

**INDICE**

<b>1</b>	<b>OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CABLE ÓPTICO SUBTERRÁNEO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Diseño constructivo .....</b>	<b>3</b>
<b>3.2</b>	<b>Características mecánicas y eléctricas del cable .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3</b>	<b>Composición.....</b>	<b>5</b>
<b>3.3.1</b>	<b><i>Núcleo óptico.....</i></b>	<b>5</b>
<b>3.3.2</b>	<b><i>Protección del núcleo óptico.....</i></b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA OPTICA.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>Monomodo convencional .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2</b>	<b>Monomodo con dispersión desplazada no nula .....</b>	<b>7</b>
<b>4.3</b>	<b>Multimodo convencional.....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>IDENTIFICACIÓN FIBRA ÓPTICA Y CÓDIGO DE COLORES .....</b>	<b>8</b>
<b>5.1</b>	<b>Distribución de la fibra óptica en los cables .....</b>	<b>8</b>
<b>5.2</b>	<b>Códigos de colores para las fibras .....</b>	<b>8</b>
<b>5.3</b>	<b>Códigos de colores de los tubos.....</b>	<b>10</b>
<b>5.4</b>	<b>Identificación del cable. ....</b>	<b>10</b>
<b>5.5</b>	<b>Condiciones ambientales .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>GENERALIDADES DEL SUMINISTRO .....</b>	<b>11</b>
<b>6.1</b>	<b>Marcaje e identificación de las bobinas del cable.....</b>	<b>11</b>
<b>6.2</b>	<b>Características de las bobinas del cable. ....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>RECEPCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD.....</b>	<b>12</b>
<b>8.1</b>	<b>Plan de muestreo.....</b>	<b>12</b>
<b>8.2</b>	<b>Criterios de rechazo .....</b>	<b>13</b>
<b>8.3</b>	<b>Ensayos de recepción.....</b>	<b>13</b>
<b>8.3.1</b>	<b><i>Fibra óptica. Inspección, ensayos y toma de muestras .....</i></b>	<b>13</b>

REALIZADA POR:  
**NORMALIZACIÓN DEL DESARROLLO Y  
MANTENIMIENTO**

APROBADA POR:  
**DESARROLLO Y MANTENIMIENTO**

EDITADA EN: JUNIO 98  
REVISADA EN: JUNIO 2012

ÁMBITO:  
**ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



<b>8.3.2</b>	<b><i>Tubos activos holgados de alojamiento de fibras ópticas</i></b> .....	<b>14</b>
<b>8.3.3</b>	<b><i>Cubierta exterior</i></b> .....	<b>14</b>
<b>8.3.4</b>	<b><i>Cable completo</i></b> .....	<b>15</b>
<b>8.4</b>	<b>Proceso de homologación</b> .....	<b>15</b>
<b>8.5</b>	<b>Ensayos de homologación</b> .....	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>GARANTIA</b> .....	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>NORMAS PARA CONSULTA</b> .....	<b>16</b>

REALIZADA POR:  
**NORMALIZACIÓN DEL DESARROLLO Y  
MANTENIMIENTO**

APROBADA POR:  
**DESARROLLO Y MANTENIMIENTO**

EDITADA EN: **JUNIO 98**  
REVISADA EN: **JUNIO 2012**

ÁMBITO:  
**ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



## **1 OBJETO**

Esta norma tiene por objeto definir las características ópticas, mecánicas y eléctricas de los cables ópticos subterráneos, así como los ensayos que deben satisfacer.

## **2 CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma es aplicable al suministro y recepción de cables ópticos subterráneos directamente enterrados, entubados o en canalización destinados a la red de comunicaciones de Endesa Distribución.

## **3 CABLE ÓPTICO SUBTERRÁNEO**

### **3.1 Diseño constructivo**

El cable está formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección antirroedores. Está compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la misma se dispondrá una protección antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.

En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas.

Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.



**endesa distribución**

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y  
MANTENIMIENTO

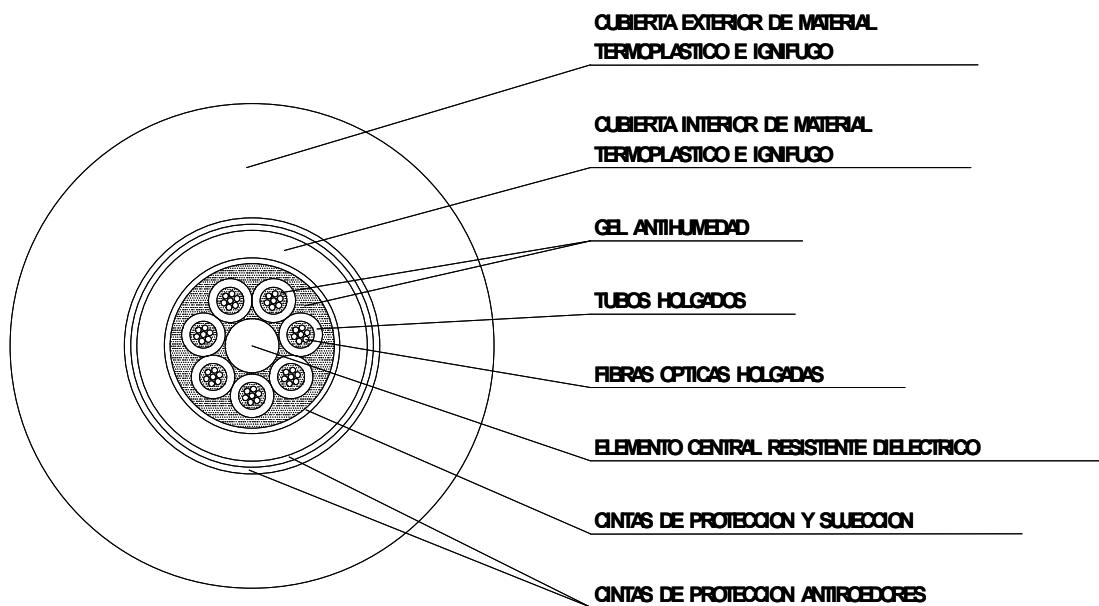
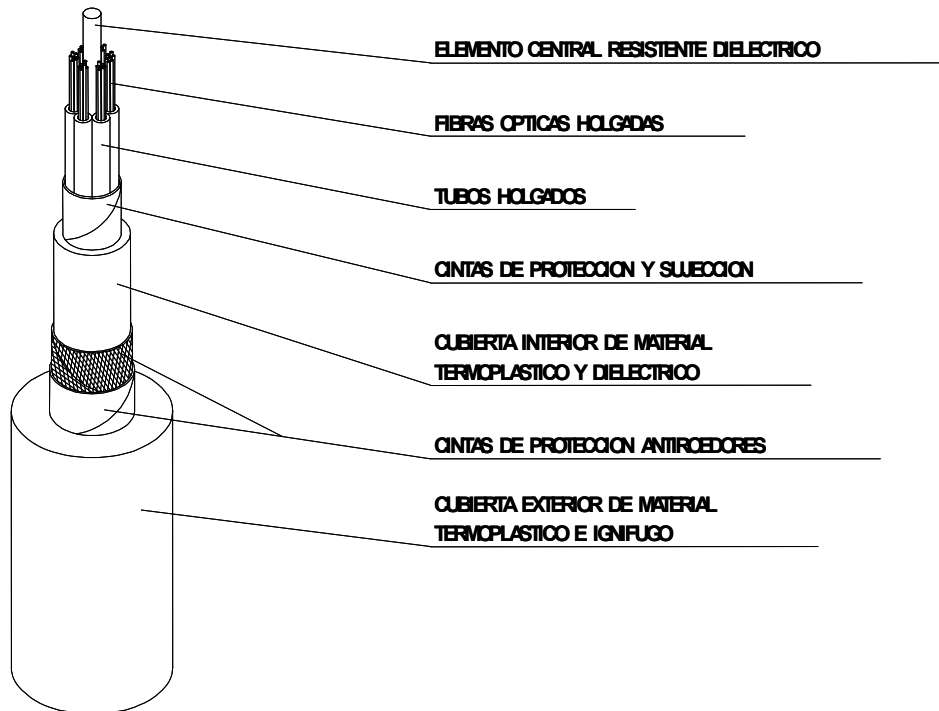
## NORMA DE CABLES ÓPTICOS SUBTERRÁNEOS

NNJ003

3ª Edición

Hoja 4 de 19

### CABLE SUBTERRANEO IGNIFUGO y PROTECCION ATR DIELECTRICA



### 3.2 Características mecánicas y eléctricas del cable

<b>CABLES SUBTERRANEOS CON PROTECCION ANTIRROEDORES E IGNIFUGOS</b>			
Número de fibras	36+12 , 48	96	144
Diámetro exterior del cable (mm)	≤ 18	≤ 25	≤ 26
Resistencia a la tracción máxima (daN)	≥ 1.000		
Masa (kg/km)	≤ 300	≤ 520	≤ 530
Radio de curvatura (mm)	≤ 360	≤ 500	≤ 520

**Tabla 1: Cables subterráneos con protección antirroedores e ignífugos**

### 3.3 Composición

#### 3.3.1 Núcleo óptico

El núcleo óptico contemplará las siguientes características:

- Soporte central: elemento central de refuerzo dieléctrico.
- El núcleo óptico contendrá 48 fibras ópticas tipo G.652 (48 FO), 96 fibras G.652 (96 FO), 144 fibras G.652 (144 FO) ó 36 fibras G.652 junto a 12 fibras G.655 (36+12). Los cables con combinación 36+12 se utilizarán 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 Protección del núcleo óptico

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

- Primera cubierta de polietileno de baja densidad.
- Elemento resistente a la tracción de hilos de fibra aramida.
- Armaduras antirroedores dieléctrica
- Cubierta exterior de polietileno resistente al fuego.

#### 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):  $9,5 \pm 0,5 \mu\text{m}$
- Diámetro del revestimiento:  $125 \pm 1 \mu\text{m}$ .
- Diámetro del recubrimiento:  $250 \pm 15 \mu\text{m}$ .
- Error de concentricidad núcleo/revestimiento:  $\leq 0,6 \mu\text{m}$
- 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):  $(8,2\div 9,6)\pm 0,5 \mu\text{m}$
- Diámetro del revestimiento:  $125 \pm 1 \mu\text{m}$
- Diámetro del recubrimiento:  $250 \pm 15 \mu\text{m}$
- Error de concentricidad núcleo/revestimiento:  $\leq 0,8 \mu\text{m}$
- No circularidad del revestimiento:  $\leq 2,0 \%$
- No circularidad del recubrimiento:  $\leq 6,0 \%$
- Coeficiente de atenuación del cable en bobina:
  - Para  $\lambda = 1550$  nm,.....  $\leq 0,25$  dB/Km
  - Para  $\lambda = 1625$  nm.....  $\leq 0,27$  dB/Km
- Coeficiente de atenuación  $1530 \leq \lambda \leq 1565$  nm:  $\leq 0,35$  dB/Km
- Coeficiente de dispersión cromática del cable:
  - $1530 \leq \lambda \leq 1565$  nm  $2,0 \div 6$  ps/(nm.Km)
  - $1565 \leq \lambda \leq 1625$  nm  $4,5 \div 11,2$  ps/(nm.Km)
- Prueba de tracción 1seg. (Proof test): 1 %
- Longitud de onda de corte:  $\leq 1450$  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.

#### 4.3 Multimodo convencional

Cumplirá con los parámetros contemplados en la recomendación UIT-T G.651.1, entre ellos, los siguientes:

- Diámetro campo modal (a 1310 nm):  $50\pm 3 \mu\text{m}$ .
- Diámetro del revestimiento:  $125 \pm 3\mu\text{m}$ .
- Diámetro del recubrimiento:  $250 \pm 15\mu\text{m}$ .
- No circularidad del revestimiento:  $\leq 2 \%$ .



- Error de concentricidad núcleo/revestimiento:  $< 3\mu\text{m}$ .
- Atenuación
  - Para  $\lambda = 850 \text{ nm}$ ,.....  $\leq 3 \text{ dB/Km}$
  - Para  $\lambda = 1310 \text{ nm}$ ,.....  $\leq 1 \text{ dB/Km}$

Se verificará la no existencia de discontinuidad.

- Ancho de banda
  - A  $850 \text{ nm}$  .....  $\geq 450 \text{ MHz}\cdot\text{km}$
  - A  $1300 \text{ nm}$ ,.....  $\geq 1000 \text{ MHz}\cdot\text{km}$

## 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 2: 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**, entendiendo 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 3: 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 del cable.

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

- Fabricante
- Año
- Número de fibras (36+12, 48, 96 ó 144)
- 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 subterráneo.

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 por medio de FAX 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 21044:1974.

## 8.2 Criterios de rechazo

Se establece como criterio general que todo fallo en el ensayo de una prueba entrañará 2 contra ensayos que 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 aplicando 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:

- 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 H<sub>2</sub> deberá ser menor de 0,4 dB/Km. y para  $\lambda = 1550$  nm. deberá ser menor de 0,3 dB/Km.

- 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 60811-4-1:2005 y UNE-EN 60811-4-2:2005.
- Espesor, según los métodos de las normas UNE-EN 60811-4-1:2005 y UNE-EN 60811-4-2:2005.

### 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 60811-4-1:2005 y UNE-EN 60811-4-2:2005.

- Espesor, según los métodos de las normas UNE-EN 60811-4-1:2005 y UNE-EN 60811-4-2:2005.
- Inflamabilidad de materiales de cables eléctricos, según los métodos de la norma UNE-EN 50266-2-4:2001.

### **8.3.4 Cable completo**

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

- Carga/alargamiento, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1:2011.
- Ciclos térmicos, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1:2011.
- Resistencia al fuego, según los métodos de la norma UNE-EN 50266-2-4:2001.
- Estanqueidad, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1:2011.

### **8.4 Proceso de homologación.**

Antes del inicio de los ensayos, el fabricante certificara que los cables a homologar cumplen las especificaciones técnicas de la presente norma.

Previamente a la homologación de productos debe homologarse el proceso de fabricación. Una vez homologado el proceso de fabricación por ENDESA se acordará con el fabricante una relación de pruebas y el calendario de realización de las mismas. ENDESA podrá también realizar estos ensayos siempre que lo estime conveniente y de acuerdo a los siguientes puntos.

### **8.5 Ensayos de homologación.**

Los ensayos a realizar son los siguientes:

- Aplastamiento, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1:2011.
- Doblamiento continuo, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1:2011.
- Impacto, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1:2011.
- Densidad y toxicidad de humos, según los métodos de las normas UNE-EN 61034-1:2005 y UNE-EN 61034-2:2005.
- Emisión de gases ácidos, según los métodos de la norma UNE-EN 50267:1999.



- Envejecimiento, según los métodos de la norma UNE EN 60811-1-2:1996.
- Resistencia a la abrasión, según los métodos de la norma UNE-EN 60794-1-1:2011.

## **9 GARANTIA**

El suministrador se comprometerá a una garantía sobre los cables por un periodo mínimo de 10 años, a establecer inmediatamente desde la recepción, obligándose a reponer el tramo del mismo así como los materiales y trabajos asociados, que en dicho periodo pudieran resultar defectuosos.

El suministrador garantizará la existencia de repuestos durante un mínimo de 10 años después del suministro.

## **10 NORMAS PARA CONSULTA**

ANSI/EIA/TIA-598-1995 Optical Fiber Cable Color Coding.

UIT-T G.650.1 (07/2010) Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable.

UIT-T G.650.2 (07/2007) Definitions and test methods for statistical and non-linear related attributes of single-mode fibre and cable.

UIT-T G.650.3 (03/2008) Test methods for installed single-mode optical fibre cable links.

UIT-T G.650.3 (02/2011) Amendment 1.

UIT-T G.651.1 (07/2007) Characteristics of a 50/125  $\mu\text{m}$  multimode graded index optical fibre cable for the optical access network.

UIT-T G.651.1 (12/2008) Amendment 1.

UIT-T G.652 (11/2009) Characteristics of a single-mode optical fibre and cable

UIT-T G.655(11/2009) Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable

EN 60793-1-40:2003 Optical fibres -- Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation

EN 60793-1-41:2010 Optical fibres -- Part 1-41: Measurement methods and test procedures – Bandwidth

EN 60793-1-42:2007	Optical fibres - Part 1-42: Measurement methods and test procedures - Chromatic dispersion
EN 60793-1-43:2002	Optical fibres -- Part 1-43: Measurement methods and test procedures - Numerical aperture
EN 60793-1-44:2011	Optical fibres - Part 1-44: Measurement methods and test procedures - Cut-off wavelength
EN 60793-1-45:2003	Optical fibres -- Part 1-45: Measurement methods and test procedures - Mode field diameter
EN 60793-1-46:2002	Optical fibres -- Part 1-46: Measurement methods and test procedures - Monitoring of changes in optical transmittance
EN 60793-1-47:2009	Optical fibres -- Part 1-47: Measurement methods and test procedures - Macrobending loss
EN 60793-1-48:2007	Optical fibres -- Part 1-48: Measurement methods and test procedures - Polarization mode dispersion (IEC 60793-1-48:2007).
EN 60793-1-49:2006	Optical fibres -- Part 1-49: Measurement methods and test procedures - Differential mode delay (IEC 60793-1-49:2006)
EN 60793-1-50:2002	Optical Fibres -- Part 1-50: Measurement methods and test procedures - Damp heat (steady state)
EN 60793-1-51:2002	Optical fibres -- Part 1-51: Measurement methods and test procedures - Dry heat
EN 60793-1-52:2002	Optical fibres -- Part 1-52: Measurement methods and test procedures - Change of temperature
EN 60793-1-53:2002	Optical fibres -- Part 1-53: Measurement methods and test procedures - Water immersion
EN 60793-1-54:2003	Optical fibres -- Part 1-54: Measurement methods and test procedures - Gamma irradiation
UNE-EN 60794-1-1:2011	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 21044-74	Planos de muestreo y criterios de aceptación y rechazo en la recepción de cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.

- UNE 21045-74 Bobinas de madera destinadas a cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.
- UNE-EN 50265-2-1:1999 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Llama premezclada de 1 kW.
- UNE-EN 50266-2-4:2001 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-4: Procedimientos. Categoría C.
- UNE-EN 50267:1999 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de cables.
- UNE-EN 50268-1:2000 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipos de ensayo.
- UNE-EN 50268-2:2000 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medida de densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimiento.
- UNE-EN 60794-4:2006 Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia. (IEC 60794-4:2003)
- UNE-EN 60811-1-1:1996 Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 1: Medida de espesores y diámetros exteriores. Determinación de las propiedades mecánicas.
- UNE-EN 60811-1-2:1996 Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 2: Métodos de envejecimiento térmico.
- UNE-EN 60811-4-1:2005 Materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y cables de fibra óptica. Métodos de ensayos comunes. Parte 4-1: Métodos específicos para las mezclas de polietileno y de polipropileno. Resistencia al agrietamiento por esfuerzos debidos al ambiente. Medida del índice de fluidez en caliente. Determinación del contenido de negro de humo y/o de cargas

minerales en el polietileno por combustión directa. Determinación del contenido de negro de humo por análisis termogravimétrico. Evaluación de la dispersión del negro de humo en el polietileno utilizando un microscopio.

UNE-EN 60811-4-2:2005 Materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y cables de fibra óptica. Métodos de ensayos comunes. Parte 4-2: Resistencia a la tracción y alargamiento hasta la rotura después de precondicionamiento a temperatura elevada. Ensayo de enrollamiento después de precondicionamiento a temperatura elevada.. Ensayo de enrollamiento después de envejecimiento térmico en el aire. Medida del incremento de masa. Ensayo de estabilidad a largo plazo. Método de ensayo para la oxidación por acción catalítica del cobre.

UNE-EN 61034-1:2005 Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo.

UNE-EN 61034-2:2005 Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.