

| Nº Rev. | Fecha | Revisiones |
|---------|------------|------------|
| 01 | Junio 1998 | Emisión |
| 02 | Marzo 2005 | 2ª Edición |
| 03 | Mayo 2016 | 3ª Edición |

Ámbito: Endesa Distribución Eléctrica – Red AT – Líneas

| | | |
|---|---|---|
| Emisión: Estandarización de Líneas AT | Verificación: Solution Development Center HV Network Components | Aprobación: Network Technology Iberia |
|  |  |  |

ÍNDICE

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | OBJETO | 3 |
| 2 | CAMPO DE APLICACION | 3 |
| 3 | CABLE DIELECTRICO AUTOSOPORTADO (ADSS) | 3 |
| 3.1 | Diseño constructivo | 3 |
| 3.2 | Características mecánicas y eléctricas del cable..... | 4 |
| 3.3 | Composición..... | 5 |
| 3.3.1 | <i>Núcleo óptico</i> | 5 |
| 3.3.2 | <i>Protecciones del núcleo óptico.....</i> | 5 |
| 4 | CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA OPTICA | 5 |
| 4.1 | Monomodo convencional..... | 5 |
| 4.2 | Monomodo con dispersión desplazada no nula | 6 |
| 5 | IDENTIFICACIÓN FIBRA ÓPTICA Y CÓDIGO DE COLORES..... | 7 |
| 5.1 | Distribución de la fibra óptica en los cables | 7 |
| 5.2 | Códigos de colores para las fibras | 7 |
| 5.3 | Códigos de colores de los tubos..... | 9 |
| 5.4 | Identificación | 9 |
| 5.5 | Condiciones ambientales..... | 9 |
| 6 | GENERALIDADES DEL SUMINISTRO..... | 10 |
| 6.1 | Marcaje e identificación de las bobinas del cable..... | 10 |
| 6.2 | Características de las bobinas del cable. | 10 |
| 7 | RECEPCIÓN | 11 |
| 8 | CONTROL DE CALIDAD | 11 |
| 8.1 | Plan de muestreo..... | 11 |
| 8.2 | Criterios de rechazo | 12 |
| 8.3 | Ensayos de recepción..... | 12 |
| 8.3.1 | <i>Fibra óptica. Inspección, ensayos y toma de muestras</i> | 12 |
| 8.3.2 | <i>Tubos activos holgados de alojamiento de fibras ópticas.....</i> | 13 |
| 8.3.3 | <i>Cubierta exterior.....</i> | 13 |
| 8.3.4 | <i>Sobre el cable completo</i> | 13 |
| 8.4 | Ensayos de homologación o tipo..... | 14 |
| 9 | NORMAS PARA CONSULTA | 16 |

1 OBJETO

Esta norma tiene por objeto definir las características ópticas, mecánicas y eléctricas que deben cumplir los cables ópticos dieléctricos autoportados (ADSS), así como los ensayos que deben satisfacer.

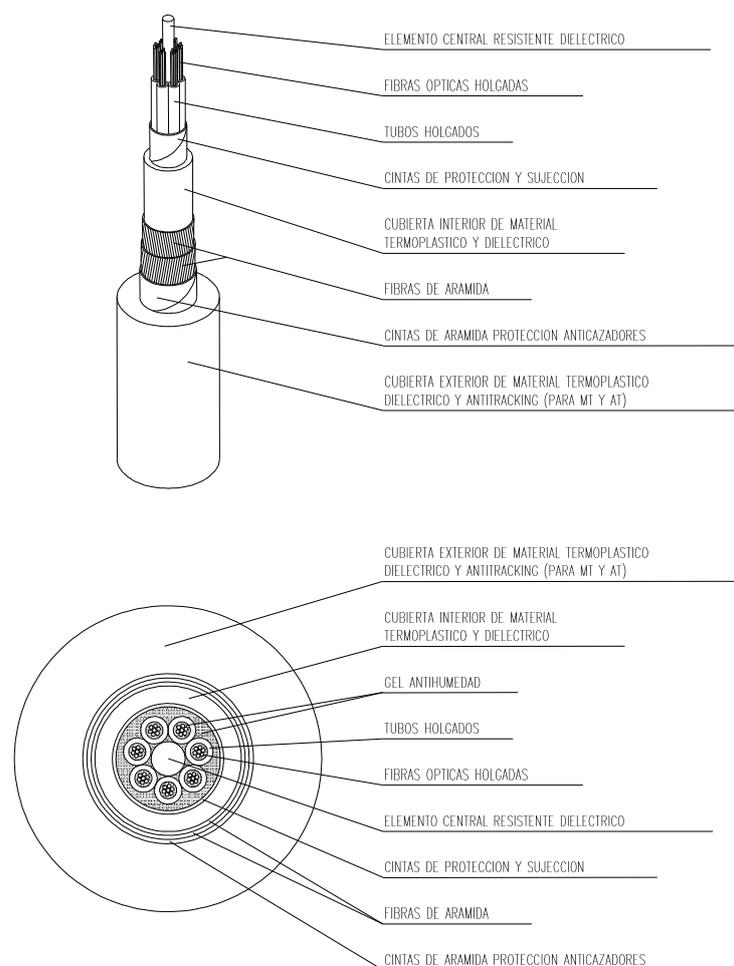
2 CAMPO DE APLICACION

Esta norma es aplicable al suministro y recepción de cables ópticos dieléctricos autoportados destinados a líneas eléctricas aéreas de Endesa Distribución.

3 CABLE DIELECTRICO AUTOSOPORTADO (ADSS)

3.1 Diseño constructivo

CABLE AUTOSOPORTADO



Es un cable dieléctrico, que no contiene ningún elemento metálico. Está compuesto por una primera cubierta interior de material termoplástico sobre la que se dispondrán fibras de aramida como elementos resistentes a la tracción. Se protegerán con cintas de fibra aramida resistente a impactos por disparo. Sobre el conjunto así formado se extruirá una

cubierta exterior de material termoplástico resistente a la radiación ultravioleta y a la formación de caminos conductores que deberá cumplir las características de las normas indicadas.

En el interior de la primera cubierta se aloja el núcleo óptico formado por un elemento central mecánicamente resistente, por tubos holgados (alojarán las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá de un gel antihumedad. También el núcleo óptico se rellenará de un gel antihumedad. Todo el conjunto estará envuelto por unas cintas de sujeción.

3.2 Características mecánicas y eléctricas del cable

| CABLES AUTOSOPORTADOS LINEAS MT Y BT | | | |
|--|-----------------------|-------|-------|
| Número de fibras | 36+12 , 48 | 96 | 144 |
| Diámetro exterior del cable (mm) | < 16 | < 17 | < 17 |
| RTS Resistencia a la tracción asignada (daN) | > 2.000 | | |
| MAT Máxima tensión admisible (daN) | > 1.000 | | |
| Masa calculada(kg/km) | 150<p< 300 | | |
| Módulo de elasticidad (daN/mm ²) | 2.000< E <10.000 | | |
| Coefficiente de dilatación térmica (°C ⁻¹) | < 2 x10 ⁻⁶ | | |
| Radio de curvatura (mm) | < 300 | < 350 | < 350 |
| Protección anticazadores (m) | 20 | | |
| Cubierta antitracking (kV) | 12 | | |

Tabla 1: Características cables ADSS líneas BT – MT

| CABLES AUTOSOPORTADOS LINEAS AT | | | |
|--|-----------------------|------|------|
| Número de fibras | 36+12 , 48 | 96 | 144 |
| Diámetro exterior del cable (mm) | < 18 | < 18 | < 19 |
| RTS Resistencia a la tracción asignada (daN) | > 6.000 | | |
| MAT Máxima tensión admisible (daN) | > 2.000 | | |
| Masa calculada(kg/km) | < 300 | | |
| Módulo de elasticidad (daN/mm ²) | 2.000< E <10.000 | | |
| Coefficiente de dilatación térmica (°C ⁻¹) | < 2 x10 ⁻⁶ | | |
| Radio de curvatura (mm) | < 350 | | |
| Protección anticazadores (m) | 20 | | |
| Cubierta antitracking (kV) | 12 | | |

Tabla 1: Características cables ADSS líneas AT

La instalación del cable ADSS se realizará en zonas con valores del campo eléctrico inferiores al soportado por el cable sin sufrir daños. Para ello será necesario un estudio previo de campos eléctricos.

3.3 Composición

3.3.1 Núcleo óptico

El núcleo óptico contemplará las siguientes características:

- Soporte central: elemento central de refuerzo dieléctrico.
- Fibras ópticas: 36+12 (36 fibras G.652 y 12 fibras G.655), 48, 96, y 144. La combinación 36+12 se utilizará solamente para dar continuidad a las instalaciones que utilicen esta configuración de fibras.
- Tipos de fibras ópticas: los tipos de fibras se definen en el apartado 4.
- Segunda protección: holgada en el interior de tubos, con cintas de protección, sujeción tanto térmica como mecánica y gel protector.

No se instalarán fibras de diferente tipo por el mismo tubo.

3.3.2 Protecciones del núcleo óptico

Las protecciones están constituidas por sucesivas capas que se describen a continuación:

- Primera cubierta de material termoplástico resistente al impacto.
- Elemento resistente a la tracción de hilos de fibra aramida.
- Armaduras resistentes a disparos compuestas de cintas de fibra aramida.
- Cubierta exterior de polietileno de media-alta densidad (adecuada para el tracking).

4 CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA OPTICA

La fibra óptica deberá cumplir con las normas que se indican a continuación según el tipo de fibra. En el caso de que algún valor definido por Endesa entre en conflicto con la norma ITU-T de referencia prevalecerá el valor más exigente.

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media > 25 años para una temperatura máxima continua en servicio de 90° C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

4.1 Monomodo convencional

Cumplirá por defecto con los atributos contemplados en la recomendación ITU-T G.652.D, los valores que esta norma particulariza serán de obligado cumplimiento.

Se trata de una fibra monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en torno a 1300 nm, optimizada para uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, y que puede utilizarse también a longitudes de onda en la región de 1550 nm, (en las que la fibra no está optimizada).

- Diámetro campo modal ($\lambda=1310$ nm): 9,5 \pm 0,5 μ m
- Diámetro del revestimiento: 125 \pm 1 μ m.
- Diámetro del recubrimiento: 250 \pm 15 μ m.
- Error de concentricidad núcleo/revestimiento: \leq 0,6 μ m
- No circularidad del revestimiento: \leq 1,0 %
- No circularidad del recubrimiento: \leq 6,0 %
- Coeficiente de atenuación del cable en bobina:
 - Para $\lambda = 1310$ nm \leq 0,36 dB/Km
 - Para $\lambda = 1550$ nm \leq 0,22 dB/Km
- Coeficiente de atenuación $1310 \leq \lambda \leq 1625$ nm: \leq 0,4 dB/Km
- Coeficiente de dispersión cromática del cable:
 - 1285 $\leq \lambda \leq$ 1330 nm \leq 3,5 ps/(nm.Km)
 - 1525 $\leq \lambda \leq$ 1575 nm \leq 20 ps/(nm.Km)
- Se verificará la no-existencia de discontinuidad.
- Prueba de tracción 1seg. (Proof test): 1 %
- Longitud de onda de corte: \leq 1280 nm

El significado de los términos empleados en la recomendación ITU-T G.652, y las directrices que han de seguirse en las mediciones para verificar las diversas características se indican en la recomendación ITU-T G.650.

4.2 Monomodo con dispersión desplazada no nula

Cumplirá por defecto con los atributos contemplados en la recomendación ITU-T G.655., los valores que esta norma particulariza serán de obligado cumplimiento.

Se trata de una fibra monomodo cuya dispersión cromática (valor absoluto) tiene que ser mayor que algún valor diferente de cero en toda la gama de longitudes de onda de la utilización prevista. La fibra esta optimizada para uso en una región prescrita entre 1500 nm y 1600 nm.

- Diámetro campo modal ($\lambda=1550$ nm): (8,2 \div 9,6) \pm 0,5 μ m
- Diámetro del revestimiento: 125 \pm 1 μ m
- Diámetro del recubrimiento: 250 \pm 15 μ m
- Error de concentricidad núcleo/revestimiento: \leq 0,8 μ m

- No circularidad del revestimiento: $\leq 2,0 \%$
- No circularidad del recubrimiento: $\leq 6,0 \%$
- Coeficiente de atenuación del cable en bobina:
 - Para $\lambda = 1550 \text{ nm}$,..... $\leq 0,25 \text{ dB/Km}$
 - Para $\lambda = 1625 \text{ nm}$,..... $\leq 0,27 \text{ dB/Km}$
- Coeficiente de atenuación $1530 \leq \lambda \leq 1565 \text{ nm}$: $\leq 0,35 \text{ dB/Km}$
- Coeficiente de dispersión cromática del cable:
 - $1530 \leq \lambda \leq 1565 \text{ nm}$ $2,0 \div 6 \text{ ps}/(\text{nm.Km})$
 - $1565 \leq \lambda \leq 1625 \text{ nm}$ $4,5 \div 11,2 \text{ ps}/(\text{nm.Km})$
- Prueba de tracción 1seg. (Proof test): 1%
- Longitud de onda de corte: $\leq 1450 \text{ nm}$

El significado de los términos empleados en la recomendación UIT-T G.655, y las directrices que han de seguirse en las mediciones para verificar las diversas características se indican en la recomendación UIT-T G.650.

5 IDENTIFICACIÓN FIBRA ÓPTICA Y CÓDIGO DE COLORES

Los tubos holgados que alojan las fibras ópticas se identificarán por su color y podrán contener 12 o 24 fibras según la configuración del cable.

En el interior de cada tubo de 12 fibras, las fibras ópticas se identificarán por su color.

Para los tubos de 24 fibras, además del color, se utilizarán marcas de trazo discontinuas (anillos) para identificar las fibras, según el código de colores de la tabla 3.

5.1 Distribución de la fibra óptica en los cables

El número de tubos holgados que contendrá cada cable en función de su tipo será en siguiente:

| Tipo de cable | Disposición de tubos |
|---------------|----------------------|
| 36+12 , 48 | 4 tubos de 12 fibras |
| 96 | 8 tubos de 12 fibras |
| 144 | 6 tubos de 24 fibras |

Tabla 3: Disposición de tubos según el tipo de cable

5.2 Códigos de colores para las fibras

Los colores básicos a utilizar se establecerán de acuerdo con la Norma ANSI/EIA/TIA-598-1995 y responderán al siguiente código en sus dos variantes:

- **Código de colores en tubos de 12 fibras:**

Azul, Naranja, Verde, Marrón, Gris, Blanco, Rojo, Negro o Natural, Amarillo, Violeta, Rosa y Turquesa, entendiéndose como turquesa el azul claro y el azul como oscuro.

- **Código de colores en tubos de 24 fibras:**

En este caso existirán dos grupos de 12 fibras cada uno, ambos con el mismo código de colores. Para identificar cada grupo se procederá al marcaje de las fibras incluidas en el grupo con uno o dos anillos de color negro.

El primer grupo de doce fibras se marcará con un anillo y el segundo grupo con dos anillos. Si se utilizan dos anillos, la separación entre ellos será de 5 mm, y entre las agrupaciones o anillos individuales será de 35 mm.

En ambos grupos la fibra de color negro se sustituirá por fibra natural (no coloreada) con el fin de facilitar la identificación de estas y responderán al siguiente código:

Azul, Naranja, Verde, Marrón, Gris, Blanco, Rojo, Natural, Amarillo, Violeta, Rosa y Turquesa, entendiéndose como turquesa el azul claro y el azul como oscuro.

La identificación de cada fibra en el tubo será finalmente la indicada en la tabla siguiente:

| Número de fibra | Tubo con 12 fibras | Tubo con 24 fibras |
|-----------------|--------------------|----------------------|
| 1 | Azul | Azul + 1 anillo |
| 2 | Naranja | Naranja + 1 anillo |
| 3 | Verde | Verde + 1 anillo |
| 4 | Marrón | Marrón + 1 anillo |
| 5 | Gris | Gris + 1 anillo |
| 6 | Blanco | Blanco + 1 anillo |
| 7 | Rojo | Rojo + 1 anillo |
| 8 | Negro o Natural | Natural + 1 anillo |
| 9 | Amarillo | Amarillo + 1 anillo |
| 10 | Violeta | Violeta + 1 anillo |
| 11 | Rosa | Rosa + 1 anillo |
| 12 | Turquesa | Turquesa + 1 anillo |
| 13 | | Azul + 2 anillos |
| 14 | | Naranja + 2 anillos |
| 15 | | Verde + 2 anillos |
| 16 | | Marrón + 2 anillos |
| 17 | | Gris + 2 anillos |
| 18 | | Blanco + 2 anillos |
| 19 | | Rojo + 2 anillos |
| 20 | | Natural + 2 anillos |
| 21 | | Amarillo + 2 anillos |
| 22 | | Violeta + 2 anillos |
| 23 | | Rosa + 2 anillos |
| 24 | | Turquesa + 2 anillos |

Tabla 4: Código de colores de las fibras según el número de fibras por tubo.

5.3 Códigos de colores de los tubos

Los colores básicos a utilizar se establecerán de acuerdo con la Norma ANSI/EIA/TIA-598-1995 y responderán al siguiente código:

| Posición del tubo | Número de tubos | | |
|-------------------|-----------------|---------|---------|
| | 4 | 6 | 8 |
| 1 | Azul | Azul | Azul |
| 2 | Naranja | Naranja | Naranja |
| 3 | Verde | Verde | Verde |
| 4 | Marrón | Marrón | Marrón |
| 5 | | Gris | Gris |
| 6 | | Blanco | Blanco |
| 7 | | | Rojo |
| 8 | | | Negro |

Tabla 4: Colores de los tubos según el número de tubos por cable.

En la configuración 36+12 el grupo de 12 fibras tipo G655 se corresponderá al grupo 4 de la Tabla 4 anterior, es decir, el tubo Marrón.

5.4 Identificación

El cable se marcará en la cubierta con la siguiente información:

- Fabricante
- Código del cable (referencia del fabricante)
- Tipo de cable (ADSS AT, ADSS MT)
- Número y tipo de fibras de fibras (36+12, 48, 96 ó 144)
- Año de fabricación.
- Metraje

5.5 Condiciones ambientales

Los cables objetos de esta norma deberán estar protegidos contra la humedad y cumplirán los requisitos exigidos bajo las condiciones ambientales siguientes:

a) Humedad relativa

- Mínima: 65 % hasta 55 °C
- Máxima: 93 % hasta 40 °C

b) Temperatura

- Funcionamiento: $-20\text{ °C} < t < 70\text{ °C}$

6 GENERALIDADES DEL SUMINISTRO

6.1 Marcaje e identificación de las bobinas del cable.

Cada bobina llevará una placa de identificación de intemperie en su exterior, con la inscripción Endesa Distribución y los siguientes datos:

- Nombre del Fabricante
- Tipo de cable
- Longitud del cable en metros
- Número de pedido
- Número de carrete
- Número de bobina
- Referencia a la presente norma
- Fecha de fabricación
- Sentido de desenrollado
- Peso bruto y neto de la bobina

6.2 Características de las bobinas del cable.

El suministro de los cables se realizará por tramos y embalados en bobinas de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 21045:1974 para cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.

Las tolerancias de las longitudes de los tramos se encontrarán entre los valores +0,1% y +0,5% del total de la longitud del tramo, y no debe haber fibra con empalmes en la longitud entregada.

El cable será embalado adecuadamente para evitar daños en el manejo y transporte ordinario. Se protegerán las bobinas con duelas u otra protección similar.

Las bobinas deberán ser capaces de aguantar el peso del cable a transportar sin que sufran deformaciones de las mismas que dañen al cable ubicado en su interior. Además, deberán estar diseñadas para asegurar el suministro del cable a obra mediante transporte por camión o movimientos de izamiento mediante grúas o carretillas elevadoras. En particular, el tambor de la bobina deberá ser adecuado para respetar el radio mínimo de curvatura del cable óptico.

Las bobinas se cargarán y descargarán mediante una grúa adecuada para el peso de las mismas.

Se verificará que los dos extremos del cable son accesibles y que están asegurados firmemente con abrazaderas, de modo que no se produzcan desenrollados accidentales. Ambos extremos estarán protegidos eficazmente contra la entrada de agua y cuerpos extraños.

El almacenamiento prolongado, más de 1 mes, de las bobinas se realizará a cubierto de las inclemencias del tiempo, en particular de la humedad.

7 RECEPCIÓN

Una vez acabado el proceso de fabricación, determinado en la orden de fabricación, Endesa Distribución recibirá una lista detallada de número de serie de las bobinas, tipo, peso bruto, tara, peso neto y metros. Sobre esta lista el inspector ya podrá efectuar el muestreo, dando así un carácter totalmente aleatorio a la selección.

La recepción se procurará efectuar unos 15 días antes de la entrega del pedido. El suministrador y Endesa Distribución se pondrán previamente de acuerdo y establecerán con anterioridad la fecha de recepción.

El día de la recepción todo el material solicitado en la orden de fabricación deberá estar terminado y con las medidas de atenuación realizadas y registradas de todas las fibras que componen el lote presentado a inspección. Una vez realizada y aprobada la recepción de los materiales se dará conformidad para el envío de éste a su destino correspondiente.

El inspector podrá visitar los lugares en que se encuentre depositado el lote a recepcionar, con el fin de realizar el necesario muestreo y colocar las marcas y/o sellos que estime conveniente.

Se entregará al inspector un protocolo de los ensayos realizados, con todos los valores obtenidos sobre las muestras seleccionadas y certificados acreditativos de las pruebas tipo que se soliciten.

8 CONTROL DE CALIDAD

Todos los ensayos se efectuarán en los laboratorios del suministrador, a menos que por acuerdo con Endesa Distribución se haya especificado otro procedimiento.

Se contemplan dos tipos de ensayos:

- Ensayos de recepción: Se realizarán en su totalidad o en parte, según se acuerde entre Endesa distribución y el suministrador en cada una de las entregas del material.
- Ensayos de tipo o de homologación: Se realizarán en su totalidad o en parte, según se acuerde entre el suministrador y Endesa Distribución, sobre los cables de nuevo diseño. En el caso de cables ya sometidos a estos ensayos, el suministrador aportará certificado sobre el resultado de los mismos.
Los ensayos de tipo pueden comprender aparte de los indicados como tales en el protocolo, los indicados como de aceptación, ya que ambos conjuntos son complementarios.

8.1 Plan de muestreo

El muestreo y la aceptación o rechazo de un lote de bobinas se regirá por la norma UNE 21044-74.

8.2 Criterios de rechazo

Se establece como criterio general que todo fallo en el ensayo de una probeta entrañará 2 contra ensayos y deberán resultar satisfactorios y atendiendo a lo dispuesto en la norma UNE 21044:1974.

Los criterios de rechazo del resto de materiales se determinan en cada apartado.

8.3 Ensayos de recepción

8.3.1 Fibra óptica. Inspección, ensayos y toma de muestras

En cada apartado concreto se fija el número de muestras a analizar.

Se efectuarán los siguientes ensayos según la Recomendación G.652 y/o G.655 de la UIT-T para fibras monomodo y el protocolo de pruebas indicado en las normas EN 60793-1-40 a EN 60793-1-54.

a) Medidas dimensionales

Se realizará un ensayo sobre el 10% de fibras ópticas que componen cada bobina muestreada. Un fallo en un ensayo implicará dos contraensayos con dos fibras diferentes que deberán resultar satisfactorios.

b) Pruebas de atenuación en los dos sentidos

Se realizarán estas pruebas en el 100 % de las bobinas para lotes iguales o inferiores a 15 Km., en el 75 % para lotes superiores a 15 Km. e inferiores a 50 Km. y en el 50 % para lotes superiores a 50 Km., eligiendo por muestreo, en los dos últimos casos, las bobinas a medir de la totalidad del lote.

Comprobación mediante reflectometría para cada una de las fibras ópticas de las siguientes medidas:

o Medida del coeficiente de atenuación máximo a $\lambda = 1310$ nm. y a $\lambda = 1550$ nm.

El coeficiente de atenuación a $\lambda = 1383 \pm 3$ nm (pico de agua) después del envejecimiento con H₂ deberá ser menor de 0,4 dB/Km. y para $\lambda = 1550$ nm. deberá ser menor de 0,3 dB/Km.

o Medida de la variación atenuación con la longitud de onda.

El coeficiente de atenuación para las fibras ópticas del apartado 4.1. no excederá en más de 0,05 dB/Km para:

- Longitudes de onda entre $\lambda = 1285$ nm y $\lambda = 1330$ nm tomando como valor central de referencia $\lambda = 1310$ nm.
- Longitudes de onda entre 1525 nm y 1575 nm tomando como valor central de referencia $\lambda = 1550$ nm.

El coeficiente de atenuación para las fibras ópticas del apartado 4.2 no excederá en más de 0,1 dB/Km a las longitudes de onda entre $\lambda = 1530$ nm y $\lambda = 1565$ nm. tomando como valor central de referencia $\lambda = 1550$ nm.

o Medida de la uniformidad de la atenuación (rizado).

La atenuación en cada una de las fibras ópticas deberá estar uniformemente distribuida a lo largo de su longitud de modo, que no existan discontinuidades superiores a $\pm 0,05$ dB a $\lambda = 1310$ nm. y de $\pm 0,1$ dB a $\lambda = 1550$ nm.

Un fallo en una fibra óptica implicará el rechazo de la bobina a la que pertenece. Para el rechazo de un lote se aplicará la norma UNE 21044:1974 (tabla III columna rechazado).

c) Longitud de onda de corte

Se definirá para un largo de fibra de 2 m, con un solo bucle de radio 140 mm. Un fallo en el ensayo implicará 2 contra ensayos con 2 fibras diferentes que deberán resultar satisfactorias.

Se presentará el certificado de origen del suministrador de las fibras, conforme la fibra es del tipo definido.

d) Dispersión cromática

Se presentará el certificado de origen del suministrador de las fibras. Se podrá solicitar una medida de contraste. Un fallo en el ensayo implicará 2 contra ensayos con 2 fibras diferentes que deberán resultar satisfactorias. El criterio de rechazo y aceptación será el mismo que el empleado en el ensayo de atenuación, apartado b).

e) Código de colores de las fibras.

Se comprobará que el cable cumple lo indicado en el apartado 5.

8.3.2 Tubos activos holgados de alojamiento de fibras ópticas

Los ensayos a realizar en los tubos holgados de alojamiento de fibras ópticas son los siguientes:

- Diámetro, según los métodos de las normas UNE-EN 60811.
- Espesor, según los métodos de las normas UNE-EN 60811.

8.3.3 Cubierta exterior

Los ensayos a realizar en la cubierta exterior son los siguientes:

- Diámetro, según los métodos de las normas UNE-EN 60811.
- Espesor, según los métodos de las normas UNE-EN 60811.
- Inflamabilidad de materiales de cables eléctricos, según los métodos de la norma UNE-EN 60332-3-24:2009.

8.3.4 Sobre el cable completo

Los ensayos a realizar sobre el cable completo son los siguientes:

- Carga/alargamiento, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1.
- Ciclos térmicos, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1.
- Estanqueidad, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1.
- Ensayo de carga de rotura del cable de acuerdo con los siguientes puntos:

La prueba se realizará por medio de máquina de ensayo apropiada. La longitud mínima del cable sometido a ensayo será de 5 metros (vano libre).

Se deberá especificar en este ensayo: la longitud libre del cable sometido a tracción, la velocidad de tiro y la temperatura ambiente a la que se realiza la prueba.

Se utilizarán los amarres finales definidos, los cuales no deberán introducir ninguna flojedad, ni daño en el cable, que pudiera alterar el resultado del ensayo.

Para la realización del ensayo se aplicará la carga de forma lineal hasta que se produzca la rotura del cable. Si la rotura se presenta a una distancia de la mordaza inferior a dos veces el diámetro del cable y no se alcanza la carga de rotura solicitada, deberá repetirse el ensayo con otra muestra extraída de la misma bobina.

En cualquier caso, la carga de rotura no deberá ser inferior a la especificada por el fabricante.

8.4 Ensayos de homologación o tipo

Tanto los ensayos como el método requerido para su ejecución se realizarán según la Norma UNE-EN 60794-4:2006 y serán los siguientes:

- Resistencia a la tracción: según el método E1B del punto 5 de la norma EN 60794-1-2:2003.
Se realizara con una muestra de cable de una longitud mínima de 50 mts. El cable estará sujeto en sus extremos a una tensión inicial del 8% de su resistencia a la tracción asignada. Se incrementará el tiro hasta el 95% y se volverá al valor inicial del 8% de su resistencia a la tracción asignada. Durante el tiro se medirá el alargamiento del cable, las variaciones de atenuación y el alargamiento de las fibras ópticas (se mediarán como mínimo 10 de ellas). Igualmente se obtendrá el valor del módulo de elasticidad del cable. Durante la prueba no deben observarse variaciones de longitud de las fibras ópticas (0,05% no se considera variación de longitud) ni incremento de la atenuación superior a 0,05 dB/Km a 1.550 nm para cargas inferiores a la máxima tensión admisible del cable (en la rampa de subida). En toda la prueba no deben producirse roturas de fibras o grietas en las cubiertas del cable.

- Prueba de aplastamiento: según el método E3 del punto 7 de la norma EN 60794-1-2:2003
La presión aplicada será de 1.1 kN sobre 50 mm. y se mantendrá durante, al menos, 10 minutos.
Al final de la prueba, y manteniendo la carga, no debe apreciarse un aumento de la atenuación superior a 0,05 dB/Km a 1.550 nm.
Igualmente no deben apreciarse roturas de fibras o daños y grietas en las cubiertas del cable.
- Prueba de impacto: según el método E4 del punto 8 de la norma EN 60794-1-2:2003. Se dejará caer una masa de 1 Kg. desde una altura de 1 m. sobre tres puntos del cable separados al menos 50 cm. En cada uno de estos puntos se repetirá el procedimiento tres veces. El radio de la pieza de contacto con el cable debe ser de 300 mm.
No debe apreciarse un aumento de la atenuación superior a 0,05 dB/Km a 1.550 nm. ni apreciarse daños o roturas en ninguno de los elementos del cable.
- Ensayo de plegado repetitivo: según el método E6 del punto 10 de la norma EN 60794-1-2:2003.
Se realizarán 50 ciclos a una velocidad mínima de 20 ciclos por minuto con una masa adecuada para asegurar contacto uniforme entre cable y máquina de ensayo (5 kg. mínimo).
El radio de giro será igual o menor a 20 veces el diámetro exterior del cable.
Al final de la prueba no deben apreciarse roturas de fibras o daños y grietas en las cubiertas del cable y no debe apreciarse un aumento de la atenuación superior a 0,05 dB/Km a 1.550 nm.
- Ensayo de torsión: según el método E7 del punto 11 de la norma EN 60794-1-2:2003.
Se realizará con una muestra de cable de una longitud de 2 m. ,no debiendo observarse daños ni grietas en ninguno de los elementos del cable ni un aumento de la atenuación superior a 0,05 dB/Km a 1.550 nm.
- Ensayo de vibraciones: según el método E19 del punto 21 de la norma EN 60794-1-2:2003
La tensión aplicada será como mínimo el 40 % de la máxima tensión admisible.
La frecuencia de vibración será 60 Hz \pm 10 Hz y se completarán al menos 100.000.000 ciclos.
- Resistencia a los disparos, según el método E13B del punto 16 de la norma EN 60794-1-2:2003
- Goteo de los materiales de relleno: según el método E14 del punto 17 de la norma EN 60794-1-2:2003.
- Estanqueidad: según el método F5b del punto 25 de la norma EN 60794-1-2:2003.
- Resistencia al fuego, según los métodos de la norma UNE-EN 60332-2-2:2005.

- Envejecimiento, según el método F9 del punto 11 de la norma UNE EN 60794-1-22:2015.
- Resistencia a la radiación ultravioleta, según el método F14 del punto 16 de la norma UNE EN 60794-1-22:2015.
- Resistencia al tracking, según el método indicado en la opción C1 del Anexo C de la norma EN 60794-4-20:2012.

9 NORMAS PARA CONSULTA

| | |
|-----------------------|--|
| ANSI/EIA/TIA-598-1995 | Optical Fiber Cable Color Coding. |
| UIT-T G.650 | Definiciones y métodos de prueba de los atributos lineales y determinísticos de fibras y cables monomodo. |
| UIT-T G.652 | Características de las fibras y cables ópticos monomodo. |
| UIT-T G.655 | Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada no nula. |
| UNE 21030 | Conductores aislados cableados en haz de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución, acometidas y usos análogos. |
| UNE 21044-74 | Planos de muestreo y criterios de aceptación y rechazo en la recepción de cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas. |
| UNE 21045:1974 | Bobinas de madera destinadas a cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas. |
| UNE-EN 60332-2-2:2005 | Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 2-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable de pequeña sección. Procedimiento de la llama de difusión. |
| UNE-EN 60587-07 | Materiales aislantes eléctricos utilizados en condiciones ambientales severas. Métodos de ensayo para evaluar la resistencia a la descarga superficial y a la erosión. |
| UNE-EN 60793 | Fibra óptica. Métodos de medición y procedimientos de ensayo. |
| UNE-EN 60794-1-1:2013 | Cables de fibra óptica. Parte 1-1: Especificación genérica. Generalidades. |

| | |
|------------------------|---|
| EN 60794-1-2:2003 | Optical fibre cables -- Part 1-2: Generic specification - Basic optical cable test procedures |
| UNE-EN 60794-1-22:2015 | Cables de fibra óptica. Parte 1-22: Especificación genérica. Procedimientos básicos de ensayo para cables ópticos. Métodos de ensayo ambientales. |
| UNE-EN 60794-4:2006 | Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia. |
| UNE-EN 60811 | Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. |