

Mayo de 2020

ESPECIFICACIÓN  
TECNICA

CABLES DE ACERO  
RECUBIERTO CON  
ALUMINIO

**CELSIA**

## Especificación / Hoja de datos

### CABLES DE ACERO RECUBIERTOS CON ALUMINIO

Modificaciones respecto a la edición anterior

Siglas de los responsables y fechas de las tres ediciones anteriores						
Ed.	Elaborado	Fecha	Revisado	Fecha	Aprobado	Fecha

Objeto de la edición
<p>Información y comentarios: Especificación nueva para definir las características de los cables de acero recubiertos de aluminio (ALUMOWELD), que se usarán como cable mensajero para las redes aéreas semiaisladas compactas de <b>CELSIA</b>.</p>

Elaborado por: SPARK	Revisado por: AMR	Aprobado por: FJG
Fecha: 10/05/20	Fecha: 10/05/20	Fecha: 10/05/20



## MEMORIA

### ÍNDICE

1. OBJETO
2. ALCANCE
3. REQUISITOS GENERALES
  - 3.1 NORMAS
  - 3.2 CONDICIONES DE SERVICIO
  - 3.3 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE ACERO RECUBIERTO DE ALUMINIO
  - 4.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS
  - 4.2 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES
  - 4.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS
5. ENSAYOS DE RECEPCIÓN
  - 5.1 ENSAYO DE CABLEADO
  - 5.2 ENSAYO DE PROPIEDADES FÍSICAS
  - 5.3 ENSAYO DE ALARGAMIENTO
  - 5.4 ENSAYO DE ALUMINIO
  - 5.5 ENSAYO DE DUCTILIDAD
  - 5.6 ENSAYO DE ADHERENCIA DEL ALUMINIO
6. MARCAS
7. ALCANCE DE LA OFERTA
8. ALCANCE DEL SUMINISTRO
  - 8.1 MATERIAL
  - 8.2 DOCUMENTACIÓN
  - 8.3 ENSAYOS
  - 8.4 CONDICIONES DEL SUMINISTRO

### ANEXOS

Anexo 1: Normas de referencia  
Anexo 2: Fichas técnicas  
Anexo 3: Planos

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Alcance
Tabla 2. Condiciones Ambientales
Tabla 3. Características Eléctricas del Sistema
Tabla 4. Características Constructivas
Tabla 5. Características Dimensionales
Tabla 6. Características Mecánicas
Tabla 7. Tamaños de la Muestra
Tabla 8. Ensayos de Recepción
Tabla 9. Normas de Referencia

## 1. OBJETO

Esta especificación tiene por objeto definir las características que deben cumplir y los ensayos que deben satisfacer los cables de acero recubiertos de aluminio (Alumoweld) normalizados previstos para la utilización en las líneas eléctricas aéreas semiaisladas compactas de 13,2 kV y 34,5 kV de **CELSIA**.

## 2. ALCANCE

La presente especificación tiene por alcance los cables de acero recubiertos de aluminio que se indican en la tabla 1:

**Tabla 1**

<b>Alcance</b>	
<b>Código</b>	<b>Material</b>
10003095	Cable de acero recubierto de aluminio (alumoweld) 7 No.8

### 3. REQUISITOS GENERALES

#### 3.1 NORMAS

Los cables de acero recubierto de aluminio (Alumoweld) incluidos en esta especificación se ajustarán íntegramente a las normas cuya lista se adjunta en el anexo 1 de la presente especificación.

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.

#### 3.2 CONDICIONES DE SERVICIO

Los cables de acero recubiertos de aluminio (Alumoweld) de que trata esta especificación serán instalados en el sistema de distribución de **CELSIA**, bajo las condiciones detalladas en las tablas 2 y 3:

**Tabla 2**

<b>Condiciones Ambientales</b>	
Altura sobre el nivel del mar	0 – 3.000 msnm
Ambiente tropical	Contaminación Normal
Humedad relativa Máxima / Promedio (%)	96 / 90
Temperaturas: Mín. / Prom. / Máxima (°C) de 0 – 1.000 msnm	15 / 26 / 40
Temperaturas: Mín. / Prom. / Máxima (°C) de 1.000 – 2.000 msnm	10 / 20 / 35
Temperaturas: Mín. / Prom. / Máxima (°C) de 2 000 – 3.000 msnm	5 / 15 / 30
Velocidad máxima de viento (km/h)	100
Velocidad máxima promedio de viento (km/h)	60



**Tabla 3**

<b>Características Eléctricas del Sistema</b>	
<b>Sistema Primario de Distribución</b>	
Tensiones nominales de línea (V)	13.200 – 34.500
Número de fases	2 - 3
Conexión en la Subestación Eléctrica	Y con neutro puesto a tierra
Frecuencia (Hz)	60

### 3.3 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

El proveedor deberá demostrar que tiene implementado y funcionando en su fábrica un sistema de Garantía de Calidad con programas y procedimientos documentados en manuales de operación y producción, cumpliendo las siguientes Normas:

NTC ISO 9.001: Sistemas de Gestión de calidad - Modelo de garantía de calidad en diseño, producción, instalación y servicio.

NTC ISO 1.4001: Sistemas de gestión ambiental - Modelo de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación, cumplimiento de la reglamentación ambiental (Opcional).

Certificado de conformidad del producto con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

**CELSIA** se reserva el derecho de verificar los procedimientos y la documentación relativa a la fabricación, y el fabricante se obliga a poner a su disposición estos antecedentes.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE ACERO GALVANIZADO

##### 4.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Los alambres de acero se ajustarán a lo establecido en la norma NTC 330 (ASTM A 510/510 M) *NTC 330, Requisitos generales para alambres y alambre de acero al carbono*.

La capa de aluminio no deberá ser inferior al 10% del radio nominal del cable y su variación no excederá  $\pm 1.5\%$ .

Las características constructivas de los cables de acero recubiertos de aluminio, se adjuntan en la tabla 4:

**Tabla 4**

<b>Características Constructivas 7x8</b>	
Elongación del cable (muestra de 250 mm)	$\leq 1\%$
Masa por unidad de longitud (kg/km)	389.6
Resistencia DC @20 °C ( $\Omega/\text{km}$ )	1,4630
Módulo de elasticidad (kg / mm <sup>2</sup> )	16.200
Coeficiente de rotura (kg)	7.226
Coeficiente lineal de dilatación ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )	$36 \times 10^{-6}$

##### 4.2 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Las características dimensionales de los cables de acero recubiertos de aluminio se ajustarán a las dimensiones establecidas en la norma NTC 2639 (ASTM B416), cuyas principales características se indican en la tabla 5:

**Tabla 5**

<b>Características Dimensionales</b>	
<b>Cable de acero recubierto de aluminio</b>	<b>7x8AWG</b>
Sección (mm <sup>2</sup> )	58.56
Nº alambres	7
Diámetro nominal del alambre (mm)	3.26
Diámetro nominal del cable (mm)	9.78
Sentido del cableado	Izquierda o S
Relación de cableado	≤ 16

La longitud de las bobinas será la indicada por **CELSIA** y tendrá una tolerancia de + 0 % / +0,5 % de la longitud del pedido.

#### 4.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

El diámetro nominal del cable, el peso y la carga mínima de rotura se ajustarán a lo establecido en la norma NTC NTC 2474 (ASTM B415) para cables recubiertos de aluminio cuyas principales características se adjuntan en la tabla 6:

**Tabla 6**

<b>Características Mecánicas</b>	
<b>Cable de acero recubierto de aluminio</b>	<b>7x8AWG</b>
Carga de rotura (daN) / (kg)	≥ 7.086 / 7226
Peso (daN / m) / (kg / m)	0,382 / 0,3896
Módulo de elasticidad (daN / mm <sup>2</sup> ) / (kg/mm <sup>2</sup> )	15.886 / 16.200
Coeficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> )	13*10 <sup>-6</sup>

Las características de ductilidad de los alambres de acero recubierto de aluminio se ajustarán a lo establecido en la norma NTC 3353 (ASTM A370)

## 5. ENSAYOS DE RECEPCIÓN

El fabricante de los cables de acero recubierto de aluminio avisará con quince días de antelación al inspector de **CELSIA** la fecha de realización de los ensayos para que estos se realicen en presencia de los mismos.

**CELSIA** podrá declinar la realización de estos ensayos para que sea el propio fabricante el que los realice con la consiguiente entrega de resultados.

El tamaño de la muestra sobre la que se realizarán los ensayos de recepción dependerá del tamaño del lote y se ajustarán a lo establecido en la norma NTC 2355 (ASTM A 363). El tamaño de los distintos lotes se indica en la tabla 7:

**Tabla 7**

<b>Tamaños de la Muestra</b>	
<b>Tamaño del lote</b>	<b>Nº de muestras</b>
1 - 3	1 de cada carrete
4 - 30	3
Más de 31	4

En los ensayos sobre los alambres de acero se ensayarán cuatro alambres de los siete que constituyen el cable.

La aceptación o rechazo de los lotes se realizará según lo establecido en la norma NTC 2355 (ASTM A 363).

En el caso de no obtener resultados satisfactorios en alguno de los ensayos anteriores se realizará un doble muestreo sobre el mismo carrete. En caso de no obtener resultados en alguno de los dos muestreos se rechazará el lote.

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

Los cables de acero galvanizado deberán satisfacer los ensayos de recepción que establece la norma NTC 2355 (ASTM A 363) y que se indican en la tabla 8:

**Tabla 8**

<b>Ensayos de Recepción</b>	
<b>Ensayo</b>	<b>Referencia (*)</b>
<b>Ensayos sobre el cable</b>	
Cableado	Apdo. 7
Propiedades físicas	Apdo. 9
Alargamiento	Apdo. 10
<b>Ensayos sobre los alambres</b>	
Masa del aluminio	Apdo. 17
Ductilidad del acero	Apdo. 11
Adherencia del aluminio	Apdo. 12
Diámetro	Apdo. 13

(\*) Todas las referencias se refieren a la norma NTC 2639 (ASTM B416)

## 5.1 ENSAYO DE CABLEADO

El ensayo de cableado se ajustará a lo establecido en la norma NTC 2474 (ASTM B415)

La relación de cableado será inferior a 16.

El sentido de cableado de la capa exterior será a izquierdas.

El cableado estará lo suficientemente compactado para asegurar que no se produce una reducción significativa del diámetro cuando se aplique un 10 % de la carga de rotura.

## 5.2 ENSAYO DE PROPIEDADES FÍSICAS

El ensayo de las propiedades físicas se ajustará a lo establecido en la norma NTC 2639 (ASTM B416).

Las dimensiones del cable se ajustarán a lo establecido en el apartado 4.2 de la presente especificación, mientras que la carga de rotura y el peso se ajustarán a lo establecido en el apartado 4.3 de este documento.

## 5.3 ENSAYO DE ALARGAMIENTO

El ensayo de alargamiento se ajustará a lo establecido en la norma NTC 2639 (ASTM B416).

El alargamiento en una muestra de 250 mm será inferior al 1 %.

El alargamiento se definirá como el incremento en la separación entre los dos puntos de amarre del cable en la máquina con la que se hace el ensayo, desde una posición inicial (10 % de la carga de rotura) hasta una posición final (100 % de la carga de rotura del cable).

#### 5.4 ENSAYO DEL RECUBRIMIENTO

El ensayo del recubrimiento de aluminio se ajustará a lo establecido en la norma NTC 3353 (ASTM A370).

#### 5.5 ENSAYO DE DUCTILIDAD

El ensayo de ductilidad se ajustará a lo establecido en la norma NTC 2355 (ASTM A 363).

Este ensayo consiste en enrollar la probeta de alambre sobre un mandril de diámetro igual a tres veces el diámetro del alambre, de manera que forme una hélice mínima de dos espiras sin que se fracture. La probeta se enrollará sobre el mandril con una velocidad uniforme de 15 vueltas por minuto.

#### 5.6 ENSAYO DE ADHERENCIA DEL ALUMINIO

La adherencia del aluminio se ajustará a lo establecido en la norma NTC 3353 (ASTM A370) y NTC 2474 (ASTM B415)

El recubrimiento de aluminio se adherirá al cable quedando liso, sin cáscaras, de modo que no exista desprendimiento de aluminio tras frotar el mismo después de enrollarlo sobre un mandril de tres veces el diámetro del alambre de manera que forme una hélice mínima de dos espiras a una velocidad constante de 15 vueltas por minuto.

## 6. MARCAS

Las marcas y etiquetas que lleven la bobina y el cable serán las establecidas en la norma NTC 2355 (ASTM A 363).

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

- Peso neto del carrete (sin cable).
- Peso del cable.
- Longitud del cable.
- Tamaño del cable
- Tipo de cable.
- Flecha indicadora del desenrollado.
- Nombre del fabricante y lote de fabricación.
- Año de Fabricación (AAAA-MM-DD).

Al final del conductor deberá ir una etiqueta pegada, con las siguientes características:

- Peso neto del carrete (sin cable).
- Peso del cable.
- Longitud del cable.
- Tamaño del cable
- Tipo de cable.

## 7. ALCANCE DE LA OFERTA

El oferente junto con la oferta económica adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los cables de acero galvanizado a suministrar, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Ficha técnica de los cables de acero recubiertos de aluminio, adjunta en el anexo 2 de la presente especificación.
- Lista de excepciones a la presente especificación.
- Fotocopia de certificado de conformidad con el RETIE.
- Fotocopia de certificado de aseguramiento a la calidad ISO 9001
- Fotocopia de certificado del sistema de gestión ambiental NTC ISO 14001.
- Catálogo comercial de los cables de acero galvanizado.



## 8. ALCANCE DEL SUMINISTRO

### 8.1. MATERIAL

Cable de acero galvanizado y bobina según la presente especificación, incluido transporte hasta los almacenes de **CELSIA**. la bobina podrá ser recuperada por el fabricante una vez utilizado el cable.

### 8.2. DOCUMENTACIÓN

Dentro del alcance del suministro queda incluida la documentación técnica correspondiente al material a suministrar.

El oferente, dentro de su propuesta, deberá entregar la siguiente información específica:

- Cronograma estimado para la fabricación, inspección y entrega del cable.
- Manual de garantía de Calidad.
- Registro de trazabilidad incluyendo:
  - Referencia del pedido de **CELSIA**.
  - 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 cables de acero galvanizado
- Copia e informe de los ensayos realizados a los cables.

### 8.3. ENSAYOS

Dentro del alcance del suministro quedan incluidos los ensayos de recepción establecidos en el apartado 5 del presente documento.

### 8.4. CONDICIONES DEL SUMINISTRO

La forma de entrega será la establecida en la norma NTC 2355 (ASTM A 363).

Los cables se suministrarán en bobinas lo suficientemente robustas para soportar las incidencias normales en los procesos de carga, descarga, transporte y manipulación en campo. Las bobinas deben permitir la inspección visual fácil del calibre del cable.

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

La longitud de cable, en cada bobina, será igual a la indicada en el pedido con una tolerancia de -0 % +5 %.

Los tamaños de los embalajes para los cables, serán acordados entre el fabricante y **CELSIA**.

En la parte exterior del embalaje tendrá impresas las señales de aviso necesarias para garantizar que la mercancía se manipule correctamente.

Cada suministro contara con una etiqueta en la que constara:

- Nombre o marca registrada del fabricante
- Cantidad de elementos que contiene el paquete
- Peso unitario y peso total del suministro en kg
- Fecha de fabricación
- Fecha de entrega
- Dirección del destino
- País de origen
- Designación de **CELSIA**.

El proveedor asume los gastos del transporte, incluido el cargue y descargue de los cables, hasta el lugar que indique **CELSIA**.

## ANEXO 1: NORMAS DE REFERENCIA

**Tabla 9**

<b>Normas de Referencia</b>	
<b>Norma</b>	<b>Título</b>
NTC 2474 (ASTM B415)	Alambres de acero recubiertos con aluminio endurecidos por trefilado. (Standard Specification for Hard-Drawn Aluminum-Clad Steel Wire)
NTC 2639 (ASTM B416)	Conductores cableados concéntricos de alambres de acero recubiertos de aluminio. (Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Aluminum-Clad Steel Conductors)
NTC 4262 (ASTM A902)	Terminología relativa a recubrimientos metálicos para productos de acero. (Standard Terminology Relating to Metallic Coated Steel Products)
NTC 3353 (ASTM A370)	Siderurgia. Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero. (Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products)
NTC 6007	Alambres de acero recubiertos de Aluminio para usos eléctricos
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
ISO 9001	Sistema de gestión de la calidad. Requisitos
NTC-ISO 14001	Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso

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

## ANEXO 2: FICHAS TÉCNICAS

## FICHA TÉCNICA DE LA OFERTA

Fabricante:

Código fabricante:

### Material

Designación:

Código:

Cable de acero recubierto de aluminio 7 x 8 AWG

XXX XXX

Especificado

Ofertado

NTC 2474  
(ASTM B415)

### Norma

### Características Constructivas

Sentido de cableado ultima capa:

Relación del cableado:

Paso de cableado:

Tipo de resistencia:

Izquierdas o S

$\leq 16$

Extra

### Características Dimensionales

Diámetro nominal (mm):

Sección (mm<sup>2</sup>):

Diámetro de los alambres (mm):

Nº de alambres:

9.78

58,56

3,264

7

### Características Mecánicas

Carga de rotura del cable (daN):

Modulo de elasticidad del cable (daN/mm<sup>2</sup>):

Coeficiente de dilatación lineal (°C<sup>-1</sup>):

Peso del cable (kg/m):

$\geq 7.086$

15.886

$13 \cdot 10^{-6}$

0,3896

### Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)

Certificación conformidad RETIE: (SI/NO)

Certificación 14001: (SI/NO)

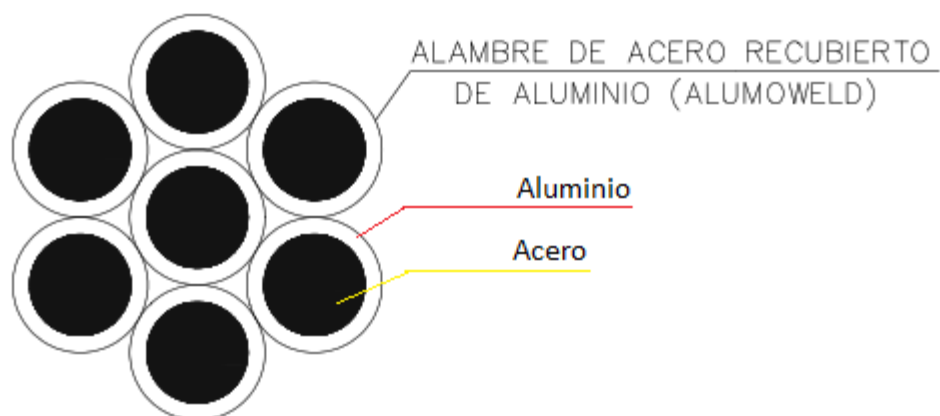
SI

SI

SI

### Observación de la especificación

### ANEXO 3: PLANOS



Cable Alumo Weld 7x8