medida han de estar debidamente calibrados y etiquetados por una entidad externa acreditada o bien por medio de un equipo patrón calibrado por una entidad externa acreditada. El laboratorio dispondrá de un plan de calibraciones en el que se detalle claramente la fecha de revisión de cada uno de los equipos.

9.4. Almacén

Se verificará el correcto orden y limpieza, etiquetado de los elementos almacenados y con su correcta codificación y trazabilidad. Se deberá ver sobre el producto almacenado la etiqueta o distintivo de aceptación por parte de control de calidad. Del mismo modo, aquellos materiales que son rechazados han de estar marcados y separados en una ubicación determinada.

10. Sistema de Gestión de la calidad por parte del proveedor

El fabricante deberá tener implementado un sistema de gestión de la calidad, que garantice que los conductores aislados de media tensión fabricados cumplen con las normas indicadas.

Air-e S.A. E.S.P. se reserva el derecho de presenciar y supervisar el control de calidad que debe realizar el fabricante, para lo cual éste comunicará a Air-e S.A. E.S.P. con suficiente antelación la fecha, hora y lugar de realización de los controles establecidos, facilitando las tareas de supervisión que se llevarán a cabo.

Air-e S.A. E.S.P. podrá solicitar al fabricante que presente los certificados de materiales que aseguren que el material utilizado se ajusta a lo indicado en esta especificación.

11. Control de productos acabados

11.1. Muestreos

Para cada lote de producción, el fabricante extraerá una muestra sobre la que realizará varios ensayos.

El tamaño de la muestra será máximo del 10%

12. Condiciones de suministro y recepción

Los conductores aislados MT deberán suministrarse en bobinas que lo protejan de daños ocasionados durante el transporte; se deben entregar en los lugares que especifique Air-e S.A. E.S.P., deben estar limpios, libres de suciedades, grasas o de otros agentes contaminantes y de daños ocasionados durante el transporte. El conductor debe quedar totalmente cubierto en la bobina; los conductores no deben sobresalir de los bordes de las caras laterales de las bobinas y las puntas de los conductores estarán debidamente selladas para evitar la penetración de agua. Se prohíbe el uso de duelas de madera.

Cada bobina no deberá llevar más de una sola longitud de conductor.

La longitud de conductor en las bobinas será indicada por Air-e S.A. E.S.P. y tendrá una tolerancia de -0 % / +0,5 %; la longitud total recibida tendrá una tolerancia de -0% / +0,5 % de la longitud total del pedido.

Los tamaños de los embalajes para los conductores serán acordados entre el proveedor y Air-e S.A. E.S.P., respetando los criterios definidos en la norma NTC 2186-1.

Los costos de transporte incluidos carguen y descargue son por cuenta del proveedor.

El envío estará adecuadamente reforzado para su transporte terrestre y marítimo, y para resistir su almacenamiento en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.

Los conductores aislados deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en Colombia, en materia de movimiento de cargas y de acuerdo con los procedimientos y prácticas comerciales normalmente aceptadas y establecidas, para que las unidades no sufran ningún tipo de daño, golpe, deterioro etc.

En la parte exterior del embalaje deberá figurar la referencia del material contenido, así como el número de pedido y nombre del proveedor.

13. Garantía y seguridad de uso

Los requisitos y recomendaciones de la presente especificación no eximen al fabricante/proveedor, de la responsabilidad de un diseño y una construcción adecuados al servicio y uso destinado para este producto.

El fabricante debe suministrar la información relativa al procedimiento de instalación y recomendaciones para proteger los materiales de agentes externos que puedan afectar su desempeño tales como; lluvia, animales, temperaturas elevadas, contaminación, etc.

El fabricante debe indicar las condiciones mínimas de seguridad y prevención de riesgos (advertencias y precauciones) que se deben seguir para garantizar la seguridad del personal y del producto ante una utilización incorrecta del mismo.

14. Medio ambiente

Air-e S.A. E.S.P. de acuerdo con lo expresado en su Política de Gestión Medioambiental, valorará positivamente las acciones encaminadas a minimizar el impacto de sus actividades y las de sus proveedores.

El fabricante deberá tener establecido un sistema de gestión ambiental que asegure el cumplimiento de la legislación vigente en materia ambiental, el control de los recursos consumidos y la correcta gestión de los efluentes y residuos producidos.

Las cubiertas estarán fabricadas, preferentemente, con tecnologías respetuosas con el medio ambiente y con materiales y elementos que permitan ser reutilizados o reciclados al final del ciclo de vida de los mismos. Se suministrarán en embalajes de material reciclado o fácilmente reciclable o reutilizable, que minimicen el uso de nuevos materiales.

15. Relación de anexos

Anexo A. Esquema Conductores Aislados de Cobre.

Anexo B. Ficha Técnica Conductores Aislados de Cobre.

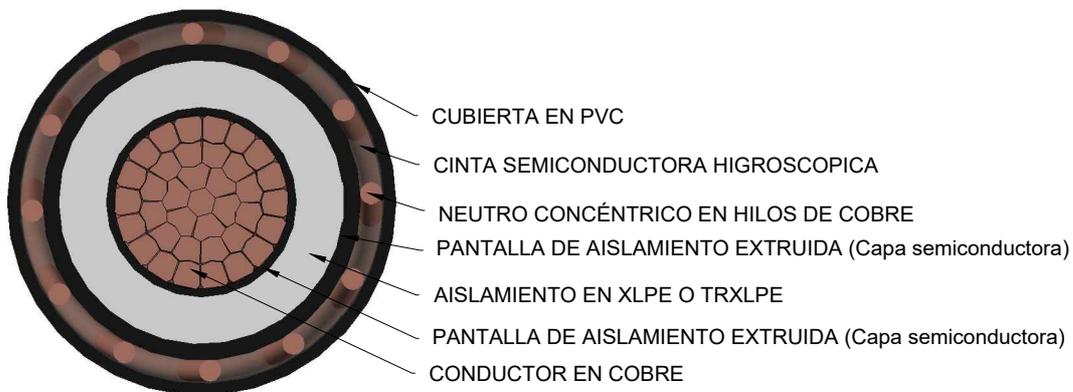
VISTA ISOMÉTRICA



CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DE LOS CONDUCTORES AISLADOS

Codigo	Descripción	Diametro Total Cable Compactado A(mm)	No de Hilos Conductor	Calibre Pantalla (mm)	No de Hilos Pantalla
459 997	350 MCM 15 kV	35,20	37	12	18
459 996	500 MCM 15 kV	35,80	37	10	17
464 217	750 MCM 15 kV	40,20	61	10	25
335 810	500 MCM 35 kV	38,20	37	10	17
465 173	750 MCM 35 kV	55,40	61	10	25

CORTE TRANSVERSAL



1. Ficha Cable cobre monopolar 15 kV 350 MCM

Fabricante:	
Código fabricante:	
Centro de Producción:	

Material	Cable cobre monopolar 15kV 350MCM	
Código:	459 997	
Designación:	Especificado	Ofertado
Norma	NTC 2186-1	

Características constructivas

Material del conductor	Cu	
Tipo de conductor	Compacto	
Tipo de obturación en el conductor		
Tipo de obturación en la pantalla		
Material de la pantalla	Hilos de cobre	
Material de la cubierta	Cloruro Polivinilo PVC	

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Cobre (mm):	2,471	
Diámetro nominal del conductor Compactado (mm):	17,297	
Espesor aislamiento (mm):	4,45	
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,41	
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	0,76	
Espesor de la cubierta (mm):	-	
Número de hilos conductor:	37	
Diámetro máximo total cable (mm):	35,2	
Sección del conductor (mm ²):	177	
Numero de hilos de la pantalla de cobre	18	
Sección pantalla de cobre (AWG/kcmil)	12 / 6,53	
Capacidad transporte conductor ppal/pantalla cobre	1/3	

Características mecánicas

Masa (kg/km):	1.609	
Densidad a 20°C (g/cm ³):	8,89	
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-	

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,105	
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C):	-	
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):		
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):		
Certificación ISO 9001: (SI/NO)	SI	
Certificación conformidad RETIE: (SI/NO)	SI	
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional	

Observación de la especificación: (1) A proporcionar por el fabricante

2. Ficha Cable cobre monopolar 15 kV 500 MCM

Fabricante:	
Código fabricante:	
Centro de Producción:	

Material	Cable cobre monopolar 15kV 500MCM	
Código:	459 996	
Designación:	Especificado	Ofertado
Norma	NTC 2186-1	

Características constructivas

Material del conductor	Cu	
Tipo de conductor	Compacto	
Tipo de obturación en el conductor		
Tipo de obturación en la pantalla		
Material de la pantalla	Hilos de cobre	
Material de la cubierta	Cloruro Polivinilo PVC	

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Cobre (mm):	2,951	
Diámetro nominal del conductor Compactado (mm):	20,65	
Espesor aislante (mm):	4,45	
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,41	
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02	
Espesor de la cubierta (mm):	-	
Número de hilos conductor:	37	
Diámetro máximo total cable (mm):	35,8	
Sección del conductor (mm ²):	353	
Numero de hilos de la pantalla de cobre	17	
Sección pantalla de cobre (AWG/ kcmil)	10 / 10,38	
Capacidad transporte conductor ppal/pantalla cobre	1/3	

Características mecánicas

Masa (kg/km):	2.298	
Densidad a 20°C (g/cm ³):	8,89	
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-	

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,072 8	
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C):	-	
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):		
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):		
Certificación ISO 9001: (SI/NO)	SI	
Certificación conformidad RETIE: (SI/NO)	SI	
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional	

Observación de la especificación: (1) A proporcionar por el fabricante

3. Ficha Cable cobre monopolar 15 kV 750 MCM

Fabricante:	
Código fabricante:	
Centro de Producción:	

Material	Cable cobre monopolar 15kV 750MCM	
Código:	464 217	
Designación:	Especificado	Ofertado
Norma	NTC 2186-1	

Características constructivas

Material del conductor	Cu	
Tipo de conductor	Compacto	
Tipo de obturación en el conductor		
Tipo de obturación en la pantalla		
Material de la pantalla	Hilos de cobre	
Material de la cubierta	Cloruro Polivinilo PVC	

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Cobre (mm):	2,817	
Diámetro nominal del conductor Compactado (mm):	25,349	
Espesor aislante (mm):	4,45	
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,51	
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02	
Espesor de la cubierta (mm):	-	
Número de hilos conductor:	61	
Diámetro máximo total cable (mm):	40,2	
Sección del conductor (mm ²):	380	
Numero de hilos de la pantalla de cobre	25	
Sección pantalla de cobre (AWG/ kcmil)	10/10,38	
Capacidad transporte conductor ppal/pantalla cobre	1/3	

Características mecánicas

Masa (kg/km):	3.447	
Densidad a 20°C (g/cm ³):	8,89	
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-	

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,048 5	
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C):	-	
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):		
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):		
Certificación ISO 9001: (SI/NO)	SI	
Certificación conformidad RETIE: (SI/NO)	SI	
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional	

Observación de la especificación: (1) A proporcionar por el fabricante

4. Ficha Cable cobre monopolar 35 kV 500 MCM

Fabricante:	
Código fabricante:	
Centro de Producción:	

Material	Cable cobre monopolar 35kV 500MCM	
Código:	335 810	
Designación:	Especificado	Ofertado
Norma	NTC 2186-1	

Características constructivas

Material del conductor	Cu	
Tipo de conductor	Compacto	
Tipo de obturación en el conductor		
Tipo de obturación en la pantalla		
Material de la pantalla	Hilos de cobre	
Material de la cubierta	Cloruro Polivinilo PVC	

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Cobre (mm):	2,951	
Diámetro nominal del conductor Compactado (mm):	20,650	
Espesor aislante (mm):	8,76	
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,41	
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02	
Espesor de la cubierta (mm):	-	
Número de hilos conductor:	37	
Diámetro máximo total cable (mm):	38,2	
Sección del conductor (mm ²):	253	
Numero de hilos de la pantalla de cobre	17	
Sección pantalla de cobre (AWG/ kcmil)	10 / 10,38	
Capacidad transporte conductor ppal/pantalla cobre	1/3	

Características mecánicas

Masa (kg/km):	2 298	
Densidad a 20°C (g/cm ³):	8,89	
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-	

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,072 8	
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C):	-	
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):		
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):		
Certificación ISO 9001: (SI/NO)	SI	
Certificación conformidad RETIE: (SI/NO)	SI	
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional	

Observación de la especificación: (1) A proporcionar por el fabricante

5. Ficha Cable cobre monopolar 35 kV 750 MCM

Fabricante:	
Código fabricante:	
Centro de Producción:	

Material	Cable cobre monopolar 35kV 750MCM	
Código:	465 173	
Designación:	Especificado	Ofertado
Norma	NTC 2186-1	

Características constructivas

Material del conductor	Cu	
Tipo de conductor	Compacto	
Tipo de obturación en el conductor		
Tipo de obturación en la pantalla		
Material de la pantalla	Hilos de cobre	
Material de la cubierta	Cloruro Polivinilo PVC	

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Cobre (mm):	2,817	
Diámetro nominal del conductor Compactado (mm):	25,349	
Espesor aislante (mm):	8,76	
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,51	
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02	
Espesor de la cubierta (mm):	-	
Número de hilos conductor:	61	
Diámetro máximo total cable (mm):	55,40	
Sección del conductor (mm ²):	380	
Numero de hilos de la pantalla de cobre	25	
Sección pantalla de cobre (AWG/ kcmil)	10/10,38	
Capacidad transporte conductor ppal/pantalla cobre	1/3	

Características mecánicas

Masa (kg/km):	3 447	
Densidad a 20°C (g/cm ³):	8,89	
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-	

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,048 5	
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C):	-	
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):		
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):		
Certificación ISO 9001: (SI/NO)	SI	
Certificación conformidad RETIE: (SI/NO)	SI	
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional	

Observación de la especificación: (1) A proporcionar por el fabricante

Control de cambios

Edición	Motivo de la edición y/o resumen de cambios
01	Documento nuevo, toma criterios que deben aplicarse para la verificación y aceptación de los conductores aislados de cobre para líneas subterráneas de media tensión. para ser utilizados en los sistemas de distribución de energía eléctrica de Air-e.
02	Se actualiza tabla 9 valores mínimos de espesor de cubierta en un punto; según tabla 7-10 de la NTC 2186-1. Se actualiza apartado 5.2 y 5.3.1.4 calibre mínimo de los alambres de la pantalla; para cada calibre de conductor, según tabla 6-3 de la NTC 2186-1. Se actualiza tabla 14 agregando valores para el calibre No.14 AWG.