



**Grupo
Endesa**

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
Dirección Técnica – Ingeniería y Tecnología

NORMA GE AND010

**CONDUCTORES DESNUDOS PARA
LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE
ALTA TENSION, DE TENSION
NOMINAL HASTA 30 KV**

AND01000.DOC

Hoja 1 de 9

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 cobre	4
5	CARACTERISTICAS.....	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 cobre.....	5
5.1.5	Engrasado	5
5.2	Sentido del cableado	5
6	DESIGNACION.....	6
7	ENSAYOS DE CALIFICACION	6
8	ENSAYOS DE RECEPCION	6
9	DETERMINACION DE LA MASA DE GRASA DE UN CABLE	6
10	DOCUMENTOS PARA CONSULTA	8

REALIZADA POR:

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
Dirección Técnica – Ingeniería y Tecnología

APROBADA POR:

DIRECCIÓN TÉCNICA

Vº Bº

GRUPO ENDESA

Director General de Distribución

EDITADA EN: DICIEMBRE 97

REVISADA EN:

ÁMBITO:

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
GRUPO ENDESA

Enrique García Álvarez

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 21-062-80/2).

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 21-062-80/2).

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 21-062-80/2).

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 21-016-89 1C. Tipo LA.
- b) Conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio por compresión, según la norma UNE 21-058-75. Estos conductores son aquellos en los que el recubrimiento se consigue por medio de algún proceso de compresión. Tipo LARL.
- c) Conductores de cobre, según la norma UNE 21-012-71 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

Desig- Nación	Sección mm ²		Equi- valen- cia En Cobre mm ²	Diámetro mm		Composición				Carga de Rotura DaN	Resis- tencia eléctri- ca a 20°C Ω/km	Masa kg/km	Módulo de elastici- dad daN/mm ²	Coefi- ciente de dilata- ción lineal °Cx10 ⁻⁶
	Alu- minio	Total		Acero	Total	Alambres de aluminio		Alambres de acero						
						Nº	Diá- metro mm	Nº	Diá- metro 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

Desig- Nación	Sección mm ²		Equi- valen- cia En Cobre Mm ²	Diámetro mm		Composición				Car- ga de rotura daN	Resis- tencia eléctri- ca a 20°C Ω/km	Masa kg/km	Módulo de elastici- dad daN/mm ²	Coefi- ciente de dilata- ción lineal °Cx10 ⁻⁶
	Alu- mi- nio	Total		Acero	Total	Alambres de aluminio		Alambres de acero						
						Nº	Diá- Metro mm	Nº	Diá- metro 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 21-018-80 1R, aunque su uso está muy extendido.

** Este conductor es diferente del que se contempla en la norma UNE 21-018-80 1R; la nueva composición del conductor mejora su comportamiento respecto a la contaminación salina.

4.3 Conductores de cobre

Los conductores seleccionados se indican en la Tabla III.

Tabla III
Conductores C

Desig- Nación	Sección mm ²	Diámetro Total mm	Composición Alambres de cobre		Carga de rotura daN	Resistencia elétrica 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 21-012-71 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 CARACTERISTICAS

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 21-005-91 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 21-014-92 3R.

5.1.4 Alambres de cobre

Los alambres serán de cobre, según la Norma UNE 21-011-71 1R.

5.1.5 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,	NIBSA NC-04	
galvanizado y aluminio	NIBSA NC-048	pasa
Punto de Gota	ASTM D-566	>130°C
Lavabilidad	ASTM D-1264	4% máx.
Reversibilidad	NIBSA NC-01	pasa
Drenado o descuelge	NIBSA NC-02	pasa
Protección corrosión (niebla salina)	ASTM D-287	pasa
Flexibilidad a baja temperatura (-10°C)	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 DESIGNACION

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

En la designación UNE:

- a) 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.
- b) La cifra es la sección nominal, redondeada, expresada en mm².
- c) 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.
C 50 E	Conductor de alambres de cobre de 50 mm ² de sección nominal y composición especial.

7 ENSAYOS DE CALIFICACION

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 RECEPCION

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

TABLA IV

ENSAYOS Y COMPROBACIONES	ESPECIFICACIONES	
Sobre los alambres de aluminio después de cableados	Aluminio	
Ensayo de tracción Ensayo de arrollamiento Ensayo de resistividad Comprobación de medidas	UNE 21-014 Apartado 10.1 Apartado 10.2 Apartado 11 Capítulo 5	
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 21-044-74.

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 DETERMINACION 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 21-005-91 3R	Alambres de acero galvanizado para conductores eléctricos.
UNE 21-011-1-71 1R	Alambres de cobre duro de sección recta circular. Características.
UNE 21-012-71 1R	Cables de cobre para líneas eléctricas aéreas. Especificación.
UNE 21-014-92 3R	Alambres de aluminio duro para conductores de líneas aéreas de transporte de energía.
UNE 21-016-89 1C	Cables de aluminio con alma de acero para líneas eléctricas aéreas.
UNE 21-018-80 1R	Normalización de conductores desnudos a base de aluminio, para líneas eléctricas aéreas.
UNE 21-058-75	Cables de aluminio y acero recubierto de aluminio para líneas eléctricas aéreas.

UNE 21-044-74	Planes de muestreo y criterios de captación y rechazo en la recepción de cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.
UNE 21-062-80/2	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.