

NORMA DE DISTRIBUCIÓN

NO-DIS-MA-1503

CONDUCTORES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO

FECHA DE APROBACIÓN: 23/03/10

ÍNDICE

| | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 0.- | REVISIONES | 2 |
| 1.- | OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN..... | 2 |
| 2.- | DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS | 2 |
| 3.- | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS..... | 3 |
| 3.1.- | CARACTERÍSTICAS GENERALES | 3 |
| 3.1.1.- | DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES..... | 4 |
| 3.2.- | CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS | 5 |
| 3.2.1.- | CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS..... | 5 |
| 3.2.2.- | CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS | 5 |
| 3.3.- | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES | 6 |
| 3.3.1.- | MATERIALES | 6 |
| 3.3.2.- | CABLEADO..... | 6 |
| 3.3.3.- | SOLDADURA DE LOS HILOS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO | 7 |
| 4.- | IDENTIFICACIÓN..... | 8 |
| 5.- | ENSAYOS | 8 |
| 5.1.- | ENSAYOS DE TIPO | 8 |
| 5.2.- | ENSAYOS DE RUTINA..... | 8 |
| 5.3.- | ENSAYOS DE RECEPCIÓN | 8 |
| 5.3.1.- | ENSAYOS ELÉCTRICOS | 9 |
| 5.3.1.1.- | MEDIDA DE RESISTENCIA ELÉCTRICA | 9 |
| 5.3.1.2.- | CÁLCULO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA | 9 |
| 5.3.2.- | ENSAYOS NO ELÉCTRICOS..... | 9 |
| 5.3.2.1.- | RESISTENCIA A LA ROTURA DEL CONDUCTOR COMPLETO | 9 |
| 5.3.2.2.- | ENSAYOS SOBRE LOS HILOS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO..... | 10 |
| 5.3.2.3.- | ENSAYOS SOBRE LOS CONDUCTORES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO | 10 |
| 6.- | EMBALAJE PARTICULAR | 11 |
| 7.- | CÓDIGOS UTE..... | 12 |
| 8.- | NORMAS DE REFERENCIA | 13 |
| 9.- | PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS | 14 |
| 10.- | ANEXOS..... | 17 |

0.- REVISIONES

| MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DE FECHA 29/01/09 | |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| APARTADO | DESCRIPCIÓN |
| 5.3.1 | Se agrega 5.3.1.1; se elimina tabla de referencia a norma IEC 208; se incluye fórmula de cálculo de resistencia. Se agrega 5.3.1.2 que indica cálculo de resistividad. |
| 5.3.2.2 | Se elimina tabla de referencia a norma IEC 208; se indica valores y forma de cálculo de resistividad. |
| 5.3.2.2. | Se indican valores de elongación, tracción y diámetros |
| 8 | Se saca de referencia la indicación de norma IEC 208 Se saca de referencia la indicación de norma UNE 21042.78 |

| MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DE FECHA 24/12/03 | |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| APARTADO | DESCRIPCIÓN |
| 5.1 | Se incluyen los ensayos de tipo de carga de rotura y determinación de la curva de tracción –deformación, ambos según la norma IEC 1089, punto 6.5. |

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma tiene por objeto definir las características; establecer los ensayos, e indicar las directrices para elegir la sección de cables desnudos de aleación de aluminio destinados a las líneas eléctricas aéreas.

2.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS

Las siguientes definiciones son utilizadas a lo largo de toda la presente norma.

Conductor de aleación de aluminio

Conductor formado de siete o más hilos del mismo diámetro nominal de aleación de aluminio cableados en capas concéntricas. Cuando el conductor esté compuesto por más de una capa, las capas sucesivas se cablean en direcciones opuestas.

Diámetro

Es la media aritmética de dos medidas tomadas en ángulo recto sobre la misma sección.

Dirección de cableado

La dirección de cableado se define como a la derecha o a la izquierda. En el cableado a la derecha, los hilos se disponen siguiendo la dirección de la parte central de la letra "Z" cuando el conductor es colocado en posición vertical. En el cableado a la izquierda, los hilos se disponen siguiendo la dirección de la parte central de la letra "S" cuando el conductor es colocado en posición vertical.

Relación de cableado

Es el cociente entre la longitud axial de una vuelta de hélice completa formada por un hilo individual y el diámetro exterior de dicha hélice.

Sección nominal de un conductor

Es la suma de las secciones individuales de los hilos de aleación de aluminio que componen el conductor.

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES**

En la Tabla I se fijan los conductores de aleación de aluminio seleccionados.

TABLA I

| DESIGNACIÓN | N° de hilos | SECCIÓN (mm ²) | DIÁMETRO C/HILO (mm) | DIÁMETRO TOTAL | PESO kg/m |
|-------------|-------------|----------------------------|----------------------|----------------|-----------|
| AL-AL 35 | 7 | 35 | 2,54 | 7,63 | 0,096 |
| AL-AL 50 | 7 | 50 | 3,04 | 9,12 | 0,136 |
| AL-AL 70 | 19 | 70 | 2,17 | 10,85 | 0,193 |
| AL-AL 95 | 19 | 95 | 2,52 | 12,6 | 0,261 |
| AL-AL 150 | 37 | 150 | 2,27 | 15,9 | 0,413 |
| AL-AL 300 | 61 | 300 | 2,50 | 22,5 | 0,827 |

3.1.1.- DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES

AUMENTO DE LONGITUD DEBIDO AL CABLEADO

Después de enderezado, cualquier hilo que provenga de una capa determinada de conductor, con excepción del hilo central, será más largo que el conductor, dependiendo la diferencia de la relación de cableado medio de esta capa.

RESISTENCIA ELÉCTRICA

La resistencia eléctrica de una longitud determinada de conductor es la resistencia de la misma longitud de un hilo cualquiera de este conductor multiplicado por el coeficiente correspondiente indicado en la Tabla V.

PESO

El peso de cualquier hilo que provenga de una determinada capa de conductor, con excepción de la central, será mayor que el de una longitud de hilo enderezado, dependiendo esa diferencia de la relación de cableado medio de la capa. Por tanto, el peso total de una determinada longitud de conductor de aleación de aluminio, se obtendrá multiplicando el peso de una longitud de hilo enderezado por el coeficiente correspondiente indicado en la Tabla V.

TABLA V

CONSTANTES DE CABLEADO

| N° de hilos del conductor | CONSTANTE DE CABLEADO | |
|---------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | PARA PESO | PARA RESISTENCIA ELÉCTRICA |
| 7 | 7,09 | 0,14470 |
| 19 | 19,34 | 0,05357 |
| 37 | 37,74 | 0,02757 |
| 61 | 62,35 | 0,01676 |

CARGA DE ROTURA NOMINAL DEL CONDUCTOR

La carga de rotura del conductor de aleación de aluminio, se expresará a partir de la carga de rotura de cada uno de los hilos componentes y podrá considerarse como la suma de las cargas de rotura de los hilos de aleación de aluminio.

La resistencia a la rotura de los hilos de aleación de aluminio antes de cablear deberá ser superior a 31,5 kg/mm². Cuando el ensayo se haga sobre hilos que han estado cableados el resultado superará 30 kg/mm².

3.2.- CARACTERÍSTICAS ELECTROMECAÑICAS

3.2.1.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Son las indicadas en la Tabla II.

TABLA II

| DESIGNACIÓN | MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL EFECTIVO (kg/mm ²) | COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (CALCULADO) POR °C | CARGA DE ROTURA (kg) |
|-------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|
| AL-AL 35 | 6000 | 23×10^{-6} | 996 |
| AL-AL 50 | 6000 | 23×10^{-6} | 1425 |
| AL-AL 70 | 5700 | 23×10^{-6} | 1995 |
| AL-AL 95 | 5700 | 23×10^{-6} | 2705 |
| AL-AL 150 | 5700 | 23×10^{-6} | 4275 |
| AL-AL 300 | 5500 | 23×10^{-6} | 8550 |

Nota: Los valores de los módulos de elasticidad se considerarán correctos dentro de un rango de $\pm 300 \text{ kg/mm}^2$ de los indicados en la tabla. Estos valores deberán considerarse aplicables a conductores con una tensión comprendida entre el 15% y el 50% de su carga de rotura.

3.2.2.- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Son las indicadas en la Tabla III.

TABLA III

| Designación | Sección equivalente en cobre (mm ²) | Resistencia eléctrica nominal a 20°C (Ω/km) | Resistencia eléctrica máxima a 20°C (Ω/km) |
|-------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| AL-AL 35 | 18,3 | 0,9281 | 0,9367 |
| AL-AL 50 | 26,2 | 0,6479 | 0,6539 |
| AL-AL 70 | 36,6 | 0,4708 | 0,4751 |
| AL-AL 95 | 49,7 | 0,3491 | 0,3523 |
| AL-AL 150 | 78,5 | 0,2214 | 0,2234 |
| AL-AL 300 | 157,0 | 0,1110 | 0,1120 |

3.3.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES

3.3.1.- MATERIALES

El conductor estará formado por hilos de aleación de aluminio formado por aluminio, magnesio, silicio, tratados en caliente.

La resistencia a la rotura de los hilos de aleación de aluminio antes de cablear, deberá ser superior a $31,5 \text{ kg/mm}^2$ (309 N/mm^2). Cuando el ensayo se haga sobre hilos que han estado cableados, el resultado superará los 30 kg/mm^2 (294 N/mm^2).

Resistividad

En la presente Norma el valor standard de la resistividad de la aleación de aluminio que deberá ser adoptado para el cálculo es $0,0325 \text{ ohm.mm}^2/\text{m}$ a 20°C y el valor máximo admitido es de $0,0328 \text{ ohm.mm}^2/\text{m}$ a 20°C .

Densidad

A la temperatura de 20°C la densidad de la aleación de aluminio se fija en $2,70 \text{ kg/dm}^3$.

Coefficiente de expansión lineal

El coeficiente de expansión lineal del conductor de aleación de aluminio será tomado como 23×10^{-6} por grado Celsius.

Coefficiente de temperatura a masa constante

El coeficiente de temperatura a masa constante se designa por la letra α .

A la temperatura de 200°C , el coeficiente de temperatura a masa constante de la resistencia de un hilo de aleación de aluminio, medido entre dos puntas potenciales fijadas de forma rígida al hilo, será de $0,0036$ por grado centígrado.

3.3.2.- CABLEADO

ASPECTO

Los hilos de aleación de aluminio presentarán una superficie lisa, de sección prácticamente constante, exenta de grietas, asperezas, pajas, pliegues o cualquier otro defecto que pueda perjudicar su solidez. Estarán limpios y exentos de materias extrañas, especialmente de inclusiones de cobre.

SENTIDO DEL CABLEADO

Para todas las composiciones, las capas sucesivas estarán siempre cableadas en sentido contrario, estando la última capa exterior cableada a derecha. Los hilos de cada capa estarán cableados regularmente y todos los hilos en contacto.

RELACION DE CABLEADO DE LAS CAPAS

La relación de cableado de las diferentes capas deberá estar comprendida entre los valores reseñados en la Tabla IV.

TABLA IV

| RELACIÓN DE CABLEADO | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| Número de hilos en el conductor | Capa de 6 hilos | | Capa de 12 hilos | | Capa de 18 hilos | | Capa de 24 hilos | |
| | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| 7 | 10 | 14 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 19 | 10 | 16 | 10 | 14 | --- | --- | --- | --- |
| 37 | 10 | 17 | 10 | 16 | 10 | 14 | --- | --- |
| 61 | 10 | 17 | 10 | 16 | 10 | 15 | 10 | 14 |

Para la comodidad de los cálculos de la relación de cableado se fijará en la media aritmética de los valores mínimo y máximos correspondientes indicados en esta tabla.

LIMITE DE LA RELACION DE CABLEADO

En un conductor que tenga varias capas de hilo de aleación de aluminio, las relaciones de cableado de una capa cualquiera de hilos, no deberá ser superior a la relación de cableado de la capa de hilo inmediatamente subyacente.

3.3.3.- SOLDADURA DE LOS HILOS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO

En conductores de 7 hilos, sólo se permiten efectuar soldaduras por presión en frío o eléctrica con remachado en frío en la capa externa de 6 hilos; no se permite efectuar soldaduras en el hilo central. En otros conductores se admiten soldaduras del tipo por presión en frío o eléctrica a tope, según lo indicado en la tabla adjunta. En el caso de las soldaduras eléctricas a tope se deberá recocer el hilo a una distancia mínima de 150 mm a cada lado de la soldadura.

Distancia mínima entre soldaduras en conductores terminados

| N° hilos del conductor | Distancia mínima entre uniones (m) |
|------------------------|------------------------------------|
| 7 | 15 |
| 19 | 15 |
| 37 | 7,5 |
| 61 | 7,5 |

4.- IDENTIFICACIÓN

Los conductores de aleación de aluminio se designan por grupos de caracteres cuyo significado es el siguiente:

- Primer grupo de cuatro letras (AL-AL) que indican la naturaleza del conductor.
- Un grupo de cifras indican en forma aproximada la sección del conductor (segundo grupo).

Ejemplo: **ALAL 35** (Conductor de aleación de aluminio, de 35 mm² de sección aproximada)

5.- ENSAYOS

5.1.- ENSAYOS DE TIPO

Se presentarán los mismos ensayos definidos en esta norma para la recepción, realizados sobre un prototipo de cable del mismo diseño que el ofrecido por el fabricante. UTE se reserva el derecho de solicitar además como ensayos de tipo, los ensayos de carga de rotura y determinación de la curva de tracción –deformación, ambos según la norma IEC 1089, punto 6.5.

5.2.- ENSAYOS DE RUTINA

El fabricante presentará protocolos de ensayos de control interno realizados sobre muestras del mismo lote de bobinas a recepcionar. Los ensayos deberán ser los mismos que se especifican como ensayos de recepción.

5.3.- ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los alambres a ensayar se extraerán de una longitud de cable previamente separada de la bobina de al menos 4m. Para la toma de probetas se desechará el primer metro de la punta del cable.

Los planes de muestreo y los criterios de aceptación rechazo de bobinas y lotes de bobinas son los que se establecen en la norma de distribución UTE NO-DIS-MA-0001.

Previo al comienzo de la inspección, el fabricante deberá presentar los protocolos de todos los ensayos definidos en esta norma realizados como control interno durante el proceso de producción. El muestreo utilizado por el fabricante deberá ser el mismo que el definido en esta norma u otro que se demuestre sea de igual o superior exigencia.

Los ensayos se dividen en eléctricos y no eléctricos.

5.3.1.- ENSAYOS ELÉCTRICOS

5.3.1.1.- MEDIDA DE RESISTENCIA ELÉCTRICA

Se ensayarán 4 alambres de aleación de aluminio, independientemente del número de ellos que componen el cable. Alternativamente, se podrá ensayar una muestra de cable completo, en cuyo caso el valor obtenido deberá ser menor a la resistencia eléctrica máxima especificada en la Tabla III.

El resultado final que se comparará con el de la Tabla III deberá ser a 20°C;

$$R_{20} = R_T [1/\alpha (T-20)]$$

Donde:

T= temperatura ambiente en °C (entre 10°C y 30°C).

R_T= resistencia en (Ω/km) a T°C

R₂₀= resistencia en (Ω/km) a 20°C; no deberá superar el valor máximo especificado en esta norma.

α (coeficiente de temperatura) = 0,00360

5.3.1.2.- CALCULO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

La resistividad en ohm.mm²/m a 20°C puede ser calculada desde el valor de resistencia eléctrica a 20°C; su valor no deberá superar el valor máximo especificado en esta norma.

5.3.2.- ENSAYOS NO ELÉCTRICOS

La extracción de probetas para la verificación de los ensayos mecánicos deberá hacerse de acuerdo con la norma NO-DIS-MA-0001.

5.3.2.1.- RESISTENCIA A LA ROTURA DEL CONDUCTOR COMPLETO

Este ensayo se efectuará por medio de una máquina de ensayo apropiada y supone un ensayo de rotura sobre una longitud mínima de 5 m. Sin embargo, si la rotura se produce en la proximidad del anclaje antes de que el alargamiento alcance el 1% de la longitud ensayada, el ensayo no se considerará representativo y deberá ser repetido. No deberá

producirse ninguna rotura de hilos antes de haber alcanzado una carga de tracción igual al 80% de la carga de rotura nominal.

Los ensayos relativos a la carga de rotura total del cable no se imponen en esta norma, pero podrán efectuarse por acuerdo entre el fabricante y el cliente, o si se indica en el momento de hacer el pedido.

5.3.2.2.- ENSAYOS SOBRE LOS HILOS DE ALEACIÓN DE ALUMINIO

| Ensayo | Método y condiciones de ensayo | Valores a obtener y prescripciones |
|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elongación | Norma CEI 1089 Punto 6.6.4 | $\geq 4\%$ |
| Tracción | Norma CEI 1089 Punto 6.6.4 | $\geq 30 \text{ kg/mm}^2$ |
| Resistividad | Punto 5.3.1.2 de la presente norma | Punto 3.3.1. de la presente norma |
| Diámetro de los hilos | (*) | $D \geq 2,50 \text{ mm} = \pm 1\%$ de Tabla I $D < 2,50 \text{ mm} = \pm 0,025\text{mm}$ de Tabla I |

5.3.2.3.- ENSAYOS SOBRE LOS CONDUCTORES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO

| Ensayo | Método y condiciones de ensayo | Valores a obtener y prescripciones |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Aspecto del conductor | Apartado 3.3.2 de la presente Norma | Apartado 3.3.2 de la presente Norma |
| Sentido del cableado | Apartado 3.3.2 de la presente Norma | Apartado 3.3.2 de la presente Norma |
| Relación de cableado | ----- | Tabla IV de la presente norma |
| Soldaduras | Apartado 3.3.3 de la presente Norma | Apartado 3.3.3 de la presente Norma |
| Peso del conductor | Apartado 3.1 de la presente Norma | Tabla I de la presente Norma |
| Resistencia a la rotura | Apartado 5.3.2.1 de la presente Norma | Tabla II de la presente Norma |

(*) -La medida del diámetro deberá realizarse con micrómetro de cuchilla, con sensibilidad de centésimas de milímetro. Se desenrollará aproximadamente 4m, midiendo el diámetro, de cada hilo, en tres puntos uniformemente distanciados, según también las direcciones perpendiculares en cada punto. El primer punto distará más de 1 m de la punta. Como diámetro se tomará la media de sus medidas.

6.- EMBALAJE PARTICULAR

BOBINAS

Los cables se suministrarán en bobinas nuevas de madera, según la norma propuesta por el fabricante y aceptada por UTE.

LARGO DE EXPEDICIÓN

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 del 5%.

Se aceptará que hasta un 5% de los largos del cable de cada ítem puedan ser suministrados en longitudes inferiores a la nominal. Dicha longitud nunca será inferior que dos tercios de la nominal.

La longitud nominal de bobina por tipo de cable será según la siguiente tabla:

| Cable | Longitud nominal de la bobina (metros) |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| 35 mm ² Al-Al | 4000 |
| 50 mm ² Al-Al | 3000 |
| 70 mm ² Al-Al | 2500 |
| 95 mm ² Al-Al | 2500 |
| 150 mm ² Al-Al | 2500 |
| 300 mm ² Al-Al | 2000 |

PESO

El peso se hará sobre una balanza de precisión, que será tarada y contrastada periódicamente y cuantas veces el peticionario lo exija. El peso se realizará de la siguiente forma:

- Se pesa la bobina vacía sin los listones.
- Se pesa la bobina con conductor sin los listones.
- Se pesa la bobina con su conductor y listones y el resto de embalaje correspondiente.

La diferencia de las pesadas indicadas en b) y a) es el peso real del cable.

Dividiendo el peso por su longitud se obtiene el peso por metro, el cual deberá coincidir con el teórico del cable, según catálogo, con una tolerancia del 2%.

Todos estos datos serán recogidos en la tarjeta de control de fabricación de la cual le será entregada copia al comprador.

Se verificará cuando UTE lo decida, la longitud de conductor en las bobinas, ya sea por medida directa o por diferencia de pesos entre los carretes llenos y vacíos.

No se admitirán en esta verificación valores menores que los declarados por el proveedor para cada bobina.

Si en la verificación de la longitud de conductor, en cada bobina, por medida directa o por se constatan valores menores a los declarados, se aplicará la siguiente penalización:

Se calculará el porcentaje de menos de la bobina en cuestión.

De cada partida ya entregada más de la partida que se estaría entregando, se tomará el costo correspondiente al porcentaje antes calculado. La suma de cada uno de estos parciales se multiplicará por dos, siendo este el monto de la penalización.

7.- CÓDIGOS UTE

| CODIGO | DESCRIPCION |
|--------|---------------------------------|
| 017570 | Cable aluminio aleado Al-Al 35 |
| 017571 | Cable aluminio aleado Al-Al 50 |
| 017572 | Cable aluminio aleado Al-Al 70 |
| 017573 | Cable aluminio aleado Al-Al 95 |
| 017575 | Cable aluminio aleado Al-Al 150 |
| 017577 | Cable aluminio aleado Al-Al 300 |

8.- NORMAS DE REFERENCIA

CEI 1089 Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors

9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

| PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| CONDUCTORES DE ALEACIÓN ALUMINIO PARA LÍNEAS AÉREAS | | | | | | | | |
| ITEM | DATOS TÉCNICOS | SOLICITADO | GARANTIZADO | | | | | |
| 1 | INFORMACIÓN BÁSICA | | | | | | | |
| 1.1 | Fabricante | --- | | | | | | |
| 1.2 | Designación del fabricante | --- | | | | | | |
| 1.3 | Normas de fabricación y ensayos | N.MA.15.03 y sus normas de referencia | | | | | | |
| 1.4 | Metal conductor | Aleación de Aluminio | | | | | | |
| 1.5 | Número de hilos por conductor | 35 mm² Al-Al: 7 50 mm² Al-Al: 7 70 mm² Al-Al: 19 95 mm² Al-Al: 19 150 mm² Al-Al: 37 300 mm² Al-Al: 61 | 35 mm² Al-Al: 50 mm² Al-Al: 70 mm² Al-Al: 95 mm² Al-Al: 150 mm² Al-Al: 300 mm² Al-Al: | | | | | |
| 1.6 | Relaciones de cableado (Rangos de variación) | Según Tabla IV | 35 mm² Al-Al Capa de 6 hilos Capa de 12 hilos Capa de 18 hilos Capa de 24 hilos | 50 mm² Al-Al | 70 mm² Al-Al | 95 mm² Al-Al | 150 mm² Al-Al | 300 mm² Al-Al |
| 1.7 | Sentido del cableado de la capa exterior de hilos | Cableada a derecha (Z) en todas las secciones | | | | | | |
| 1.8 | Diámetro nominal de los hilos | 35 mm² Al-Al: 2,54 mm 50 mm² Al-Al: 3,04 mm 70 mm² Al-Al: 2,17 mm 95 mm² Al-Al: 2,525 mm 150 mm² Al-Al: 2,27 mm 300 mm² Al-Al: 2,5 mm | 35 mm² Al-Al: 50 mm² Al-Al: 70 mm² Al-Al: 95 mm² Al-Al: 150 mm² Al-Al: 300 mm² Al-Al: | | | | | |

| | | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.9 | Diámetro exterior del cable | 35 mm ² Al-Al: ≈ 7,63mm 50 mm ² Al-Al: ≈ 9,12 mm 70 mm ² Al-Al: ≈10,85mm 95 mm ² Al-Al: ≈12,6 mm 150 mm ² Al-Al: ≈ 15,9 mm 300 mm ² Al-Al: ≈ 22,5 mm | 35 mm ² Al-Al: 50 mm ² Al-Al: 70 mm ² Al-Al: 95 mm ² Al-Al: 150 mm ² Al-Al: 300 mm ² Al-Al: |
| 2 | PARÁMETROS ELÉCTRICOS | | |
| 2.1 | Resistividad de los hilos de aleación de aluminio | Valor máximo admitido de 0,0328 Ω.mm ² /m a 20°C (medido en C.C.) | |
| 2.2 | Resistencia óhmica máxima del conductor a corriente continua y a 20°C | 35 mm ² Al-Al: ≤ 0,9367 Ω/km 50 mm ² Al-Al: ≤ 0,6539 Ω/km 70 mm ² Al-Al: ≤ 0,4751 Ω/km 95 mm ² Al-Al: ≤ 0,3523 Ω/km 150 mm ² Al-Al: ≤ 0,2234 Ω/km 300 mm ² Al-Al: ≤ 0,1120 Ω/km | 35 mm ² Al-Al: 50 mm ² Al-Al: 70 mm ² Al-Al: 95 mm ² Al-Al: 150 mm ² Al-Al: 300 mm ² Al-Al: |
| 3 | PARÁMETROS MECÁNICOS | | |
| 3.1 | Carga de rotura nominal del cable completo | 35 mm ² Al-Al: 996 kg 50 mm ² Al-Al: 1425 kg 70 mm ² Al-Al: 1995 kg 95 mm ² Al-Al: 2705 kg 150 mm ² Al-Al: 4275 kg 300 mm ² Al-Al: 8550 kg | 35 mm ² Al-Al: 50 mm ² Al-Al: 70 mm ² Al-Al: 95 mm ² Al-Al: 150 mm ² Al-Al: 300 mm ² Al-Al: |
| 3.2 | Módulo de elasticidad final | 35 mm ² Al-Al: 6000 ± 300 kg/mm ² 50 mm ² Al-Al: 6000 ± 300 kg/mm ² 70 mm ² Al-Al: 5700 ± 300 kg/mm ² 95 mm ² Al-Al: 5700 ± 300 kg/mm ² 150 mm ² Al-Al: 5700 ± 300 kg/mm ² 300 mm ² Al-Al: 5500 ± 300 kg/mm ² | 35 mm ² Al-Al: 50 mm ² Al-Al: 70 mm ² Al-Al: 95 mm ² Al-Al: 150 mm ² Al-Al: 300 mm ² Al-Al: |
| 3.3 | Coefficiente de dilatación lineal | 23 x 10-6 por °C | |
| 3.4 | Carga de rotura mínima de los hilos: Antes del Cableado Después del cableado | antes de cablear: ≥ 31,5 kg/mm ² (309N/ mm ²) después del cableado: ≥ 30 kg/ mm ² (294N/ mm ²) | a) antes del cableado: b) después del cableado: |

| 4 PESOS LINEALES | | | |
|------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1 | Densidad de la aleación de aluminio a 20°C | 2,70 kg/dm ³ | |
| 4.2 | Peso del conductor | 35 mm ² Al-Al: ≈ 0,096 kg/m 50 mm ² Al-Al: ≈ 0,136 kg/m 70 mm ² Al-Al: ≈ 0,193 kg/m 95 mm ² Al-Al: ≈ 0,261 kg/m 150 mm ² Al-Al: ≈ 0,413 kg/m 300 mm ² Al-Al: ≈ 0,827 kg/m | 35 mm ² Al-Al: 50 mm ² Al-Al: 70 mm ² Al-Al: 95 mm ² Al-Al: 150 mm ² Al-Al: 300 mm ² Al-Al: |
| 5 EXPEDICION | | | |
| 5.1 | Largo de expedición | 35 mm ² Al-Al: 4000 m ± 5% 50 mm ² Al-Al: 3000 m ± 5% 70 mm ² Al-Al: 2500 m ± 5% 95 mm ² Al-Al: 2500 m ± 5% 150 mm ² Al-Al: 2500 m ± 5% 300 mm ² Al-Al: 2000 m ± 5% | 35 mm ² Al-Al: 50 mm ² Al-Al: 70 mm ² Al-Al: 95 mm ² Al-Al: 150 mm ² Al-Al: 300 mm ² Al-Al: |

| | | | 35 mm ² Al-Al | 50 mm ² Al-Al | 70 mm ² Al-Al | 95 mm ² Al-Al | 150 mm ² Al-Al | 300 mm ² Al-Al |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 5.2 | Diámetro total del carrete (m) | --- | | | | | | |
| 5.3 | Ancho total del carrete (m) | --- | | | | | | |
| 5.4 | Espesor de duelas de cierre (mm) | Espesor $\geq 1.5"$ (1.5" = 38.1 mm) | | | | | | |
| 5.5 | Diámetro interior del buje central | Diámetro $\geq 4"$ (4" = 101,6 mm) | | | | | | |
| 5.6 | Diámetro del cilindro sobre el que se arrolla el cable (m) | Diámetro \geq a 15 veces el diámetro exterior del cable. | | | | | | |
| 5.7 | Bobina con una mano de pintura exterior y tratamiento preservador (SI/NO) | SI | | | | | | |
| 5.8 | Peso del carrete vacío (kg) | -- | | | | | | |
| 5.9 | Peso del carrete cargado con un largo de fabricación (kg) | El peso no superará 4 toneladas | | | | | | |

10.- ANEXOS

No aplica.