

INDICE

1	OBJETO	2
2	CAMPO DE APLICACIÓN	2
3	GENERALIDADES	3
4	CONDUCTORES SELECCIONADOS.....	3
4.1	Conductores de aluminio con alma de acero galvanizado.....	3
4.2	Conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio	3
4.3	Conductores de aleación de aluminio	4
4.4	Conductores de cobre.....	4
5	CARACTERÍSTICAS	5
5.1	Materiales.....	5
5.1.1	Alambres de acero galvanizado	5
5.1.2	Alambres de acero recubierto de aluminio.....	5
5.1.3	Alambres de aluminio	5
5.1.4	Alambres de aleación de aluminio	5
5.1.5	Alambres de cobre	5
5.1.6	Engrasado.....	5
5.2	Sentido del cableado.....	6
6	DESIGNACIÓN	6
7	ENSAYOS DE CALIFICACIÓN.....	7
8	ENSAYOS DE RECEPCIÓN.....	7
9	DETERMINACIÓN DE LA MASA DE GRASA DE UN CABLE.....	9
10	DOCUMENTOS PARA CONSULTA.....	9
	ANEXO – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CORPORATIVAS ASOCIADAS.....	11

REALIZADA POR:

SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO Y MANTENIMIENTO

APROBADA POR:

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE OPERACIONES

VºBº

EDITADA EN: **DICIEMBRE 1997**
 REVISADA EN: **NOVIEMBRE 2005**

ÁMBITO:
ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

1 OBJETO

Esta norma tiene por objeto definir los diversos tipos de conductores desnudos, fijando las características que deben cumplir, así como los ensayos que deben satisfacer.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma será de aplicación para las líneas de nueva construcción. Se adecuará además en un futuro a los nuevos avances tecnológicos.

Se aplicará a las líneas aéreas de alta tensión, de tensión nominal hasta 30 kV (36 kV de tensión más elevada), en zonas sin contaminación apreciable o con contaminación ligera, salina fuerte o salina muy fuerte.

Los conductores de aluminio con alma de acero son adecuados en zonas sin contaminación apreciable o con contaminación ligera.

Los conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio son adecuados en zonas con contaminación salina fuerte o muy fuerte.

Nota 1.- Se entiende por zonas sin contaminación apreciable, aquellas sin industria y con poca densidad de casas equipadas de instalaciones de calefacción; zonas con poca densidad de industrias o de casas, pero sometidas a vientos o lluvias frecuentes. Todas estas zonas deben estar situadas lejos del mar o a gran altitud y nunca estar expuestas a los vientos que provienen del mar. (Véase la Tabla I de la Norma UNE 21-062-80/2)

Nota 2.- Se entiende por zonas con nivel de contaminación ligera aquellas con industrias no productoras de humos particularmente contaminantes, con una densidad media de casas equipadas con calefacción; zonas con gran densidad de casas o de industrias, pero sometidas a vientos frecuentes o a lluvias; zonas expuestas al viento de mar, pero no muy próximas a la costa (1 km o más). (Véase la Tabla I de la Norma UNE 21062-80/2)

Nota 3.- Se entiende por zonas con nivel de contaminación salina fuerte aquellas próximas al mar o expuestas a un viento relativamente fuerte procedente del mar. (Véase la Tabla I de la Norma UNE 21062-80/2)

Nota 4.- Se entiende por zonas con nivel de contaminación salina muy fuerte aquellas generalmente poco extensas, muy próximas a la costa y expuestas a fuertes vientos contaminantes que provienen del mar. (Véase la Tabla I de la Norma UNE 21062-80/2)

Nota 5.- Los archipiélagos Balear y Canario se consideran zonas con nivel de contaminación fuerte o muy fuerte. Excepcionalmente en las zonas con nivel de contaminación extremadamente grave se podrán instalar conductores de cobre

3 GENERALIDADES

Los conductores contemplados en esta norma son los siguientes:

- a) conductores de aluminio con alma de acero galvanizado, según la Norma UNE 21016-89 1C. Tipo LA
- b) conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio por compresión, según la Norma UNE 21058-75. Estos conductores son aquellos en los que el recubrimiento se consigue por medio de algún proceso de compresión. Tipo LARL
- c) conductores de aleación de aluminio, según Norma UNE-EN 50182-02. Tipo D
- d) conductores de cobre, según la Norma UNE 21012-71 1R. Tipo C

4 CONDUCTORES SELECCIONADOS

4.1 Conductores de aluminio con alma de acero galvanizado

Los conductores seleccionados se indican en la Tabla I

Tabla I
Conductores LA

Designación	Sección mm ²		Equivalencia En Cobre mm ²	Diámetro mm		Composición				Carga de rotura DaN	Resistencia eléctrica a 20°C Ω/km	Masa kg/km	Módulo de elasticidad daN/mm ²	Coeficiente de dilatación lineal °Cx10 ⁻⁶
	Aluminio	Total		Acero	Total	Alambres de aluminio		Alambres de acero						
						Nº	Diámetro mm	Nº	Diámetro mm					
LA 56	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1640	0,6136	189,1	7900	19,1
LA 110	94,2	116,2	60	6,00	14,00	30	2,00	7	2,00	4310	0,3066	433,0	8000	17,8

4.2 Conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio

Los conductores seleccionados se indican en la Tabla II

Tabla II
Conductores LARL

Designación	Sección mm ²		Equivalencia En Cobre mm ²	Diámetro mm		Composición				Carga de rotura daN	Resistencia eléctrica a 20°C Ω/km	Masa kg/km	Módulo de elasticidad daN/mm ²	Coeficiente de dilatación lineal °Cx10 ⁻⁶
	Aluminio	Total		Acero	Total	Alambres de aluminio		Alambres de acero						
						Nº	Diámetro mm	Nº	Diámetro mm					
LARL 56	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1720	0,5808	179,1	7500	19,3
LARL 78	67,4	78,6	44	3,78	11,34	6	3,78	1	3,78	2300	0,4033	259,0	7500	19,3
*LARL125 E (PENGUIN)	107,2	125,1	75	4,77	14,31	6	4,77	1	4,77	3415	0,2532	412,0	7500	19,1
LARL 145 E **	116,9	148,1	78,5	9,45	15,75	15	3,15	4	3,15	5810	0,2262	528,7	8000	18,4

* No se contempla en la Norma UNE 21018-80 1R, aunque su uso está muy extendido

** Este conductor es diferente del que se contempla en la Norma UNE 21018-80 1R; la nueva composición del conductor mejora su comportamiento respecto a la contaminación salina

4.3 Conductores de aleación de aluminio

El conductor seleccionado se indica en la Tabla III

Tabla III
Conductores D

Designación	Sección mm ²	Equivalencia en Cobre mm ²	Diámetro total mm	Composición aAlambres		Carga de rotura daN	Resistencia eléctrica a 20°C Ω/km	Masa kg/km	Módulo de elasticidad daN/m ²	Coeficiente de dilatación lineal °Cx10 ⁻⁶
				Nº	Diámetro mm					
D-145	148,1	81	15,75	19	3,15	4340	0,2234	407	5600	23

4.4 Conductores de cobre

Los conductores seleccionados se indican en la Tabla IV

Tabla IV
Conductores C

Designación	Sección mm ²	Diámetro total mm	Composición Alambres de cobre		Carga de rotura daN	Resistencia eléctrica a 20°C Ω/km	Masa kg/km	Módulo de elasticidad daN/mm ²	Coeficiente de dilatación lineal °Cx10 ⁻⁶
			Nº	Diámetro mm					
C 35	34,9	7,56	7	2,52	1342	0,529	317	10294	17
*C 50 E	49,5	9,00	7	3,00	1902	0,372	449	10294	17
C 95	94,8	12,60	19	2,52	3525	0,196	864	10294	17

* Este conductor es diferente del que se contempla en la Norma UNE 21012-71 1R. Se ha modificado por el que se indica en la Recomendación UNESA RU 3401-B-95 1C, debido a que esta nueva composición del conductor mejora su comportamiento respecto a la contaminación salina

5 CARACTERÍSTICAS

5.1 Materiales

5.1.1 Alambres de acero galvanizado

Los alambres de acero galvanizado serán del tipo designado “acero normal” en la Norma UNE 21005-91 3R, con recubrimiento de zinc de clase I según la misma norma, que la publicación 1089 de la CEI designa con las siglas S1A.

5.1.2 Alambres de acero recubierto de aluminio

El recubrimiento de aluminio será realizado por procedimiento de compresión, de acuerdo con la Norma UNE-EN 61232-96. Los alambres serán de la clase 20SA, tipo A, según la Norma UNE-EN 61232-96, designado SA1A en la Publicación 1089 de la CEI.

5.1.3 Alambres de aluminio

Los alambres serán de aluminio duro, según la Norma UNE 21014-92 3R.

5.1.4 Alambres de aleación de aluminio

Los alambres serán de aleación de aluminio, según la Norma UNE-EN 50183.

5.1.5 Alambres de cobre

Los alambres serán de cobre, según la Norma UNE 21011-71 1R.

5.1.6 Engrasado

Los cables de aluminio-acero (Tipo LA) y cables de cobre (Tipo C) no serán engrasados, ni en las capas interiores ni en la exterior.

Los cables de aluminio-acero recubiertos con aluminio (Tipo LARL) podrán ser engrasados tanto en las capas interiores como en las exteriores con una grasa neutra con respecto al aluminio, químicamente pura, que deberá reunir las siguientes características físico-químicas:

<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>NORMA</u>	<u>VALOR HALLADO</u>
Aplicación	Fusión	160°C aprox.
Espesante	-----	Petrolatums
Penetración	ASTM D-217	210 +/- 15
Corrosión al cobre	ASTM D-1261	pasa
Corrosión al acero desnudo, galvanizado y aluminio	NIBSA NC-04	pasa
Punto de Gota	NIBSA NC-048	>130°C
Lavabilidad	ASTM D-566	4% máx.
Reversibilidad	ASTM D-1264	pasa
Drenado o descuelge	NIBSA NC-01	pasa
Protección corrosión (niebla salina)	NIBSA NC-02	pasa
Flexibilidad a baja temperatura (-10°C)	ASTM D-287	pasa
	NIBSA NC-03	pasa

5.2 Sentido del cableado

El sentido de cableado de los alambres de la capa exterior será a derechas, Z.

6 DESIGNACIÓN

El conductor se denominará por la designación UNE indicada en la Tabla I, Tabla II, Tabla III o Tabla IV.

En la designación UNE:

- la letra LA designa conductor de alambres de aluminio con alma de alambres de acero galvanizado
la letra LARL designa conductor de alambres de aluminio con alma de alambres de acero recubierto de aluminio
la letra C designa conductor de alambres de cobre
- la cifra es la sección nominal, redondeada, expresada en mm²
- la letra E designa conductor de composición especial, diferente de los indicados en la norma UNE correspondiente

Ejemplos: LA 110	Conductor de aluminio-acero galvanizado de 110 mm ² de sección nominal
LARL 78	Conductor de aluminio-acero recubierto de aluminio de 78 mm ² de sección nominal
D 145	Conductor de aleación de aluminio de 148,1 mm ² de sección nominal

C 50 E Conductor de alambres de cobre de 50 mm² de sección nominal y composición especial

7 ENSAYOS DE CALIFICACIÓN

Para la obtención de la calidad, los conductores de aluminio se someterán a todos los ensayos de tipo y muestreo establecidos en el capítulo 6 de la Publicación 1089 de la CEI, incluyendo las curvas de tensión-deformación del conductor y del alma de acero, así como el ensayo de resistencia a la rotura del conductor.

En los cables con alma de acero recubierto de aluminio, se efectuará una micrografía sobre la que se comprobará el espesor de la capa de aluminio y la adecuada zona de unión del acero y del aluminio.

Los conductores de cobre se someterán a todos los ensayos de calificación establecidos en el capítulo 6 de la Recomendación UNESA RU 3401-B-95.

8 ENSAYOS DE RECEPCIÓN

En la Tabla V se indican los ensayos de recepción de los conductores objeto del presente documento.

TABLA V

ENSAYOS Y COMPROBACIONES	ESPECIFICACIONES	
Sobre los alambres de aluminio después de cableados	Aluminio	Aleación de aluminio
Ensayo de tracción Ensayo de arrollamiento Ensayo de resistividad Comprobación de medidas	UNE 21-014 Apartado 10.1 Apartado 10.2 Apartado 11 Capiítulo 5	UNE-EN 50183
Sobre los alambres de acero, después de cableados	Acero galvanizado	Acero recubierto de aluminio
Ensayo de tracción Ensayo de carga al 1% de alargamiento Ensayo de alargamiento a la rotura Ensayo de torsión Ensayo de arrollamiento Ensayo de galvanizado. Peso de la capa de zinc Comprobación de medidas Ensayo sobre recubrimiento de aluminio (1) Ensayo de resistividad	UNE 21-005 Apartado 10.2 Apartado 10.1 Apartado 10.3 a) * Apartado 10.3 b) * Apartado 10.3 c) Apartado 11.3 Capítulo 5 - -	UNE-EN 61232 Apartado 6.3.1 Apartado 6.3.6 Apartado 6.3.2 Apartado 6.3.3 - - Apartado 4.4 Apartado 6.3.4 Apartado 6.3.5
Sobre los alambres de cobre, después de cableados	Cobre	
Ensayo de tracción Ensayo de alargamiento Ensayo de plegados alternos Ensayo de torsión Ensayo de resistividad Verificación de medidas Examen de soldaduras	UNE 21-011 Apartado 6.6.1 Apartado 6.6.1 Apartado 6.1 Apartado 6.2 Apartado 6.2.1 Capítulo 4 Capítulo 6 de UNE 21-012	
Sobre el cable completo cableado	Aluminio-acero galvanizado Aluminio-acero recubierto de aluminio	Cobre
Sección del conductor y diámetro de los hilos Diámetro del conductor Masa por unidad de longitud Aspecto de la superficie Cableado Soldaduras Resistencia a la rotura (2) Medida del paso Examen del aspecto general del cable	Publicación 1089 de la CEI Apartado 6.6.1 Apartado 6.6.2 Apartado 6.6.3 Apartado 6.6.5 Apartado 6.6.6 Apartado 5.5 Apartado 6.5.3 - -	UNE 21-012 Apartado 8.1.3 b) Apartado 8.1.3 c) Apartado 4.2

* Uno de los dos, a elección del fabricante salvo acuerdo entre éste y el comprador

- (1) El número de muestras para el ensayo sobre el recubrimiento de aluminio será igual al extraído para los ensayos de galvanizado, en su caso. Además, sobre estas muestras se verificará, antes de dichos ensayos, que la micrografía correspondiente es similar a la efectuada en los ensayos de tipo
- (2) El ensayo de resistencia a la carga de rotura sobre el cable terminado se efectuará previo acuerdo entre el fabricante y el comprador

En lo que respecta al número de muestras a ensayar y los criterios de aceptación o rechazo se aplicará la Norma UNE 21044-74.

En la ejecución de los ensayos se seguirán las indicaciones de la Publicación 1089 de la CEI y de las normas UNE aplicables a cada tipo de alambres.

9 DETERMINACIÓN DE LA MASA DE GRASA DE UN CABLE

El cálculo de la masa de grasa de un cable se hará de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE 21 016 apartado 4.1.3 y la expresión siguiente:

$$m = 0,87 \sum_{i=1}^{i=a} 0,107 D_i^2 n_i = 0,093 \sum_{i=1}^{i=a} D_i^2 n_i$$

donde:

- m = masa de grasa, en gramos por metro de cable
- i = nº de la capa, considerando la primera la del hilo central
- D_i = diámetro de la vena de la capa i, en mm
- n_i = nº de venas de la capa i

10 DOCUMENTOS PARA CONSULTA

CEI 1089-91	Cables para líneas aéreas con alambres circulares, cableados en capas concéntricas
UNE-EN 61232-96	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos
UNE-EN 50182	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas
UNE-EN 50183	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio-silicio
UNE 21005-91 3R	Alambres de acero galvanizado para conductores eléctricos
UNE 21011-1-71 1R	Alambres de cobre duro de sección recta circular. Características
UNE 21012-71 1R	Cables de cobre para líneas eléctricas aéreas. Especificación
UNE 21014-92 3R	Alambres de aluminio duro para conductores de líneas aéreas de transporte de energía

UNE 21016-89 1C	Cables de aluminio con alma de acero para líneas eléctricas aéreas
UNE 21018-80 1R	Normalización de conductores desnudos a base de aluminio, para líneas eléctricas aéreas
UNE 21058-75	Cables de aluminio y acero recubierto de aluminio para líneas eléctricas aéreas
UNE 21044-74	Planes de muestreo y criterios de captación y rechazo en la recepción de cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas
UNE 21062-80/2	Coordinación de aislamiento. Guía de aplicación. Parte II. (Norma declarada de obligado cumplimiento. Orden de 15 de Diciembre de 1995 BOE nº 5 de Enero de 1996)
RU 3401-B-95 1C	Conductores desnudos cableados de cobre
RU 3403-D-86	Conductores de aluminio-acero sin engrasar, para líneas aéreas de alta tensión, de tensión nominal hasta 30 kV

ANEXO – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CORPORATIVAS ASOCIADAS

6700516	CABLE AL-AC 54,6 mm ² LA-56
6701453	CABLE LA-110 (94-AL1/34-ST1A)
6701801	CABLE ALUMOWELD 54,6 mm ² LARL-56
6701802	CABLE ALUMOWELD 78,6 mm ² LARL-78
6701803	CABLE ALUMOWELD 125,1 mm ² LARL-125E
6701804	CABLE ALUMOWELD 148,1 mm ² LARL-145E
6704221	CABLE 148-AL2 (D-145)
6701811	CABLE LÍNEAS AÉREAS COBRE C35
6701812	CABLE LÍNEAS AÉREAS COBRE C50E
6701813	CABLE LÍNEAS AÉREAS COBRE C95