

**NORMA DE DISTRIBUCIÓN
NO-DIS-MA-0502**

**CABLES PARA REDES SUBTERRANEAS DE
BAJA TENSION**

FECHA DE APROBACIÓN: 26/11/2012

ÍNDICE

0.-	REVISIONES.....	3
1.-	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	4
2.-	DEFINICIONES / SÍMBOLOS / ABREVIATURAS	4
3.-	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	4
3.1.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	4
3.1.1.-	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	4
3.2.-	CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS.....	4
3.2.1.-	TENSION NOMINAL	4
3.3.-	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES.....	5
3.3.1.-	CONDUCTOR	5
3.3.2.-	AISLAMIENTO.....	5
3.3.3.-	CUBIERTA EXTERIOR DE PROTECCION.....	5
4.-	DESIGNACION E IDENTIFICACION	6
4.1.-	FORMA DE DESIGNACION	6
4.1.1.-	EJEMPLO DE DESIGNACION.....	6
4.2.-	IDENTIFICACIÓN DEL CABLE.....	6
4.3.-	MARCACIÓN DEL CABLE.....	6
5.-	ENSAYOS	7
5.1.-	ENSAYOS DE TIPO.....	7
5.1.1.-	ENSAYOS ELECTRICOS	7
5.1.2.-	ENSAYOS NO ELECTRICOS.....	10
5.2.-	ENSAYOS DE RUTINA.....	10
5.3.-	ENSAYOS DE RECEPCIÓN.....	11
5.3.1.-	Repetición de los ensayos de rutina	11
5.3.2.-	Medición del largo de expedición	11
5.3.3.-	Ensayos de Muestreo.....	12
6.-	EMBALAJE PARTICULAR	13
7.-	Códigos UTE	14
8.-	NORMAS DE REFERENCIA	15

9.-	PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS	17
10.-	aNEXOs: GUÍA PARA LA ELECCIÓN DE CONDUCTOR	21
10.1.-	ELECCION DE LA SECCIÓN NOMINAL DEL CONDUCTOR	21
10.1.1.-	INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES	21
10.1.2.-	INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES	23
10.2.-	CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CABLES TERMINADOS	24

0.- REVISIONES

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 25 DE 03 DEL 2009	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
	Se eliminan las secciones de 300 y 630 mm ² Cu (estas secciones están incluidas en la norma NO-DIS-MA-0508)
4.3	Se agrega punto Marcación del Cable
6.0	Se modifica texto de Embalaje Particular
9.0	Se agrega punto Marcación del Cable en Planilla de Datos Garantizados (punto 1.9)
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 01 DE 06 DEL 2005	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
	Se cambia el formato de la Norma de acuerdo a FO-DIS-MA-0002/00
5.2.3	Se modifican los números de las siguientes tablas: tabla IV por tabla V, tabla V por tabla VI.
	Se crea apartado de definiciones/símbolos/abreviaturas, y se incorpora definición ST2
6	Se cambia el orden "Guía de elección" a los Anexos de la Norma. Se cambia el nombre "Guía de elección" por "Guía para la elección del conductor"
6.1.1.	Se modifica los números de las siguientes tablas: tabla VI por tabla VII, tabla VII por tabla VIII, tabla VIII por tabla IX, tabla IX por tabla X.
6.1.2.	Se modifican el números de la tabla X por tabla XI
6.2.	Se modifica el número de la tabla XI por tabla XII.
	Se cambia el formato de la Norma de acuerdo a FO-DIS-MA-0002/00
5.2.3	Se modifican los números de las siguientes tablas: tabla IV por tabla V, tabla V por tabla VI.
	Se crea apartado de definiciones/símbolos/abreviaturas, y se incorpora definición ST2
6	Se cambia el orden "Guía de elección" a los Anexos de la Norma. Se cambia el nombre "Guía de elección" por "Guía para la elección del conductor"
6.1.1.	Se modifica los números de las siguientes tablas: tabla VI por tabla VII, tabla VII por tabla VIII, tabla VIII por tabla IX, tabla IX por tabla X.
6.1.2.	Se modifican el números de la tabla X por tabla XI
6.2.	Se modifica el número de la tabla XI por tabla XII.
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 01 DE JUNIO DEL 2005	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
5	Se incorpora la repetición de los ensayos de Rutina y la medición del largo de bobina como parte de los ensayos de Recepción

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma tiene por objeto establecer las características de los cables a utilizar en las redes subterráneas de BT, definir los ensayos de tipo y de recepción que deben satisfacer e indicar los criterios para la elección de la sección de los conductores.

2.- DEFINICIONES / SÍMBOLOS / ABREVIATURAS

PVC tipo ST2: Clases de cubiertas compuestas por PVC, cuya temperatura máxima de operación normal del conductor es 90°C.

U_o: Tensión nominal a frecuencia industrial entre el conductor y tierra, para la que se ha diseñado el conductor aislado.

U: Tensión nominal a frecuencia industrial entre conductores.

XLPE: Polietileno reticulado

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los conductores serán compactos de sección circular de varios alambres cableados, clase 2, según Norma IEC 60228 y de secciones nominales 35, 50, 150 y 240 mm².

La capa aislante será una mezcla a base de polietileno reticulado y la cubierta exterior será PVC.

3.1.1.- CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

La temperatura ambiente se asume 40°C. Para diferentes temperaturas se debe aplicar un factor de corrección, definido en la tabla VIII del Anexo 10.

3.2.- CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS

3.2.1.- TENSION NOMINAL

La tensión nominal, U_o/U de los cables será de 0,6/1 kV.

3.3.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES

3.3.1.- CONDUCTOR

Los alambres de los conductores serán de aluminio (Al) para las secciones de 50, 150 y 240 mm² y de cobre (Cu) para las secciones de 35, 50 mm². En la Tabla I se indican las características principales.

TABLA I

Sección nominal (mm2)	Conductores				Espesor nominal del aislamiento (mm)	Espesor nominal de la cubierta exterior (mm)
	Número mínimo de alambres	Resistencia máx. en c.c. a 20°C (Ω/km)	Diámetro de los conductores (mm)			
			Mín.	Máx.		
50 Al	6	0,641	7,7	8,6	1,0	3
150 Al	15	0,206	13,9	15,0	1,4	3
240 Al	30	0,125	17,8	19,2	1,7	3
35 Cu	6	0,524	6,6	7,9	0,9	3
50 Cu	6	0,387	7,7	9,1	1,0	3

3.3.2.- AISLAMIENTO

El aislamiento estará constituido por una mezcla aislante a base de polietileno reticulado químicamente, de designación XLPE según IEC 60502, y apto para una temperatura máxima nominal del conductor de 90°C en servicio normal y de 250°C para cortocircuito de duración máxima 5 segundos. Será aplicado por extrusión.

Los espesores nominales del aislamiento correspondientes a las secciones seleccionadas se indican en la Tabla I.

3.3.3.- CUBIERTA EXTERIOR DE PROTECCION

La cubierta exterior estará constituida por una mezcla termoplástica a base de PVC, del tipo ST2 según IEC 60502, de color negro. Será aplicada por extrusión.

Los espesores nominales de la cubierta exterior serán los indicados en la Tabla I.

4.- DESIGNACION E IDENTIFICACION

4.1.- FORMA DE DESIGNACION

La designación de los cables se efectuará por medio del grupo de letras RV, que caracterizan por orden correlativo el aislamiento de polietileno reticulado (R) y la cubierta exterior de PVC (V); las cifras 0,6/1 kV que expresan la tensión nominal; la cifra 1 (cable unipolar) seguida del signo x, la sección nominal del conductor en mm² y el símbolo Al (conductor de aluminio) o Cu (conductor de cobre) según corresponda.

4.1.1.- EJEMPLO DE DESIGNACION

Cable unipolar aislado con polietileno reticulado, con cubierta exterior de PVC, U_o = 0,6 kV y de 240 mm² de sección circular de aluminio.

RV 0,6/1 kV 1x240 Al

4.2.- IDENTIFICACIÓN DEL CABLE

Los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente al fabricante, la designación completa del cable y el año de fabricación (por medio de las dos últimas cifras).

La marca podrá realizarse por grabado o relieve sobre la cubierta. La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Ejemplo de marca de identificación de un cable fabricado en 1992:

XXXXX S.A. RV 0,6/1 kV 1x50 Cu 92

4.3.- MARCACIÓN DEL CABLE

Los cables deberán tener una marcación con números correlativos que indiquen el largo del cable.

La marca se realizará por grabado, relieve o tinta indeleble sobre la cubierta. La separación entre marcas será de 1 m, cada marca deberá tener un número identificador en metros.

5.- ENSAYOS

5.1.- ENSAYOS DE TIPO

Son los ensayos a efectuar sobre una sola muestra o sobre algunas muestras de un tipo de cable para comprobar que cumple con las especificaciones técnicas exigidas.

Los ensayos de tipo se clasifican en ensayos eléctricos y ensayos no eléctricos. Las condiciones generales de ensayo serán:

Temperatura ambiente $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ para los ensayos dieléctricos
 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para los demás ensayos

Frecuencia Entre 49 Hz y 51 Hz
Onda prácticamente sinusoidal

Los ensayos de tipo se efectuarán sobre los siguientes cables:

- 1X240 mm² Al;
- 1X35 mm² Cu;
- 1X50 mm² Al o 1X150 mm² Al, elegido al azar.

Si uno cualquiera de estos ensayos no es satisfactorio, se considerará que el cable no cumple con las especificaciones técnicas exigidas.

5.1.1.- ENSAYOS ELECTRICOS

Los ensayos a efectuar son los indicados en la Tabla II.

TABLA II

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
Medida de la resistencia eléctrica de los conductores	Muestra de longitud superior a un metro	IEC 60502, apartado 14.2 IEC 60228, apartado 6	No superiores a los de la Tabla I
Medida de la resistencia del aislamiento a temperatura ambiente	Ensayos secuenciales a efectuar sobre una misma muestra de cable terminado, de 10 a 15 metros de longitud	IEC 60502, apartado 16.2.1.1	No inferiores a los especificados en IEC 60502, Tabla V (1)
Medida de la resistencia del aislamiento a 90°C		IEC 60502, apartado 16.2.1.2	
Ensayo de tensión de cuatro horas		IEC 60502, apartado 16.2.2	No debe producirse perforación

(1) se adoptarán los valores de 10000 MΩ km y de 10 MΩ km para las resistividades volumétricas mínimas del aislamiento a temperatura ambiente y a 90°C respectivamente.

TABLA III

Ensayo	Muestras a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
Examen del conductor	Los extremos de una bobina	IEC 60228, apartado 4.3	Apartado 4.3 y Tabla II de IEC 60228
Medida del espesor del aislamiento	IEC 60502, apartado 17.1 a)	IEC 60811-1-1, apartado 8.1	IEC 60502, apartado 17.1 c)
Medida del espesor de la cubierta	IEC 60502, apartado 17.2 a)	IEC 60811-1-1, apartado 8.2	IEC 60502, apartado 17.2 c)
Alargamiento en caliente del aislamiento	IEC 60811-2-1, apartado 9.1	IEC 60811-2-1, apartados 9.2 y 9.3	IEC 60811-2-1, apartado 9.4 IEC 60502, Tabla XI
Determinación de las propiedades mecánicas del aislamiento antes y después del envejecimiento	IEC 60811-1-1, apartado 9.1 IEC 60811-1-2, apartado 8		IEC 60502, Tabla VII

Ensayo	Muestras a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
Determinación de las propiedades mecánicas de la cubierta antes y después del envejecimiento	IEC 60811-1-1, apartado 9.2		IEC 60502, Tabla VIII
Ensayo adicional de envejecimiento sobre trozos de cables completos	IEC 60811-1-2, apartado 8.1.4 IEC 60502, apartado 17.5		IEC 60502, apartado 17.5 y Tablas VII y VIII
Ensayo de pérdida de masa de la cubierta de PVC	IEC 60811-3-2, apartado 8.2		IEC 60502, Tabla IX
Ensayo de resistencia de la cubierta de PVC a las temperaturas elevadas	IEC 60811-3-1, apartado 8.2 IEC 60502, Tabla IX		IEC 60811-3-1, apartado 8.2.8 IEC 60502, Tabla IX
Ensayo de resistencia de la cubierta de PVC a las bajas temperaturas	IEC 60811-1-4, apartado 8.2 IEC 60502, Tabla IX		IEC 60811-1-4, apartado 8.2.4 IEC 60502, Tabla IX
Ensayo de la resistencia a la fisuración de la cubierta de PVC	IEC 60811-3-1, apartado 9.2 IEC 60502, Tabla IX		IEC 60811-3-1, apartados 9.2.4 y 9.2.5
Ensayo de absorción de agua del aislamiento	IEC 60811-1-3, apartado 9.2.1	IEC 60811-1-3, apartado 9.2.2 (1)	IEC 60811-1-3, apartado 9.2.3 (2)
Medida de la contracción longitudinal del aislamiento de XLPE	IEC 60811-1-3, apartado 10.1 (3)	IEC 60811-1-3, apartados 10.2, 10.3 y 10.4 (3)	IEC 60811-1-3, apartados 10.3 y 10.4 (4)
Ensayo de no propagación de la llama	IEC 60332-1		IEC 60332-1 apartado 2
Ensayo especial de doblado	(5)		No debe producirse perforación ni presentar fisuras la cubierta

(1) Temperatura del agua desionizada y destilada: $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
Duración de la inmersión de las probetas: 14 días

(2) Variación de masa máxima admitida: 1 mg/cm^2

(3) Temperatura: $130^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
Duración: 1 hora

L = 200 mm

(4) Contracción máxima admitida: 4 %

(5) Por lo menos debe enrollarse una vuelta completa de la muestra alrededor de un cilindro de ensayo (por ejemplo, el tambor de una bobina) a la temperatura ambiente. El diámetro del cilindro será igual a 7 veces el diámetro exterior medido de la muestra de cable. A continuación, se desenrollará la muestra y se repetirá la operación, con la salvedad de que la curvatura de la muestra será de sentido contrario.

Este ciclo de operaciones deberá efectuarse tres veces. Después, la muestra se dejará enrollada alrededor del cilindro y se colocará en una estufa de aire caliente a la temperatura máxima especificada para el conductor del cable durante 24 horas.

Una vez que se haya enfriado el cable, se efectuará un ensayo de tensión de acuerdo con lo indicado en el apartado 15.3.4 (tabla 11) de IEC 60502-1 con el cable todavía enrollado.

5.1.2.- ENSAYOS NO ELECTRICOS

Los ensayos no eléctricos a efectuar son los indicados en la Tabla III, previo examen de las marcas de identificación del cable.

5.2.- ENSAYOS DE RUTINA

Los ensayos de Rutina los realizará el fabricante sobre todas las longitudes de fabricación. UTE se reserva el derecho de asistir a la realización de los ensayos de Rutina en fábrica. Sobre la totalidad de las bobinas se realizarán los siguientes ensayos: según Tabla IV.

TABLA IV

Ensayo	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
Medida de la resistencia eléctrica de los conductores	IEC 60502, apartado 14.2 IEC 60228, apartado 6	No superiores a los de la Tabla I
Ensayo de tensión	IEC 60502, apartado 14.4	No debe producirse perforación del aislamiento

5.3.- ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los ensayos de recepción comprenderán ensayos sobre muestras de cables terminados extraídas de las bobinas elegidas por el inspector. Cuando el inspector no participe de la totalidad de los ensayos de Rutina en fábrica y de la medición del largo de cada bobina, la recepción comprenderá además lo siguiente:

Se solicitarán los protocolos de los ensayos de Rutina realizados por el fabricante, chequeándose el resultado de los mismos y el largo declarado de cada bobina.

Se incluirán además como ensayos de Recepción la repetición de los ensayos de Rutina y la medición del largo de expedición sobre bobinas seleccionadas por el inspector y según el criterio que se describe mas adelante. Estas pruebas deberán arrojar resultados conformes con lo exigido, en caso contrario la partida deberá ser rechazada.

Para los ensayos de Recepción sobre muestras de cable terminado se establecerá el siguiente criterio: Si uno cualquiera de estos ensayos no es satisfactorio, se someterán a ensayo dos nuevas muestras del mismo lote de cables. Si los dos contra ensayos resultan satisfactorios se considerará que el conjunto de los cables del lote cumple las prescripciones exigidas. En caso contrario no se aceptará el conjunto de los cables del lote.

Sobre un número de bobinas igual al 10 % (o entero superior) del total de bobinas del pedido presentado a la recepción tomadas al azar se efectuarán los ensayos que se especifican a continuación:

5.3.1.- Repetición de los ensayos de rutina

Se realizarán (si corresponde) según punto 5.2 de esta Norma. Además de la conformidad de los resultados obtenidos se verificará la coherencia de los mismos con los protocolos declarados por el fabricante.

5.3.2.- Medición del largo de expedición

La verificación del largo declarado se realizará mediante un cuenta metro calibrado. Cuando esta medición no sea posible se podrá utilizar en acuerdo entre el inspector y el fabricante alguno de los siguientes métodos alternativos (en los cuales el largo se deduce por cálculo):

a) Por peso de la bobina completa, conociendo la tara de la bobina y midiendo el peso por metro del cable.

b) Midiendo la resistencia eléctrica de una muestra de un largo conocido del mismo tipo de cable, además de medir la bobina entera.

En ningún caso el largo medido según alguno de estos métodos podrá ser inferior a lo declarado por el fabricante para cada bobina.

5.3.3.- Ensayos de Muestreo

Sobre una bobina de cada serie de fabricación de la misma sección de cable, limitándose, sin embargo, el número de bobinas al 10 % del total de bobinas del pedido, se efectuarán los ensayos indicados en la Tabla V.

TABLA V

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
Examen de conductor	Bobinas de cable elegidas	IEC 60228, apartado 4.3	Apartado 4.3 y Tabla II de IEC 60228
Medida del espesor del aislamiento	Bobinas de cable elegidas y según IEC 60502, apartado 15.5.1	IEC 60811-1-1, apartado 8.1	IEC 60502, apartados 15.5.1 y 15.5.2 a)
Medida del espesor de la cubierta	Bobinas de cable elegidas y según IEC 60502, apartado 15.5.1	IEC 60811-1-1, apartado 8.2	IEC 60502, apartados 15.5.1 y 15.5.2 b)

a) Sobre el número de muestras indicado en el cuadro que sigue,

Longitud del cable	Número de muestras
De 4 a 20 km	1
De 20 a 40 km	2
De 40 a 60 km	3
Etc.	Etc.

tomadas de los cables fabricados para el suministro, a condición de que la longitud total del suministro sea superior a 4 km, se realizarán los ensayos indicados en la Tabla VI.

TABLA VI

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
Alargamiento en caliente del aislamiento	IEC 60811-2-1, apartado 9.1	IEC 60811-2-1, apartados 9.2 y 9.3	IEC 60811-2-1, apartado 9.4 IEC 60502, Tabla XI
Determinación de las propiedades mecánicas del aislamiento (sin envejecimiento)	IEC 60811-1-1, apartado 9.1 IEC 60811-1-2, apartado 8		IEC 60502, Tabla VII

(1) se adoptarán los valores de 10000 M Ω km y de 10 M Ω km para las resistividades volumétricas mínimas del aislamiento a temperatura ambiente y a 90°C respectivamente.

6.- EMBALAJE PARTICULAR

Los carretes se entregarán cerrados en toda su periferia con duelas de madera fijadas en las alas de la bobina que proteja el cable en caso de golpes u otro tipo de agresión.

Las bobinas tendrán las duelas de madera aseguradas con 3 flejes metálicos (no se admitirán flejes plásticos) los cuales se fijarán mediante canales realizados en las duelas, o como alternativa se fijarán mediante clavos a las mismas.

Largo de expedición

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.

Largo nominal de bobina por tipo de cable:

50 mm² Al → 500 m
150 mm² Al → 1000 m
240 mm² Al → 1000 m
35 mm² Cu → 500 m
50 mm² Cu → 500 m

7.- CÓDIGOS UTE

CODIGO	DESCRIPCION
051558	CABLE AL 0,6/1 KV 1X50 MM2 AISL XLPE
051557	CABLE AL 0,6/1 KV 1X150 MM2 AISL XLPE
051556	CABLE AL 0,6/1 KV 1X240 MM2 AISL XLPE
052330	CABLE CU 1X35 MM2 DOBLE AISL XLPE
018303	CABLE CU 0,6/1 KV 1X50 MM2 AISL XLPE

8.- NORMAS DE REFERENCIA

IEC 60502	Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruídos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV. (1983)
IEC 60502	Modificación N°1 (1984)
IEC 60502	Modificación N°3 (1989)
IEC 60502	Modificación N°4 (1990)
IEC 60502-1	Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruídos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV. Parte 1: cables de tensión 1 kV ($U_m=1.2kV$) y 3 kV ($U_m=3.6kV$). (2004)
IEC 60-1	Ensayos en alta tensión. Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos. (1973)
IEC 60228	Conductores de cables aislados para instalaciones eléctricas. Secciones nominales y composiciones. (1978)
IEC 60228A	Complemento a la IEC 60228-1978. (1982)
IEC 287	Cálculo de la corriente admisible en los cables en régimen permanente. (1982)
IEC 60332-1	Ensayos de cables eléctricos y fibra óptica sometidos al fuego. Primera parte: Ensayo sobre propagación vertical de llama efectuado sobre un cable. (1979)
IEC 60332-1-2	Ensayos de cables eléctricos y fibra óptica sometidos al fuego. Primera parte apartado 2: Ensayo sobre propagación vertical de llama efectuado sobre un cable. – Procedimiento de premezcla de llama para 1 kW. (1979)
IEC 60811-1-1	Métodos de ensayos comunes para los materiales de aislación y cubiertas de cables eléctricos. Primera parte: Métodos de aplicación general. Primera sección: Medida de espesores y dimensiones exteriores. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas. (1985)
IEC 60811-1-2	Métodos de ensayos comunes para los materiales de aislación y cubiertas de cables eléctricos. Primera parte: Métodos de aplicación general. Segunda sección: Métodos de envejecimiento térmico. (1985)

- IEC 60811-1-3 Métodos de ensayos comunes para los materiales de aislación y cubiertas de cables eléctricos. Primera parte: Métodos de aplicación general. Tercera sección: Métodos para determinar la densidad. Ensayos de absorción de agua. Ensayo de retracción. (1985)
- IEC 60811-1-4 Métodos de ensayos comunes para los materiales de aislación y cubiertas de cables eléctricos. Primera parte: Métodos de aplicación general. Cuarta sección: Ensayos a baja temperatura. (1985)
- IEC 60811-2-1 Métodos de ensayos comunes para los materiales de aislación y cubiertas de cables eléctricos. Segunda parte: Métodos específicos para compuestos elastoméricos. Primera sección: Ensayo de resistencia al ozono. Ensayo de alargamiento en caliente. Ensayo de resistencia al aceite. (1986)
- IEC 60811-3-1 Métodos de ensayos comunes para los materiales de aislación y cubiertas de cables eléctricos. Tercera parte: Métodos específicos para compuestos de PVC. Primera sección: Ensayo de presión a alta temperatura. Ensayo de resistencia a la fisuración. (1985)
- IEC 60811-3-2 Métodos de ensayos comunes para los materiales de aislación y cubiertas de cables eléctricos. Tercera parte: Métodos específicos para compuestos de PVC. Segunda sección: Ensayos de pérdida de masa. Ensayos de estabilidad térmica. (1985)

9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	SOLICITADO	GARANTIZADO	
1	INFORMACIÓN BÁSICA			
1.1	Fabricante	---		
1.2	Designación del fabricante	---		
1.3	Normas de fabricación y ensayos	NO-DIS-.MA-0502 y sus normas de referencia		
1.4	Tensión de servicio	0,6/1 KV		
1.5	Sección nominal y metal del conductor	50 mm² Aluminio 150 mm² Aluminio 240 mm² Aluminio 35 mm² Cobre 50 mm² Cobre		
1.6	Radio mínimo de curvatura	50 mm² Al: ≤ 0,22 m 150 mm² Al: ≤ 0,33 m 240 mm² Al: ≤ 0,41 m 35 mm² Cu: ≤ 0,16 m 50 mm² Cu: ≤ 0,22 m	50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:	
1.7	Diámetro exterior del cable	50 mm² Al: ≈ 14,5 mm 150 mm² Al: ≈ 22 mm 240 mm² Al: ≈ 27 mm 35 mm² Cu: ≈ 13 mm 50 mm² Cu: ≈ 14,5 mm	50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:	
1.8	Tracción máxima admisible en operación de tendido: a) sobre conductor b) sobre cubierta (con malla de tracción)	a) Sobre conductor: ≈ 4 a 5 kg/mm² (cable de Cu) ≈ 2 a 3 kg/mm² (cable de Al) b) Sobre cubierta: mínimo: según fabricante máx: 500 kg Nota: valores de referencia, en caso de diferencias sustanciales exigir justificación	a)Sobre conductor (kg) 50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:	b)Sobre cubierta(kg)
1.9	Marcación del cable con metraje cada 1m (Si/No)	Si		
2	CONDUCTOR			
2.1	Número de alambres por conductor	50 mm² Al: ≥ 6 150 mm² Al: ≥ 15 240 mm² Al: ≥ 30 35 mm² Cu: ≥ 6 50 mm² Cu: ≥ 6	50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:	
2.2	Forma de la sección del conductor	Conductor de sección circular y compacto		
2.3	Resistencia óhmica del conductor a corriente continua y a 20°C	50 mm² Al: ≤ 0,641 Ω/km 150 mm² Al: ≤ 0,206 Ω/km 240 mm² Al: ≤ 0,125 Ω/km 35 mm² Cu: ≤ 0,524 Ω/km	50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu:	

		50 mm² Cu: ≤ 0,387 Ω/km	50 mm² Cu:
3	AISLACIÓN		
3.1	Material de la aislación	XLPE	
		Nominal (mm) Mínimo (mm)	Nominal(mm) .Mínimo(mm)
3.2	Espesor de aislación	50 mm² Al: 1,0 0.8 150 mm² Al: 1,4 1.16 240 mm² Al: 1,7 1.43 35 mm² Cu: 0,9 0.71 50 mm² Cu: 1,0 0.8	50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:
3.3	Diámetro sobre la aislación	50 mm² Al: ≈11 mm 150 mm² Al: ≈ 18 mm 240 mm² Al: ≈ 23 mm 35 mm² Cu: ≈ 9,5 mm 50 mm² Cu: ≈ 11 mm	50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:
3.4	Resistividad térmica de la aislación	≈ 350 °C· cm/w	
4	CUBIERTA		
4.1	Material de la cubierta	PVC tipo ST2	
4.2	Espesor de la cubierta	Esp. Nominal(mm) Esp. Mín(mm) 50 mm² Al: 3 2.45 150 mm² Al: 3 2.45 240 mm² Al: 3 2.45 35 mm² Cu: 3 2.45 50 mm² Cu: 3 2.45	Esp. Nom(mm) Esp. Mín(mm) 50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:
4.4	Resistividad térmica de la cubierta	≈ 500 °C· cm/w	
5	CARACTERISTICAS TÉRMICAS Y ELÉCTRICAS		
5.1	Intensidad admisible en régimen permanente en las condiciones que define la norma NO-DIS-MA-0502, punto 10.1.1. Nota: en caso de discrepancia con los valores especificados, adjuntar la memoria de cálculo utilizada	a) Instalación enterrada (A) 50 mm² Al: ≥ 180 150 mm² Al: ≥ 330 240 mm² Al: ≥ 430 35 mm² Cu: ≥ 210 50 mm² Cu: ≥ 235 b) Instalación al aire (A) ≥ 140 ≥ 300 ≥ 420 ≥ 165 ≥ 220 ≥ 615 ≥ 950	a) Instalación enterrada (A) 50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu: b) Instalación al aire (A)
5.2	Sobrecarga admisible durante 2 horas para una temperatura máxima de conductor de 130°C y en los siguientes casos:	≥ 20% en ambos casos (valor	a partir de régimen a 70% Inominal :

	a) a partir de régimen a 70% Inominal b) a partir de régimen a 50% Inominal	aproximado)			a partir de régimen a 50% Inominal :		
5.3	Intensidad de corriente de cortocircuito (1 segundo) para una temperatura máxima de conductor de 250°C y una temperatura inicial de 90°C	50 mm² Al: ≈ 4,6 kA 150 mm² Al: ≈ 13,9 kA 240 mm² Al: ≈ 22,3 kA 35 mm² Cu: ≈ 5,0 kA 50 mm² Cu: ≈ 7,1 kA			50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:		
6	PESOS LINEALES						
6.1	De cada componente del cable (conductor, aislación y cubierta)	---			Conductor (kg/m) 50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:	Aislación (kg/m)	Cubierta (kg/m)
6.2	Del cable completo	50 mm² Al: ≈ 270 kg/km 150 mm² Al: ≈ 680 kg/km 240 mm² Al: ≈ 1030 kg/km 35 mm² Cu: ≈ 420 kg/km 50 mm² Cu: ≈ 560 kg/km			50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:		
7	EXPEDICION						
7.1	Largo de expedición	50 mm² Al: 500 m ± 5% 150 mm² Al: 1000 m ± 5% 240 mm² Al: 1000 m ± 5% 35 mm² Cu: 500 m ± 5% 50 mm² Cu: 500 m ± 5%			50 mm² Al: 150 mm² Al: 240 mm² Al: 35 mm² Cu: 50 mm² Cu:		
7.2	Diámetro total del carrete (m)	---	50 mm² Al	150 mm² Al	240 mm² Al	35 mm² Cu	50 mm² Cu
7.3	Ancho total del carrete (m)	---					
7.4	Espesor de duelas de cierre (mm)	2cm → bobina < 300kg 3cm → bobina > 300kg					
7.5	Diámetro interior del buje central	Diámetro ≥ 4" (4" = 101.6 mm)					
7.6	Diámetro del cilindro sobre el que se arrolla el cable (m)	Diámetro ≥ a 15 veces el diámetro exterior del cable.					
7.7	Bobina con una mano de pintura exterior y tratamiento preservador (SI/NO)	SI					
	Espacio entre última						



7.8	espira de cable y superficie inferior de las duelas	Mínimo 10 cm					
7.9	Peso del carrete vacío (kg)	---					
7.10	Peso del carrete cargado con un largo de fabricación (kg)	El peso no superará 4 toneladas					

10.- ANEXOS: GUÍA PARA LA ELECCIÓN DE CONDUCTOR

Una vez determinadas las características fundamentales de los cables unipolares a utilizar en las redes de BT de distribución de energía eléctrica, se establecen en este capítulo los criterios para fijar la sección nominal de los conductores a utilizar en cada caso.

Los valores dados en este capítulo son aproximados y se indican a título orientativo.

10.1.-ELECCION DE LA SECCIÓN NOMINAL DEL CONDUCTOR

La sección nominal adoptada será la mayor de las que resulten al tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Intensidad permanente admisible según las condiciones de instalación.
- b) Valor y duración de la intensidad de cortocircuito prevista en la red.
- c) Caída de tensión previsible.
- d) Otras consideraciones no desarrolladas en la presente Norma por falta de generalidad tales como: régimen de carga variable, pérdidas eléctricas, alimentaciones alternativas, etc.

10.1.1.- INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES

Son las indicadas en la Tabla VII. Surgen de la Norma IEC 287 para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones tipo de instalación allí establecidas.

TABLA VII

Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables seleccionados en esta Norma.

Sección nominal de los conductores (mm ²)	Instalación enterrada (A)	Instalación al aire (A)
35 Cu	210	165
50 Cu	235	220
50 Al	180	140
150 Al	330	300
240 Al	430	420

Temperatura máxima en el conductor, 90°C.

Instalación enterrada	Instalación al aire
<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del terreno: 25°C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo, conjuntamente con un conductor neutro, si existe - Profundidad de instalación: 70 cm - Resistividad térmica del terreno: 100°C.cm/W 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del aire: 40°C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo, conjuntamente con un conductor neutro, si existe - Disposición que permita una eficaz renovación del aire

Cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores obtenidos de la citada Norma IEC, de entre los que, por su mayor significación para las redes de distribución señalamos los siguientes:

a) Cables instalados al aire en ambientes de temperatura distinta de 40°C. Se aplicarán los coeficientes indicados en la Tabla VIII.

TABLA VIII

Temperatura ambiente	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
Coeficiente de corrección	1.18	1.10	1.00	0.90	0,77

b) Cables expuestos directamente al sol. Se utilizará un coeficiente corrector de 0,9.

c) Varias ternas de cables enterrados directamente en una misma zanja. Se aplicarán los coeficientes indicados en la Tabla IX.

TABLA IX

Ternas situadas en un mismo plano horizontal	NUMERO DE TERNAS							
	2	3	4	5	6	8	10	12
Con una separación aproximada de 7cm (espesor de un ladrillo)	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50
En contacto	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47

d) Ternas de cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares.

Se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8 en el caso de una terna de cables unipolares instalada en el interior de un mismo tubo y de 0,90 si los cables de la terna están en tubos diferentes. Es obligatorio en el primer caso que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna no sea inferior a 2.

No obstante lo anterior, cuando se trate de instalaciones entubadas que no superen longitudes de 15 m (cruzamiento de caminos, carreteras, etc.) no será necesario aplicar un coeficiente corrector.

e) Cables directamente enterrados o en condiciones enterradas en terrenos de resistividad térmica distinta de 100°C cm/W.

Se aplicarán los coeficientes indicados en la Tabla X.

TABLA X

Resistividad térmica del terreno (°C cm/W)	80	100	120	150	200	250
Coeficiente de corrección	1,09	1	0,93	0,85	0,75	0,68

10.1.2.- INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES

En la Tabla XI se indican las intensidades de corriente de cortocircuito admisibles para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Estas intensidades corresponden a una temperatura de 250°C alcanzada por el conductor, supuesto que todo el calor desprendido durante el proceso de cortocircuito es absorbido por el propio conductor.

TABLA XI

Intensidad de cortocircuito admisible en los conductores en kA.

Sección del conductor en mm ²	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
35 Cu	15,7	11,1	9,1	7,0	5,0	4,1	3,5	3,1	2,9
50 Cu	22,4	15,9	13,0	10,0	7,1	5,8	5,0	4,5	4,1
50 Al	14,7	10,1	8,5	6,6	4,6	3,8	3,3	2,9	2,7
150 Al	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1
240 Al	70,5	48,7	40,8	31,6	22,3	18,2	15,8	14,1	12,9

10.2.-CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CABLES TERMINADOS.

A los efectos de cálculos eléctricos y mecánicos para los proyectos se indican los valores de la Tabla XII.

TABLA XII

Características de los cables terminados

	SECCION NOMINAL (mm ²)				
	35 Cu	50 Cu	50 Al	150 Al	240Al
De (mm)	13,0	14,5	14,5	22,2	27
P (kg/km)	420	560	270	680	1030
r (m)	0,16	0,22	0,22	0,33	0,41
R (Ω/km)	0,655	0,495	0,821	0,264	0,160
X (Ω/km)	0,153	0,109	0,109	0,097	0,092

De	-	Diámetro exterior del cable
P	-	Peso del cable completo
r	-	Radio mínimo de curvatura
R	-	Resistencia a 90°C y 50 Hz
X	-	Reactancia 50 Hz (conductores dispuestos para formar un cuadrado)

La caída de tensión se calculará mediante la siguiente expresión:

$$U \text{ (volts)} = K I L (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

K	-	2 para líneas monofásicos
	-	$\sqrt{3}$ para líneas trifásicas
I	-	corriente a transmitir en A
L	-	longitud de la línea en km
$\cos \phi$	-	factor de potencia
R y X	-	resistencia de los conductores a la temperatura de servicio y reactancia por fase a 50 Hz