

## CABLES OPTICOS MULTIFIBRA TIPO ADSS.

*Telefonica*

---

# CABLES OPTICOS MULTIFIBRA TIPO ADSS.

Documentación de libre circulación dentro de Telefónica de Argentina S. A.  
Su entrega parcial o total a terceros deberá ser autorizada por la Alta  
Dirección o por la Dirección de Planificación y Tecnología, excepto  
cuando complementa Documentación Licitaria.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación por cualquier  
medio, ya sea mecánico o electrónico, incluyendo esta prohibición la traducción, uso  
de ilustraciones o planos, microfilmación y almacenamiento en bases de datos, sin  
permiso expreso de Telefónica de Argentina S.A



**VP Red y Sistemas  
Dirección Planificación e Ingeniería  
Planificación de Acceso**

**ESPECIFICACION DE REQUISITOS  
AR.ER.F.6.0314  
EDICIÓN Nº 01  
MAYO DE 2013**

**SUPERVISADO POR:**

<b>STEPANIK, PAUL FRANCISCO</b>	<b>4333-4391</b>	<b>paul.stepanik@telefonica.com</b>
---------------------------------	------------------	-------------------------------------

**AUTORES:**

<b>GARCÍA, GONZALO ARIEL</b>	<b>4333-4384</b>	<b>gonzalo.garcia@telefonica.com</b>
------------------------------	------------------	--------------------------------------

**CABLES OPTICOS MULTIFIBRA TIPO ADSS.****ÍNDICE**

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. OBJETO.....	6
1.2. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	6
1.3. UNIDADES AFECTADAS.....	7
2. GENERAL Y APLICABILIDAD.....	8
3. SÍMBOLOS, UNIDADES Y ABREVIATURAS.....	9
4. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO.....	10
4.1. FIBRAS ÓPTICAS.....	11
4.2. SEGUNDA PROTECCIÓN: TUBO HOLGADO.....	12
4.3. CONSTRUCCIÓN DEL CABLE ÓPTICO.....	12
4.3.1. ENSAMBLAJE DE LOS ELEMENTOS DE CABLE.....	12
4.3.2. MATERIALES BLOQUEANTES DEL AGUA.....	13
4.3.3. ELEMENTO DE REFUERZO.....	14
4.3.4. ELEMENTO CENTRAL.....	15
4.3.5. CUBIERTAS DEL CABLE.....	16
4.3.6. MARCADO DE LA CUBIERTA.....	17
4.3.7. HILOS DE RASGADO.....	18
4.4. REQUISITOS MECÁNICOS.....	19
4.5. REQUISITOS ÓPTICOS DE LA FIBRA CABLEADA.....	23
4.6. REQUISITOS AMBIENTALES.....	25
5. CONDICIONES DE ENTREGA.....	27
5.1. ACONDICIONAMIENTO DE LAS BOBINAS.....	27
5.2. INSCRIPCIÓN EN LAS BOBINAS.....	27

5.3.	LONGITUD NORMAL DE LOS TROZOS DE CABLE .....	27
5.4.	DOCUMENTACIÓN.....	28
6.	CALIFICACIÓN TÉCNICA .....	29
6.1.	DOCUMENTACIÓN.....	29
6.2.	MUESTRAS.....	30
6.3.	ENSAYOS PARA CERTIFICACIÓN DE DE FIBRAS ÓPTICAS G.652 PARA LA FABRICACIÓN DE CABLES.....	31
6.4.	ENSAYOS PARA CERTIFICACIÓN DE CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS .....	31
7.	FIABILIDAD .....	33
8.	INSPECCIONES Y MUESTRAS.....	33
9.	CONTROL DE CALIDAD.....	33
10.	OBSERVACIONES GENERALES.....	33
11.	PROPIEDAD INDUSTRIAL O INTELECTUAL .....	34
12.	IMPACTO MEDIOAMBIENTAL .....	35
13.	RELACIÓN DE ANEXOS .....	36

## **CABLES OPTICOS MULTIFIBRA TIPO ADSS.**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. OBJETO**

Esta especificación define los requisitos que deben cumplir los cables ópticos multifibra de tipo ADSS (PKP) que vayan a ser utilizados en las canalizaciones o en instalaciones aéreas de las redes de Telefónica, en las condiciones que se detallan en apartados posteriores.

Los cables amparados por esta especificación deberán superar el proceso de calificación técnica para su utilización en la planta de Telefónica definido el punto 6. "CALIFICACIÓN TÉCNICA" de este documento

#### **1.2. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA**

Este documento esta basado en la Especificación de Requisitos del Grupo Telefónica GS.ERQ.F6.0226.

Esta especificación incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones citadas con fecha, sólo se aplican a esta especificación cuando se incorporan en ella mediante revisión o modificación.

- EN 188000 Especificaciones Generales: Fibras ópticas (1992)
- EN 187000 Especificaciones Generales: Cables de Fibras ópticas (1992 y Enmienda 1 de 1995)
- CEI 60811-4: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 4: Métodos específicos para compuestos de polietileno y polipropileno. Secciones 1 y 2.
- CEI 60811-5: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 5: Métodos específicos para los materiales de relleno. Sección 1.
- CEI 60708-1 1981 A3 1998 Cables para bajas frecuencias con aislamiento de poliolefina y cubierta estanca de poliolefina. Parte 1: Diseño general y requisitos
- CEI 60811-1: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 1: Métodos de aplicación general. Secciones 1, 2, 3 y 4.
- UIT-T Recomendación L.14 (1992) "Método de medida para determinar el comportamiento en tracción de cables de fibras ópticas"

- UIT-T Recomendación G.650.1: Definición y métodos de prueba para características lineales, determinísticas de fibras ópticas monomodo y cables
- UIT-T Recomendación G.650.2: Definición y métodos de prueba para características no lineales y estadísticas, de fibras ópticas monomodo y cables
- CEI 60793-1-48: Fibras ópticas- métodos de medida de PMD
- EN 60794-1-2: Procedimientos básicos de ensayos de cables ópticos
- CEI 60794-3, 3ª Ed: Cables de fibra óptica. Parte 3: Especificación seccional- Cables de exterior
- UNE EN ISO 527-2 Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 2: Condiciones de ensayo de plásticos para moldeo y extrusión. (ISO 527-2:1993, incluyendo Corrigendum 1:1994).

### **1.3. UNIDADES AFECTADAS**

Lo dispuesto en la presente Especificación de Requisitos será de aplicación en todas aquellas unidades cuyas actividades estén relacionadas con los elementos constituyentes de la red de fibra óptica de Telefónica de Argentina.

## **2. GENERAL Y APLICABILIDAD**

Esta especificación se aplica a los cables de fibras ópticas que van a ser instalados en las redes de Telefónica. Los cables descritos en este documento se podrán emplear en instalaciones aéreas o en canalización. En el caso de instalaciones en canalización, el cable presentará la rigidez adecuada para permitir su instalación por técnicas de soplado.

Para la Certificación Técnica del producto se llevarán a cabo los ensayos según lo detallado en esta especificación.

Los métodos y condiciones de ensayo que se aplicarán serán los de la normativa referenciada. Cuando convenga utilizar otros métodos serán referenciados en cursiva. Los métodos no listados en la normativa referenciada, serán acordados con los suministradores.

Ninguno de los materiales empleados será dañino para las personas o el medio ambiente.

El cable será completamente dieléctrico, es decir que no poseerá ningún elemento metálico.



### 3. SÍMBOLOS, UNIDADES Y ABREVIATURAS

- $\alpha_\lambda$ : Coeficiente de atenuación a la longitud de onda  $\lambda$  [dB/km]
- $\Delta A_{dc}$ : Discontinuidad de atenuación [dB]
- $\Delta\alpha_{operación}$ : Variación de atenuación en el rango de temperaturas de operación [dB/km]
- $\Delta\alpha_{Almacenamiento}$ : Variación de atenuación en el rango de temperaturas de almacenamiento [dB/km]
- $\Delta A_{Torsión}$ : Cambio de atenuación durante la torsión del cable [dB]
- $\lambda_{cc}$ : Longitud de onda de la fibra cableada [nm]
- $L_{Pagua}$ : Longitud de penetración del agua [m]
- $t_1$ : Tiempo de permanencia de la temperatura [°C]
- $T_{A1}, T_{B1}$ : Límites superior e inferior del rango de temperaturas de operación del cable [°C]
- $T_{A2}, T_{B2}$ : Límites superior e inferior del rango de temperatura de almacenamiento del cable [°C]
- PMD: Polarization mode dispersión (Dispersión por polarización del modo)
- dtex: peso en gramos de 10.000 metros

#### 4. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO

Los requisitos especificados aquí deberán ser válidos durante la vida útil prevista del cable de al menos 20 años.

Todos los elementos del cable deberán ser no metálicos.

Los materiales empleados deberán ser compatibles con los otros elementos del cable.

Las tablas 1-3 contienen todos los parámetros y sus requisitos, así como los correspondientes métodos de ensayo.

En las pruebas que requieran monitorizar la potencia transmitida o la atenuación, se realizará a una longitud de onda,  $\lambda = 1550$  nm, salvo que se detalle lo contrario en los apartados correspondientes.

En los ensayos mecánicos y ambientales, toda referencia en los criterios de aceptación a:

- “Sin cambios en la atenuación “ debe ser considerada como  $\leq 0.05$  dB.
- “Sin alargamiento de fibra”, se entiende como alargamientos medidos  $\leq 0.05$  dB.
- “Sin daños”, se refiere a lo siguiente: Al examinar visualmente sin aumentos, no deberán observarse daños en la cubierta o en los elementos de cable.

La medida de atenuación y alargamiento de fibra (cuando sean requeridas) en los ensayos mecánicos y ambientales se realizará al menos en una fibra por tubo, siendo ésta diferente en cada tubo. Estas fibras pueden estar empalmadas en bucle con el fin de que en una sola medida se controlen todas las fibras bajo prueba.

#### **4.1. FIBRAS ÓPTICAS**

Las fibras ópticas que incorporarán los cables deberán estar calificadas por Telefónica de Argentina y conforme a lo definido en la Especificación de Requisitos GT.ER.f6.001 "FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO".

La primera protección de las fibras deberá estar coloreada según el código de colores del Anexo 2.

El color de las fibras deberá ser fácilmente distinguible e identificable a lo largo de la vida útil del cable. Los colores serán intensos y opacos.

La transmisividad de la primera protección coloreada deberá ser conforme con la especificación de la fibra.

Las protecciones estarán libres de poros, grietas, abultamientos y otras imperfecciones. Su aspecto será suave, con brillo y tonalidad uniforme.

No se debe producir degradación de la fibra a lo largo de los procesos de fabricación del cable.

No deberán existir empalmes en la fibra en toda la longitud suministrada.

Se consideran fibras defectuosas las que presenten falta de continuidad óptica o no cumplan con las características señaladas en la presente especificación.

El porcentaje de fibras ópticas defectuosas admitido es del 0%.

## **4.2. SEGUNDA PROTECCIÓN: TUBO HOLGADO**

Los tubos deberán rellenarse con compuestos bloqueantes del agua.

Los tubos holgados serán de material termoplástico, PBT o similar, con las características de alto módulo de Young, elevada resistencia mecánica, alta resistencia al impacto, bajo coeficiente de fricción de la superficie en contacto con las fibras, baja absorción de humedad y estabilidad a la hidrólisis, Asimismo serán resistentes a la estrangulación o quiebres durante su manipulación.

Las características que deben cumplir los tubos se detallan en el Anexo 4.

Los materiales empleados para los tubos holgados deberán ser compatibles con los otros elementos con los que estén en contacto. (Anexo 5).

El código de colores para los tubos será el indicado en el Anexo 2.

## **4.3. CONSTRUCCIÓN DEL CABLE ÓPTICO**

Se establecen las siguientes capacidades de cables:

- Cable de 8 fo
- Cable de 16 fo
- Cable de 32 fo
- Cable de 64 fo
- Cable de 128 fo.

### **4.3.1. ENSAMBLAJE DE LOS ELEMENTOS DE CABLE**

Las fibras ópticas se alojarán en forma holgada dentro de los tubos, en un número determinado según la capacidad del cable.

Según se refleja en el Anexo 1, los tubos estarán dispuestos en una o dos capas concéntricas de forma prácticamente cilíndrica, alrededor de un miembro central. Los tubos de la capa interna se cablearán con trenzado SZ alrededor de un miembro central dieléctrico, ubicado en el centro del cable. Los tubos de la capa externa se cablearán con trenzado SZ alrededor de la capa interna de tubos.

Si el proceso de fabricación lo requiere, opcionalmente podrán colocarse cintas de envoltura, de material dieléctrico no higroscópico, dispuestas longitudinalmente o helicoidalmente y solapadas, entre las dos capas de tubos o alrededor del núcleo. De igual forma, podrán colocarse ligaduras dispuestas helicoidalmente, sobre la capa interna y externa de tubos, si fuese necesario.

La distancia entre inversiones en el cableado en SZ será menor o igual a 900 mm.

Cuando se requiera, se emplearán elementos pasivos en vez de tubos holgados para rellenar el espacio vacío del núcleo y lograr la concentricidad de la o las capas de tubos. Estos elementos pasivos no podrán modificar ninguno

de los requisitos del cable y serán compatibles con los otros elementos del cable. El color de los elementos pasivos deberá ser negro.

Sobre el núcleo del cable así constituido se colocará una cubierta interior, el elemento de refuerzo consistente en una capa de hilaturas de aramida y la cubierta exterior, según se detalla en apartados siguientes.

La configuración del cable deberá garantizar un desacoplamiento de esfuerzos mecánicos de tracción y compresión entre el cable y las fibras. De este modo el cable tendrá una ventana libre de esfuerzos axiales para las fibras, la cual quedará definida por las dimensiones de los distintos componentes de los cables. Esto se traducirá finalmente en la capacidad del cable para cumplir con los requisitos mecánicos y ambientales que se indican en este documento.

#### **4.3.2. MATERIALES BLOQUEANTES DEL AGUA**

El núcleo del cable y los tubos holgados descritos en 4.2 deberán cumplir los requisitos del apartado 4.6 sobre penetración del agua. Por tanto los materiales bloqueantes del agua deberán disponerse de forma continua en toda la longitud del cable para cumplir este requisito.

Los materiales no serán tóxicos ni producirán irritaciones o cualquier tipo de afección en su manipulación, no desprenderán malos olores, ni presentarán riesgo para la salud. Los materiales deberán poderse eliminar fácilmente sin la ayuda de otros materiales que supongan riesgo o peligrosidad.

Los materiales bloqueantes utilizados deben ser compatibles con los otros componentes del cable.

##### **TUBOS HOLGADOS:**

Estarán rellenos de un material hidrófobo y tixotrópico, estable en el rango de temperaturas de operación y mantenimiento, que cumpla con los requisitos reflejados en el Anexo 5.

El material de apariencia uniforme en toda su masa será de color claro transparente, sin grumos, impurezas o cualquier tipo de contaminación y libre de burbujas de aire.

Si fuese requerido, puede usarse un material absorbente del hidrógeno para prevenir la degradación debida a la presencia del mismo en el cable.

**NÚCLEO Y ENTRE CUBIERTAS:**

El cable deberá ser totalmente seco en estas dos áreas, por lo que no podrá utilizarse ningún compuesto graso del tipo petrolato o similar.

El núcleo y entre cubiertas dispondrán de los elementos necesarios para conseguir su estanqueidad (por ejemplo: cintas y cordones longitudinales bloqueantes del agua).

**4.3.3. ELEMENTO DE REFUERZO**

El cable deberá diseñarse con suficientes elementos de refuerzo de tracción para garantizar los requisitos de esta especificación.

El elemento de refuerzo estará constituido por hilaturas de fibras de aramida con un número de dtex  $\geq 113.000$  dispuestas en doble hélice sobre la cubierta interior. La longitud del paso de hélice no deberá ser superior a 60 cm. Asimismo, las hilaturas estarán distribuidas con forma y tensión homogéneas, con objeto de evitar espacios vacíos entre las cubiertas que pudieran provocar la adhesión de las mismas

Las características de las fibras de aramida se detallan en el Anexo 8.

El fabricante podrá variar el número de hilaturas, siempre que el total de dtex no sea inferior al mínimo especificado. En el caso de utilizar hilaturas de aramida hidroexpansivas, no se contabilizará el peso del compuesto hidroexpansivo, para el cómputo del dtex total.

**Condiciones de instalación y de operación en tendidos aéreos:**

Vano máximo: 100 metros

Flecha máxima: 2.9% del vano

Presión del viento:  $W = 0.0069 v^2$

$v$  = velocidad del viento

Factor eólico para cables  $c = 0.6$

$e_h$  = espesor radial del manguito de hielo

densidad del hielo: 0.9 Kg/dm<sup>3</sup>

$\phi_{\text{cable}}$  = diámetro del cable en mm

Las características de las zonas en las que podrá ser instalado el cable son las siguientes:

	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D
<b>e<sub>h</sub></b> (en mm)	0	0	5	10
<b>V</b> (en Km/h)	80	115	60	60

Para cada una de las zonas las expresiones genéricas de las cargas son:

Carga de hielo:

$$q_h \text{ (Kg/m)} = 0.9 \cdot \pi \cdot e_h \cdot (\text{mm}) \cdot [\phi_{\text{cable}} \text{ (mm)} + e_h \cdot (\text{mm})] / 1000$$

Carga de viento:

$$q_v \text{ (Kg/m)} = 0.0069 \cdot V^2 \cdot 0.6 \cdot [\phi_{\text{cable}} \text{ (mm)} + 2 \cdot e_h \cdot (\text{mm})] / 1000$$

La carga total **q<sub>t</sub>** en cada una de las zonas es:

$$q_t = [(q_v)^2 + (q_h + \text{peso})^2]^{1/2}$$

La tensión máxima T máx (en el punto más bajo de la catenaria) es:

$$T \text{ máx} = q_t \cdot \text{vano}^2 / (8 \cdot \text{flecha}) \quad \text{donde flecha máxima admisible} = 0.029 \cdot \text{vano}$$

#### 4.3.4. ELEMENTO CENTRAL

Su función es evitar las tensiones en las fibras debidas a variaciones de temperaturas, por lo que debe presentar un coeficiente de dilatación bajo y un módulo de elasticidad alto (fibra de vidrio o fibras de aramida con resina epoxi o similar). Deberá garantizar el correcto comportamiento de los cables y que las tensiones mecánicas derivadas de variaciones térmicas en el rango de temperaturas de -25 a +70 °C, no sean transmitidas a las fibras.

#### **4.3.5. CUBIERTAS DEL CABLE**

El material empleado para las cubiertas del cable deberá ser un polietileno lineal de baja densidad. Las características y parámetros que deberá cumplir se reflejan en el Anexo 7.

##### **Cubierta interior**

El cable presentará una cubierta interior que permita garantizar los requisitos establecidos en esta especificación.

Espesor cubierta interior de polietileno: 1.2 mm, para cables hasta 64 fibras y 0.8 mm para cables de más de 64 fibras.

##### **Cubierta exterior**

El cable debe disponer de una cubierta continua sin empalmes, compuesta de polietileno, estable frente a los UV, resistente a la intemperie, con arreglo al capítulo 22 de la CEI 60708-1, [5].

El espesor de la cubierta exterior del cable será de 1.5 mm.

Se realizarán seis medidas del espesor de las cubiertas en cada extremo de cada trozo de cable de prueba, de acuerdo a la norma CEI 60811-1-1. En estas 6 medidas no se considerarán las zonas donde han dejado huella los hilos de rasgado.

El valor de la media de las medidas del espesor, realizadas en cualquier punto, no será inferior a los valores nominales especificados. El espesor mínimo medido no será inferior al 85% del valor nominal especificado.

Las cubiertas y elementos de refuerzo (aramida), formarán un conjunto solidario, al objeto de que los esfuerzos a los que pueda verse sometido el cable, se transmitan directamente a los elementos de refuerzo sin dañar las cubiertas de polietileno. En ningún caso las cubiertas de polietileno estarán adheridas entre sí, con objeto de facilitar las operaciones de preparación del cable en las instalaciones.



#### 4.3.6. MARCADO DE LA CUBIERTA

El cable estará provisto de identificaciones y marcas de longitud ubicadas a lo largo de la superficie de la cubierta exterior.

El marcado se realizará mediante un sistema apropiado, preferiblemente con cinta de impresión por transferencia de calor, de forma que garantice una marca bien legible cuyo color contraste con el de la cubierta exterior, que sea de características indelebles, resistente a la intemperie y que esté perfectamente adherido al material base. El color del marcado será preferiblemente blanco.

El cable deberá marcarse con una escala métrica. La longitud real del cable deberá estar comprendida dentro del +1.0/-0.0% de la longitud indicada por el marcado secuencial.

Los caracteres serán de una altura y de un ancho y separación entre sí tales que permitan su perfecta legibilidad.

No es condición imprescindible que la marcación de longitud de cada largo de cable (tirón) comience en cero, pero sí que sea continua y progresiva en toda la extensión del cable.

Las marcaciones que llevará el cable serán las indicadas a continuación:

##### - FIBRA ÓPTICA

- Nombre del fabricante (Se admiten siglas)

- Año de fabricación (4 dígitos)

- Número de fibras ( e.g. 64 F.O.).

- Tipo de fibra:

10.D : Monomodo de Dispersión Estándar (tipo G.652.D)

20 : Monomodo de Dispersión Desplazada No Cero (tipo G.655).

50 : Multimodo tipo 50/125,

60: Multimodo tipo 62.5/125

- Tipo de cubierta : PKP (polietileno, hilaturas de aramida, polietileno)

- Telefónica de Argentina SA

- Marcación secuencial de la longitud (m)

- Orden de Compra o similar (de acuerdo al proceso de control del fabricante, para asegurar la trazabilidad del cable una vez instalado).

Ejemplo: NOMB\_FABRICANTE 2009 64 F.O. 10.D PKP Telefónica de Argentina SA (metros) m orden de fabricación

NOTA:

En caso de que la marcación no cumpliera con los requisitos precedentes, se admitirá una segunda marcación del cable, la cual deberá satisfacer las condiciones anteriormente prescritas y lo que se indica a continuación:

- Su color será distinto al utilizado en la primera marcación, preferiblemente amarillo
- Se efectuará en un lugar del cable distinto al de la primera marcación.
- Cuando un largo de cable se suministre de esta manera (con una segunda marcación), el carrete que lo contiene deberá indicar en ambos lados, el color y la secuencia que deben considerarse como válidos.

#### **4.3.7. HILOS DE RASGADO**

En los cables deberá disponerse debajo de cada una de las cubiertas, dos hilos de rasgado diametralmente opuestos.

Los hilos de rasgado deberán ser fácilmente distinguibles de cualquier otro componente (e.g. hilaturas de aramida)

A temperaturas mayores de 5 °C, los hilos de rasgado deberán ser capaces de rasgar al menos 6 metros de la cubierta sin romperse

#### 4.4. REQUISITOS MECÁNICOS

TABLA 1

Parámetro	Método de ensayo	Condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Resistencia al quebrado de tubos		Ciclos = 5	No se observará un quebrado del tubo durante el ensayo.
	EN 187000 Método 512	L = 70 mm	
	EN 60794-1-2 método G7	L1 = 350 mm L2 = 100 mm	
Estabilidad de la fuerza de pelado de fibras ópticas	EN 187000 Método 609  CEI 60794-1-2 Método E5	- Nº muestras = 10  - El envejecimiento responderá al exigido en el ciclo térmico para el cable.  - Medida de la fuerza del pelado después de 1 hora y de 72 horas de acondicionamiento a $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de 30 a 60 %	Fuerza de pelado $F_p$ :  $1 \text{ N} \leq F_p \leq 5 \text{ N}$
Resistencia del marcado de la cubierta a la abrasión	EN 187000 Método 503A  CEI 60794-1-2 Método E2B 1	Diámetro de la aguja: 1 mm  Carga: 4N  Número de ciclos: 100	Ninguna línea del marcado de la cubierta deberá interrumpirse por la abrasión.  El marcado de la cubierta deberá ser legible al finalizar el ensayo.

Parámetro	Método de ensayo	Condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Ensayo de tracción	EN 187 000 Método 501 o L.14 [7] CEI 60794-1-2 Método E1	<p><math>L \geq 50</math> m</p> <p>Carga: 4500 N (general) 4800 N (cables de 64 fo)</p> <p>Duración de la carga: 10 minutos</p> <p>Para cables con un n° menor o igual a 64 fibras, la prueba se realizará con el cable sujeto a los preformados de amarre para instalaciones aéreas homologados por Telefonica, sobre los que se aplicará la tracción.</p> <p>Se registrará la atenuación, alargamiento de la fibra y del cable, en función de la carga aplicada</p>	<p>Sin alargamiento de fibra durante la prueba</p> <p>Sin cambios en la atenuación durante la prueba</p> <p><math>\leq 0,05\%</math></p> <p>Sin daños</p> <p>Elongación del cable <math>\leq 0.6 \%</math></p>
Aplastamiento	EN 187 000 Método 504 CEI 60794-1-2 Método E3	<p>Carga: 3000 N</p> <p>Duración: 15 minutos</p> <p>Numero de puntos de aplicación de la carga: 3</p> <p>Al menos 10 fibras empalmadas para cables de más de 10 fibras. Para cables de menor n° de fibras, todas las fibras empalmadas.</p> <p>Para cables en SZ y para evitar aplastar sólo los elementos de relleno, deberá tenerse en cuenta la longitud del paso de cableado</p>	<p>Sin cambios en la atenuación durante la prueba</p> <p>Sin daños</p> <p>La marca de las placas sobre la cubierta no se considera un daño mecánico.</p>

Parámetro	Método de ensayo	Condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Impacto	EN 187 000 Método. 505 CEI 60794-1-2 Método E4	Radio superficie impactante: $r = 10 \text{ mm}$ Energía de impacto: $E = 5 \text{ J}$  (un impacto en 3 puntos diferentes distantes entre si, no menos de 500 mm)	Sin cambios en la atenuación al final de la prueba  Sin daños  La marca de la superficie impactante sobre la cubierta no se considera un daño mecánico.
Curvaturas repetidas	EN 187 000 Método 507  CEI 60794-1-2 Método E6	Carga: 100 N  Radio $r = 15d$ ; $r \geq 250 \text{ mm}$ $d = \text{diámetro del cable}$ Número de ciclos = 100 Duración del ciclo $\approx 2 \text{ seg.}$  Dimensión $L \geq 1.0 \text{ m}$	Sin cambios en la atenuación durante la prueba  Sin daños
Torsión	EN 187 000 Método 508  CEI 60794-1-2 Método E7	Longitud de ensayo = 1 m Carga = 100 N Número de vueltas /ciclo = $\pm 1$  Número de ciclos = 5  Al menos 10 fibras empalmadas para cables de más de 10 fibras. Para cables de menor nº de fibras, todas las fibras empalmadas.	La variación de atenuación para las fibras empalmadas durante la prueba será:  $\Delta A_{\text{Torsion}} \leq 0.05 \text{ dB/fibra}$  Sin cambios en la atenuación al final de la prueba  Sin daños

Parámetro	Método de ensayo	Condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Curvado del cable	EN 187 000 Método 513 Proc. 1 CEI 60794-1-2 Método E11	Radio $r = 15d$ ; $r \geq 250$ mm  $d$ = diámetro del cable  Número de vueltas = 5  Número de ciclos = 3	Sin cambios en la atenuación durante la prueba  Sin daños
Galope	EN 187 000  Método 515 Procedimiento 2  IEEE 1222 Apéndice C	Esta prueba se realizará para cables con un nº de fibras igual o menor a 64  Longitud del vano > 40 metros  Tensión cable instalado: 600 N  Nº de ciclos: > 100.000  Frecuencia en el cable activo: La relación entre la amplitud pico a pico y la longitud de onda que los produce, será de 1/25  Amplitud pico a pico en vano pasivo $\geq 50\%$ de la amplitud del vano activo  Se monitorizará el valor de la atenuación de las fibras al menos cada 15 minutos	Sin daños  La variación temporal o permanente de la atenuación no será superior a 1.0 dB/Km

#### 4.5. REQUISITOS ÓPTICOS DE LA FIBRA CABLEADA

TABLA 2

Parámetro	Método de ensayo	Condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Coeficiente de atenuación (Nota 1)	EN 188 000 Método 301 o 302 o 303 EN 60793-1-40	$\lambda = 1310 \text{ nm}$ $\lambda = 1550 \text{ nm}$	$\alpha\lambda$ (1310 nm): Media < 0.36 dB/Km Máxima < 0.37 dB/Km $\alpha\lambda$ (1550 nm): Media < 0.22 dB/Km Máxima < 0.24 dB/Km (Nota 3)
Discontinuidades de atenuación	EN 188 000 Método 303 EN 60793-1-40 método C	$\lambda = 1550 \text{ nm}$ Pulso $\leq 1\mu\text{s}$	$\Delta\text{Adc} \leq 0.1 \text{ dB}$ Variaciones para longitudes de cables > 1 Km : $\leq 0.10\text{dB/Km}$
Longitud de onda de corte del cable $\lambda_{cc}$	EN 188 000 Método 313 CEI 60793-1-44	EN 188 000 Método 313	$\lambda_{cc} \leq 1260 \text{ nm}$
PMD (Nota 2)	CEI 60793-1-48 UIT G.650.2 CEI 60794-3 Ed.3ª, sección 5.5, método 1	Cable en bobina $L \geq 1200 \text{ m}$ Preferiblemente $L > 2000 \text{ m}$	$\text{PMD} \leq 0.20 \text{ ps/km } \frac{1}{2}$ (Nota 3)

Nota 1: Los valores se miden sobre la longitud de fabricación del cable. Se asume que la uniformidad de atenuación de la fibra no difiere significativamente de la uniformidad de atenuación del cable. Por tanto es responsabilidad del fabricante del cable garantizar que el coeficiente de atenuación del cable suministrado no se diferencia del de la longitud de cable de fabricación.

Nota 2: El fabricante suministrará el valor de diseño de enlace de PMD (PMD link design value), PMDQ,

que sirve como un límite estadístico superior para el coeficiente de PMD de cables de fibra óptica concatenados dentro de un posible enlace de M secciones de cables. El límite superior se define en términos de un nivel pequeño de probabilidad, Q, el cual es la probabilidad de que valores de PMD concatenados sean superiores a PMDQ. Para unos valores de  $M = 20$  cables y  $Q = 0.01\%$ , el valor de PMDQ máximo será de  $0.20 \text{ ps/*km}$



#### 4.6. REQUISITOS AMBIENTALES

**TABLA 3**

Parámetro	Método de ensayo	Condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Ciclos de temperatura	<p>EN 187 000 Método 601</p> <p>(Procedimiento de ensayo combinado)</p> <p>CEI 60794-1-2 Método F1</p>	<p>Operación: TA1 = -20°C, TB1 = 60°C</p> <p>Almacenamiento: TA2 = -25°C, TB2 = 70°C</p> <p>Tiempo de permanencia: <math>t_1 \geq 20</math> horas</p> <p>Número de ciclos: <math>N \geq 4</math></p> <p>Velocidad de enfriamiento/calentamiento:</p> <p>Suficientemente lenta para que el efecto del cambio de temperatura no produzca choque térmico</p> <p>Se tomará un mínimo de 1 medida/hora, al menos durante el primer y último ciclo.</p> <p>Longitud de cable: <math>\geq 1000</math> m</p> <p>(Ver Anexo 3)</p>	<p>Rango de temperaturas de operación:</p> <p>Para TA1 a TB1: <math>\Delta\alpha_{\text{Operación}} \leq 0.05</math> dB/km</p> <p>Para (TA1 a TA2) y (TB1 a TB2) : <math>\Delta\alpha_{\text{Almacenamiento}} \leq 0.10</math> dB/km y reversible a <math>\leq 0.05</math> dB/km</p>

Parámetro	Método de ensayo	Condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Penetración de agua	EN 187 000 Método. 605B  CEI 60794-1-2 Método F5	EN 187 000 Método. 605B  El llenado de la columna de agua podrá realizarse de forma paulatina (unos 20 minutos) para permitir la actuación de los elementos de bloqueo. Una vez llenada la columna se considerará como el comienzo de la prueba.	Penetración máxima:  $LP_{agua} \leq 1 \text{ m}$ (14 días)
Permanencia del color	-	La muestra será la utilizada para el ciclo climático.	No deberán existir diferencias apreciables a simple vista entre los colores de las fibras y tubos del cable envejecido con respecto a los colores originales, previos al envejecimiento.

## **5. CONDICIONES DE ENTREGA**

Las condiciones de entrega, acondicionamiento y logística serán las definidas en el pliego de Compras

### **5.1. ACONDICIONAMIENTO DE LAS BOBINAS**

El cable se entregará enrollado en carretes adecuados para el diámetro y longitud del cable, de forma tal que los extremos de éste sean fácilmente accesibles para efectuar las pruebas.

Los carretes responderán a la Especificación de Requisitos GT.ER.f6.003 CARRETES PARA CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS.

Ambos extremos del cable dispondrán de una protección contra el ingreso de humedad y estarán firmemente asegurados a la bobina, de manera que no se produzca movimiento alguno ni corrimiento de espiras durante el traslado, manipulación o tendido.

### **5.2. INSCRIPCIÓN EN LAS BOBINAS**

Las bobinas llevarán en cada uno de sus lados, en forma clara, bien visible y suficientemente protegida, las siguientes inscripciones:

- Nombre o marca del proveedor
- Identificación del tipo de cable según se indica en el Apartado 4.3.6.
- Identificación del carrete.
- El número de bobina de fabricación.
- El número de la Orden de Compra
- El peso neto y bruto en Kg.
- La leyenda: Telefónica de Argentina SA
- La longitud neta del cable en metros
- Flecha indicando el sentido de giro

### **5.3. LONGITUD NORMAL DE LOS TROZOS DE CABLE**

Se detallará en el pedido la longitud de los trozos.

Con objeto de poder efectuar las pruebas de recepción, en los cables, el extremo interior deberá disponer de una longitud mínima accesible de 2 metros.

#### **5.4. DOCUMENTACIÓN**

Cada bobina deberá ir acompañada por una planilla de ensayos, donde se detallen como mínimo los datos finales de las mediciones de atenuación realizadas sobre la totalidad de las fibras del cable terminado.

## 6. CALIFICACIÓN TÉCNICA

La Dirección Planificación e Ingeniería realizará la Calificación técnica de los cables ópticos multifibra PKP, verificando el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta especificación.

Para dicha calificación técnica cada oferente deberá presentar el Informe con las pruebas indicadas en el punto 6.3. "6 ENSAYOS PARA CERTIFICACIÓN DE FIBRAS ÓPTICAS G.652 PARA LA FABRICACIÓN DE CABLES" y 6.4. "ENSAYOS PARA CERTIFICACIÓN DE CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS"

La realización de las pruebas y el informe de los resultados de las mismas deberán realizarse por cuenta y cargo del Oferente en laboratorios de 3ra. parte acreditados bajo Normas ISO 17025.

El informe no podrá tener una antigüedad mayor a 5 años y el mismo estará emitido a favor del oferente, o en su defecto a nombre del fabricante.

### 6.1. DOCUMENTACIÓN

Para el proceso de evaluación y Certificación Técnica, el suministrador deberá entregar la siguiente documentación, así como cualquier otra que Telefónica considere necesaria para la completa descripción del producto:

- Esquema transversal que muestre la constitución del cable identificando cada elemento.
- Certificado del material empleado para cada elemento componente del cable, incluyendo hoja técnica con sus características completas.
- Dimensiones de cada elemento componente del cable, con tolerancias de fabricación.
- Diámetro exterior del cable, con tolerancias de fabricación.
- Espesor de la cubierta interior y cubierta exterior, con tolerancias de fabricación.
- Dimensionamiento de las fibras de aramida, indicando el decitex total empleado y cantidad de hilaturas.
- Paso de hélice del trenzado de los tubos (recubrimiento secundario).
- Distancia entre dos cambios consecutivos de dirección para el trenzado S-Z.
- Exceso de longitud de fibra con respecto al recubrimiento secundario.
- Peso total del cable en Kg./Km.

- Informe de las medidas de todas las pruebas especificadas indicando equipos empleados y valores obtenidos.

## **6.2. MUESTRAS**

Como norma general, para la realización por parte de Telefónica de las correspondientes pruebas funcionales, dimensionales y de manipulación del cable, el fabricante entregará a Telefónica una muestra de 100 metros de cada tipo de cable a verificar. La muestra de cable tendrá las características detalladas y las pruebas que se deberán realizar sobre la misma serán las detalladas para el caso de cables utilizados en instalaciones aéreas. Estos 100 metros serán parte de la tirada total de cable fabricado por el suministrador para la realización de las pruebas especificadas. Telefónica se reserva el derecho de solicitar una muestra diferente a la detallada, si así lo considera oportuno.

Además se deberá presentar una bobina con 4.000 m de fibra desnuda para la verificación de los parámetros ópticos de la fibra no cableada.

### **6.3. ENSAYOS PARA CERTIFICACIÓN DE DE FIBRAS ÓPTICAS G.652 PARA LA FABRICACIÓN DE CABLES**

A continuación se transcriben la totalidad de los ensayos a los que deberán ser sometidas las Fibras Ópticas Monomodo Estándar de tipo G.652 con las que se conformarán los Cables de FO para Canalización. En función de los mismos se determinará la aptitud de las mencionadas fibras acorde a los requerimientos de Telefónica de Argentina S.A. según Especificación Unificada de Requisitos GT.ER.f6.001 Ed 1ª

#### **7. REQUISITOS MECÁNICOS Y CLIMÁTICOS**

- Proof test
- Estado del recubrimiento
- Cambio de temperatura
- Humedad
- Calor seco
- Inmersión en agua
- Fuerza de pelado

#### **8. REQUISITOS GEOMÉTRICOS**

- Diámetro del revestimiento
- No circularidad del revestimiento
- Error de concentricidad entre el núcleo y el revestimiento
- Diámetro del recubrimiento primario
- No circularidad del recubrimiento primario
- Error de concentricidad entre el revestimiento y el recubrimiento primario

#### **9. REQUISITOS ÓPTICOS**

- Diámetro de campo modal
- Índice de refracción de grupo
- Diferencia entre el índice de refracción del núcleo y el revestimiento
- Longitud de onda de corte fibra óptica no cableada
- Longitud de onda de corte fo cableada
- Dispersión cromática
- Coeficiente de atenuación
- Uniformidad en la atenuación
- Pérdidas por macrocurvaturas
- PMD
- Compatibilidad óptica

### **6.4. ENSAYOS PARA CERTIFICACIÓN DE CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS**

Los informes deberán detallar los resultados de los ensayos que verifiquen el cumplimiento de los puntos de esta especificación que se describen a continuación:

- 4.4. REQUISITOS MECÁNICOS

- 4.5. REQUISITOS ÓPTICOS DE LA FIBRA CABLEADA
- 4.6. REQUISITOS AMBIENTALES
- ANEXO 2: CODIGO DE COLORES PARA FIBRAS Y TUBOS HOLGADOS
- ANEXO 4: CARACTERÍSTICAS TUBOS HOLGADOS
- ANEXO 5: CARACTERÍSTICAS COMPUESTO DE RELLENO
- ANEXO 6: CARACTERÍSTICAS ELEMENTO CENTRAL
- ANEXO 7: CARACTERÍSTICAS MATERIAL DE CUBIERTAS
- ANEXO 8: CARACTERÍSTICAS ELEMENTO DE REFUERZO



## **7. FIABILIDAD**

Los materiales y procesos utilizados en la fabricación de los cables de fibra óptica descritos en este documento serán de tal naturaleza que garanticen las características comprendidas en esta Especificación, durante un periodo mínimo de al menos 20 años.

## **8. INSPECCIONES Y MUESTRAS**

El inspector de Telefónica supervisará la calidad a lo largo de todo el proceso de producción.

Las comprobaciones o evaluaciones a realizar en el proceso de recepción, señaladas en el apartado 4 de esta especificación, se llevarán a cabo conjuntamente con el fabricante del modo que se acuerde por ambas partes.

Siempre que se considere conveniente se enviarán muestras debidamente contrasignadas y acondicionadas a los Laboratorios de Telefónica que se acuerden con los fabricantes.

## **9. CONTROL DE CALIDAD**

Telefónica comprobará que los cables cumplen las características específicas mediante los muestreos que realice sobre cables terminados.

Los planes y procedimientos de muestreo se adaptarán a los que tenga establecidos el fabricante en cada etapa del proceso de fabricación, siempre que garanticen los niveles de calidad que establezca Telefónica.

Los lotes, procesos o cables (individuales o en longitudes de fabricación) que resulten rechazables deberán ser inspeccionados por el fabricante y corregidos o eliminados a todos los efectos.

## **10. OBSERVACIONES GENERALES**

Es conveniente para los intereses del proveedor hacer las consultas previas que estime pertinentes sobre primeras materias y procesos de fabricación antes de proceder a la preparación del total del pedido, con objeto de que por parte de Telefónica se hagan las observaciones oportunas.

Estas indicaciones no significan en ningún caso la aceptación del material por parte de Telefónica, la cual llevará siempre a cabo su reconocimiento antes de hacerse cargo del pedido.

El inspector de Telefónica está facultado para rechazar el material que no reúna las condiciones y características descritas en la presente Especificación. No obstante, las inspecciones efectuadas por dicho representante no eximen al fabricante de la obligación

de suministrar el material en perfectas condiciones, por lo que sí aún después de la recepción del material, se comprobara que todo o parte de él, no reúne las condiciones requeridas, Telefónica tendrá derecho a rechazarlo, siendo por cuenta del proveedor los gastos que ocasione la devolución.

## **11. PROPIEDAD INDUSTRIAL O INTELECTUAL**

En el caso de que la propiedad industrial o intelectual del producto resultante de este documento no esté ya registrada con anterioridad a la fecha de publicación del mismo, el fabricante reconoce expresamente que la invención de dicho producto corresponde exclusivamente al Grupo Telefónica, así como cualquier introducción o modificación complementaria de las características indicadas en este documento.

El fabricante se obliga en este caso a indemnizar a Telefónica de todos los perjuicios que se originen si facilita a terceras personas, naturales o jurídicas, el secreto de la invención ó solicita en el Registro de la Propiedad Industrial o Intelectual protección de dicha invención a su nombre.

Fuera del supuesto previsto en el párrafo primero, el fabricante garantiza que el producto no infringe derechos de la Propiedad Industrial o Intelectual de terceros. En caso de reclamación de un tercero por esta circunstancia, el fabricante se hará cargo de todos y cada uno de los costes que se deriven de la correspondiente defensa jurídica de Telefónica, asumiendo igualmente el compromiso de satisfacer cualquier cantidad que Telefónica viniera obligada a pagar por el supuesto en que la citada reclamación tuviera éxito, debiendo quedar, en todo caso, Telefónica indemne de todo perjuicio.

## 12. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

En el caso de que cualquier elemento contenga algún componente clasificado como tóxico, nocivo, peligroso o agresivo al medio ambiente, el fabricante tiene la obligación de comunicárselo a Telefónica , antes de su aprobación o suministro, con indicación expresa del elemento que se trata , si ha lugar, su concentración o localización del componente dentro del conjunto, e incluyendo en el manual de usuario, la propuesta de actuación final del cliente con el residuo peligroso que genere dicho elemento.

En caso de existir alternativas viables, se tendrán en cuenta consideraciones medioambientales que eviten repercusiones dañinas para el Medio Ambiente, tanto en el diseño y en la elección de los materiales como en el embalaje, eligiendo aquellas opciones para la reutilización y la recuperación, así como la facilidad para el desmontaje y la reparación.

En los embalajes, se utilizaran materiales reciclables y siempre que sea posible, reciclados, siguiendo las pautas que se marquen según Hoja de definición de Embalaje, editada por la Dirección de Logística e Inmobiliario, para el producto en cuestión.

En el proceso de aplicación de los productos especificados en la presente publicación, y con el fin de evitar contaminación e incidencia medioambiental desfavorable, deberá tenerse especial cuidado en la manipulación, tratamiento y eliminación de residuos, al objeto de cumplir la legislación en esta materia.

### **13. RELACIÓN DE ANEXOS**

ANEXO 1: ESTRUCTURAS CABLES ÓPTICOS MULTIFIBRAS TIPO PKP (HASTA 8 FO/TUBO)

ANEXO 2: CÓDIGO DE COLORES PARA FIBRAS Y TUBOS HOLGADOS

ANEXO 3: CICLO TÉRMICO

ANEXO 4: CARACTERÍSTICAS TUBOS HOLGADOS

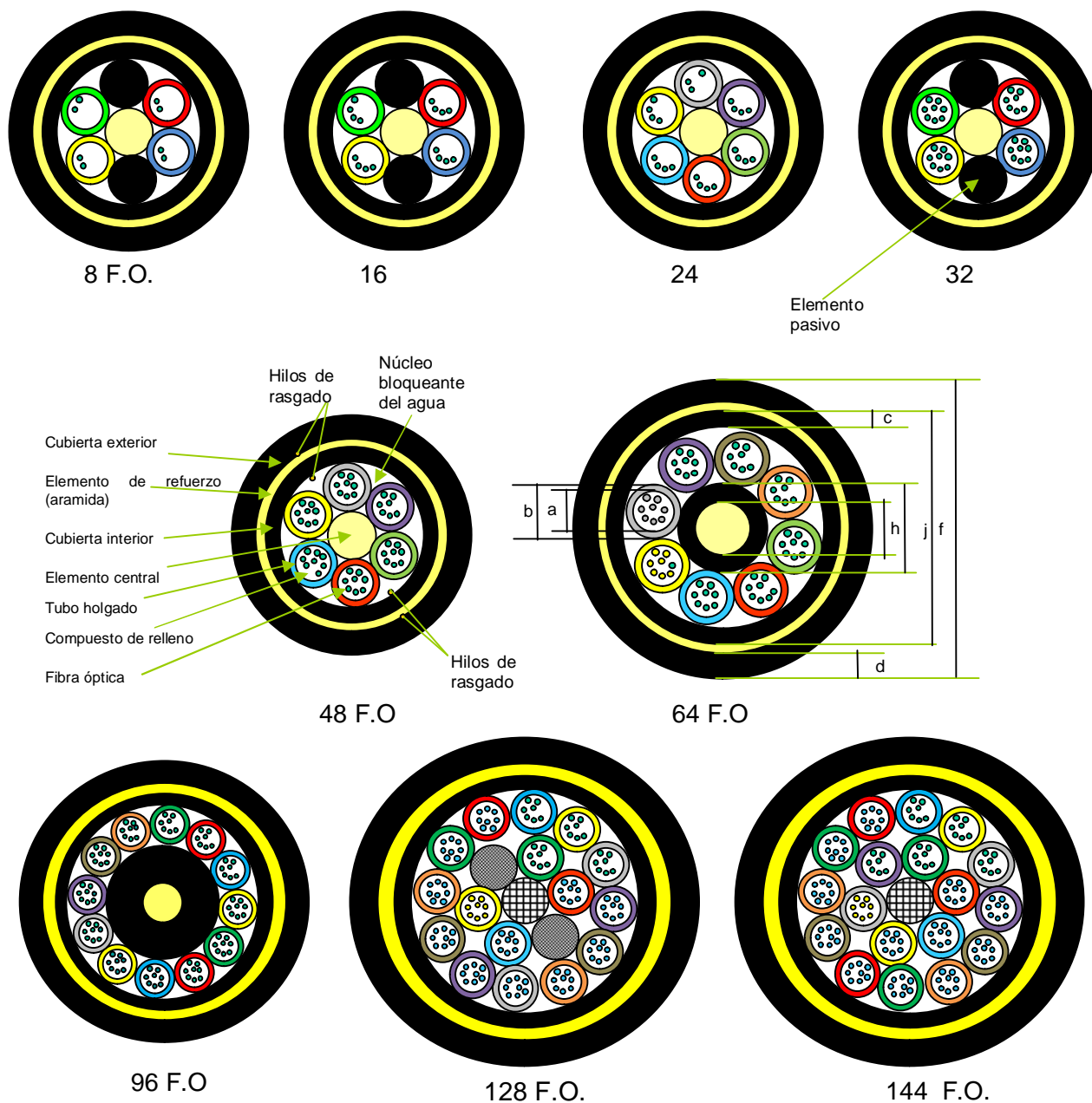
ANEXO 5: CARACTERÍSTICAS COMPUESTO DE RELLENO

ANEXO 6: CARACTERÍSTICAS ELEMENTO CENTRAL

ANEXO 7: CARACTERÍSTICAS MATERIAL DE CUBIERTAS

ANEXO 8: CARACTERÍSTICAS ELEMENTO DE REFUERZO

**ANEXO 1: ESTRUCTURAS CABLES ÓPTICOS MULTIFIBRAS TIPO PKP  
(HASTA 8 FO/TUBO)**



**ANEXO 1: ESTRUCTURAS CABLES ÓPTICOS MULTIFIBRAS TIPO PKP (hasta 8 FO/Tubo)**

Fibras	Tipo	Según la especificación de Telefónica									
	Nº fibras		8	16	24	32	48	64	96	128	144
	Nº Fibras/tubo		2	4	4	8	8	8	8	8	8
Tubos holgados (Segunda Protección)	Número		4	4	6	4	6	8	12	4 + 12	6 + 12
	Diámetro interior (mm)		1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1
	Diámetro exterior (mm)		2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1
	Cableado	Tipo SZ /Distancia entre inversiones : ≤ 900 mm									
Elemento central	Diámetro (mm)	h/j	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6 / 4.5	2.6 / 7.4	2.6	2.6
	Material	No metálico									
Elementos pasivos	Número		2	2	0	2	0	0	0	2 + 0	0 + 0
Cubierta interior	Espesor (mm)	c	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.8	0.8	0.8
	Diámetro exterior (mm)	f	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	12.1	14.5	15.1	15.1
	Material	Polietileno lineal de baja densidad									
Elemento de refuerzo periférico	Material	Hilaturas de aramida									
Cubierta exterior	Espesor (mm)	d	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	Diámetro exterior (mm)	e	14.3 ± 0.5	14.3 ± 0.5	14.3 ± 0.5	14.3 ± 0.5	14.3 ± 0.5	16.0 ± 0.5	18.4 ± 0.5	19.2 ± 0.5	19.2 ± 0.5
	Material	Polietileno lineal de baja densidad									
Hilos de rasgado	Número		2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2
Cable	Peso (Kg/Km)		155 ± 20	155 ± 20	155 ± 20	155 ± 20	155 ± 20	180 ± 20	255 ± 20	265 ± 20	265 ± 20
	Diámetro exterior (mm)	e	14.3 ± 0.5	14.3 ± 0.5	14.3 ± 0.5	14.3 ± 0.5	14.3 ± 0.5	16.0 ± 0.5	18.4 ± 0.5	19.2 ± 0.5	19.2 ± 0.5

Nota: El diámetro de los cables hasta 64 fibras ópticas debe respetarse lo más próximo al valor nominal para favorecer la correcta adhesión del cable a los preformados de amarre.

Los cables a ser instalados en aéreo, deben presentar las siguientes características:

Tracción, PKP	4500 N (cables de 8 a 48 fo) 4800 N (cables de 64 fo) 5200 N (cables de 128 fo) elongación de la fibra $\leq 0.05\%$
Módulo de Elasticidad del cable (E)	$> 85 \text{ kN} / \text{mm}^2 (*)$
Sección efectiva (S)	$> 13 \text{ mm}^2$
E x S	$> 1100 \text{ kN}$
Coeficiente de expansión térmica	$\leq 5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C} (*)$

$$E_{\text{aramida}} \times \text{Sección aramida} + E_{\text{elemento central}} \times \text{Sección elemento central}$$

Módulo elasticidad cable (E) =

Sección efectiva

Sección efectiva ( S ) = Sección aramida + Sección elemento central

(\*) valores calculados

## ANEXO 2. CODIGO DE COLORES PARA FIBRAS Y TUBOS HOLGADOS

### NUMERACIÓN y CODIFICACIÓN DE LAS FIBRAS ÓPTICAS EN CABLES DE HASTA 64 FIBRAS ÓPTICAS

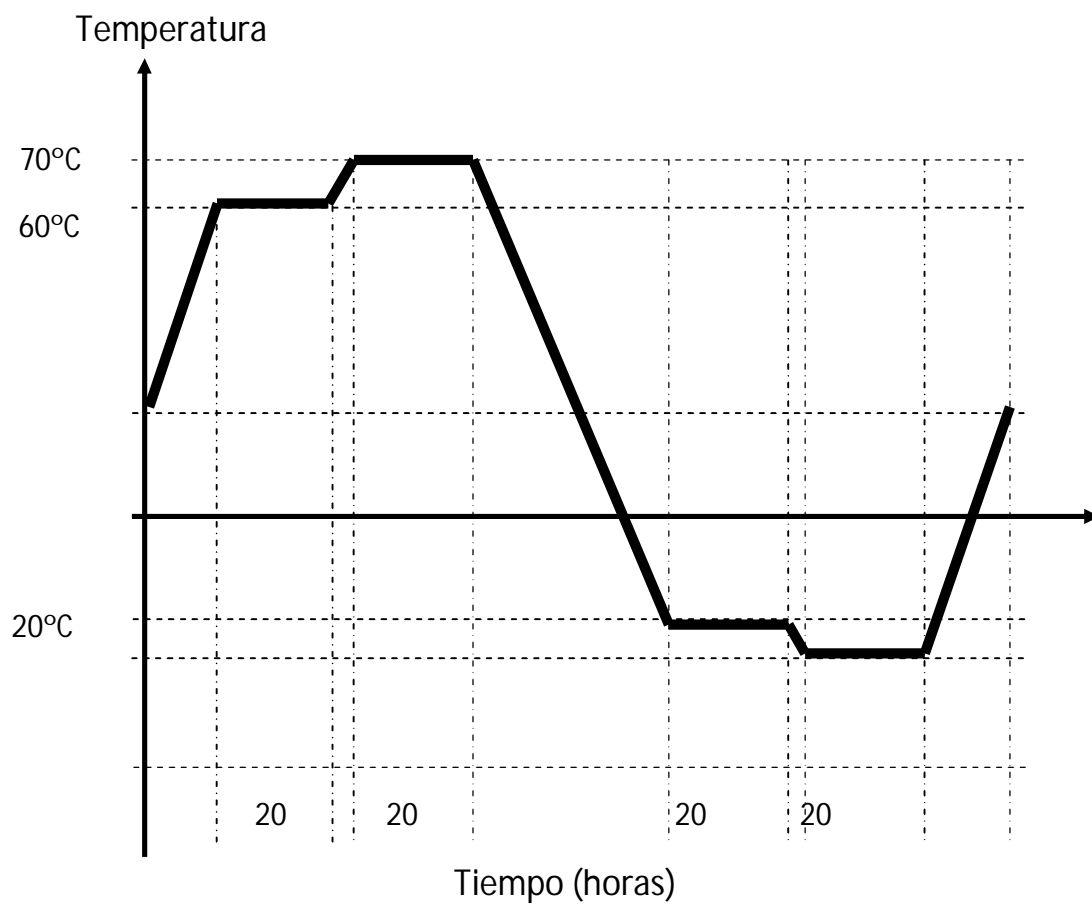
Color de la Fibra	Fibra N°	Color del Tubo	Cantidad de Fibras Ópticas			Color del Tubo	Cantidad de Fibras Ópticas		Color del Tubo	Cantidad de Fibras Ópticas
			64	48	32		24	16		
Ve	1	Ve				Ve			Ve	
Ro	2	Ve				Ve			Ve	
Az	3	Ve				Ve			Ro	
Am	4	Ve				Ve			Ro	
Gr	5	Ve				Ro			Az	
Vi	6	Ve				Ro			Az	
Ma	7	Ve				Ro			Am	
An	8	Ve				Ro			Am	
Ve	9	Ro				Az				
Ro	10	Ro				Az				
Az	11	Ro				Az				
Am	12	Ro				Az				
Gr	13	Ro				Am				
Vi	14	Ro				Am				
Ma	15	Ro				Am				
An	16	Ro				Am				
Ve	17	Az				Gr				
Ro	18	Az				Gr				
Az	19	Az				Gr				
Am	20	Az				Gr				
Gr	21	Az				Vi				
Vi	22	Az				Vi				
Ma	23	Az				Vi				
An	24	Az				Vi				
Ve	25	Am								
Ro	26	Am								
Az	27	Am								
Am	28	Am								
Gr	29	Am								
Vi	30	Am								
Ma	31	Am								
An	32	Am								
Ve	33	Gr								
Ro	34	Gr								
Az	35	Gr								
Am	36	Gr								
Gr	37	Gr								
Vi	38	Gr								
Ma	39	Gr								
An	40	Gr								
Ve	41	Vi								
Ro	42	Vi								
Az	43	Vi								
Am	44	Vi								
Gr	45	Vi								
Vi	46	Vi								
Ma	47	Vi								
An	48	Vi								
Ve	49	Ma								
Ro	50	Ma								
Az	51	Ma								
Am	52	Ma								
Gr	53	Ma								
Vi	54	Ma								
Ma	55	Ma								
An	56	Ma								
Ve	57	An								
Ro	58	An								
Az	59	An								
Am	60	An								
Gr	61	An								
Vi	62	An								
Ma	63	An								
An	64	An								

### ABREVIATURAS DE LOS COLORES

Ve:	Verde
Ro:	Rojo
Az:	Azul
Am:	Amarillo
Gr:	Gris
Vi:	Violeta
Ma:	Marrón
An:	Anaranjado



**ANEXO 3. CICLO TERMICO**



**ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS TUBOS HOLGADOS**

Parámetro	Criterios de aceptación
Material	PBT
Modulo de elasticidad en el tubo	$\geq 1500$ MPa
Error de circularidad	$\leq 10\%$
Carga a la rotura	$\geq 40$ MPa
Alargamiento a rotura	$\geq 150$ %
Densidad	1.31 gr/ml (PBT)

**ANEXO 5. CARACTERÍSTICAS COMPUESTO DE RELLENO DE TUBOS**

Parámetro	Método y condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Material		Compuesto tixotrópico homogéneo a base de aceites minerales y/o poli- $\alpha$ -olefinas sintéticas
Flujo del compuesto de relleno	EN 187 000 Método 611 EN 60794-1-2 Método E14 70°C, 24 horas	No se producirá goteo del compuesto de relleno del tubo.
Separación de aceites	EN 60811-5-1	EN 60811-5-1
Exudación y volatilidad	EN 187000, método 608 EN 60794-1-2 Método E15	< 0.1 %, 100°C, 24 h < 2% a 150°C, 24h
Contenido en agua	ASTM D4019-88	< 100 ppm
Compatibilidad de las fibras ópticas con el compuesto de relleno	Se sumerge 10 trozos de fibra óptica de 250 mm en compuesto de relleno, durante 7 días a 70°C. Al final del ensayo se limpian las fibras	No se apreciarán diferencias en la coloración de las fibras, respecto a las no envejecidas.  La Fuerza de pelado de las fibras se mantendrá entre los siguientes valores: $1\text{ N} \leq F_p \leq 5\text{ N}$

Parámetro	Método y condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Compatibilidad de los tubos con el compuesto de relleno	<p>Se sumerge 10 trozos de tubo de 250 mm en compuesto de relleno, durante 7 días a 70°C. Al final del ensayo se limpian los tubos.</p> <p>Se enrollan 5 probetas de tubo relleno sobre un mandril con un diámetro 20 veces el del tubo, colocándose en una estufa de aire caliente a 70°C durante 2 semanas</p>	<p>Las pérdidas de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura de los tubos no serán superiores al <math>\pm 25\%</math> de los valores obtenidos en las muestras antes del envejecimiento.</p> <p>Los tubos no presentarán agrietamientos ni roturas.</p>

#### ANEXO 6. CARACTERÍSTICAS ELEMENTO CENTRAL

Parámetro	Criterios de aceptación
Material	Fibra de vidrio compactada con resinas tipo epoxy o similar
Peso específico	$\leq 2.2 \text{ gr/cm}^3$
Modulo de elasticidad	$\geq 40000 \text{ MPa}$
Resistencia a la tracción	$\geq 1400 \text{ MPa}$
Alargamiento a la rotura	$\leq 4.5\%$
Coeficiente de dilatación térmica	$\leq 7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

## ANEXO 7. CARACTERÍSTICAS MATERIAL DE CUBIERTAS

Parámetro	Método y condiciones de ensayo	Criterios de aceptación
Material		Polietileno de baja densidad lineal
Densidad materia prima natural	CEI 60811-1-3	910 – 925 (Kg/ m <sup>3</sup> )
Densidad pigmentada (en producto extruído)	CEI60811-1-3	920 – 940 Kg/m3
Índice de fluidez (MFI)	CEI 60811-4-1	0,4 –1 g/10 minutos ± 50% en producto extruído
Contenido negro de humo	CEI 60911-4-1	<b>2.5 ± 0.5%</b>
Dispersión negro de humo	CEI 60911-4-1	CEI 60911-4-1 Apartado 14.3
Resistencia a la tracción	<b>CEI 60811-1-1 ó UNE-EN-ISO527-2</b>	<b>≥ 11.75 MPa</b>
Alargamiento a la rotura	CEI 60811-1-1 ó UNE-EN-ISO527-2	<b>≥ 400 %</b>
Variación de Resistencia a la tracción tras envejecimiento	CEI 60811-1-1 ó UNE-EN-ISO527-2 100 °C, 48 horas	<b>≤ 25%</b>
Variación de Alargamiento a la rotura tras envejecimiento	CEI 60811-1-1 ó UNE-EN-ISO527-2 100 °C, 48 horas	<b>≤ 25%</b>
Resistencia bajo tensiones en medio activo	CEI 60811-4-1 o equivalente (24 horas, F/10)	<b>≤ 1</b>
Contracción térmica	Basada en CEI 60811-1-3 Muestras: Tiras cortadas de la cubierta, en sentido longitudinal de dimensiones 100 x 12.7 mm 100 ± 1°C, 24 horas	<b>≤ 5%, medido una vez enfriado a temperatura ambiente</b>
Tiempo de Inducción a la Oxidación OIT	ASTM D 4565, 200±2 °C, bandeja de aluminio	20 minutos

**ANEXO 8. CARACTERÍSTICAS ELEMENTO DE REFUERZO**

<b>Parámetro</b>	<b>Criterios de aceptación</b>
Material	<b>Fibras de aramida (poliamida aromática)</b>
Peso específico	1,44 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de Elasticidad	$\geq 10^5$ MPa
Carga de rotura	$\geq 2300$ MPa
Alargamiento a la rotura	< 3%