



ET 03.366.781.7

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

CABLES DE CUADRETES PARA INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES

1ª EDICIÓN: ABRIL 2024

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-500. Telecomunicaciones fijas.

<p>Propone:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Grupo de trabajo GT-500 Fecha: 25 de abril de 2024</p>	<p>Aprueba:</p> <p>Comité de Normativa Reunión de XX de XX de XXXX</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta interna y externa a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

1.- OBJETO.....	7
2.- CAMPO DE APLICACIÓN	7
3.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS	7
4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	7
4.1.-CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES	7
4.2.-DENOMINACIÓN DE LOS CABLES.....	8
4.3.-CLASIFICACIÓN DE LOS CABLES.....	9
4.4.-PROPIEDADES DE REACCIÓN AL FUEGO.....	9
5.- CABLES CON FORMACIÓN EN CUADRETES.....	10
5.1.-CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	13
5.1.1.-CONDUCTORES.....	13
5.1.2.-AISLAMIENTO.....	13
5.1.3.-FORMACIÓN.....	13
5.1.4.-CABLEADO	14
5.1.5.-CÓDIGO DE COLORES	14
5.1.6.-RELLENO DE NÚCLEO DEL CABLE (TIPOS EAPSP-R Y CCPSSP-R).....	15
5.1.7.-ENVOLVENTE DEL NÚCLEO	16
5.1.8.-PANTALLA.....	16
5.1.8.1.-Cables sin factor de reducción (tipo EAPSP y EATST).....	16
5.1.8.2.-Cables con factor de reducción (tipo CCPSSP y CCTSST).....	16
5.1.9.-CUBIERTA INTERIOR	17
5.1.10.- ARMADURA DE ACERO	18
5.1.10.1.-Cables sin factor de reducción	18
5.1.10.2.-Cables con factor de reducción	18
5.1.11.- CUBIERTA EXTERIOR.....	18
5.1.12.- CABLES AUTOSOPORTADOS (EAPSP-8).....	19
5.1.13.- ASPECTO EXTERIOR	20
5.2.-CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.....	21
5.2.1.-RESISTENCIA MECÁNICA.....	21
5.2.2.-RESISTENCIA AL IMPACTO	21
5.3.-CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS A 20°C	21
5.3.1.-RESISTENCIA ÓHMICA DE LOS CONDUCTORES.....	21
5.3.2.-DESEQUILIBRIOS DE RESISTENCIA.....	21
5.3.3.-RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	21
5.3.4.-RIGIDEZ DIELECTRICA.....	22
5.3.5.-CAPACIDAD MUTUA	22
5.3.6.-DESEQUILIBRIOS DE CAPACIDAD	22
5.3.7.-DESVIACIONES DE CAPACIDAD.....	23
5.3.8.-ATENUACIÓN.....	23
5.3.9.-FACTOR DE REDUCCIÓN	23

6.- OTRAS CARACTERÍSTICAS	23
6.1.-MARCADO	23
6.2.-FABRICACIÓN	24
6.3.-REQUISITOS PREVIOS	24
7.- CONTROL DE LA CALIDAD Y ENSAYOS	24
7.1.-ENSAYOS SOBRE EL CONDUCTOR	24
7.1.1.-DIÁMETRO	24
7.1.2.-RESISTENCIA A TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA	24
7.2.-ENSAYOS SOBRE EL AISLAMIENTO	24
7.2.1.-DENSIDAD	24
7.2.2.-RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA	25
7.2.3.-RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA DESPUÉS DEL ENVEJECIMIENTO	25
7.2.4.-ÍNDICE DE FLUIDEZ	25
7.2.5.-TIEMPO DE INDUCCIÓN A LA OXIDACIÓN	25
7.2.6.-RETRACCIÓN	25
7.2.7.-ESPESOR RADIAL	26
7.3.-ENSAYOS SOBRE EL NÚCLEO DEL CABLE	26
7.3.1.-FORMACIÓN	26
7.3.2.-CÓDIGO DE COLORES	26
7.4.-ENSAYO SOBRE EL COMPUESTO DE RELLENO	27
7.4.1.-FLUIDEZ DEL COMPUESTO DE RELLENO	27
7.4.2.-COMPATIBILIDAD CON EL POLIETILENO	27
7.4.3.-ESTABILIDAD	27
7.4.4.-RESISTIVIDAD VOLUMÉTRICA	27
7.4.5.-PUNTO DE PENETRACIÓN	28
7.4.6.-ENSAYO DE AUSENCIA DE COMPONENTES CORROSIVOS DEL MATERIAL DE RELLENO (ENTRE RELLENO Y ELEMENTOS METÁLICOS)	28
7.4.7.-PUNTO DE GOTA	28
7.5.-ENSAYOS SOBRE LA CUBIERTA INTERIOR	28
7.5.1.-DENSIDAD	28
7.5.2.-ESPESOR RADIAL	28
7.5.3.-ESPESOR DE LA PANTALLA DE ALUMINIO-COPOLÍMERO	28
7.5.4.-SOLAPE DE LA PANTALLA DE ALUMINIO-COPOLÍMERO	29
7.5.5.-ADHERENCIA DE LA PANTALLA DE ALUMINIO-COPOLÍMERO/CUBIERTA	29
7.6.-ENSAYOS SOBRE LA CUBIERTA EXTERIOR	30
7.6.1.-ESPESOR DE LA ARMADURA DE ACERO-COPOLÍMERO	30
7.6.2.-SOLAPE DE LA ARMADURA DE ACERO-COPOLÍMERO	30
7.6.3.-ESPESOR DE FLEJES DE ACERO	30
7.6.4.-DENSIDAD DE LA CUBIERTA EXTERIOR	31
7.6.5.-ESPESOR RADIAL DE LA CUBIERTA EXTERIOR	31
7.6.6.-RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA DE LA CUBIERTO EXTERIOR	31

7.6.7.-RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA DESPUÉS DEL ENVEJECIMIENTO	31
7.6.8.-ÍNDICE DE FLUIDEZ	32
7.6.9.-CONTENIDO EN NEGRO DE HUMO	32
7.6.10.- RESISTENCIA A LA FISURACIÓN	32
7.6.11.- ÍNDICE DE OXÍGENO LÍMITE	32
7.6.12.- ÍNDICE DE TEMPERATURA LÍMITE	32
7.7.-ENSAYOS DE CABLES AUTOSOPORTADOS.....	32
7.7.1.-ENSAYOS SOBRE LOS ALAMBRES DE ACERO	32
7.7.1.1.-Resistencia a la tracción.....	32
7.7.1.2.-Torsión.....	33
7.7.1.3.-Galvanizado	33
7.7.2.-ENSAYOS SOBRE EL CABLE DE ACERO	33
7.7.2.1.-Verificaciones geométricas.....	33
7.7.2.2.-Carga de rotura mínima	33
7.7.3.-DIMENSIONES DE LA CUBIERTA	34
7.8.-ENSAYOS SOBRE EL CABLE FINAL.....	34
7.8.1.-DIÁMETRO EXTERIOR	34
7.8.2.-DOBLADO	34
7.8.3.-MARCADO DE LA CUBIERTA.....	35
7.8.4.-PENETRACIÓN DE AGUA.....	35
7.8.5.-RESISTENCIA AL IMPACTO	35
7.9.-ENSAYOS ELÉCTRICOS	35
7.9.1.-RESISTENCIA ÓHMICA Y CONTINUIDAD DE CONDUCTORES	35
7.9.2.-DESEQUILIBRIO DE RESISTENCIA	36
7.9.3.-CAPACIDAD MUTUA	36
7.9.4.-DESEQUILIBRIO DE CAPACIDAD	36
7.9.5.-RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	38
7.9.6.-RIGIDEZ DIELECTRICA.....	38
7.9.7.-ATENUACIÓN.....	39
7.9.8.-ENSAYOS DE FACTOR DE REDUCCIÓN	39
7.10.- ENSAYOS DE REACCIÓN AL FUEGO.....	41
7.10.1.- MEDIDA DE LA EMISIÓN DE CALOR Y PRODUCCIÓN DE HUMOS EN CABLES DURANTE EL ENSAYO DE PROPAGACIÓN DE LA LLAMA.....	41
7.10.2.- ENSAYO DE PROPAGACIÓN VERTICAL DE LA LLAMA PARA UN CONDUCTOR INDIVIDUAL AISLADO O CABLE. PROCEDIMIENTO PARA LLAMA ENTREMEZCLADA DE 1 KW	42
7.10.3.- ENSAYO DE MEDIDA DE LA DENSIDAD DE LOS HUMOS EMITIDOS POR LOS CABLES EN COMBUSTIÓN BAJO CONDICIONES DEFINIDAS.....	42
7.10.4.- ENSAYO DE LOS GASES DESPRENDIDOS DURANTE LA COMBUSTIÓN DE MATERIALES PROCEDENTES DE LOS CABLES. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ (POR MEDIDA DEL PH) Y LA CONDUCTIVIDAD	43
8.- COMPROBACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	43
8.1.-CONDICIONES GENERALES.....	43

8.2.-LUGAR DE LOS ENSAYOS.....	43
8.3.-DOCUMENTACIÓN NECESARIA.....	43
8.4.-SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.....	44
8.5.-DECLARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	44
9.- RECEPCIÓN.....	44
9.1.-CONDICIONES GENERALES.....	44
9.2.-CRITERIOS DE SELECCIÓN Y PROPORCIÓN DE LAS MUESTRAS A ENSAYAR.....	45
9.3.-LUGAR DE LOS ENSAYOS.....	46
9.4.-RELACIÓN DE ENSAYOS DE RECEPCIÓN.....	46
9.5.-CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.....	47
10.-CONDICIONES DE TRANSPORTE, EMBALAJE Y ETIQUETADO.....	47
11.-GARANTÍAS.....	48
12.-NORMATIVA DEROGADA.....	48
13.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR.....	48
14.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA.....	48
I.Anejo 1. DIÁMETRO EXTERIOR DE CABLES Y ESPESOR DE CUBIERTAS.....	52
II.Anejo 2. CÓDIGOS RAL DE COLORES.....	55

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta interna y externa a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

1.-OBJETO

La presente especificación tiene por objeto definir las características físicas, mecánicas y eléctricas y fijar los requisitos para el cumplimiento de características técnicas y las condiciones de suministro y recepción de los cables para transmisión de señales eléctricas en alta y baja frecuencia, para transmisión de corriente eléctrica en régimen de baja tensión y reducida intensidad y para comunicaciones vocales, empleados entre equipos de Telecomunicaciones, para ser suministrados e instalados en la red de Adif y Adif AV (en adelante Adif).

2.-CAMPO DE APLICACIÓN

Las condiciones establecidas en este documento serán de aplicación a los cables para transmisión de señales eléctricas, en alta y baja frecuencia, para transmisión de corriente eléctrica en régimen de baja tensión y reducida intensidad, y para comunicaciones vocales, empleados entre equipos de Telecomunicaciones que se instalen en Adif.

3.-DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS

Los términos empleados se encuentran definidos en las normas de referencia indicadas en el apartado 14. Dichas normas tienen carácter complementario de la presente especificación técnica mientras no la contradigan.

4.-CARACTERÍSTICAS GENERALES

4.1.-CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES

Los cables que se incluyen en la presente especificación técnica se diferencian por:

- Estructura del núcleo.
- Tipo de apantallamiento.
- Tipo de cubierta.
- Tipo de armadura.
- Relleno del núcleo.
- Otras características, en caso de que dispongan de ellas:
 - Cables autoportados.
 - Factor de reducción.

4.2.-DENOMINACIÓN DE LOS CABLES

La denominación de los cables incluirá los siguientes datos, en el orden indicado, empleando las siglas indicadas entre paréntesis:

- Nº de elementos básicos.
- Elemento básico:
 - Cuadretes (X).
- Diámetro de conductor, en mm.
- Tipo de apantallamiento:
 - Aluminio estanca (EA).
 - Cintas o hilos de cobre (CC).
- Tipo de cubierta interior:
 - Polietileno de baja densidad (P).
 - Termoplástico ignífugo (T).
- Tipo de armadura:
 - Acero (S).
 - Flejes de acero (SS).
- Tipo de cubierta exterior:
 - Polietileno de baja densidad (P).
 - Termoplástico ignífugo (T).
- Relleno del núcleo:
 - Sin compuesto de relleno (sin indicación adicional).
 - Con compuesto de relleno hidrófugo (-R).
- Otras características, en el caso de que dispongan de ellas:
 - Factor de reducción: se indicará con las siglas FR seguido del valor (-FR 0,1).
 - Cables autoportados (-8).

A continuación se muestran dos ejemplos de denominación:

- Cable de 3 cuadretes de diámetro 1,4 mm, con pantalla de cintas o hilos de cobre, cubierta interior de termoplástico ignífugo, armadura de flejes de acero, cubierta exterior de termoplástico ignífugo y factor de reducción 0,1:

3X 1,4 mm CCTSST-FR 0,1.

- Cable de 25 cuadretes de diámetro 0,64 mm, con pantalla de aluminio estanca, cubierta interior de polietileno de baja densidad, armadura de acero, cubierta exterior de polietileno de baja densidad y auto soportado:

25X 0,64 mm EAPSP-8

4.3.-CLASIFICACIÓN DE LOS CABLES

En función de estos parámetros, los cables se clasifican de la forma siguiente:

- Cables de cuadretes (X), formados por conductores de 0,9 mm de diámetro. En función de su composición pueden ser de tipo:
 - EAPSP
 - EAPSP-R
 - EAPSP-8
 - EATST
 - CCPSSP-FR 0,1
 - CCPSSP-R-FR 0,1
 - CCTSST-FR 0,1

Los cables con apantallamiento de cintas o hilos de cobre (CC) y armado de flejes de acero (SS), ofrecen un apantallamiento anti-inductivo. A los cables con esta configuración se les considera con factor de reducción (-FR). El valor del factor de reducción es: 0,1.

4.4.-PROPIEDADES DE REACCIÓN AL FUEGO

Los cables objeto de la presente ET deberán tener una de las siguientes clases de reacción al fuego, conforme a las clases recogidas en el Reglamento Delegado (UE) 2016/364:

- Cables tipo EAPSP, EAPSP-R, EAPSP-8, CCPSSP y CCPSSP-R:
 - Clase mínima Fca.
- Cables tipo EATST y CCTSST:
 - Clase mínima Cca,-s1b, d1, a1.
 - Clase mínima B2ca, s1a, d1, a1.

Estas clases de reacción al fuego se consideran en todos los casos como clase mínima. En adelante se referirá a cada una de estas clases de reacción al fuego sin indicar "clase mínima".

5.-CABLES CON FORMACIÓN EN CUADRETES

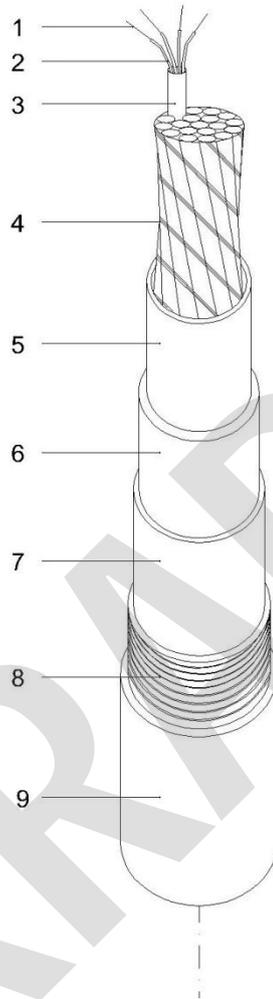


Figura 1. Cables de cuadrates.

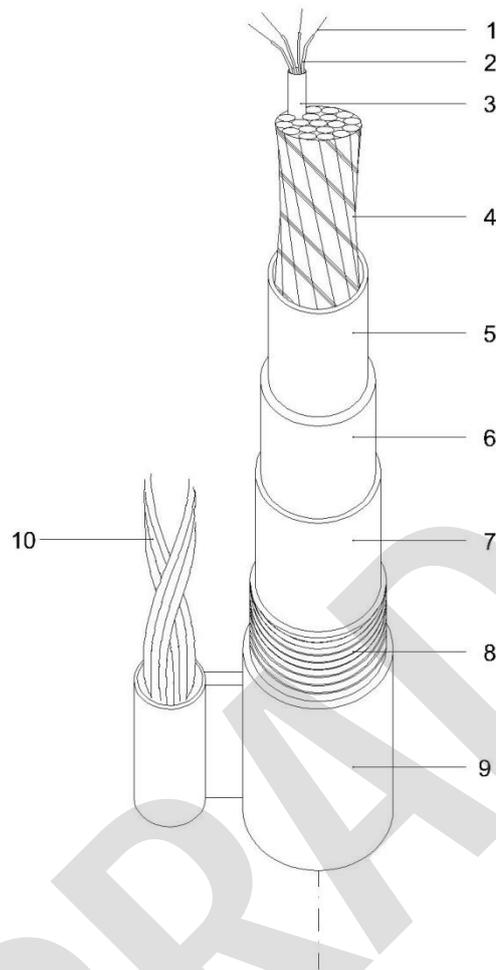


Figura 2. Cables de cuadretes autosoportado (-8).

Siendo:

1. Conductor de cobre electrolítico recocido. Diámetros de 0,9 mm.
2. Aislamiento Polietileno alta densidad sólido.
3. Formación cuadretes en estrella.
4. Cableado en capas concéntricas.
5. Envoltorio del núcleo. Cinta dieléctrica.
6. Pantalla estanca (EA). Cinta de aluminio con película de copolímero de PE por ambas caras.
7. Cubierta interior. Polietileno de baja densidad (cubierta interior P) o compuesto termoplástico HFFRLS (cubierta interior T).
8. Armadura. Cinta de acero con película de copolímero de PE por ambas caras corrugado o acero estañado impregnado.
9. Cubierta exterior. Polietileno de baja densidad (cubierta interior P) o compuesto termoplástico HFFRLS (cubierta interior T).
10. Soporte. (-8) Cable espiroidal de acero galvanizado.

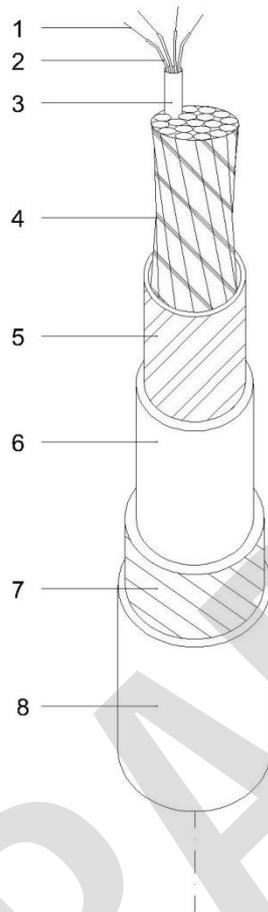


Figura 3. Cables de cuadretes con factor de reducción.

Siendo:

1. Conductor de cobre electrolítico recocido. Diámetro 0,9 mm.
2. Aislamiento Polietileno alta densidad sólido.
3. Formación cuadretes en estrella.
4. Cableado en capas concéntricas. Sobre el núcleo y sobre la pantalla de alambres de cobre será opcional la instalación de una cubierta de PE.
5. Pantalla eléctrica de cinta(s) o hilos de cobre, o corona de alambres de cobre (CC).
6. Cubierta interior. Polietileno de baja densidad (cubierta interior P) o compuesto termoplástico HFFRLS (cubierta interior T).
7. Armadura magnética. Cinta(s) de acero helicoidal(es) o flejes de acero (SS).
8. Cubierta exterior. Polietileno de baja densidad (cubierta interior P) o compuesto termoplástico HFFRLS (cubierta interior T).

5.1.-CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

5.1.1.-Conductores

Los conductores serán de cobre electrolítico puro y uniformemente recocido, de las características indicadas en la norma UNE 21011-2, con conductividad mínima del 98 % del patrón internacional.

El diámetro nominal de los conductores será de 0,9 mm.

Los conductores de cobre tendrán una resistencia a la tracción superior a 200 N/mm², y deberán permitir un alargamiento antes de la rotura de al menos el 20%.

5.1.2.-Aislamiento

Cada conductor estará aislado con una capa extruida de polietileno sólido de alta densidad y alto peso molecular, con un espesor radial medio suficiente para poder cumplir las características eléctricas de esta especificación.

Los pigmentos usados para colorear el polietileno serán compatibles con el aislamiento y el antioxidante.

El polietileno cumplirá lo especificado en la siguiente tabla:

Características	Valor
Densidad materia moldeada	0,94 a 0,97 g/cm ³
Resistencia a la tracción (materia extruida)	18 N/mm ²
Alargamiento mínimo a la rotura (materia extruida)	300%
Variación máxima de resistencia a la tracción después del envejecimiento térmico (24h 100°C) (materia moldeada)	±25%
Variación máxima de alargamiento a la rotura después del envejecimiento (24h 100°C)	±25%
Índice de fluidez de la materia prima	<0,9 g/10 min
Tiempo de inducción a la oxidación (OIT)	≥60 min
Retracción máxima (materia extruida)	5 %

Tabla 1. Características del polietileno de alta densidad para aislamiento.

5.1.3.-Formación

Los conductores aislados se torcerán juntos formando un cuadrete compacto, en el cual los conductores opuestos entre sí diagonalmente forman un par.

Cada cuadrete se torsionará de manera que los cuatro conductores recorran una trayectoria helicoidal con un paso determinado, siempre inferior a 150 mm.

El cuadrete así formado se atará con una ligadura de nylon u otro material adecuado al efecto, dispuesto en hélice abierta. En el caso de cables con núcleo relleno, se podrá omitir la ligadura individual de cada cuadrete.

5.1.4.-Cableado

Los cuadretes así formados se dispondrán en capas concéntricas con pasos de torsión adecuados y direcciones opuestas para formar el núcleo del cable.

Sobre el núcleo del cable se pondrán una o varias cintas de material dieléctrico, aplicadas helicoidal o longitudinalmente con un solape del 10% como mínimo, capaz de soportar la prueba de rigidez dieléctrica indicada en el apartado 7.10.6 de esta especificación.

El núcleo deberá amarrarse con una ligadura de nylon u otro material adecuado, aplicada en hélice abierta.

Cuando el núcleo vaya envuelto con cintas colocadas helicoidalmente, esta ligadura del núcleo podrá ser omitida.

La distribución de cuadretes en las distintas capas será la indicada en la siguiente tabla:

Número de cuadretes	Cuadretes en cada capa		
	Centro	1ª capa	2ª capa
1	1		
3	3		
5	Relleno	5	
7	1	6	
10	2	8	
14	4	10	
19	1	6	12
25	3	8	14

Tabla 2. disposición de los cuadretes en capas.

5.1.5.-Código de colores

El color del aislamiento de cada conductor, según sea la posición en la capa y la de ésta en el cable se indica en la siguiente tabla:

Cuadrete		Esquema de identificación	
Par	Conductor	Colores	Situación del cuadrete en la capa
1	1	Naranja	Primero y último cuadrete en el centro y cada capa
		Amarillo	Cuadretes intermedios en el centro y cada capa
	2	Verde	En todos los cuadretes
2	3	Rojo	El primer cuadrete y cuadretes impares en el centro y cada capa Primero, 3º, 5º, etc. (impares)
		Azul	El último cuadrete y cuadretes pares en el centro y cada capa Último, 2º, 4º, etc. (pares)
	4	Blanco	En el centro y capas pares
		Negro	En la primera capa y capas impares

Tabla 3. Código de colores e identificación de los cuadretes.

Nota: Para el orden de la capas el centro no es considerado capa.

El código RAL de los colores a emplear se recoge en el Anejo 2.

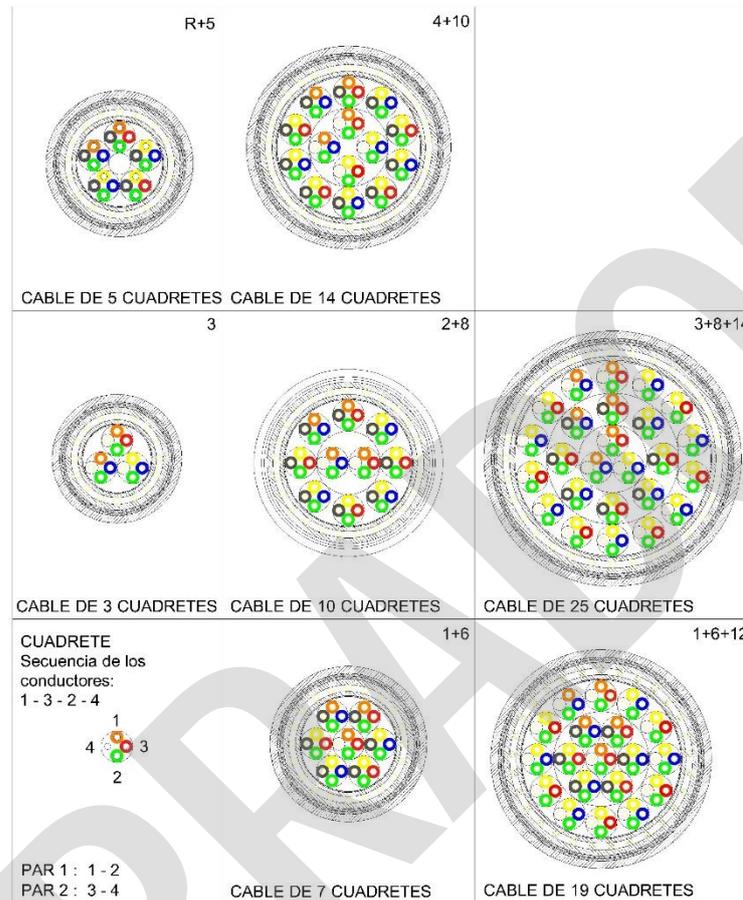


Figura 4. Código de colores en cables de cuadretes.

5.1.6.-Relleno de núcleo del cable (tipos EAPSP-R y CCPSP-R)

Cuando se requiera, el núcleo cable del cable irá relleno con un compuesto antihumedad bloqueante del agua compatible con el resto de componentes del cable.

Todos los intersticios del núcleo del cable quedarán rellenos completamente con este compuesto.

El compuesto antihumedad cumplirá las características propias y de interacción indicadas en la siguiente tabla:

Características	Valor
Resistividad volumétrica	$\geq 1 \times 10^{10} \Omega/m$
Punto de gota	$> 70^\circ\text{C}$
Estabilidad (5 días a 50°C)	No se apreciará separación de aceite hacia el fondo del vaso.
Punto de penetración	A $25^\circ\text{C} > 3\text{mm}$ A $0^\circ\text{C} > 1\text{mm}$
Compatibilidad con el polietileno (10 días a 70°C)	Incremento de peso $< 6 \%$ Resistencia a la tracción $> 150 \text{ kg/cm}$ (14,5 MPa) Alargamiento a la rotura $> 300\%$

Tabla 4. Características del compuesto antihumedad para rellenos de cables.

También se admitirán materiales bloqueantes del paso del agua y absorbentes de la humedad en forma de hilos o cintas en cables rellenos y con cubierta ignífuga.

5.1.7.-Envoltente del núcleo

Para cubrir el núcleo se colocarán una o varias cintas de material dieléctrico, helicoidal o longitudinalmente con un solape del 10% como mínimo, de adecuada resistencia térmica y capaces de soportar la prueba de rigidez dieléctrica indicada el apartado 7.10.6 de la presente especificación.

5.1.8.-Pantalla

5.1.8.1.-CABLES SIN FACTOR DE REDUCCIÓN (TIPO EAPSP Y EATST)

Estará constituida por una cinta lisa de aluminio de espesor $0,2 \pm 0,025 \text{ mm}$ recubierta por ambas caras por una capa de copolímero firmemente adherida ($1,4 \text{ kg}/12,7 \text{ mm}$) formando un tubo estanco.

El recubrimiento de copolímero de la cinta de aluminio tendrá un espesor por cada cara de $0,04 \text{ mm}$ como mínimo.

La cinta de aluminio-copolímero tendrá un solape mínimo de 3 mm para núcleos de diámetro menor de 10 mm y de $6,5 \text{ mm}$ para núcleos de diámetros mayores de 10 mm .

5.1.8.2.-CABLES CON FACTOR DE REDUCCIÓN (TIPO CCPSP Y CCTSST)

Estará constituida por una pantalla de cinta de cobre o corona de alambres de cobre. El material base será cobre electrolítico y el número/diámetro de conductores o el espesor de la cinta será el necesario para que consiga el factor de reducción adecuado.

Opcionalmente se podrá aplicar una cubierta de polietileno sobre las envoltentes del núcleo, como asiento de la pantalla, cuando sea conveniente por razones de fabricación. El espesor radial nominal de esta cubierta será de 1 mm .

5.1.9.-Cubierta interior

Sobre la pantalla se colocará una capa de polietileno de baja densidad (LDPE) o lineal de baja densidad y alto peso molecular (LLDPE) para cables con clase de reacción al fuego Fca (cubierta P), o material termoplástico ignífugo (HFFRLS) para cables con clases de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 y B2ca, s1a, d1, a1 (cubierta T), adicionado con las debidas proporciones de antioxidante, negro de humo, etc., para asegurar las mejores condiciones frente a la acción de la intemperie.

Las características de los compuestos de cubiertas son las que se indican en las siguientes tablas:

Características	Valor	
	LLDPE	LDPE
Densidad	0,92 a 0,94 g/cm ³	0,92 a 0,94 g/cm ³
Resistencia a la tracción mínima	16 N/mm ²	12,5 N/mm ²
Alargamiento mínimo a la rotura	500%	500%
Variación máxima de resistencia a la tracción después del envejecimiento térmico (24h 100°C)	±25%	±25%
Variación máxima de alargamiento a la rotura después del envejecimiento (24h 100°C)	±25%	±25%
Índice de fluidez	≤0,9 g/10 min	0,15 a 0,40 g/10 min
Contenido en negro de humo	2,5±0,5 %	2,5±0,5 %
Resistencia a la fisuración (cracking)	0 Fallos	0 Fallos
Fragilidad a baja temperatura (material moldeada)	-76°C	-76°C

Tabla 5. Características del polietileno de baja densidad para cubiertas.

Características	Valor
Densidad	1,30 a 1,60 g/cm ³
Resistencia a la tracción mínima	8 N/mm ²
Alargamiento mínimo a la rotura	100%
Variación máxima de resistencia a la tracción después del envejecimiento (24h 100°C)	±25%
Variación máxima de alargamiento a la rotura después del envejecimiento (24h 100°C)	±25%
Índice de oxígeno límite	≥30%
Índice de temperatura límite (250°C)	≥30%

Tabla 6. Características de termoplásticos ignífugos para cubiertas.

En el caso de cables sin factor de reducción, la extrusión de la cubierta interior quedará íntimamente adherida a la cinta de aluminio-copolímero, resultando una cubierta estanca a la humedad.

En el caso de cables con factor de reducción, sobre la cubierta interior se aplicarán una o varias cintas de protección colocadas helicoidalmente y solapadas.

El espesor radial nominal de la cubierta y su diámetro estará de acuerdo con los valores dados en el apartado 4 del Anejo 1.

Ningún punto del cable tendrá un espesor menor del 70% del nominal y el valor medio del espesor radial de la cubierta no será inferior al 80% del nominal, indicado en el apartado 1 del Anejo 1.

5.1.10.-Armadura de acero

5.1.10.1.-CABLES SIN FACTOR DE REDUCCIÓN

Estará constituida por una cinta de acero de espesor $0,15 \pm 0,025$ mm recubierta por ambas caras por una capa de copolímero firmemente adherida a la cubierta exterior formando un tubo estanco. Esta cinta irá corrugada para dar mayor flexibilidad al cable con un mínimo de 8 corrugaciones cada 25 mm.

El recubrimiento de copolímero de la cinta de acero tendrá un espesor por cada cara de 0,04 mm como mínimo.

La cinta de acero-copolímero tendrá un solape de 4,5 mm como mínimo.

5.1.10.2.-CABLES CON FACTOR DE REDUCCIÓN

Estará constituida por flejes de acero con un espesor nominal entre 0,8 y 0,5 mm y de tal permeabilidad magnética, que junto con la corona de alambres o cinta de cobre se consiga el factor de reducción deseado. El fleje interno se aplicará en hélice abierta o cerrada con una separación de 1/3 de su anchura aproximadamente.

El fleje externo se aplicará también en hélice abierta o cerrada para conseguir el factor reductor deseado.

5.1.11.-Cubierta exterior

Sobre la armadura de acero se colocará una capa de polietileno de baja densidad (LDPE) o lineal de baja densidad y alto peso molecular (LLDPE) para cables con clase de reacción al fuego Fca (cubierta P), o material termoplástico ignífugo (HFFRLS) para cables con clases de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 y B2ca, s1a, d1, a1 (cubierta T), adicionado con las debidas proporciones de antioxidante, negro de humo, etc., para asegurar las mejores condiciones frente a la acción de la intemperie.

Las características de los compuestos de cubiertas son las indicadas en las Tablas 5 y 6.

En el caso de cables sin factor de reducción, la extrusión de la cubierta exterior quedará íntimamente adherida a la cinta de acero-copolímero, resultando una cubierta estanca a la humedad.

El espesor radial nominal de la cubierta y su diámetro estará de acuerdo con los valores dados en el apartado 1 del Anejo 1.

Ningún punto del cable tendrá un espesor menor del 70% del nominal y el valor medio del espesor radial de la cubierta no será inferior al 80% del nominal, indicado en el apartado 1 del Anejo 1.

La cubierta exterior de los cables será de color negro (RAL 9005) o de diferente color en función de la clase de reacción al fuego del cable si Adif lo requiere, con estas opciones:

- Color morado (RAL 4008), para los cables de la clase B2ca, s1a, d1, a1
- Color verde (RAL 6018), para los cables de la clase Cca,-s1b, d1, a1

5.1.12.-Cables autoportados (EAPSP-8)

Cuando se trate de cable autoportado el cable soporte estará constituido por 19 alambres de acero galvanizado dispuestos en tres capas (1+6+12). Cada uno de los alambres de acero será galvanizado en caliente. El galvanizado deberá ser homogéneo y sin discontinuidades en la capa de zinc.

El recubrimiento de cinc o aleación de cinc podrá ser de clase A o B y cumplirá con lo indicado en la norma UNE-EN 10264-2.

El cable deberá ser cableado uniformemente y los cordones deberán estar bien asentados sobre el alma o sobre la capa subyacente de cordones.

El paso de cableado de cada capa de cordones en el cable, no deberá variar de forma apreciable.

Los extremos de los cables estarán protegidos contra el descableado de los mismos.

Salvo especificación en contra, el sentido de torsión de los cordones en los cables será a derechas (Z).

Las características de los distintos tipos de soporte serán las recogidas en la siguiente tabla:

Tipo de soporte	Formación de soporte por capas	Diámetro nominal del soporte A (mm)	Diámetro nominal del alambre (mm)	Masa mínima del recubrimiento (g/m ²)		Resistencia a la tracción mínima del alambre (N/mm ²)	Carga de rotura mínima del cable (N)
				Clase A	Clase B		
Tipo A	1+6+12	3,0	0,6±0,020	115	60	1.400	6.900
Tipo B	1+6+12	5,5	1,1±0,025	165	80	1.400	23.500

Tabla 7. Características de los cables de soporte.

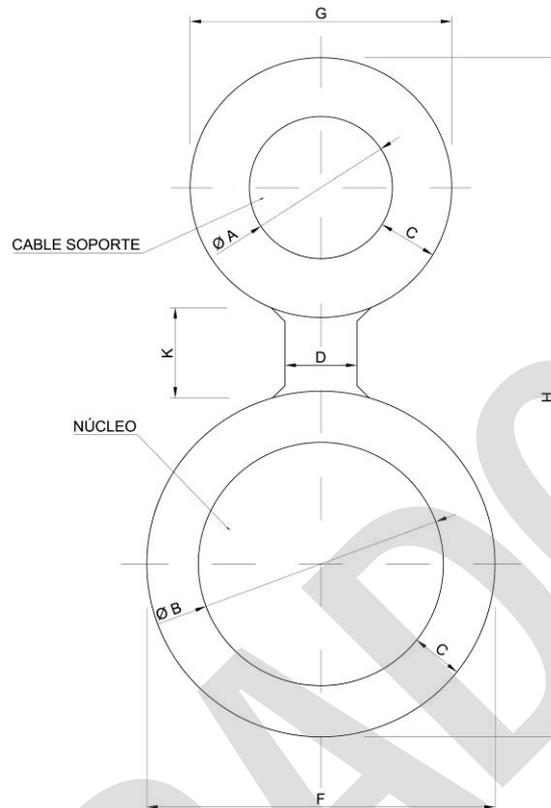


Figura 5. Soporte para cables autoportados.

El espesor nominal de la cubierta de polietileno sobre el soporte y las dimensiones del nervio de unión se indican en la siguiente tabla:

Tipo de soporte	Espesor nominal sobre el soporte C (mm)	Espesor nominal sobre el cable C (mm)	Altura del nervio K		Anchura del nervio D	
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
Tipo A	2,00	2,00	2,00	4,50	3,00	4,00
Tipo B	2,50	2,50	2,00	4,50	3,30	4,50

Tabla 8. Espesor radial de la cubierta exterior.

Ningún punto del cable tendrá un espesor menor del 70% del nominal y el valor medio del espesor radial de la cubierta no será inferior al 80% del nominal.

5.1.13.-Aspecto exterior

Las superficies de los cables objeto del presente documento deberán estar exentas de cualquier defecto que pueda perjudicar su empleo (poros, faltas de homogeneidad, etc.). Toda huella de manipulación que tenga por objeto enmascarar cualquier defecto será motivo de rechazo del cable examinado.

5.2.-CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

5.2.1.-Resistencia mecánica

El cable deberá resistir la prueba de doblado del cable recogida en el apartado 7.8.2, sin que se produzca modificación alguna en las características de la cubierta y aislamiento.

5.2.2.-Resistencia al impacto

El cable deberá superar el ensayo de resistencia al impacto a baja temperatura de la cubierta del cable, descrito en el apartado 7.9.5 del presente documento.

5.3.-CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS A 20°C

5.3.1.-Resistencia óhmica de los conductores

El valor de la resistencia óhmica de los conductores cumplirá con los siguientes valores:

Diámetro de conductor (mm)	0,9
Valor medio (Ω /km)	27,5 \pm 1
Máximo valor individual (Ω /km)	29,0

Tabla 9.Resistencia óhmica de los conductores.

5.3.2.-Desequilibrios de resistencia

La diferencia de resistencia en corriente continua entre los dos conductores de un mismo par, tomada en una longitud de fabricación, no deberá sobrepasar los valores indicados en la siguiente tabla, de la resistencia de bucle de ese par:

Diámetro de conductor (mm)	0,9
Valor medio	1%
Máximo valor individual	2%

Tabla 10.Desequilibrio de resistencia (%).

5.3.3.-Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento medida entre un conductor y el conjunto de los demás conductores, conectados a la pantalla metálica y a tierra, no deberá ser inferior a 35.000 M Ω xkm a 20°C para cables con núcleo de aire, ni a 25.000 M Ω xkm a 20°C para cables con núcleo relleno.

La resistencia de aislamiento medida entre el conjunto de conductores y la pantalla metálica y entre el conjunto de conductores y la armadura metálica, no será inferior a 20.000 M Ω xkm a 20°C para los cables con clase de reacción al fuego Fca y 5.000 M Ω xkm a 20°C para los cables con clases de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 y B2ca-s1a, d1, a1.

La resistencia de aislamiento medida entre la pantalla metálica y tierra y entre la armadura y tierra, no será inferior a 1.000 M Ω xkm a 20°C.

5.3.4.-Rigidez dieléctrica

En cada longitud de suministro del cable, el aislamiento entre un conductor y todos los demás unidos entre sí y el de todos los conductores en paralelo y la puesta a tierra, deberá soportar las siguientes tensiones:

Aislamiento entre	Tensión continua	Tensión alterna
Conductores	3.000 V	2.100 V
Núcleo-Pantalla	3.500 V	2.500 V
Pantalla Al-Pantalla Ac	2.800 V	2.000 V
Pantalla Ac-Cubierta espesor PE \leq 1,5 mm	6.000 V	4.200 V
Pantalla Ac-Cubierta espesor PE \leq 1,7 mm	8.000 V	5.600 V
Pantalla Ac-Cubierta espesor PE \leq 2,0 mm	10.000 V	7.000 V
Pantalla Ac-Cubierta espesor PE $>$ 2,0 mm	12.000 V	8.500 V

Tabla 11.Tensiones máximas a soportar.

5.3.5.-Capacidad mutua

El valor de la capacidad mutua de cada par, medida con corriente alterna de 1.000 \pm 200Hz deberá estar comprendida dentro de los siguientes límites:

Diámetro de conductor (mm)	0,9
Valor medio (nF/km)(*)	38 \pm 3
Máximo valor individual (nF/km)	45

Tabla 12.Capacidad mutua (nF/km).

(*) Se aplicarán sólo a cables de más de 7 cuadretes.

5.3.6.-Desequilibrios de capacidad

En cada longitud de cable, los valores de desequilibrios de capacidad medidos a 1.000 \pm 200 Hz de desequilibrios no excederán de los siguientes valores:

Desequilibrio	Valor medio (*) (pF/460 m)	Máximo valor individual (pF/460 m)
Físico-Físico	35	250
Par-Par (adyacente)	35	250
Par-Par (no adyacente)	35	250
Físico-Tierra	320	1.200

Tabla 13.Desequilibrios de capacidad (pF/460 m).

(*) Se aplicará sólo a cables de más de 7 cuadretes.

5.3.7.-Desviaciones de capacidad

La desviación de un par sobre la media de todos los pares análogos no excederá del 3 % como valor medio y del 9 % como valor máximo individual.

Los límites indicados en los valores medios se aplicarán solo a cables de más de 7 cuadretes.

5.3.8.-Atenuación

La atenuación de los pares del cable terminado, medida a una temperatura de 20°C deberá ser como máximo la siguiente:

Diámetro de conductor	Frecuencia
0,9 mm	
0,70 dB/km	1 kHz
1,60 dB/km	10 kHz
2,10 dB/km	30 kHz

Tabla 14.Valores máximos de atenuación (dB/km).

5.3.9.-Factor de reducción

Se entiende por cables con factor de reducción aquellos que se dotan con una combinación de capas metálicas (cobre+acero), con el fin de ofrecer un apantallamiento anti-inductivo.

Por tanto, es de aplicación a los cables de los tipos CCPSSP, CCPSSP-R y CCTSST.

La cinta o corona de conductores de cobre y los dos flejes de acero permitirán obtener el factor de reducción deseado. La protección anti-inductiva ofrecida por esta combinación en función de la tensión del campo inducido se expresa por el factor de reducción del cable (r_k) según la siguiente tabla:

r_k máximo	V/km	Hz
0,1	200 a 500	50

Tabla 15.Factores de reducción.

6.-OTRAS CARACTERÍSTICAS

6.1.-MARCADO

Los cables presentarán en el exterior de la cubierta una inscripción perfectamente legible, grabada o impresa con tinta indeleble blanca o amarilla y repetida con una separación de un metro. La inscripción contendrá la siguiente información:

- Nombre del fabricante (siglas)
- Año de fabricación (Los dos últimos dígitos)
- Lote de fabricación
- Tipo de cable (según la denominación indicada en el apartado 4.2)

- Clase de reacción al fuego
- Metraje
- Siglas de Adif

6.2.-FABRICACIÓN

El método de fabricación a seguir se deja a elección del fabricante, siempre que estos productos respondan a las condiciones exigidas en la presente Especificación.

6.3.-REQUISITOS PREVIOS

El fabricante, para poder suministrar productos a Adif, deberá tener implantado un sistema de calidad que garantice el control sistemático en todos los procesos de fabricación de los elementos, prestando especial atención a la trazabilidad de los materiales, de acuerdo a la serie de normas ISO-9000 o similar.

Deberá también tener implantado un sistema de gestión medioambiental, de acuerdo a la serie de normas ISO-14001 o similar.

7.-CONTROL DE LA CALIDAD Y ENSAYOS

7.1.-ENSAYOS SOBRE EL CONDUCTOR

7.1.1.-Diámetro

El diámetro del conductor se medirá según lo especificado en la norma UNE 21011-2.

Los diámetros medidos serán de 0,9 según el tipo de conductor.

7.1.2.-Resistencia a tracción y alargamiento a la rotura

El ensayo se realizará conforme al apartado 4.1 de la norma UNE-EN 50289-3-2.

El ensayo se considerará superado si la resistencia a la tracción es superior a 200 N/mm² y el alargamiento a la rotura es superior al 20 %.

7.2.-ENSAYOS SOBRE EL AISLAMIENTO

7.2.1.-Densidad

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-606.

Se realizará según el método de suspensión (método general) recogido en el apartado 4.2 de la norma UNE-EN 60811-606.

El ensayo se considerará superado si el valor de la densidad está comprendido entre 0,94 y 0,97 g/cm³.

7.2.2.-Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-501.

Las probetas serán de tipo tubular.

La velocidad de separación de las mordazas será de 25 ± 5 mm/min.

El ensayo se considerará superado si la resistencia a la tracción es superior a 18 N/mm^2 y el alargamiento a la rotura es superior al 300 %.

7.2.3.-Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura después del envejecimiento

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 60811-401, con el procedimiento de envejecimiento recogido en el apartado 4.2.3.2 de dicha norma.

Las probetas serán de tipo tubular.

Las condiciones de ensayo serán las siguientes:

- Tiempo 24 horas.
- Temperatura 100°C .

La velocidad de separación de las mordazas será de 25 ± 5 mm/min.

El ensayo se considerará superado si la variación máxima de la resistencia a la tracción y el alargamiento a la rotura respecto a los de la muestra sin envejecer no superan el ± 25 %.

7.2.4.-Índice de fluidez

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-511.

El método de ensayo será el C.

El ensayo se considerará superado si el índice de fluidez obtenido es inferior a $0,9 \text{ g/10min}$.

7.2.5.-Tiempo de inducción a la oxidación

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN ISO 11357-6.

Las condiciones del ensayo serán:

- Tiempo mínimo: 60 minutos
- Temperatura en el calorímetro diferencial: 200°C

Se realizará sobre 3 muestras. Las muestras se deben ensayar por duplicado.

El ensayo se considerará superado si el tiempo de inducción a la oxidación (OIT isotérmico) es superior a 60 minutos.

7.2.6.-Retracción

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-502.

Se tomará como mínimo una muestra de cada color del aislamiento.

La longitud de cada muestra será de 200 mm y se reducirá a 150 mm, pelando los extremos de la misma en una longitud de 25 mm por cada lado.

Las condiciones del ensayo serán:

- Temperatura:115°C.
- Duración:4 horas.

El ensayo se considerará superado si la contracción total de la muestra es inferior al 5%.

7.2.7.-Espesor radial

Este ensayo sólo es de aplicación a los cables con formación en multiconductores.

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-201.

El ensayo se realizará sobre 3 muestras.

El espesor radial cumplirá lo indicado en el apartado 5.1.2.

7.3.-ENSAYOS SOBRE EL NÚCLEO DEL CABLE

7.3.1.-Formación

Se realizará mediante inspección visual.

Se cortará una muestra de 50 cm de longitud del extremo exterior del cable que se desea ensayar. Se quitará la cubierta procediendo a extraer cuidadosamente el núcleo telefónico y la envolvente exterior del mismo.

A 25 cm de uno de los extremos de la muestra se ata una ligadura a su alrededor, procediéndose a acampanar los pares o cuadretes de forma que ésta quede dispuesta para una fácil identificación de las capas, ligaduras y direcciones de las mismas.

Se comprobará que se cumple con lo indicado en los siguientes apartados, en función del tipo de cable:

- Cables con formación en cuadretes: apartados 5.1.3 y 5.1.4.

7.3.2.-Código de colores

Se realizará mediante inspección visual.

Se partirá de la muestra tomada en el apartado anterior.

Se comprobará que se cumple con lo indicado en los siguientes apartados, en función del tipo de cable:

- Cables con formación en cuadretes: apartado 5.1.5.

7.4.- ENSAYO SOBRE EL COMPUESTO DE RELLENO

7.4.1.-Fluidez del compuesto de relleno

Se cortará una muestra de 30 centímetros de longitud. Se despojarán 13 cm de la cubierta interior y 7,5 cm del laminado y envoltentes, a fin de dejar expuesto para la prueba el núcleo telefónico impregnado de compuesto de relleno. Seguidamente serán separadas las ligaduras y los conductores, acampanando estos.

Se utilizará para este ensayo una estufa de laboratorio de circulación de aire con control de temperatura.

Para realizar el ensayo, la muestra se suspenderá verticalmente, con los conductores hacia abajo, en el interior de la estufa de circulación de aire, calentada a la temperatura de 55°C. En la parte inferior de la estufa será colocada una bandeja limpia para observar si se produce goteo.

Durante veinticuatro horas, ininterrumpidamente, la muestra estará sometida al ensayo, comprobando después de este periodo de tiempo si se origina o no goteo del compuesto de relleno.

A la temperatura de la prueba no se producirá ningún goteo del compuesto de relleno contenido en la muestra.

7.4.2.-Compatibilidad con el polietileno

Se preparará una hoja moldeada de $1,25 \pm 0,1$ mm de espesor, a partir de gránulos de polietileno de alta densidad. De esta hoja se cortarán seis probetas, se pesarán y se sumergirán completamente en el compuesto de relleno, evitándose el contacto entre ellas. Se mantendrán en estufa de circulación de aire por un periodo de 10 días a 70°C, tras el cual se sacarán, limpiarán, y volverán a pesar, no debiendo exceder el incremento de peso del 6%. El incremento en peso se calculará como porcentaje sobre el peso original.

La resistencia a la tracción del polietileno tratado según el apartado anterior y después de secado del compuesto de relleno, no será menor de 150 kg/cm (14,5 MPa) y el alargamiento a la rotura, no será menor de 300%, teniendo una velocidad de separación entre mordazas de 50 ± 10 mm/minuto y una separación entre marcas de 25 mm.

7.4.3.-Estabilidad

Una burbuja de compuesto de relleno, de 1 a 2 ml, se adherirá a la pared lateral de un vaso de vidrio y se mantendrá en una estufa a 50°C durante 5 días.

Tras una observación visual, no se apreciará separación de aceite hacia el fondo del vaso.

7.4.4.-Resistividad volumétrica

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-302.

El ensayo se considerará superado si el valor de la resistividad volumétrica es superior a 1×10^{10} Ω/m .

7.4.5.-Punto de penetración

Se empleará la norma IP 179 y el compuesto cumplirá los siguientes requerimientos.

- A 25°C:Penetración mayor de 3 mm.
- A 0°C:Penetración mayor de 1 mm.

El compuesto se mantendrá a la temperatura de ensayo, por lo menos 5 horas antes del ensayo.

7.4.6.-Ensayo de ausencia de componentes corrosivos del material de relleno (entre relleno y elementos metálicos)

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-604.

Su resultado será conforme con el apartado 4.4 de dicha norma.

7.4.7.-Punto de gota

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-601.

El valor obtenido no será menor de 70°C.

7.5.-ENSAYOS SOBRE LA CUBIERTA INTERIOR

7.5.1.-Densidad

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-606.

Se realizará según el método de suspensión (método general) recogido en el apartado 4.2 de la norma UNE-EN 60811-606.

El ensayo se considerará superado si el valor de la densidad está comprendido entre 0,94 y 0,97 g/cm³ para las cubiertas tipo P y entre 1,30 y 1,60 g/cm³ para las cubiertas tipo T.

7.5.2.-Espesor radial

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 60811-202.

El número de muestras a ensayar será 3.

Los valores del espesor radial de la cubierta interior cumplirán con los recogidos en el Anejo 1 para cada tipo de cable.

7.5.3.-Espesor de la pantalla de aluminio-copolímero

Se cortará una muestra de 30 cm de longitud del extremo exterior del cable. Se quitará el núcleo de la cubierta, procediendo a extraer cuidadosamente y sin deformar los diferentes elementos constituyentes como la cubierta exterior, la armadura, la cubierta interior y la pantalla de aluminio-copolímero.

Se medirá el espesor de la cinta de aluminio-copolímero, mediante un micrómetro de bola (precisión 0,01 mm) o una lupa milimetrada.

Se tomarán 3 puntos equidistantemente separados de la muestra cortada. Se realizará una doble medición en cada uno de los puntos, según diámetros perpendiculares entre sí, es decir, girando 90° la muestra entre cada medición.

Acto seguido se quemarán con la ayuda de un mechero las capas de copolímero de ambas caras. Se dejará enfriar durante diez minutos y se repetirán las mediciones en los mismos puntos, obteniéndose con su medida el espesor del aluminio.

Una vez realizada la medición del espesor del aluminio, el espesor del copolímero se calculará restando al valor del espesor del conjunto aluminio/copolímero el valor del espesor del aluminio y dividiendo el resultado obtenido por dos.

El ensayo se considerará superado si el espesor de la cinta de aluminio es de $0,2 \pm 0,025$ mm y el espesor del recubrimiento de copolímero en cada cara de la cinta de aluminio 0,04 mm como mínimo.

7.5.4.-Solape de la pantalla de aluminio-copolímero

Se medirá el solape de la cinta de aluminio-copolímero mediante un calibre de pie de rey o regla milimetrada.

El ensayo se considerará superado si el solape mínimo es de 6,5 mm en núcleos de diámetro ≥ 10 mm o de 3 mm en núcleos de diámetro < 10 mm.

7.5.5.-Adherencia de la pantalla de aluminio-copolímero/cubierta

Se realizará sobre tres muestras tomadas del conjunto de la cubierta metálico-plástica. Cada una de ellas tendrá 150 mm de longitud y 12,7 mm de anchura, y serán cortadas longitudinalmente de la cubierta del cable según tres generatrices separadas entre sí 90°. En la toma de muestras se eliminará la zona correspondiente al solape de pantalla-cubierta.

Se utilizará un equipo de tracción adecuado, que permita regular su velocidad de manera uniforme.

Por uno de los extremos de la muestra de ensayo se separarán, aproximadamente, 50 mm de la pantalla de laminado Aluminio/Polietileno de la cubierta (polietileno o termoplástico). Seguidamente, en la mordaza superior del equipo de tracción se colocará dicho laminado y en la mordaza inferior la cubierta, formando ángulo de 90° con el resto del laminado adherido a la cubierta. El ángulo de 90° deberá mantenerse durante todo el tiempo que dure el ensayo.

Se anotarán los valores requeridos para separar la cubierta del laminado, midiéndolos a intervalos regulares de 6 segundos y a lo largo de la longitud de la muestra de ensayo.

La prueba se realizará sobre 3 muestras de ensayo, con un mínimo de 7 lecturas válidas para cada muestra.

La velocidad de separación de las mordazas será de 100 mm/minuto y la velocidad de gráfica de 200 mm/minuto.

El valor de la fuerza de adherencia vendrá dado por la media de los valores conseguidos en las medidas de cada una de las muestras ensayadas, después de desechar la primera y la última lectura de las determinaciones.

El ensayo se considerará superado si el valor de la fuerza de adherencia es superior a 1,4 kg/12,7 mm.

7.6.-ENSAYOS SOBRE LA CUBIERTA EXTERIOR

7.6.1.-Espesor de la armadura de acero-copolímero

Se cortará una muestra de 30 cm de longitud del extremo exterior del cable. Se quitará el núcleo de la cubierta, procediendo a extraer cuidadosamente y sin deformar los diferentes elementos constituyentes como la cubierta exterior, la armadura de acero-copolímero, la cubierta interior y la pantalla de aluminio-copolímero.

Se medirá el espesor de la cinta de acero-copolímero, mediante un micrómetro de bola (precisión 0,01 mm) o una lupa milimetrada.

Se tomarán 3 puntos equidistantemente separados de la muestra cortada. Se realizará una doble medición en cada uno de los puntos, según diámetros perpendiculares entre sí, es decir, girando 90° la muestra entre cada medición.

Acto seguido se quemarán con la ayuda de un mechero las capas de copolímero de ambas cara. Se dejará enfriar durante diez minutos y se repetirán las mediciones en los mismos puntos, obteniéndose con su medida el espesor del acero.

Una vez realizada la medición del espesor del acero, el espesor del copolímero se calculará restando al valor del espesor del conjunto acero/copolímero el valor del espesor del acero y dividiendo el resultado obtenido por dos.

El ensayo se considerará superado si el espesor de la cinta de acero es de $0,15 \pm 0,025$ mm y el espesor del recubrimiento de copolímero en cada cara de la cinta de acero 0,04 mm como mínimo.

7.6.2.-Solape de la armadura de acero-copolímero

Se medirá el solape de la cinta de acero-copolímero mediante un calibre de pie de rey o regla milimetrada.

El ensayo se considerará superado si el solape mínimo es de 4,5 mm.

7.6.3.-Espesor de flejes de acero

Este ensayo es de aplicación únicamente a los cables con factor de reducción.

Se cortará una muestra de 30 cm de longitud del extremo exterior del cable. Se quitará el núcleo de la cubierta, procediendo a extraer cuidadosamente y sin deformar los diferentes elementos constituyentes como la cubierta exterior, la armadura de flejes de acero, la cubierta interior y la pantalla de cintas o alambres de cobre.

Se medirá el espesor de los flejes de acero de la armadura, mediante un micrómetro de bola (precisión 0,01 mm) o una lupa milimetrada.

Se tomarán 3 puntos equidistantemente separados de la muestra cortada. Se realizará una doble medición en cada uno de los puntos, según diámetros perpendiculares entre sí, es decir, girando 90° la muestra entre cada medición.

El ensayo se considerará superado si el espesor de los flejes de acero de la armadura está comprendido entre 0,5 y 0,8 mm.

7.6.4.-Densidad de la cubierta exterior

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-606.

Se realizará según el método de suspensión (método general) recogido en el apartado 4.2 de la norma UNE-EN 60811-606.

El ensayo se considerará superado si el valor de la densidad está comprendido entre 0,94 y 0,97 g/cm³ para las cubiertas tipo P y entre 1,30 y 1,60 g/cm³ para las cubiertas tipo T.

7.6.5.-Espesor radial de la cubierta exterior

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 60811-202.

El número de muestras a ensayar será 3.

Los valores del espesor radial de la cubierta interior cumplirán con los recogidos en el Anejo 1 para cada tipo de cable.

7.6.6.-Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura de la cubierta exterior

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-501.

Las probetas serán de tipo halterio.

La velocidad de separación de las mordazas será de 25±5 mm/min.

El ensayo se considerará superado si la resistencia a la tracción es superior a los siguientes valores en función del tipo de cubierta:

- Cubiertas LLDPE: resistencia a la tracción 16 N/mm² y alargamiento a la rotura 500 %.
- Cubiertas LDPE: resistencia a la tracción 12,5 N/mm² y alargamiento a la rotura 500 %.
- Cubiertas Termoplásticas: resistencia a la tracción 8 N/mm² y alargamiento a la rotura 100 %

7.6.7.-Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura después del envejecimiento

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 60811-401, con el procedimiento de envejecimiento recogido en el apartado 4.2.3.2 de dicha norma.

Las probetas serán de tipo halterio.

Las condiciones de ensayo serán las siguientes:

- Tiempo 24 horas.
- Temperatura 100°C.

La velocidad de separación de las mordazas será de 25±5 mm/min.

El ensayo se considerará superado si la variación máxima de la resistencia a la tracción y el alargamiento a la rotura respecto a los de la muestra sin envejecer no superan el ± 25 %.

7.6.8.-Índice de fluidez

Este ensayo será de aplicación únicamente a las cubiertas de polietileno.

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-511.

El método de ensayo será el C.

El ensayo se considerará superado si el índice de fluidez obtenido es inferior a 0,9 g/10min para las cubiertas LLDPE y está comprendido entre 0,15 y 0,40 para las cubiertas LDPE.

7.6.9.-Contenido en negro de humo

Este ensayo será de aplicación únicamente a las cubiertas de polietileno.

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 60811-605.

El ensayo se considerará superado si el valor obtenido está comprendido en el rango $2,5 \pm 0,5$ %.

7.6.10.-Resistencia a la fisuración

Este ensayo será de aplicación únicamente a las cubiertas de polietileno.

El ensayo se según el método B definido en la norma UNE-EN 60811-406.

El ensayo se considerará superado si después de las 24 h en la estufa no han fallado más de dos probetas.

7.6.11.-Índice de oxígeno límite

Este ensayo será de aplicación únicamente a las cubiertas de termoplástico ignífugo.

Se realizará según el método definido en la norma UNE-EN ISO 4589-2.

El ensayo se considerará superado si el valor obtenido es superior al 30%.

7.6.12.-Índice de temperatura límite

Este ensayo será de aplicación únicamente a las cubiertas de termoplástico ignífugo.

Se realizará según el método definido en la norma UNE-EN ISO 4589-3.

La temperatura será de 250°C.

El ensayo se considerará superado si el valor obtenido es superior a 30%.

7.7.-ENSAYOS DE CABLES AUTOSOPORTADOS

Estos ensayos serán de aplicación a los cables autoportados.

7.7.1.-Ensayos sobre los alambres de acero

7.7.1.1.-RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN ISO 6892-1.

Para la determinación de la resistencia a la tracción se cumplirá con lo establecido en el punto 7.3.3.3 de la norma UNE-EN ISO 6892-1.

Se realizará sobre 6 muestras.

El ensayo se considerará superado si el valor mínimo obtenido es superior a 1.400 N/mm².

7.7.1.2.-TORSIÓN

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE 7468.

Las dimensiones de las muestras y el número mínimo de torsiones a realizar durante el ensayo cumplirán con lo establecido en el punto 7.5 de la norma UNE-EN 10264-2.

El ensayo se realizará sobre 6 muestras.

Las probetas deberán soportar sin agrietarse ni romperse.

7.7.1.3.-GALVANIZADO

El ensayo se realizará conforme a la norma UNE-EN 10244-2.

Las dimensiones de las probetas cumplirán con lo establecido en el punto 5.2.3.4 de la norma UNE-EN 10244-2.

En ensayo se realizará según el método gravimétrico especificado en el punto 5.2.2 de la norma UNE-EN 10244-2.

El ensayo se realizará sobre una muestra. La muestra tendrá una longitud de 600 mm.

El ensayo se considerará superado si el valor mínimo de la masa de recubrimiento cumple lo siguiente:

- Alambres de 0,60 mm de diámetro nominal: 60 g/m² para clase B y 115 g/m² para clase A.
- Alambres de 1,10 mm de diámetro nominal: 80 g/m² para clase B y 165 g/m² para clase A.

7.7.2.-Ensayos sobre el cable de acero

7.7.2.1.-VERIFICACIONES GEOMÉTRICAS

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en el punto 4.1.3 de la norma UNE 36711.

Se realizarán seis mediciones sobre distintos puntos de cable.

El ensayo se considerará superado si el valor medio obtenido cumple lo siguiente:

- Para el cable de diámetro nominal 3 mm la tolerancia será de +7% -1%.
- Para el cable de diámetro nominal 5,5 mm la tolerancia será de +6% -1%.

7.7.2.2.-CARGA DE ROTURA MÍNIMA

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE 7326.

Se realizará sobre una muestra. La longitud mínima entre anclajes será de 300 mm.

El ensayo se considerará superado si el valor obtenido cumple lo siguiente:

- Para el cable de diámetro nominal 3 mm la carga de rotura mínima será de 6.900 N.
- Para el cable de diámetro nominal 5,5 mm la carga de rotura mínima será de 23.500 N.

7.7.3.-Dimensiones de la cubierta

El número de muestras a ensayar será 3.

Para determinar el espesor de la cubierta sobre el soporte y el espesor de la cubierta sobre el cable de acero, el ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 60811-202.

Los valores del espesor radial de la cubierta serán como mínimo los siguientes, tanto sobre el soporte como sobre el cable de acero:

- Soporte tipo A:2,00 mm.
- Soporte tipo B:2,50 mm.

Para determinar la altura y la anchura del nervio se realizarán las medidas según lo especificado en la norma UNE-EN 60811-203.

Los valores de la altura y la anchura del nervio cumplirán los siguientes valores:

- Altura del nervio (K):
 - Soporte tipo A:2,00 mm ≤ K ≤ 4,50 mm.
 - Soporte tipo B:2,00 mm ≤ K ≤ 4,50 mm.
- Anchura del nervio (D):
 - Soporte tipo A:3,00 mm ≤ K ≤ 4,00 mm.
 - Soporte tipo B:3,30 mm ≤ K ≤ 4,50 mm.

7.8.-ENSAYOS SOBRE EL CABLE FINAL

7.8.1.-Diámetro exterior

Se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 60811-203.

El ensayo se realizará sobre dos muestras, una de cada extremo.

Los resultados deben cumplir con lo especificado en el Anejo 1 para cada tipo de cable.

7.8.2.-Doblado

El ensayo se realizará mediante el método de doblado simple especificado en el apartado 4 de la norma UNE-EN 50289-3-9.

Se realizará según el procedimiento 2, a temperatura ambiente. El diámetro del mandril será 15 veces mayor que el del cable.

El ensayo se realizará sobre 3 muestras. Cada una de ellas tendrá una longitud aproximada de 2 m.

Cada muestra se someterá a 1 ciclo de curvado. A continuación se girará la generatriz del cable 90° y se repetirá el ciclo de doblado.

La muestra, después de someterse al ensayo, se examinará cuidadosamente, primero en su cubierta exterior y después de ser despojada de ésta, en los elementos del núcleo o capas constituyentes. En ninguno de estos componentes deberán aparecer señales de rotura, agrietamientos, fisuras o defectos análogos.

7.8.3.-Marcado de la cubierta

Se comprobará visualmente que las marcas sobre el cable cumplen lo especificado en el apartado 6.1 y las marcas en las bobinas cumplen lo especificado en el apartado 10.

7.8.4.-Penetración de agua

El ensayo será de aplicación a los cables con compuesto de relleno.

Se realizará según el método A definido en la norma UNE-EN 50289-4-2.

El ensayo se realizará sobre 3 muestras.

Una vez finalizado en ensayo no se debe detectar ninguna huella de agua en el lado sellado de la muestra.

7.8.5.-Resistencia al impacto

Se realizará de acuerdo a la norma UNE-EN 50289-3-6.

La muestra se preconditionará a una temperatura de $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 4 horas.

La energía de impacto será de 41,5 kg.cm.

La muestra tendrá una longitud de 1 m.

El ensayo se realizará sobre 5 puntos de la muestra.

El impacto se realizará sobre la zona de solape de la pantalla metálico-plástica interior.

El ensayo se considerará superado si al inspeccionar visualmente el cable después del impacto la cubierta del cable no se observa daño físico alguno (melladura, agrietamiento,...).

7.9.-ENSAYOS ELÉCTRICOS

7.9.1.-Resistencia óhmica y continuidad de conductores

Se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 50289-1-2.

El ensayo se realizará a temperatura ambiente.

En los cables de cuadretes se medirá el 100% de los circuitos del núcleo.

Los resultados deben cumplir con lo especificado en los apartados 5.3.1.

7.9.2.-Desequilibrio de resistencia

Partiendo de los resultados del ensayo de resistencia óhmica se calculará el desequilibrio de resistencia en los cables con formación de pares, cables con formación de pares individualmente apantallados y cables con formación de cuadretes.

El desequilibrio de resistencia se calculará conforme a lo indicado en el apartado 5 de la UNE-EN 50289-1-2.

En los cables de cuadretes se medirá el 100% de los circuitos del núcleo.

Los resultados deben cumplir con lo especificado en el apartado 5.3.2.

7.9.3.-Capacidad mutua

El ensayo será de aplicación a los cables con formación de cuadretes.

Se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 50289-1-5, realizando la medida en condiciones de simetría, conforme al apartado 4.3.2.1 de dicha norma.

El ensayo se realizará sobre la misma bobina sobre la que se haya realizado el ensayo de resistencia óhmica.

El ensayo se realizará a temperatura superior a 20°C y a una frecuencia comprendida entre 1.000 ± 200 Hz.

En los cables de cuadretes se medirá el 100% de los circuitos del núcleo.

Los resultados deben cumplir con lo especificado en el apartado 5.3.5, según el tipo de cable ensayado.

7.9.4.-Desequilibrio de capacidad

El ensayo será de aplicación a los cables con formación de cuadretes.

La muestra para el ensayo estará constituida por la longitud de un trozo de cable contenido en una bobina.

En los cables de cuadretes se medirá el 100% de los circuitos del núcleo.

Se utilizará indistintamente un equipo automático o manual de desequilibrios de capacidad, cuya frecuencia de medida esté comprendida en el rango 1000 ± 200 Hz.

Por un extremo del cable bajo prueba se conectarán cuadretes a medir a los bornes del equipo, manteniendo el otro extremo en circuito abierto. Los restantes conductores del cable estarán conectados eléctricamente entre sí y a la cubierta metálica (caso de que exista) y a su vez, el conjunto, conectado a tierra.

Realizada la medida, se conectarán dos nuevos pares, pasando los ya medidos a formar parte del conjunto de conductores del cable.

En cada longitud de cable se podrán medir los siguientes parámetros y/o tipos de desequilibrios de capacidad:

K1=Par 1 - Par 2.

K2=Par 1 - Fantasma (1/2).

K3=Par 2 - Fantasma (1/2).

K4= Fantasma (1/2) - Fantasma (3/4).

K5=Par 1 - Fantasma (3/4).

K6=Par 2 - Fantasma (3/4).

K7=Par 3 - Fantasma (1/2).

K8=Par 4 - Fantasma (1/2).

K9=Par 1 - Par 3.

K10=Par 1 - Par 4.

K11=Par 2 - Par 3.

K12=Par 2 - Par 4.

E1=Par 1 - Tierra.

E2=Par 2 - Tierra.

E3=Fantasma (1/2) - Tierra.

PAR-PANTALLA: Los desequilibrios de capacidad a tierra E_1 , E_2 y E_3 pueden medirse de dos maneras distintas. Si todos los conductores se conectan a la pantalla y ésta a tierra, se trata de DESEQUILIBRIO A TIERRA. Si solamente la pantalla se conecta a tierra y los demás conductores no sometidos a prueba se dejan flotando, se trata de DESEQUILIBRIO A PANTALLA. El desequilibrio a tierra produce una lectura para cada par, mientras el DESEQUILIBRIO A PANTALLA solamente da lectura para aquellos pares muy cercanos a ella.

Los resultados de los diferentes tipos de desequilibrios de capacidad se expresarán en picofaradios por 500 m para cables de pares, y en picofaradios por 460 m para cables de cuadretes.

a) Desequilibrios $K_1 - K_4 - K_9 - K_{10} - K_{11} - K_{12}$

Cuando el cable bajo prueba sea de longitud diferente a 460 m en cuadretes, los valores obtenidos se pasarán a 460 m, aplicando las siguientes fórmulas de paso:

En Cuadretes:

$$\Delta c \times \sqrt{\frac{L}{460}} \quad \text{Valores medios} \quad (3)$$

$$\Delta c \times \frac{L}{460} \quad \text{Valor máximo individual} \quad (4)$$

siendo: Δc = Valor obtenido del desequilibrio

L = Longitud del cable, en metros.

NOTA: Las longitudes inferiores a 100 m se considerarán como si realmente fueran de 100 m.

b) Desequilibrios $K_2 - K_3 - K_5 - K_6 - K_7 - K_8 - E_1 - E_2 - E_3$

Para corregir estos tipos de desequilibrios a una longitud de 460 m. en cuadretes, se aplicarán las siguientes fórmulas de paso:

En Cuadretes:

$$\Delta c \times \frac{L}{460}; \text{Valores medios y máx. indiv.}$$

Los resultados deben cumplir con lo especificado en los apartados 5.3.6.

7.9.5.-Resistencia de aislamiento

Se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 50289-1-4.

El ensayo se realizará sobre la bobina completa.

El ensayo se realizará sobre la misma bobina sobre la que se haya realizado el ensayo de resistencia óhmica.

El ensayo se realizará a una temperatura de 20°C.

La muestra se someterá a una tensión de 500 V durante 1 minuto.

El ensayo se considerará superado si se cumple lo siguiente:

- La resistencia de aislamiento medida entre un conductor y el conjunto de los demás conductores, conectados a la pantalla metálica y a tierra, no es inferior a 35.000 MΩxkm a 20°C para cables con núcleo de aire, ni 25.000 MΩxkm a 20°C para cables con núcleo relleno.
- La resistencia de aislamiento medida entre el conjunto de conductores y la pantalla metálica y entre el conjunto de conductores y la armadura metálica, no será inferior a 20.000 MΩxkm a 20°C para los cables con clase de reacción al fuego Fca y 5.000 MΩxkm a 20°C para los cables con clases de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 y B2ca-s1a, d1, a1.
- La resistencia de aislamiento medida entre la pantalla metálica y tierra y entre la armadura y tierra, no es inferior a 1.000 MΩxkm a 20°C.

7.9.6.-Rigidez dieléctrica

Se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 50289-1-3.

El ensayo se realizará sobre la bobina completa.

El ensayo se realizará sobre la misma bobina sobre la que se haya realizado el ensayo de resistencia óhmica.

La tensión de ensayo se aplicará durante 10 s y será la indicada en los apartados 5.3.4, según el tipo de cable ensayado. Podrá realizarse en corriente continua o en corriente alterna, según los valores indicados en los apartados anteriores.

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Prueba entre Conductores en Grupo para cables de cuadretes:

Por un extremo del cable se unirán eléctricamente todos los conductores que tienen igual color de aislamiento. A continuación se constituirán dos o cuatro grupos, según que sea formación en pares o cuadretes. Cuando el número de cuadretes sea superior a 100, se fraccionarán estos grupos en subgrupos de 25 unidades. Seguidamente se procederá a conexionar eléctricamente los grupos formados por medio de un hilo de cobre desnudo.

Para efectuar el ensayo se conectará el terminal negativo del equipo de prueba al conjunto de grupos formado y sucesivamente se irá sacando grupo a grupo, aplicándole a cada uno de ellos el terminal positivo del equipo con la tensión requerida.

- Prueba Núcleo-Pantalla:

Se procederá de forma análoga a la prueba anterior, excepto que se conectará el terminal negativo del equipo de prueba a la pantalla metálica del cable y el positivo al mazo constituido por todos los conductores unidos eléctricamente entre sí.

- Prueba entre Pantallas:

Uno de los extremos del cable se despojará de la cubierta plástica, quedando las pantallas metálicas aisladas entre sí y desnudas al objeto de poder realizar en las mismas una buena conexión eléctrica. La longitud de conexión de las pantallas será de aproximadamente 12 cm. Por el otro extremo deberán mantenerse las pantallas, separadas de tal forma que no existan contactos, y asimismo se evitará una aproximación excesiva que pueda dar lugar a falsos contactos en los ensayos de tensión. Los conductores estarán unidos entre sí y conectados a tierra, y a su vez deberán quedar aislados de ambas pantallas. Seguidamente se conectarán los terminales del equipo de prueba a cada una de las pantallas.

7.9.7.-Atenuación

Este ensayo es de aplicación a los cables con formación de cuadretes.

Se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 50289-1-8.

El ensayo se realizará sobre la bobina completa.

En ensayo se realizará para las frecuencias especificadas en el apartado 5.3.8.

Los resultados deben cumplir con lo especificado en el apartado 5.3.8.

7.9.8.-Ensayos de factor de reducción

Este ensayo será de aplicación únicamente a los cables tipo CCPSSP, CCPSSP-R y CCTSST.

- Los dispositivos necesarios para la realización del ensayo serán los siguientes:
 - Fuente de corriente alterna
 - Transformador
 - Voltímetro con indicación del valor eficaz.

La fuente de corriente y/o transformador deben ser regulables de tal modo que puedan ajustarse las tensiones de cubierta exigidas en cada caso (en cada anillo: cubierta metálica – conductor de retomo). Debe asegurarse que entre los puntos 1 y 2, según la Figura 19, exista siempre una tensión prácticamente senoidal para cualquier valor de la intensidad.

Una curva de tensión se considera para este ensayo como prácticamente senoidal cuando ninguno de sus valores momentáneos varía del valor momentáneo de igual fase de la onda básica (primer armónico) en más del 10% del valor de cresta de la onda básica.

El dispositivo de ensayo debe ser tal que el factor de reducción pueda determinarse con una tolerancia de $\pm 5\%$ del valor medido + 0,01.

- El método de ensayo a emplear será el descrito a continuación:

Un esquema de la disposición de los elementos de medición se ilustra en la Figura 19.

Para el ensayo se utiliza un trozo de cable de aproximadamente 150 cm de largo. La corriente de ensayo se aplica al cable por un alambre de cobre de un diámetro mínimo de 5 mm, el cual abraza anularmente la cubierta metálica y está soldado con la misma, así como con la armadura protectora de inducción, en condiciones de buena conductividad. La distancia entre los centros de ambos anillos de alambre debe ser de 100 cm.

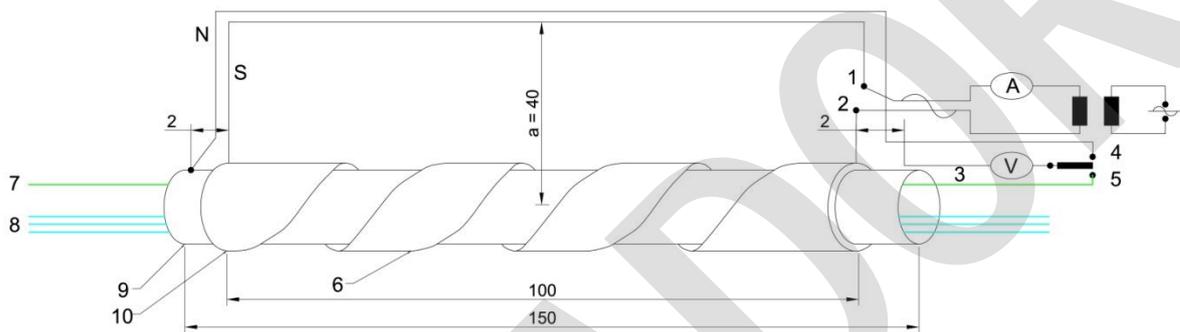


Figura 6. Disposición para el ensayo del factor de reducción.

Siendo:

- 1-5 Puntos del circuito de medida
- 6 Armadura
- 7 Conductor a ensayar
- 8 Restantes conductores, aislados entre sí y contra la cubierta del cable
- 9 Cubierta metálica
- 10 Electrodo anular aplicado por soldadura
- a Distancia axial entre cable y línea de retorno

Todas las medidas en cm

Si para mejorar el factor de reducción se alojan bajo la cubierta metálica alambres conductores, cintas o elementos similares, también deben unirse bien con dichos anillos. Las partes de cubiertas y armadura sobresalientes de los anillos deben ser lo más cortas posible.

La línea de corriente S y la línea de medición N son tendidas una tan cerca de la otra que juntas forman con el trozo de cable un rectángulo casi cerrado cuya inductancia simula la inductancia del bucle de tierra (aprox. 2mH/km).

Como línea de corriente S para intensidades de corriente no excesivas es útil, por ejemplo, un cable de cobre de 19 alambres y 50 mm² de sección nominal, en el cual, en su capa exterior un alambre está sustituido por un alambre de cobre aislado como línea de medida N. A una distancia axial de 40 cm resulta entonces para el bucle de la disposición de medición una inductancia que simula bien la inductancia natural media del bucle de tierra formada por la envoltura metálica y el circuito de tierra (aprox. 2 mH/km).

En una disposición de medida apta también para grandes intensidades de corriente, el conductor de corriente S puede consistir, por ejemplo, en dos pletinas de cobre planas dispuestas paralelamente, cuya distancia mutua corresponde aproximadamente al espesor de barra y entre las cuales está dispuesto el alambre de cobre aislado M. Entonces se deja como distancia axial un valor tal que para la disposición de medición resulta la misma inductancia que en la disposición de medición exactamente fijada en 10 que antecede con el cable de cobre de 19 alambres. Este requisito también debe observarse empleándose otros conductores para estructurar la disposición de medición.

Para la realización de las mediciones, un hilo cualquiera del cable en el extremo de medición se conecta al punto 5 del circuito, y el otro extremo del hilo se conecta con la toma de potencial en la cubierta del cable por una conexión lo más corta posible. Todos los demás hilos deben estar aislados entre sí y contra la cubierta del cable. En primer término y en posición "4" del conmutador, se regula la tensión E_m entre la envoltura del cable y la línea de medición, con ajuste a un valor deseado de la tensión de la cubierta y seguidamente se hace constar en posición "5" del conmutador la pertinente tensión E_a entre cubierta metálica e hilo.

Estas mediciones se realizan según convenio en algunos puntos dentro del margen fijado de la tensión de cubierta.

- Evaluación de los resultados

Existen las siguientes relaciones entre las tensiones E_a y E_m , la intensidad de corriente I , la resistencia de acoplamiento R_k de la cubierta metálica incluida la armadura protectora de inducción eventualmente existente y la impedancia R_m de la envoltura del cable con línea de retorno (de tierra).

$$E_a = I \times R_k; E_m = I \times R_m$$

El factor de reducción r_k de la cubierta metálica incluyendo la armadura protectora de inducción existente, resulta de la relación de los valores de tensión E_a y E_m como sigue:

$$r_k = \frac{E_a}{E_m} = \frac{R_k}{R_m}$$

Los valores del factor de reducción para una corriente I a una frecuencia determinada se representan en un diagrama como función de la tensión E_m (en V/km) referida en 1 km.

7.10.-ENSAYOS DE REACCIÓN AL FUEGO

Para la realización de estos ensayos se atenderá a los métodos de ensayo y evaluación recogidos en la norma UNE-EN 50575.

7.10.1.-Medida de la emisión de calor y producción de humos en cables durante el ensayo de propagación de la llama

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 50399.

Para la clase B2ca-s1a,d1,a1 se considera el ensayo superado si los valores obtenidos para los distintos parámetros cumplen:

- $FS \leq 1,5$ m
- $THR_{1200s} \leq 15$ MJ
- $HRR \text{ máx} \leq 30$ kW
- $FIGRA \leq 150$ Ws^{-1}
- $TSP_{1200} \leq 50$ m^2
- $SPR \text{ máx.} \leq 0,25$ m^2/s
- Sin caída de gotas/partículas inflamadas que persistan más de 10 s durante 1.200 s

Para la clase Cca-s1b,d1,a1 se considera el ensayo superado si los valores obtenidos para los distintos parámetros cumplen:

- $FS \leq 2,0$ m
- $THR_{1200s} \leq 30$ MJ
- $HRR \text{ máx} \leq 60$ kW
- $FIGRA \leq 300$ Ws^{-1}
- $TSP_{1200} \leq 50$ m^2
- $SPR \text{ máx.} \leq 0,25$ m^2/s
- Sin caída de gotas/partículas inflamadas que persistan más de 10 s durante 1.200 s

Este ensayo no aplica para los cables de clase de reacción al fuego Fca.

7.10.2.-Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama entremezclada de 1 kW

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 60332-1-2.

Se considerará superado el ensayo si H (propagación de las llamas) ≤ 425 mm, para las clases B2ca-s1a,d1,a1 y Cca-s1b,d1,a1. En el caso de la clase Fca el resultado del ensayo podrá dar como resultado una valor de H > 425 mm.

7.10.3.-Ensayo de medida de la densidad de los humos emitidos por los cables en combustión bajo condiciones definidas

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 61034-2.

Para la clase B2ca-s1a,d1,a1 se considera el ensayo superado si el valor obtenido para la transmitancia lumínica toma un valor $\geq 80\%$. En el caso de la clase Cca-s1b,d1,a1 el resultado del ensayo podrá dar como resultado una valor $\geq 60\%$.

Este ensayo no aplica para los cables de clase de reacción al fuego Fca.

7.10.4.-Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad

El ensayo se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 60754-2.

Para ambas clases, B2ca-s1a,d1,a1 y Cca-s1b,d1,a1, se considera el ensayo superado si los valores obtenidos para los distintos parámetros cumplen:

- Conductividad $\leq 2,5 \mu\text{S}/\text{mm}$
- pH $> 4,3$

Este ensayo no aplica para los cables de clase de reacción al fuego Fca.

8.-COMPROBACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

8.1.-CONDICIONES GENERALES

Los productos suministrados al amparo de esta E.T. deben cumplir con las características indicadas en los apartados precedentes. Se requiere aportar para cada elemento que se suministre la documentación con la que el proveedor garantiza que los productos cumplen con los requerimientos técnico-funcionales mínimos especificados.

8.2.-LUGAR DE LOS ENSAYOS

Los ensayos de comprobación de características técnicas del producto pueden ser realizados laboratorios indicados por el fabricante, quedando a su discreción la acreditación e idoneidad de los mismos para los ensayos a realizar.

8.3.-DOCUMENTACIÓN NECESARIA

Se entregará la documentación definida en los apartados 6.3 y 8.4 que, unida a la documentación generada de acuerdo con lo requerido en el apartado 8.5 compondrá un dossier que será analizado por personal técnico de Adif, o por una empresa u organismo en quien Adif delegue, y sobre el cual definirá los requisitos de capacitación técnica necesarios.

Además, el fabricante facilitará al departamento responsable de Adif la documentación relativa a su sistema de producción y un dossier en el que se especifique la ubicación y características de su fábrica. Estos documentos serán tratados confidencialmente.

La documentación de su sistema de producción deberá definir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Plan de Calidad y hojas de registro del mismo, que el fabricante aplicó a los lotes de fabricación del producto a evaluar, con indicación de pruebas, porcentajes y criterios de aceptación y rechazo que el fabricante utiliza en la producción de este producto.
- Certificado de todos los materiales que conforman el cable, así como el proveedor de cada uno de ellos y sus características técnicas.
- Descripción detallada del procedimiento de fabricación.
- Plan de seguimiento de la trazabilidad de los materiales.

- Plano descriptivo en el cual se puedan apreciar las diferentes capas que componen el cable.
- Memoria técnica detallada, en la que se haga constancia de, al menos, los materiales y espesores nominales de cada capa y las características eléctricas.
- Informe que certifique que el cable a suministrar cumple con los valores exigidos para cada una de las características de la Especificación Técnica, proporcionando una tabla para cada valor en la que se justifique cómo obtuvo el valor en cada caso, los laboratorios utilizados, la fecha y número de muestras sobre las que se ha realizado.

Toda la documentación se entregará, al menos, en castellano.

El solicitante certificará que, si en la fabricación ordinaria surgiese la necesidad de cambiar el sistema de producción, lo comunicará por escrito al departamento responsable de Adif, acompañando la documentación sustitutiva.

8.4.-SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

El fabricante o suministrador deberá garantizar que dispone de una organización de métodos y medios materiales y humanos que le permitan verificar la calidad de la fabricación, estando capacitado para realizar controles en todos los turnos de la misma.

El fabricante se comprometerá a cumplir con el control de calidad en proceso y/o requeridos en los pliegos de suministros de materiales, así como a demostrar su ejecución mediante registros documentales que estarán a disposición de Adif.

8.5.-DECLARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El fabricante o suministrador deberá adjuntar al resto de documentación solicitada, una declaración de características técnicas de los cables y características de los materiales.

9.-RECEPCIÓN

9.1.-CONDICIONES GENERALES

La presentación a la recepción deberá ser notificada por escrito, en el impreso que Adif establezca al efecto, al agente receptor haciendo constar como mínimo:

- Referencia del pedido
- Fecha de presentación
- Tipo del cable
- Números de Identificación de las bobinas presentadas, con indicación de longitud nominal, Nº de Lote, Orden de Fabricación y Fecha de Fabricación
- Plan de Calidad y hojas de registro del mismo, que el fabricante ha aplicado a los lotes de fabricación en cuestión, con indicación de pruebas, porcentajes y criterios de aceptación y rechazo que el fabricante utiliza en la producción de este producto.
- Certificado de todos los materiales que conforman el cable, así como el proveedor de cada uno de ellos y sus características técnicas.
- Documentación de las verificaciones realizadas de acuerdo a la norma UNE-EN 50575.

- Cualquier otra indicación especial del pedido que Adif considere conveniente

Se detallará en cada pedido la longitud de las bobinas. Cuando no se hayan podido definir inicialmente las longitudes de suministro, por estar pendientes de replanteo, el fabricante solicitará previamente a Adif las longitudes de fabricación para poder concluir con el suministro.

Con objeto de poder efectuar los ensayos de recepción de los cables, la punta interior deberá disponer de una longitud accesible entre 2 y 3 metros.

En concreto los documentos que se deben aportar son:

- Listado de bobinas, con las siguientes indicaciones:
 - Nº carrete
 - Nº identificativo en fabricación
 - Longitud total
 - Longitud nominal
 - Marcas de metraje de cubierta inicial y final

Los cables se presentarán a recepción agrupados en lotes, en estado de entrega y embalados con sus espiras debidamente bobinadas y sin superposición de las mismas.

A menos que se especifique lo contrario, las bobinas de los cables del mismo tipo y características formarán un solo lote sin limitación de cantidad, siempre que hayan sido fabricadas durante un mismo proceso ininterrumpido de fabricación y empleando los mismos materiales.

9.2.-CRITERIOS DE SELECCIÓN Y PROPORCIÓN DE LAS MUESTRAS A ENSAYAR

Las muestras a ensayar estarán constituidas por trozos de cable de longitud variable según el tipo de ensayo, tomadas del extremo exterior de la bobina y habiendo sido previamente desechada una longitud de cable de por lo menos 0,25 m. Las probetas se obtendrán de las muestras.

El número de bobinas a ensayar seguirá el siguiente criterio:

- Hasta 50 bobinas:
 - Sobre un 30% de las bobinas se medirá:
 - Resistencia óhmica y Continuidad
 - Rigidez dieléctrica del aislamiento
 - Inspección Visual (formación del cable, marcaje, formación de las pantallas, etc.)
 - Sobre un 10% de las bobinas:
 - Todas las pruebas eléctricas
 - Penetración de agua en cables con relleno
 - Control dimensional
 - Cracking de la cubierta exterior

- Alargamiento de la cubierta exterior
- Resistencia a la tracción de la cubierta exterior
- Sobre un 5% de las bobinas:
 - Doblado
 - Pruebas físicas (mínimo un hilo por color y calibre)

Para cables de diferente FORMACIÓN que solo varíen en la cubierta se podrán convalidar los ensayos correspondientes al núcleo.

- Para lotes de más de 50 bobinas se podrá realizar una reducción de los ensayos del 50%.

9.3.-LUGAR DE LOS ENSAYOS

Los ensayos se realizarán en un laboratorio que disponga de los medios adecuados a los ensayos a realizar y los certificados de calibración necesarios, previa aprobación de Adif.

9.4.-RELACIÓN DE ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los ensayos a que deberán someterse las muestras a ensayar serán los indicados en la siguiente tabla:

APARTADO	ENSAYOS
7.1.1	Diámetro del conductor
7.1.2	Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura del conductor
7.2.2	Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura del aislamiento
7.2.7	Espesor radial del aislamiento
7.3	Ensayos sobre la pantalla individual de los pares individualmente apantallados
7.4.1	Formación del núcleo del cable
7.4.2	Código de colores del núcleo del cable
7.5.1	Fluidez del compuesto de relleno
7.6.2	Espesor radial de la cubierta interior
7.6.4	Solape de la pantalla de aluminio-copolímero
7.6.5	Adherencia de la pantalla de aluminio-copolímero / cubierta
7.7.2	Solape de la armadura de acero-copolímero
7.7.5	Espesor radial de la cubierta exterior
7.7.6	Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura de la cubierta exterior
7.8.3	Dimensiones de la cubierta de los cables autosoportados
7.9.1	Diámetro exterior del cable
7.9.2	Ensayo de doblado del cable
7.9.3	Marcado de la cubierta
7.9.4	Penetración de agua
7.9.5	Resistencia al impacto
7.10.1	Resistencia óhmica y continuidad de conductores

APARTADO	ENSAYOS
7.10.2	Desequilibrio de resistencia
7.10.3	Capacidad mutua
7.10.4	Desequilibrio de capacidad
7.10.5	Resistencia de aislamiento
7.10.6	Rigidez dieléctrica
7.10.7	Atenuación

Tabla 16. Relación de ensayos de recepción.

No obstante, Adif, a la vista de la documentación de comprobación de características técnicas presentada, podrá requerir la realización de cualquier ensayo que considere pertinente de los comprendidos en esta E.T.

9.5.-CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Si un ensayo de recepción ofreciera un resultado negativo, se tomarán dos nuevas muestras del mismo lote de fabricación y se repetirá ese ensayo sobre ambas muestras. Si alguna de las dos no supera el ensayo se rechazará el lote completo.

10.-CONDICIONES DE TRANSPORTE, EMBALAJE Y ETIQUETADO

Los cables objeto de la presente especificación se embalarán en bobinas, con sus extremos sujetos y protegidos suficientemente para evitar cualquier deterioro durante su transporte y manipulación.

Las bobinas llevarán en sus costados una placa metálica con las siguientes inscripciones en forma clara y bien visible, conforme a la norma UNE-EN 50575:

- Nombre del Fabricante y Suministrador
- Tipo de cable (según la denominación indicada en el apartado 4.2)
- Longitud del cable en la bobina, en metros
- Flecha indicando el sentido de giro
- Peso bruto y neto
- Nº de pedido
- Fecha de fabricación
- Nº de serie de la bobina
- Nº de lote
- Orden de fabricación
- Clase de reacción al fuego
- Macado CE

- Marca indeleble (en relieve sobre la madera) con el nº de carrete, sin que pueda dar lugar a error o equívoco.

11.-GARANTÍAS

Las garantías serán las establecidas en el contrato de obra, suministro y/o instalación correspondiente entre Adif y la empresa acreditada suministradora o instaladora de cables y en todo caso cumplirá con la legislación vigente al respecto.

12.-NORMATIVA DEROGADA

Esta Especificación Técnica no deroga ningún documento.

13.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

La presente especificación técnica entrará en vigor en su fecha de aprobación.

14.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

En el contenido de esta norma se hace referencia a los documentos normativos que se citan a continuación.

Cuando se trate de legislación, será de aplicación la última versión publicada en los diarios oficiales, incluidas sus sucesivas modificaciones.

En el caso de documentos referenciados sin edición y fecha se utilizará la última edición vigente; en el caso de normas citadas con versión exacta, se debe aplicar esta edición concreta.

En el caso de normas UNE-EN que establezcan condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, será de aplicación la última versión comunicada por la Comisión y publicada en el DOUE.

NORMAS

UNIÓN EUROPEA. *“Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión de 1 de julio de 2015 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.”* Reglamento Delegado (UE) Nº 2016/364. Bruselas: UNIÓN EUROPEA, 2015.

AENOR. *“Alambres de cobre recocido de sección recta circular. Características”*. UNE 21011-2. Madrid: AENOR, 1974.

AENOR. *“Alambres de acero y productos de alambre. Alambres de acero para cables. Parte 2: Alambre de acero no aleado estirado en frío para cables de uso general”*. UNE-EN 10264-2. Madrid: AENOR, 2022.

AENOR. *“Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 3-2: Métodos de ensayo mecánico. Resistencia a la tracción y alargamiento del conductor”*. UNE-EN 50289-3-2. Madrid: AENOR, 2002.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 606: Ensayos físicos. Métodos para determinar la densidad"*. UNE-EN 60811-606. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 501: Ensayos mecánicos. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas de las mezclas de aislamientos y cubiertas"*. UNE-EN 60811-501. Madrid: AENOR, 2012+A1:2019.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 401: Ensayos varios. Métodos de envejecimiento térmico. Envejecimiento en estufa de aire"*. UNE-EN 60811-401. Madrid: AENOR, 2012+A1:2018.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 511: Ensayos mecánicos. Medición del índice de fluidez en caliente de los compuestos de polietileno"*. UNE-EN 60811-511. Madrid: AENOR, 2012+A1:2018.

AENOR. *"Plásticos. Calorimetría diferencial de barrido (DSC). Parte 6: Determinación del tiempo de inducción a la oxidación (OIT isotérmico) y de la temperatura de inducción a la oxidación (OIT dinámica). (ISO 11357-6:2018)"*. UNE-EN ISO 11357-6. Madrid: AENOR, 2018.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 502: Ensayos mecánicos. Ensayo de contracción para aislamientos"*. UNE-EN 60811-502. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 201: Ensayos generales. Medición del espesor de aislamiento"*. UNE-EN 60811-201. Madrid: AENOR, 2012+A1:2018.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 302: Ensayos eléctricos. Medición de la resistividad en corriente continua a 23°C y a 100°C de los compuestos de relleno"*. UNE-EN 60811-302. Madrid: AENOR, 2012.

ENERGY INSTITUTE. *"Determination of cone penetration of petrolatum"*. IP 179. Londres: ENERGY INSTITUTE, 1979.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 604: Ensayos físicos. Medición de la ausencia de componentes corrosivos en los materiales de relleno"*. UNE-EN 60811-604. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 601: Ensayos físicos. Medición del punto de gota de los materiales de relleno"*. UNE-EN 60811-601. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 202: Ensayos generales. Medición del espesor de las cubiertas no metálicas"*. UNE-EN 60811-202. Madrid: AENOR, 2012+A1:2018.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 605: Ensayos físicos. Medición del contenido de negro de humo y/o de cargas minerales en los compuestos de polietileno"*. UNE-EN 60811-605. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 406: Ensayos varios. Resistencia a la fisuración de los compuestos de polietileno y polipropileno"*. UNE-EN 60811-406. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. *"Plásticos. Determinación del comportamiento al fuego mediante el índice de oxígeno. Parte 2: Ensayo a temperatura ambiente. (ISO 4589-2:1996)"*. UNE-EN ISO 4589-2. Madrid: AENOR, 2017.

AENOR. *"Plásticos. Determinación del comportamiento al fuego mediante el índice de oxígeno. Parte 3: Ensayo a temperatura elevada. (ISO 4589-3:2017)"*. UNE-EN ISO 4589-3. Madrid: AENOR, 2017.

AENOR. *"Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente. (ISO 6892-1:2019)"*. UNE-EN ISO 6892-1. Madrid: AENOR, 2020.

AENOR. *"Materiales metálicos. Alambres. Ensayo de torsión simple"*. UNE 7468. Madrid: AENOR, 1999.

AENOR. *"Alambre de acero y productos de alambre. Recubrimientos metálicos no ferrosos sobre alambre de acero. Parte 2: Recubrimientos de cinc o de aleaciones de cinc"*. UNE-EN 10244-2. Madrid: AENOR, 2010.

AENOR. *"Condiciones generales técnicas de suministro e inspección de cables de acero"*. UNE 36711. Madrid: AENOR, 1976.

AENOR. *"Ensayo de tracción de cables y cordones de acero"*. UNE 7326. Madrid: AENOR, 1988.

AENOR. *"Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 203: Ensayos generales. Medición de las dimensiones exteriores"*. UNE-EN 60811-203. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. *"Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 3-9: Métodos de ensayo mecánico. Ensayos de doblado"*. UNE-EN 50289-3-9. Madrid: AENOR, 2002.

AENOR. *"Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 4-2: Métodos de ensayo ambientales. Penetración del agua"*. UNE-EN 50289-4-2. Madrid: AENOR, 2002.

AENOR. *"Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 3-6: Métodos de ensayo mecánico. Resistencia al impacto del cable"*. UNE-EN 50289-3-6. Madrid: AENOR, 2002.

AENOR. *"Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 1-2: Métodos de ensayos eléctricos. Resistencia en corriente continua"*. UNE-EN 50289-1-2. Madrid: AENOR, 2024.

AENOR. *"Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 1-5: Métodos de ensayos eléctricos. Capacidad"*. UNE-EN 50289-1-5. Madrid: AENOR, 2001.

AENOR. *"Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 1-4: Métodos de ensayos eléctricos. Resistencia de aislamiento"*. UNE-EN 50289-1-4. Madrid: AENOR, 2001.

AENOR. *"Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 1-3: Métodos de ensayos eléctricos. Rigidez dieléctrica"*. UNE-EN 50289-1-3. Madrid: AENOR, 2001.

AENOR. *"Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 1-8: Métodos de ensayos eléctricos. Atenuación"*. UNE-EN 50289-1-8. Madrid: AENOR, 2017.

AENOR. *"Cables de comunicación. Especificación para métodos de ensayo. Parte 1-10: Métodos de ensayos eléctricos. Diafonía"*. UNE-EN 50289-1-10. Madrid: AENOR, 2002.

AENOR. *"Métodos de ensayo comunes para cables sometidos a condiciones de fuego. Medida de la emisión de calor y producción de humos en cables durante el ensayo de propagación de la llama. Equipo de ensayo, procedimientos, resultados"*. UNE-EN 50399. Madrid: AENOR, 2023.

AENOR. *“Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW”*. UNE-EN 60332-1-2. Madrid: AENOR, 2005 +A1:2016+A11:2016+A12:2021.

AENOR. *“Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos”*. UNE-EN 61034-2. Madrid: AENOR, 2005+A1:2013+A2:2020.

AENOR. *“Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad”*. UNE-EN 60754-2. Madrid: AENOR, 2014+A1:2021.

Este documento normativo se presenta como “BORRADOR” a efectos de consulta interna y externa a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV.
Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

BORRADOR

I. Anejo 1. DIÁMETRO EXTERIOR DE CABLES Y ESPESOR DE CUBIERTAS

1.-CABLES CON FORMACIÓN EN CUADRETES

En ningún punto del cable las cubiertas exterior e interior tendrán un espesor menor del 70% del nominal y el valor medio del espesor radial de la cubierta no será inferior al 80% del nominal.

El diámetro nominal del cable no superará el valor indicado en la tabla más un 10% para cables con clase de reacción al fuego Fca. Para cables con clase de reacción al fuego B2ca, s1a, d1, a1 y Cca, s1b, d1, a1 el diámetro nominal del cable no superará el valor indicado más un 20%.

1.1.-TIPO EAPSP

Diámetro conductor (mm)	Nº de elementos	Espesor radial cub. Int. (mm)	Espesor radial cub. Ext. (mm)	Diámetro nominal cable (mm)
0,9	1	1,3	1,4	14,0
0,9	3	1,3	1,4	20,0
0,9	5	1,3	1,4	22,0
0,9	7	1,3	1,4	24,0
0,9	10	1,3	1,4	28,0
0,9	14	1,4	1,6	30,0
0,9	19	1,4	1,6	31,0
0,9	25	1,4	1,6	34,0

Tabla 17. Dimensiones cables de cuadretes con cubierta EAPSP.

1.2.-TIPO EAPSP-R

Diámetro conductor (mm)	Nº de elementos	Espesor radial cub. Int. (mm)	Espesor radial cub. Ext. (mm)	Diámetro nominal cable (mm)
0,9	1	1,4	1,2	15,0
0,9	3	1,4	1,2	20,2
0,9	5	1,4	1,3	23,9
0,9	7	1,4	1,3	26,4
0,9	10	1,4	1,4	29,9
0,9	12	1,4	1,4	31,3
0,9	14	1,4	1,4	32,6
0,9	19	1,5	1,5	36,8
0,9	25	1,5	1,6	44,0

Tabla 18. Dimensiones cables de cuadretes con cubierta EAPSP-R.

1.3.-TIPO EATST

Diámetro conductor (mm)	Nº de elementos	Espesor radial cub. Int. (mm)	Espesor radial cub. Ext. (mm)	Diámetro nominal cable (mm)
0,9	1	1,4	1,2	17,0
0,9	3	1,4	1,2	22,0
0,9	5	1,4	1,3	23,0
0,9	7	1,4	1,3	25,0
0,9	10	1,4	1,4	27,0
0,9	14	1,4	1,4	31,0
0,9	19	1,5	1,5	34,0
0,9	25	1,5	1,6	38,0

Tabla 19. Dimensiones cables de cuadretes con cubierta EATST

1.4.-TIPO EAPSP-8.

Diámetro conductor (mm)	Nº de elementos	Espesor radial cub. Int. (mm)	Espesor radial cub. Ext. (mm)	Diámetro soporte (mm)	Diámetro nominal cable (mm)
0,9	1	1,4	2,0	3,0	25,4x14,9
0,9	3	1,4	2,0	3,0	29,3x18,8
0,9	5	1,4	2,5	5,5	36,8x22,7
0,9	7	1,4	2,5	5,5	38,3x24,2
0,9	10	1,4	2,5	5,5	40,9x26,8
0,9	14	1,4	2,5	5,5	43,4x29,3
0,9	19	1,4	2,5	5,5	46,8x32,7

Tabla 20. Dimensiones cables de cuadretes con cubierta EAPSP-8.

1.5.-TIPO CCPSSP Y CCPSSP-R CON FR 0,1

Diámetro conductor (mm)	Nº de elementos	Espesor radial cub. Int. (mm)	Espesor radial cub. Intermedia. (mm)	Espesor radial cub. Ext. (mm)	Diámetro nominal cable (mm)
0,9	1	1,5	--	1,6	18,3
0,9	3	1,5	--	1,6	21,7
0,9	5	1,5	--	1,6	25,2
0,9	7	1,5	--	1,6	26,7
0,9	10	1,5	--	1,6	29,2
0,9	14	1,6	--	1,8	32,3
0,9	19	1,7	--	1,8	36,0
0,9	25	1,7	--	1,8	40,0
0,9 (R)	1	1,0	1,5	1,6	21,5
0,9 (R)	3	1,0	1,5	1,6	26,7
0,9 (R)	5	1,0	1,6	1,8	30,8
0,9 (R)	7	1,0	1,6	1,8	33,3
0,9 (R)	10	1,0	1,7	1,8	36,8
0,9 (R)	14	1,0	1,7	1,8	39,5
0,9 (R)	19	1,0	1,8	2,0	43,9
0,9 (R)	25	1,0	1,9	2,0	49,3

Tabla 21. Dimensiones cables de cuadretes con cubiertas CCPSSP y CCPSSP-R con FR 0,1.

1.6.-TIPO CCTSST CON FR 0,1

Diámetro conductor (mm)	Nº de elementos	Espesor radial cub. Int. (mm)	Espesor radial cub. Ext. (mm)	Diámetro nominal cable (mm)
0,9	1	1,5	1,6	24,0
0,9	3	1,5	1,6	26,0
0,9	5	1,5	1,6	29,0
0,9	7	1,5	1,6	30,0
0,9	10	1,5	1,6	34,0
0,9	14	1,7	1,8	37,0
0,9	19	1,7	1,8	40,0
0,9	25	1,7	1,8	45,0

Tabla 22. Dimensiones cables de cuadretes con cubiertas CCTSST con FR 0,1.

II. Anejo 2. CÓDIGOS RAL DE COLORES

Color	RAL
Amarillo	1016 - 1018
Naranja	2004 - 2007
Rojo	3020 - 3024 - 3026
Violeta	4006 - 4008
Azul	5005 - 5015 - 5017
Verde	6017 - 6018 - 6024 - 6029
Gris	7037 - 7045 - 7046
Marrón	8007 - 8011
Negro	9005
Blanco	9010 - 9016

Tabla 23. Código RAL de colores.

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta interna y externa a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV.
Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

