

NORMA DE DISTRIBUCIÓN

NO-DIS-MA-1502

CABLES SUBTERRÁNEOS UNIPOLARES

CON AISLAMIENTO SECO

REDES DE ALTA TENSION HASTA 36kV

FECHA DE APROBACIÓN: 04/09/2015

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.....	5
3.2.-	CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS	5
3.2.1.-	TENSIÓN NOMINAL	5
3.3.-	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES	6
3.3.1.-	CONDUCTOR	6
3.3.2.-	AISLAMIENTO.....	6
3.3.3.-	PANTALLAS.....	7
3.3.4.-	CUBIERTA EXTERIOR NO METÁLICA	8
3.3.5.-	BARRERA DE BLOQUEO A LA PENETRACIÓN DE AGUA	8
4.-	DESIGNACIÓN E IDENTIFICACIÓN	9
4.1.-	FORMA DE DESIGNACIÓN.....	9
4.1.1.-	EJEMPLO DE DESIGNACIÓN.....	9
4.2.-	IDENTIFICACIÓN DEL CABLE	10
5.-	ENSAYOS	10
5.1.-	ENSAYOS DE TIPO	10
5.1.1.-	ENSAYOS ELÉCTRICOS	11
5.1.2.-	ENSAYOS NO ELÉCTRICOS.....	12
5.2.-	ENSAYOS DE RUTINA	14
5.3.-	ENSAYOS DE RECEPCIÓN	15
5.3.1.-	REPETICIÓN DE LOS ENSAYOS DE RUTINA	15
5.3.2.-	MEDICIÓN DEL LARGO DE EXPEDICIÓN.....	15
5.3.3.-	ENSAYOS DE MUESTREO.....	16
6.-	EMBALAJE PARTICULAR	17
7.-	CÓDIGOS UTE.....	18
8.-	NORMAS DE REFERENCIA	18
9.-	PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS	20
10.-	ANEXOS.....	26
10.1.-	INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES.....	26
10.2.-	INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES	28
10.3.-	INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LA PANTALLA.....	28
10.4.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CABLES TERMINADOS	29

0.- REVISIONES

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 04 DE 05 DEL 2011	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.3.2 y 3.3.4	Se agrega especificaciones para espesor de aislación y cubierta – puntos 3.3.2 (Aislamiento) y puntos 3.3.4 (Cubierta)
3.3.5.	Se agregan limitaciones a los materiales constructivos de la barrera de bloqueo a la penetración de agua en la pantalla.
	Se agrega cable 12/20kV XLPE 1x800mm ² Cu
	Se agrega cable 18/30kV XLPE 1x630mm ² Cu
6	Se modifica embalaje de bobinas
8.2	Se corrigen valores de Intensidad de cortocircuito 1 seg
8.4	Se ajustan valores de reactancia en configuración tresbolillo

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 03 DE 02 DEL 2010	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
5.3.3	Se agrega a ensayos de muestreo: Medida del espesor de pantallas semiconductoras
5.3.3	Se agrega a Ensayos de muestreo: Separación de la pantalla semiconductora sobre el aislamiento y ensayo de medida de espesor de pantalla semiconductora.
9	Se corrige valores de Intensidad de corriente de cortocircuito 1 seg.
9	Se corrige valores de Reactancia aproximada en configuración tresbolillo.

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma tiene por objeto definir las características de los cables subterráneos unipolares de aislación seca de media y alta tensión a utilizar en las redes de Distribución de UTE, establecer los ensayos de tipo, rutina y de recepción que deben satisfacer e indicar las directrices para la elección de la sección de los conductores y demás características de los cables a utilizar en cada caso.

La Norma considera además los cables aislados para empleo en la conexión de transformadores.

2.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS

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

Uo: Tensión nominal a frecuencia industrial entre cada uno de los conductores y el referencial de tierra, para la que se ha diseñado el cable.

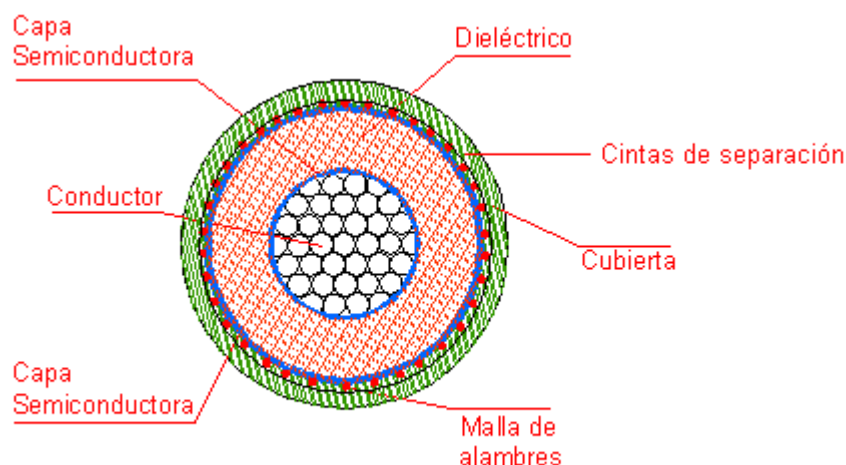
U: Tensión nominal a frecuencia industrial entre conductores para la que se ha diseñado el cable.

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los cables objeto de esta norma serán de 95, 240, 500, 630 y 800mm².

Independientemente de su sección, cada cable estará construido por las capas que se muestran en el esquema a continuación:



Además, deberán contar con bloqueo de agua en el alma del cable (conductor) y exteriormente a la pantalla metálica.

3.1.1.- CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

Los cables serán instalados en las condiciones establecidas en la tabla VII.

3.2.- CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS

3.2.1.- TENSIÓN NOMINAL

Las tensiones nominales U_o/U de los cables serán 12/20 kV y 18/30 kV eficaces.

3.3.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES

3.3.1.- CONDUCTOR

Los conductores serán compactos de sección circular de varios alambres cableados, clase 2, según Norma IEC 60228, de secciones nominales 95, 240, 500, 630 y 800mm².

Los alambres serán de aluminio para los cables de secciones nominales 95, 240 y 500 mm² y de cobre para la sección de 630 y 800mm².

En la Tabla I se indican las características principales.

TABLA I

CARACTERÍSTICAS	SECCION NOMINAL (mm ²)						
	12/20 kV				18/30 kV		
	95	240	630	800	240	500	630
Número mínimo de alambres del conductor	15	30	53	53	30	53	53
Diámetro mínimo de la cuerda (mm)	11,0	17,8	29,3	35,5	17,8	25,7	29.3
Diámetro máximo de la cuerda (mm)	12,0	19,2	32,5	37,5	19,2	27,6	32.5
Resistencia máxima del conductor a 20°C (Ω/km)	0,320	0,125	0,0283	0.0221	0,125	0,0605	0.0283

3.3.2.- AISLAMIENTO

Sobre el conductor central se aplicará una aislación de XLPE (polietileno reticulado). Dicho XLPE será según la Norma IEC 60502-2, apto para una temperatura máxima nominal del conductor de 90°C en servicio normal y de 250°C para cortocircuitos de duración máxima 5 segundos. Será aplicada por extrusión.

El espesor nominal del aislamiento, será de 5,5 mm para la tensión nominal 12/20 kV y de 8,0 mm para la tensión nominal 18/30 kV.

Cumpléndose también que el promedio de los valores medidos no deberá ser inferior al nominal y además el mínimo valor obtenido no deberá ser inferior a 90% del valor nominal en más de 0,1 mm.

3.3.3.- PANTALLAS

3.3.3.1. - PANTALLA SEMICONDUCTORA SOBRE EL CONDUCTOR

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruída, adherente al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

Deberá soportar las temperaturas admisibles del conductor.

3.3.3.2. - PANTALLA SEMICONDUCTORA SOBRE EL AISLAMIENTO

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruída, adherente al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,8 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

Deberá soportar las temperaturas admisibles del conductor.

Deberá ser fácilmente separable del aislamiento, que debe quedar, después de la separación, sin trazas de mezcla semiconductora apreciables a simple vista.

3.3.3.3. - PANTALLA METÁLICA

La pantalla metálica estará constituida por una corona de alambres continuos de cobre recocido, de diámetro comprendido entre 0,5 y 1 mm, dispuestos en hélice abierta de paso no superior a 20 veces el diámetro bajo pantalla, con una separación media máxima entre dos alambres contiguos de 4 mm, y por una contraespira de fleje de cobre recocido, de una sección de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro bajo contraespira.

Es facultativo del fabricante aplicar sobre la pantalla metálica un encintado o similar no metálico, continuo o discontinuo, que no tenga acción nociva sobre los demás componentes del cable.

Se tolera que el 5% de los intersticios entre los alambres, redondeando al número entero inferior, pueda tener una distancia comprendida entre 4 y 8 mm.

La continuidad de los alambres y fleje debe conseguirse mediante soldadura.

La sección geométrica real del conjunto de los alambres de la pantalla será de 16 mm² como mínimo (sección total efectiva de alambres de pantalla).

3.3.3.4. - COLOCACIÓN DEL AISLAMIENTO Y DE LAS PANTALLAS SEMICONDUCTORAS

En el proceso de fabricación de los cables, la colocación del aislamiento y las pantallas semiconductoras se realizará por triple extrusión simultánea.

3.3.4.- CUBIERTA EXTERIOR NO METÁLICA

La cubierta exterior estará constituida por una mezcla termoplástica basándose en PVC del tipo ST2, según Norma IEC 60502-2, de color rojo. Como alternativa se admitirá una mezcla termoplástica de PE tipo ST7 según IEC 60502-2.

La cubierta será extruida sobre cintas que la separen de la pantalla de alambres, no siendo aceptable su extrusión directamente sobre dicha pantalla. Estas cintas pueden ser o no parte del sistema de bloqueo a la penetración de agua.

Los espesores nominales de la cubierta exterior serán los indicados en la TABLA II.

TABLA II

TENSIÓN NOMINAL (kV)	SECCIÓN NOMINAL DEL CONDUCTOR (mm ²)	ESPESOR NOMINAL DE LA CUBIERTA EXTERIOR DE LOS CABLES
12/20	95	3,0
	240	3,0
	630	3,5
	800	3,5
18/30	240	3,2
	500	3,6
	630	3,6

Cumpléndose también que el promedio de los valores medidos no deberá ser inferior al nominal y además el mínimo valor obtenido no deberá ser inferior a 80% del valor nominal en más de 0,2 mm.

3.3.5.- BARRERA DE BLOQUEO A LA PENETRACIÓN DE AGUA

Los cables deberán contar con bloqueo de agua. Deberán contar con bloqueo en el alma del cable (conductor) y en la pantalla metálica. Tendrán que cumplir el ensayo de penetración de agua según Anexo F de IEC 60502-2.

No se admite el bloqueo en la pantalla solamente en base a polvos absorbentes o hilos absorbentes.

4.- DESIGNACIÓN E IDENTIFICACIÓN

4.1.- FORMA DE DESIGNACIÓN

La designación de los cables se efectuará por medio de siglas que indiquen las características siguientes:

- Nombre del fabricante
- Aislamiento:
 - R = polietileno reticulado
 - D = etileno propileno
- Pantallas:
 - H = pantallas semiconductoras sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica
- Cubierta exterior no metálica:
 - V = cubierta de PVC
- Tensión nominal del cable en U_o/U kV
- Indicaciones relativas al conductor y pantalla metálica:

Mediante la cifra 1 (cable unipolar), seguida del signo x, la sección nominal del conductor en mm², la letra K (forma circular compacta) y el símbolo Al (conductor de aluminio) o Cu (conductor de cobre) seguido del signo + y la sección de la pantalla en mm², precedida de la letra H.
- Año de fabricación (dos últimos cifras)

4.1.1.- EJEMPLO DE DESIGNACIÓN

Cable unipolar aislado con polietileno reticulado, apantallado con una sección de 16 mm², con cubierta exterior de PVC para U_o = 12 kV, de 95 mm² de sección compacta de aluminio, fabricado en 1992.

XXXX S.A. RHV 12/20 kV 1x95 K Al + H16 92

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. RHV 18/30 kV 1x240 K Al + H16 92

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
- Tensión de ensayo a
 Frecuencia industrial: Frecuencia entre 49 Hz y 51 Hz
 Onda prácticamente sinusoidal
- Forma de onda del ensayo
 de tensión de impulsos: Tiempo de frente de la onda entre $1\ \mu\text{s}$ y $5\ \mu\text{s}$
 Tiempo hasta el valor mitad de la cresta entre $40\ \mu\text{s}$ y $60\ \mu\text{s}$.

Otros detalles según Norma IEC 60060-1.

Los ensayos de tipo se efectuarán sobre dos secciones elegidas al azar: una correspondiente al nivel de tensión 12/20 kV y otra al de 18/30 kV.

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 ELÉCTRICOS

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

TABLA III

ENSAYO	Muestra a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
1. Medida de la resistencia eléctrica de los conductores	Muestra de longitud superior a un metro	IEC 60502-2, apartado 16.2 IEC 60228	No superiores a los de la Tabla I
2. Medida de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica		Similares a los indicados en IEC 60502-2, apartado 16.2	No superiores a $1.13 \Omega/\text{km}$ (a 20°C)
3. Ensayo de descargas parciales	Ensayos secuenciales a efectuar sobre una misma muestra de cable terminado, de 10 a 15 m de longitud entre los accesorios de ensayo	IEC 60502-2 apartado 18.1.4. IEC 60885-3	No superiores a 5 pC a $1,73 U_0$
4. Ensayo de doblado seguido de un ensayo de descargas parciales		IEC 60502-2, apartado 18.1.3. y 18.1.4.	No superiores a 5 pC a $1,73 U_0$
5. Medida de $\text{tg}\delta$		IEC 60502-2 apartado 18.1.5.	No superiores a los de IEC 60502-2, Tabla 15
6. Ensayo de ciclos de calentamiento seguido de un ensayo de descargas parciales		IEC 60502-2, apartado 18.1.6.	No superiores a 5 pC a $1,73 U_0$
7. Ensayo de tensión soportada a los impulsos seguido de un ensayo de tensión a frecuencia industrial		IEC 60502-2, apartado 18.1.7. IEC 60230	No debe producirse perforación del aislamiento
8. Ensayo de tensión de cuatro horas		IEC 60502-2, apartado 18.1.8.	Tensión $4U_0$

9. Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior	Una bobina de cable	IEC 60229 (por inmersión de agua)	No debe producir perforación de la cubierta
10. Medida de la resistividad de las pantallas semiconductoras	Muestra de cable de 150mm	IEC 60502-2, apartado 18.1.9 Anexo D de IEC 60502-2	Antes y después del envejecimiento debe ser inferior a: 1000 Ω cm 500 Ω cm

- Puede tomarse una nueva muestra para el ensayo 8 siempre que se someta previamente a los ensayos 4 y 6.

5.1.2.- ENSAYOS NO ELÉCTRICOS

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

TABLA IV

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
Examen del conductor	Los extremos de una bobina	IEC 60228	Apartado 3.3.1 de esta Norma IEC 60228
Examen de la pantalla metálica		Similares a los indicados en IEC 60228	
Medida del espesor del aislamiento	IEC 60502-2, apartado 19.1.	IEC 60811-1-1	IEC 60502-2, apartado 17.5.2
Medida del espesor de cubierta no metálica	IEC 60502-2, apartado 19.2.	IEC 60811-1-1,	IEC 60502-2, apartado 17.5.3
Alargamiento en caliente del aislamiento	IEC 60502-2 apartado 19.11 IEC 60811-2-1	IEC 60811-2-1,	IEC 60811-2-1, IEC 60502-2, Tabla 19
Determinación de las propiedades mecánicas del aislamiento antes y después del envejecimiento	IEC 60502-2 apartado 19.3 IEC 60811-1-1 IEC 60811-1-2		IEC 60502-2, Tabla 17
Determinación de las propiedades mecánicas de la cubierta antes y después del envejecimiento	IEC 60502-2 apartado 19.4 IEC 60811-1-1		IEC 60502-2, Tabla 20
Ensayo adicional de envejecimiento sobre trozos de cables completos	IEC 60502-2 apartado 19.5 IEC 60811-1-2,		IEC 60502-2, Tablas 17 y 20

Ensayo de pérdida de masa de la cubierta de PVC	IEC 60811-3-2 IEC 60502-2 apartado 19.6	IEC 60502-2, Tabla 21
Ensayo de resistencia de la cubierta de PVC a las temperaturas elevadas VER 19.7	IEC 60811-3-1, IEC 60502-2 apartado 19.7	IEC 60811-3-1, IEC 60502-2, Tabla 18, 21 y 22
Ensayo de alargamiento a baja temperatura para la cubierta de PVC VER 19.8	IEC 60811-1-4, IEC 60502-2 apartado 19.8	IEC 60811-1-4, IEC 60502, Tabla 18 y 21
Ensayo de la resistencia a la fisuración de la cubierta de PVC	IEC 60811-3-1 IEC 60502-2 19.9	IEC 60811-3-1 , IEC 60502, Tabla 18 y 21
Ensayo de absorción de agua de los aislamientos	IEC 60811-1-3 (1)	IEC 60811-1-3 (2)
Medida de la contracción longitudinal del aislamiento de XLPE	IEC 60811-1-3 (3) IEC 60502-2 apartado 19.11	IEC 60811-1-3 (4)
Medidas del espesor de las pantallas semiconductoras	IEC 60502, apartado 17.5 IEC 60811-1-1	IEC 60502-2 ,apartado 17.5
Determinación de las propiedades mecánicas de la pantalla sobre el aislamiento	(5) IEC 60811-1-1	Carga de rotura > 7 N/mm ² Alargamiento a la rotura > 150%
Resistencia a la propagación de la llama	IEC 60502-2 apartado 19.14 IEC 60332-1-2	IEC 60332-1-2
Verificación de no penetración del agua	Según Anexo F de IEC 60502-2	
Ensayo de separación de la pantalla semiconductora sobre el aislamiento	IEC 60502-2 apartado 19.21	IEC 60502-2, apartado 19.21.2. Fuerza requerida entre 4N y 45N

- (1) Temperatura del agua desionizada y destilada: 85°C ± 2°C
Duración de la inmersión de las probetas: 14 días
- (2) Variación de masa máxima admitida: 1 mg/cm² (XLPE)
Temperatura: 130°C ± 2°C Duración: 1 hora
- (4) Contracción máxima admitida: 4%

- (5) Probetas de tipo halterio preparadas a partir de las bandas de pantallas semiconductoras obtenidas en el ensayo de separación de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento.

La sección de las probetas se mide por pesada, después de determinar la densidad por el método indicado en IEC 60811-1-3.

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 ensayos indicados en la Tabla V.

TABLA V

ENSAYO	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
Medida de la resistencia eléctrica de los conductores	IEC 60502-2, apartado 16.2 IEC 60228	No superiores a los de la Tabla I de la presente Norma
Medida de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica	Similares a los indicados en IEC 60502-2 apartado 16.2	No superiores a 1,13 Ω /km (a 20°C)
Ensayo de tensión	IEC 60502-2 apartado 16.4	3.5 U ₀ No debe producirse perforación del aislamiento
Ensayo de descargas parciales	IEC 60502-2 apartado 16.3 IEC 60885-2 y 60885-3	No superiores a 5 pC a 1,73 U ₀
Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior	IEC 60229 (por detección de defectos en seco) (1)	No debe producirse perforación de la cubierta

- (1) Dado que este ensayo individual se efectúa simultáneamente con la aplicación de la cubierta, la asistencia al mismo por parte de UTE deberá cumplirse durante el proceso de fabricación, previo aviso del fabricante.

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:

- a) 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.
- b) Se incluirán además como ensayos de Recepción la repetición de los ensayos de Rutina y la Medición del largo de expedición sobre un número de bobinas igual al 10% (o entero superior) del total de bobinas del pedido presentado a la recepción, que serán seleccionadas por el inspector. 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.

5.3.1.- REPETICIÓN DE LOS ENSAYOS DE RUTINA

Se realizarán (si corresponde) según punto 5.2 de esta Norma los siguientes ensayos:

- Medida de resistencia eléctrica de los conductores
- Medida de resistencia eléctrica de la pantalla metálica
- Ensayo de descargas parciales

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 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

Todos los ensayos que se detallan a continuación serán realizados bajo las normas IEC 60502 e IEC 60811.

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
Examen del conductor	Bobinas de cable elegidas y según IEC 60502-2 apartado 17.4	IEC 60502-2 apartado 17.4 IEC 60228	Según IEC 60228
Medida del espesor del aislamiento	Bobinas de cable elegidas y según IEC 60502-2 apartado 17.5	IEC 60502-2, apartado 17.5 IEC 60811-1-1	IEC 60502-2, apartado 17.5.2
Medida del espesor de pantallas semiconductoras	Bobinas de cable elegidas y según IEC 60502-2 apartado 17.5	IEC 60502-2, apartado 17.5 IEC 60811-1-1	Según apartado 3.3.3.1 y 3.3.3.2, valores requeridos Sobre aislamiento: 0.8mm Sobre conductor: 0.5mm
Medida del espesor de cubierta no metálica	IEC 60502-2, apartado 17.5	IEC 60502-2, apartado 17.5 IEC 60811-1-1	IEC 60502-2, apartado 17.5.3
Ensayo de tensión de cuatro horas	Bobinas de cable elegidas y según IEC 60502-2 apartado 17.9	IEC 60502-2 apartados 17.9	No debe producirse perforación del aislamiento

Alargamiento en caliente del aislamiento	Bobinas de cable elegidas y según IEC 60811-2-1	IEC 60502-2 apartado 19.11 IEC 60811-2-1	IEC 60811-2-1, IEC 60502-2 Tabla 19
Ensayo de separación de la pantalla semiconductora sobre el aislamiento	IEC 60502-2 apartado 19.21	IEC 60502-2 apartado 19.21 (Sin envejecimiento)	IEC 60502-2, apartado 19.21.2. Fuerza requerida entre 4N y 45N

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.

Los extremos del cable se cubrirán con capuchones termocontraíbles herméticos a la humedad. Los mismos deben ser resistentes a la intemperie y a la radiación solar.

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.

Se exceptúan de esto los siguientes cables:

- Cable 12/20 kV Cu 1x800mm²
- Cable 18/30 kV Cu 1x630mm²

Largo nominal de bobina por tipo de cable

- Cable 12/20 kV Al 1x 95mm² 1000m.
- Cable 12/20 kV Al 1x240mm² 1000m.
- Cable 12/20 kV Cu 1x630mm² 350m.
- Cable 12/20 kV Cu 1x800mm² 420m.
- Cable 18/30 kV Al 1x240mm² 1000m.
- Cable 18/30 kV Al 1x500mm² 500m.
- Cable 18/30 kV Cu 1x630mm² 420m

7.- CÓDIGOS UTE

CODIGO	DESCRIPCION
018321	CABLE AL 12/20KV 1X 95MM2 AISL XLPE
051490	CABLE AL 12/20KV 1X240MM2 AISL XLPE
051491	CABLE CU 12/20KV 1X630MM2 AISL XLPE
059057	CABLE CU 12/20KV 1X800MM2 AISL XLPE
018388	CABLE AL 18/30KV 1X240MM2 AISL XLPE
051106	CABLE AL 18/30KV 1X500MM2 AISL XLPE
064372	CABLE CU 18/30KV 1X630MM2 AISL XLPE- DIS

8.- NORMAS DE REFERENCIA

IEC 60502-2	Cables de transporte de energía con aislación extruida y sus accesorios para tensiones nominales de 1kV (Um=1.2kV) a 30 kV (Um=36kV) Parte 2: Cables de tensión desde 6kV (Um=7.2kV) hasta 30 kV (Um=36kV)
IEC 60060-1	Ensayos en alta tensión. Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
IEC 60228	Conductores de cables aislados.
IEC 60228A	Complemento a la IEC 60228-1978.
IEC 60229	Ensayos de revestimientos exteriores de los cables que tienen una función especial y son aplicables por extrusión. Ensayos dieléctricos de la cubierta exterior.
IEC 60230	Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.
IEC 60287	Cálculo de la corriente admisible en los cables en régimen permanente.
IEC 60332-1	Ensayos de cables eléctricos sometidos al fuego. Primera parte: Ensayo efectuado sobre un cable vertical.

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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
IEC 60885-2	Métodos de ensayos eléctricos para cables eléctricos. Segunda parte: Ensayos de descargas parciales.
IEC 60885-3	Métodos de ensayos eléctricos para cables eléctricos. Tercera parte: Métodos de ensayo de descargas parciales sobre cables de potencia de aislación extruída.

9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS							
CABLES SUBTERRÁNEOS UNIPOLARES CON AISLAMIENTO SECO AT HASTA 36kV							
ITEM	DATOS TÉCNICOS	SOLICITADO			GARANTIZADO		
1	INFORMACIÓN BÁSICA						
1.1	Fabricante y origen	---					
1.2	Designación del fabricante	---					
1.3	Normas de fabricación y ensayos	NO-DIS-.MA-1502 y sus normas de referencia					
1.4	Sección nominal de los conductores (mm²) y tensión nominal.	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)			95mm² Al 240mm² Al 630mm² Cu 800mm² Cu 240mm² Al 500mm² Al 630mm² Cu		
1.5	Diámetro exterior del cable (mm) Nominal Máximo		Nominal	Máximo		Nominal	Máximo
		95 mm² Al (12/20kV)	≈ 35	37	95mm² Al (12/20kV)		
		240 mm² Al (12/20kV)	≈ 42	44	240mm² Al (12/20kV)		
		630 mm² Cu (12/20kV)	≈ 54	57	630mm² Cu (12/20kV)		
		800 mm² Cu (12/20kV)	≈ 60	65	800mm² Cu (12/20kV)		
		240 mm² Al (18/30kV)	≈ 47	49	240 mm² Al (18/30kV)		
		500 mm² Al (18/30kV)	≈ 58	61	500 mm² Al (18/30kV)		
		630 mm² Cu (18/30kV)	≈ 62	66	630mm² Cu (18/30kV)		
1.6	Radio mínimo de curvatura (mm)	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)		≈ 420 ≈ 588 ≈ 756 ≈ 840 ≈ 658 ≈ 812 ≈ 868	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)		

1.7	Tracción máxima admisible en operación de tendido: a- Sobre conductor b- Sobre cubierta	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	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)		
2	CONDUCTOR				
2.1	Metal conductor	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)	Aluminio Aluminio Cobre Cobre Aluminio Aluminio Cobre	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)	
2.2	Número mínimo de alambres por conductor:	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)	15 30 53 53 30 53 53	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)	
2.3	Resistencia óhmica del conductor a corriente continua y a 20°C Valor máximo.	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)	0.320 0.125 0.0283 0.0221 0.125 0.0605 0.0283	95mm² Al (12/20kV) 240mm² Al (12/20kV) 630mm² Cu (12/20kV) 800mm² Cu (12/20kV) 240mm² Al (18/30kV) 500mm² Al (18/30kV) 630mm² Cu (18/30kV)	
3	AISLACIÓN				
3.1	Material de la aislación	XLPE			

			Nominal	Mínimo		Nominal	Mínimo
3.2	Espesor de la aislación nominal y mínimo. (mm)	95mm ² Al (12/20kV)	5.5	4.85	95mm ² Al (12/20kV)	5.5	4.85
		240mm ² Al (12/20kV)	5.5	4.85	240mm ² Al (12/20kV)	5.5	4.85
		630mm ² Cu (12/20kV)	5.5	4.85	630mm ² Cu (12/20kV)	5.5	4.85
		800mm ² Cu (12/20kV)	5.5	4.85	800mm ² Cu (12/20kV)	5.5	4.85
		240mm ² Al (18/30kV)	8.0	7.1	240mm ² Al (18/30kV)	8.0	7.1
		500mm ² Al (18/30kV)	8.0	7.1	500mm ² Al (18/30kV)	8.0	7.1
		630mm ² Cu (18/30kV)	8.0	7.1	630mm ² Cu (18/30kV)	8.0	7.1
3.3	Promedio de valores obtenidos en el espesor de la aislación.	≥ Nominal					
3.4	Diámetro sobre aislación aproximado (mm)	95mm ² Al (12/20kV)	≈ 24		95mm ² Al (12/20kV)		
		240mm ² Al (12/20kV)	≈ 31		240mm ² Al (12/20kV)		
		630mm ² Cu (12/20kV)	≈ 44		630mm ² Cu (12/20kV)		
		800mm ² Cu (12/20kV)	≈ 48.5		800mm ² Cu (12/20kV)		
		240mm ² Al (18/30kV)	≈ 36		240mm ² Al (18/30kV)		
		500mm ² Al (18/30kV)	≈ 45		500mm ² Al (18/30kV)		
		630mm ² Cu (18/30kV)	≈ 48.6		630mm ² Cu (18/30kV)		
3.5	Resistividad térmica de la aislación	≈ 350 °C· cm/w					
4	PANTALLAS SEMICONDUCTORAS						
4.1	Espesor mínimo de la semiconductora interna y de la semiconductora externa (mm)	Interna: 0.5 Externa: 0.8			Interna: Externa:		
4.2	Resistividad de la semiconductora externa a 90°C (Ωcm)	Según IEC 60502-2 apartado 18.1.9					
5	PANTALLAS METÁLICAS						
5.1	Número y diámetro nominal de alambre de Cu (mm)	Diámetro entre 0,5 a 1mm					
5.2	Ancho y espesor de cinta de Cu (mm)	Sección mínima: 1mm ²					
5.3	Intensidad de corriente de cortocircuito admisible de la pantalla, 1 seg. (kA)	Según Tabla XII de esta Norma					
5.4	Resistencia óhmica de la pantalla a corriente continua y 20°C (Ω/km) - nominal - máxima	Menor a 1.13 Ω/km					

6		BARRERA DE PENETRACIÓN DE AGUA						
6.1	Tipo de barrera de penetración de agua:							
	a) En el conductor (si/no)	a) SI			a)			
	c) Sobre la pantalla metálica (si/no)	b) SI			b)			
6.2	Materiales de formación de las barreras	No se admite bloqueo en la pantalla solamente en base a polvos o hilos absorbentes						
7		CUBIERTA						
7.1	Espesor de la cubierta nominal y mínimo. (mm)		Nominal	Mínimo		Nominal	Mínimo	
		95mm ² Al (12/20kV)	3.0	2.2	95mm ² Al (12/20kV)	3.0	2.2	
		240mm ² Al (12/20kV)	3.0	2.2	240mm ² Al (12/20kV)	3.0	2.2	
		630mm ² Cu (12/20kV)	3.5	2.6	630mm ² Cu (12/20kV)	3.5	2.6	
		800mm ² Cu (12/20kV)	3.5	2.6	800mm ² Cu (12/20kV)	3.5	2.6	
		240mm ² Al (18/30kV)	3.2	2.4	240mm ² Al (18/30kV)	3.2	2.4	
		500mm ² Al (18/30kV)	3.6	2.7	500mm ² Al (18/30kV)	3.6	2.7	
		630mm ² Cu (18/30kV)	3.6	2.7	630mm ² Cu (18/30kV)	3.6	2.7	
7.2	Promedio de valores obtenidos en el espesor de la aislación.	≥ Nominal						
7.3	Resistividad térmica de la cubierta (°C cm/W)	PVC ≈ 500 °C· cm/w PE ≈ 350 °C· cm/w						
8		CARACTERISTICAS TÉRMICAS Y ELÉCTRICAS						
8.1	Intensidad admisible en régimen permanente para una terna enterrada en contacto mutuo, profundidad de la instalación 100cm, temperatura del terreno 25°C y resistividad térmica del terreno 100°C.cm/W (A)	95mm ² Al (12/20kV)	≈ 250	95mm ² Al (12/20kV)				
		240mm ² Al (12/20kV)	≈ 415	240mm ² Al (12/20kV)				
		630mm ² Cu (12/20kV)	≈ 850	630mm ² Cu (12/20kV)				
		800mm ² Cu (12/20kV)	≈ 940	800mm ² Cu (12/20kV)				
		240mm ² Al (18/30kV)	≈ 415	240mm ² Al (18/30kV)				
		500mm ² Al (18/30kV)	≈ 590	500mm ² Al (18/30kV)				
		630mm ² Cu (18/30kV)	≈ 870	630mm ² Cu (18/30kV)				
8.2	Intensidad de corriente de cortocircuito 1 seg., para una temperatura máxima de conductor de 250 °C y una temperatura inicial de 90°C (kA)	95mm ² Al (12/20kV)	≈ 8,95	95mm ² Al (12/20kV)			≈ 8,95	
		240mm ² Al (12/20kV)	≈ 22.6	240mm ² Al (12/20kV)			≈ 22.6	
		630mm ² Cu (12/20kV)	≈ 89.7	630mm ² Cu (12/20kV)			≈ 89.7	
		800mm ² Cu (12/20kV)	≈ 113,9	800mm ² Cu (12/20kV)			≈ 113,9	
		240mm ² Al (18/30kV)	≈ 22.6	240mm ² Al (18/30kV)			≈ 22.6	
		500mm ² Al (18/30kV)	≈ 47.1	500mm ² Al (18/30kV)			≈ 47.1	

		630mm ² Cu (18/30kV)	≈ 89.7	630mm ² Cu (18/30kV)	≈ 89.7
8.3	Capacidad aproximada entre conductor y pantalla (μF/km)	95mm ² Al (12/20kV) 240mm ² Al (12/20kV) 630mm ² Cu (12/20kV) 800mm ² Cu (12/20kV) 240mm ² Al (18/30kV) 500mm ² Al (18/30kV) 630mm ² Cu (18/30kV)	≈ 0.220 ≈ 0.311 ≈ 0.469 ≈ 0.541 ≈ 0.232 ≈ 0.305 ≈ 0.342	95mm ² Al (12/20kV) 240mm ² Al (12/20kV) 630mm ² Cu (12/20kV) 800mm ² Cu (12/20kV) 240mm ² Al (18/30kV) 500mm ² Al (18/30kV) 630mm ² Cu (18/30kV)	
8.4	Reactancia aproximada en configuración tresbolillo (Ω/km)	95mm ² Al (12/20kV) 240mm ² Al (12/20kV) 630mm ² Cu (12/20kV) 800mm ² Cu (12/20kV) 240mm ² Al (18/30kV) 500mm ² Al (18/30kV) 630mm ² Cu (18/30kV)	≈ 0.129 ≈ 0.111 ≈ 0.094 ≈ 0.090 ≈ 0.118 ≈ 0.108 ≈ 0.103	95mm ² Al (12/20kV) 240mm ² Al (12/20kV) 630mm ² Cu (12/20kV) 800mm ² Cu (12/20kV) 240mm ² Al (18/30kV) 500mm ² Al (18/30kV) 630mm ² Cu (18/30kV)	
8.5	Máximo factor de pérdidas dieléctricas	Según IEC 60502-2			
9	PESOS LINEALES				
9.1	Peso aproximado del cable completo (kg/km)	95mm ² Al (12/20kV) 240mm ² Al (12/20kV) 630mm ² Cu (12/20kV) 800mm ² Cu (12/20kV) 240mm ² Al (18/30kV) 500mm ² Al (18/30kV) 630mm ² Cu (18/30kV)	≈ 920 ≈ 800 ≈ 7200 ≈ 9143 ≈ 1900 ≈ 3050 ≈ 8000	95mm ² Al (12/20kV) 240mm ² Al (12/20kV) 630mm ² Cu (12/20kV) 800mm ² Cu (12/20kV) 240mm ² Al (18/30kV) 500mm ² Al (18/30kV) 630mm ² Cu (18/30kV)	
10	EXPEDICION				
10.1	Largo de expedición (m)	95mm ² Al (12/20kV) 240mm ² Al (12/20kV) 630mm ² Cu (12/20kV) 800mm ² Cu (12/20kV) 240mm ² Al (18/30kV) 500mm ² Al (18/30kV) 630mm ² Cu (18/30kV)	1000 1000 350 420 1000 500 420	95mm ² Al (12/20kV) 240mm ² Al (12/20kV) 630mm ² Cu (12/20kV) 800mm ² Cu (12/20kV) 240mm ² Al (18/30kV) 500mm ² Al (18/30kV) 630mm ² Cu (18/30kV)	

			(12/20kV)				(18/30kV)		
			95	240	630	800	240	500	630
10.2	Diámetro total del carrete (m)	---							
10.3	Ancho total del carrete (m)	---							
10.4	Espesor de duelas de cierre (cm)	2cm → bobina < 300kg 3cm → bobina > 300kg							
10.5	Diámetro interior del buje central	Diámetro ≥ 4" (4" = 101.6 mm)							
10.6	Diámetro del cilindro sobre el que se arrolla el cable (m)	Diámetro ≥ a 15 veces el diámetro exterior del cable.							
10.7	Bobina con una mano de pintura exterior y tratamiento preservador (SI/NO)	SI							
10.8	Espacio entre última espira de cable y superficie inferior de las duelas	Mínimo 10 cm							
10.9	Peso del carrete vacío (kg)	---							
10.10	Peso del carrete cargado con un largo de fabricación (kg)	El peso no superará 4 toneladas							

10.- ANEXOS

10.1.- INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES

Son las indicadas en la Tabla VII. Están de acuerdo con IEC 60287, para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones tipo de instalación según tabla VII.

TABLA VII

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

Tensión nominal (kV)	Sección nominal de los conductores (mm ²)	INSTALACIÓN AL AIRE (A)	INSTALACIÓN ENTERRADA (A)
12/20	95 Al	245	250
	240 Al	435	415
	630 Cu	950	850
	800 Cu	1020	940
18/30	240 Al	435	415
	500 Al	645	590
	630 Cu	945	850
	Temperatura máxima en el conductor 90°C	- Temperatura del aire: 40°C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo - Disposición que permita una eficaz renovación del aire	- Temperatura del terreno: 25°C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo - Profundidad de instalación: 100 cm - Resistividad térmica del terreno: 100 °C.cm/W

Cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de la tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores correspondientes, 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	NÚMERO 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 0,9 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 en tubos que no superen longitudes de 15 m (cruzamiento de caminos, carreteras, etc.), no será necesario aplicar 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

10.2.- 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 de 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.

Tensión Nominal (kV)	Sección del conductor (mm ²)	DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO (s)								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
12/20	95 Al	28,3	20,0	16,3	12,7	8,95	7,31	6,33	5,66	5,17
	240 Al	71,5	50,6	41,3	32,0	22,6	18,5	16,0	14,3	13,1
	630 Cu	283,6	200,5	163,8	126,9	89,7	73,2	63,4	56,7	51,8
	800 Cu	360,2	254,7	207,9	161,1	113,9	93,0	80,5	72,0	65,8
18/30	240 Al	71,5	50,6	41,3	32,0	22,6	18,5	16,0	14,3	13,1
	500 Al	149,0	105,4	86,0	66,6	47,1	38,5	33,3	29,8	27,2
	630 Cu	283,6	200,5	163,8	126,8	89,7	73,2	63,4	56,7	51,8

10.3.- INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LA PANTALLA

En la Tabla XII se indican las intensidades admisibles en la pantalla de cobre especificada en esta Norma, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han tomado para una temperatura máxima en la pantalla de 160°C.

TABLA XII

Intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA.

Sección de la pantalla (mm ²)	DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO (s)							
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0
16	6,4	5,8	5,1	4,2	3,5	2,9	2,5	2,2

10.4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CABLES TERMINADOS

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

TABLA XIII

Características de los cables terminados

	RHV/DHV 12/20 kV				RHV/DHV 18/30 kV		
sección nominal	95 Al	240 Al	630 Cu	800 Cu	240 Al	500 Al	630 Cu
Dmax (mm)	37	44	57	65	49	61	66
P (kg/km)	920	1800	7200	9143	1900	3050	8000
rc (mm)	420	588	756	840	658	812	868
R (Ω /km)	0,413	0,164	0,043	0.037	0,164	0,082	0,043
X (Ω /km)	0,129	0,111	0,094	0.090	0,118	0,108	0,103
C (μ F/km)	0,220	0,311	0,469	0.541	0,232	0,305	0,342

Donde:

- Dmax - Diámetro máximo externo del cable.
- P - Peso del cable completo.
- rc - Radio mínimo de curvatura.
- R - Resistencia a 90°C y 50 Hz.
- X - Reactancia inductiva a 50 Hz.
- C - Capacidad por fase en μ F/km.