



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**L.54**

(02/2004)

SERIE L: CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y  
PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS  
ELEMENTOS DE PLANTA EXTERIOR

---

**Caja de empalmes para cables terrenales  
marinizados**

Recomendación UIT-T L.54

---



## **Recomendación UIT-T L.54**

### **Caja de empalmes para cables terrenales marinizados**

#### **Resumen**

Esta Recomendación versa sobre el diseño y las principales características que debe tener una caja de empalmes para cables terrenales marinizados (MTC), de modo que pueda utilizarse para esta aplicación y que no modifique la vida útil prevista de todo enlace de transmisión.

En esta Recomendación se describen las pruebas de caracterización y de evaluación de la calidad de funcionamiento de las cajas de empalmes sumergidas, en particular la integridad mecánica y la estabilidad óptica del producto para lo cual se realizan simulaciones del entorno (agua), así como de las manipulaciones necesarias durante la instalación y mantenimiento de la red.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T L.54 fue aprobada el 6 de febrero de 2004 por la Comisión de Estudio 6 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2004

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1	Introducción..... 1
2	Alcance ..... 1
3	Referencias ..... 1
4	Abreviaturas y definiciones ..... 2
5	Características principales ..... 2
6	Pruebas de calificación ..... 3
7	Preparación de las muestras..... 4
8	Mediciones de referencia..... 4
9	Pruebas..... 4
9.1	Variación de la temperatura..... 5
9.2	Tensión con torsión moderada..... 6
9.3	Tensión con torsión mínima ..... 7
9.4	Flexión con tensión (paso por una polea)..... 7
9.5	Flexión repetida (opcional)..... 8
9.6	Resistencia a la presión hidráulica ..... 8
9.7	Golpes..... 9
9.8	Vibración ..... 10
9.9	Resistencia a la corrosión (opcional)..... 10
Apéndice I – Ejemplos de los distintos diseños de caja de empalmes disponibles en el mercado..... 11	



## Recomendación UIT-T L.54

### Caja de empalmes para cables terrenales marinizados

#### 1 Introducción

Una parte importante de todo sistema de cables ópticos instalados bajo el agua es la unión de los diferentes tramos de cable.

De hecho, es muy importante que las cajas de empalmes empleadas en los sistemas de cables ópticos sumergidos [es decir, (MTC, *marinized terrestrial cable*)] estén fabricados para que ofrezcan una buena calidad de transmisión durante la vida útil prevista y que a su vez permitan economizar en gastos de mantenimiento.

Las cajas de empalmes están formadas por una estructura metálica (envolvente) que está unida a los extremos de dos o más cables sumergidos y un conjunto de cajas (organizador) que contienen y protegen las fibras y los dispositivos ópticos pasivos (si los hubiere).

Como norma general, la protección de la caja de empalmes y las terminaciones de la armadura, diseñados en general para toda la familia de MTC, deben dimensionarse con respecto al cable más fuerte que se vaya a utilizar en ese enlace en concreto (tensión máxima y resistencia a la presión máxima).

Las cajas de empalmes para aplicaciones MTC pueden contener empalmes de fibra, empalmes de masa y dispositivos pasivos.

Además, como por lo general estas cajas de empalme se montan en el cable antes de su instalación, éstos deben estar diseñados para soportar todo tipo de manipulaciones y cargas a las que puedan verse sometidos durante la instalación del cable.

#### 2 Alcance

En esta Recomendación se describen con detalle:

- las características mecánicas y del entorno de las caja de empalmes para aplicaciones MTC;
- las características ópticas más importantes que deben garantizar estas cajas de empalmes durante su vida útil.

#### 3 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- Recomendación UIT-T G.972 (2000), *Definición de términos pertinentes a los sistemas de cable submarino de fibra óptica.*
- Recomendación UIT-T G.976 (2000), *Métodos de prueba aplicables a los sistemas de cable submarino de fibra óptica.*
- Recomendación UIT-T L.12 (2000), *Empalmes de fibra óptica.*

- Recomendación UIT-T L.13 (2003), *Requisitos de calidad para los nodos ópticos pasivos: caja de cierre hermético para entornos exteriores*.
- CEI 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Vibration (sinusoidal)*.
- CEI 60794-1-2:2003, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures (Methods: E1, E6, E7, E18A, F1, F10)*.
- CEI 60794-3-30:2002, *Optical fibre cables – Part 3-30: Outdoor cables – Family specification for optical telecommunication cables for lake and river crossings*.
- IEC 61300-2-22:1995, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-22: Tests – Change of temperature*.
- IEC 61300-2-26:1995, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-26: Tests – Salt mist*.
- CEI 61300-3-3:2003, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-3: Examinations and measurements – Active monitoring of changes in attenuation and return loss (multiple paths)*.

#### 4 Abreviaturas y definiciones

- **MTC**: Cable terrestre marinizado (*marinized terrestrial cable*) (véase la definición en la Rec. UIT-T G.972).
- **NOTS**: Resistencia operativa nominal a la tracción (*nominal operating tensile strength*) (véase la definición en el apéndice I/G.976). La NOTS representa la tensión media de funcionamiento máxima durante la instalación, recuperación o reparación.
- **NTTS**: Resistencia transitoria nominal a la tracción (*nominal transient tensile strength*) (véase la definición en el apéndice I/G.976). La NTTS representa la tensión máxima transitoria o inesperada a la que puede verse sometido el cable, y normalmente se expresa como un porcentaje de la carga de rotura del cable (CBL, *cable breaking load*) desde el punto de vista de la seguridad mecánica.
- **NPTS**: Resistencia permanente nominal a la tracción (*nominal permanent tensile strength*) (véase la definición en el apéndice I/G.976). La NPTS representa la carga máxima residual que puede aplicarse al cable de manera permanente una vez instalado en el lecho marino.
- **OTDR**: Reflectómetro óptico en el ámbito temporal (*optical time domain reflectometer*).

#### 5 Características principales

A continuación se enumeran las principales características (ópticas, mecánicas y del entorno) que debe tener una caja de empalmes para aplicaciones MTC.

En función del entorno concreto y la aplicación, es posible que esta lista no sea exhaustiva, aunque lo que se pretende es indicar las características básicas y fundamentales que debe tener una caja de empalmes.

Los clientes y fabricantes pueden definir otros requisitos necesarios para tener en cuenta condiciones especiales o locales.

Asimismo, se describen los métodos de prueba normalizados y aplicables.

El diseño de las cajas de empalmes para aplicaciones MTC debe tener las siguientes características:

- recuperación de la integridad de la cubierta, incluida la continuidad mecánica de las partes de protección del MTC;
- protección de las fibras, empalmes de fibras y dispositivos ópticos contra el entorno exterior (agua) y manipulaciones indeseadas;

- almacenamiento adecuado de empalmes de fibras, dispositivos pasivos (si los hubiere) y exceso de fibras;
- resistente a la corrosión;
- resistente a los efectos causados por el hidrógeno;
- posibilidad de volver a intervenir en los cables y empalmes;
- continuidad eléctrica, si fuera necesario.

Los componentes básicos de una caja de empalmes son:

- caja de empalmes con soporte para el núcleo del cable y organizador óptico;
- recubrimiento de la caja de empalmes resistente a la corrosión (por ejemplo, de acero inoxidable);
- cubierta de la caja de empalmes adecuada con un alto grado de protección y aislamiento;
- protección de curvatura adecuada;
- elementos metálicos sacrificables (opcional).

La caja de empalmes debe ser hermética para evitar que las fibras se vean expuestas al agua a lo largo de su vida útil, durante las operaciones de mantenimiento y después de las mismas. Además, debe estar equipado para proteger la fibra de los efectos causados por el hidrógeno formado en la armadura del cable.

Si hubiere elementos metálicos sacrificables debería ponerse cuidado en que éstos no causen pérdidas en las fibras ópticas debido a la aparición de hidrógeno.

La aparición de hidrógeno puede causar un aumento en la atenuación. Normalmente existen diferentes soluciones técnicas a este problema, que deberán incluirse en la documentación del fabricante.

Las cubetas de empalme/almacenamiento deberán ser conformes al diámetro mínimo de curvatura de las fibras.

NOTA – La información sobre el diseño del recubrimiento de la caja de empalmes y del sistema organizador, así como de los empalmes de fibras figura en las Recomendaciones mencionadas anteriormente Recomendaciones UIT-T L.13 y L.12, respectivamente. Los empalmes debían tener un atenuación media inferior a 0,5 dB. La atenuación óptica debida al envejecimiento debe ser inferior a 0,2 dB. La atenuación óptica debida al enrollamiento de la fibra no debería ser superior a 0,2 dB en toda la junta. El radio de curvatura de fibra debe ser superior a 25 mm y, si fuera posible, superior a 30 mm.

En el Manual del UIT-T "Construcción, instalación, empalme y protección de cables de fibras ópticas" figura más información sobre la manipulación de fibras e identificación de las mismas para el empalme de cables.

Por último, en el apéndice I se dan ejemplos de cajas de empalmes disponibles en el mercado, patentados por los fabricantes más importantes del mundo.

## **6 Pruebas de calificación**

El objetivo de las pruebas de calificación es comprobar la integridad de la caja de empalmes durante el almacenamiento, transporte, instalación y funcionamiento. Las cajas de empalmes para MTC deben estar calificadas para utilizarse a la profundidad máxima del enlace.

Las pruebas de calificación forman parte del programa de desarrollo, al igual que la tecnología y diseño adecuados, a fin de comprobar que cumplen los requisitos de calidad de funcionamiento, fiabilidad y vida útil prevista para el sistema.

Las pruebas realizadas por el fabricante pueden considerarse adecuadas y, por consiguiente, han de tomarse en consideración. El fabricante y el cliente se pondrán de acuerdo sobre el programa de pruebas que se ha de llevar a cabo.

En función de la aplicación, y previo acuerdo entre el cliente y el fabricante, el programa de pruebas de calificación puede limitarse a sólo algunas de las pruebas que se describen a continuación.

Por otra parte, en cada descripción de la prueba se hace referencia, si cabe, a la norma internacional pertinente.

NOTA 1 – El objetivo de las pruebas descritas en esta Recomendación es comprobar la calidad de funcionamiento y la funcionalidad de las cajas de empalmes. Asimismo, para garantizar el buen funcionamiento de las mismas durante toda su vida útil, podría ser necesario realizar pruebas de envejecimiento a largo plazo y los efectos de los fallos sobre los materiales y accesorios de las cajas de empalmes.

NOTA 2 – Los parámetros especificados en esta Recomendación pueden verse afectados por una incertidumbre de medición, debida a los errores de medición o de calibración causados por la carencia de normas adecuadas. Por esa razón, los criterios de aceptación deben interpretarse teniendo en cuenta lo anterior. La incertidumbre total en las mediciones de la atenuación descritas en esta Recomendación debe ser igual o inferior a 0,05 dB. La expresión "no varía la atenuación" significa que deberá hacerse caso omiso de cualquier variación, positiva o negativa, en el valor medido si ésta es menor o igual que la incertidumbre de medición.

## **7 Preparación de las muestras**

La caja de empalmes deberá conectarse entre dos ejemplares de cables que se utilizan en el enlace, de acuerdo con los procedimientos de ensamblado y desensamblado indicados por el fabricante.

Dependiendo de la prueba, la longitud de los cables (ejemplares) conectados a la caja de empalmes pueden variar.

Además, en función de la tipología e importancia del enlace, los fabricantes y clientes pueden definir un número diferente de muestras.

## **8 Mediciones de referencia**

Antes de iniciar las pruebas, y con objeto de obtener una referencia, se deberá medir la atenuación óptica, la continuidad eléctrica del recubrimiento metálico y la resistencia del aislamiento entre el tubo metálico y la armadura de acero.

Las fibras ópticas pueden empalmarse enrolladas para obtener la precisión deseada al medir la atenuación.

Las mediciones de la atenuación óptica deberán realizarse con una longitud de onda de 1550 nm. Se está estudiando la posibilidad de evaluar la atenuación a 1625 nm.

Para medir la atenuación óptica de fibras y empalmes se utilizará la técnica de potencia del transmisor o la técnica de dispersión descritas en la parte 3-3 de la norma CEI 61300-3-3.

La medición de la resistencia de aislamiento eléctrico se hará a 500 V c.c. El valor medido debe ser aproximadamente igual a la resistencia de aislamiento del cable indicada en el certificado de homologación.

Asimismo, la medición de la continuidad eléctrica del recubrimiento metálico debe dar como resultado un valor de resistencia a lo largo de la caja de empalmes de unos 0,2 Ohm.

## **9 Pruebas**

Las pruebas deben realizarse siguiendo la secuencia que se indica a continuación, a no ser que el cliente y el fabricante acuerden lo contrario.

La expresión "sin variación importante en la atenuación" significa que deberá hacerse caso omiso de cualquier variación, positiva o negativa, en el valor medido si ésta es menor o igual que la incertidumbre de medición.

#### Muestras 1, 2, 3 y 4

Muestra	Primera prueba	Segunda prueba	Tercera prueba	Cuarta prueba
Muestra 1	Variación de temperatura	Tensión con torsión moderada	Ninguna	Ninguna
Muestra 2	Variación de temperatura	Tensión con torsión mínima	Flexión repetida NOTA – Por motivos prácticos, pueden utilizarse cables más cortos.	Golpes
Muestra 3	Variación de temperatura	Flexión con torsión NOTA – Se pueden empalmar a la caja de empalmes cables más cortos (unos 50 m).	Resistencia a la presión hidráulica	Vibración
Muestra 4	Resistencia a la corrosión	Ninguna	Ninguna	Ninguna

### 9.1 Variación de la temperatura

#### Objetivos

- Comprobar que las características ópticas de la caja de empalmes no varían con la temperatura, en la gama correspondiente a las temperaturas de almacenamiento, transporte y de funcionamiento.
- Determinar los requisitos específicos de almacenamiento o transporte para garantizar lo anterior.

Norma internacional 7.2.1.3/G.976; método F1 de la CEI 60794-1-2; CEI 61300-2-22.

Preparación de las muestras Se conectan a la caja de empalmes dos muestras del cable empleado en el enlace de aproximadamente 100 m de largo, de acuerdo con los procedimientos de ensamblado y desensamblado indicados por el fabricante. Las fibras de los dos extremos libres del cable se empalman enrolladas para conectarlas al aparato de medición.

Condiciones de prueba *Variación de la temperatura:* 1 ciclo de 24 horas (6 horas en cada temperatura) a +20° C, -20° C, +50° C, +20° C.

Descripción de la prueba Las muestras se colocan enrolladas en una cámara de climatización y se varía la temperatura de acuerdo con lo indicado en las condiciones de prueba. Los extremos libres del cable se dejan fuera de la cámara y las fibras se conectan al aparato de medición.

NOTA – La observación de la prueba al final de cada periodo de temperatura se debe realizar una vez que la temperatura de la muestra se haya estabilizado.

Supervisión de la prueba Se medirá la OTDR antes y después de la prueba y al final de cada periodo de temperatura.

Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La variación de la atenuación al final de cada periodo de temperatura deberá ser inferior a 0,1 dB/empalme.</li> <li>– Después de las pruebas no se observará ninguna variación importante de la atenuación en los empalmes.</li> </ul>
------------	--

## 9.2 Tensión con torsión moderada

### Objetivos

- Comprobar que la caja de empalmes puede soportar la carga de tensión máxima prevista a la que podría verse sometido el cable durante el tendido, servicio y recuperación, con un margen de seguridad conocido.
- Comprobar que la caja de empalmes puede soportar la torsión mecánica que se aplica durante la carga y descarga del cable.
- Determinar si la calidad de funcionamiento de la caja de empalmes sometido a carga permitiría su reutilización después de una intervención y/o su recuperación.

Norma internacional 7.2.2.1/G.976; método E1 de la CEI 60794-1-2.

Preparación de las muestras Como se describe en 9.1. Además, cada extremo de la muestra se termina con un dispositivo de sujeción, los cuales deben permitir el acceso a los dos extremos de los ejemplares de cable para poder realizar las pruebas ópticas.

Condiciones de prueba

- Temperatura: ambiente.
- Carga: = NTTS.

NOTA – La carga que soporten las cajas de empalmes conectados al cable armado deberá ser igual al 80% de la tensión de la capa de la armadura exterior del cable.)

- Duración: 1 ciclo de 1 hora a NTTS, más 1 de corta duración.

Descripción de la prueba

Se fija un dispositivo de sujeción de la muestra a una mordaza de amarre de cable con capacidad de rotación y el otro dispositivo de sujeción a una mordaza fija. La mordaza con capacidad de rotación se conecta a un equipo de rotación adecuado (por ejemplo una palanca de rotación, para detectar la torsión aplicada). Los dos extremos de la muestra no se hacen girar durante la prueba de tensión. La muestra se tensa hasta una carga de valor igual a NTTS y se mantiene dicha tensión durante 1 hora; seguidamente se disminuye la tensión hasta un valor mínimo y se tensa nuevamente hasta NTTS, durante un tiempo breve, para después liberarla completamente.

Supervisión de la prueba

La atenuación óptica de las fibras y empalmes debe observarse continuamente a lo largo de la prueba. Se medirá continuamente la elongación, la tensión y la torsión de los extremos del cable durante la prueba.

Requisitos

- Durante la prueba: la variación de la atenuación deberá ser inferior a 0,1 dB/empalme.
- Después de la prueba: no se habrá producido ninguna variación importante de la atenuación; no se habrá roto la caja de empalmes.

### 9.3 Tensión con torsión mínima

#### Objetivos

- Comprobar que la caja de empalmes (y las terminaciones del cable) pueden soportar la carga de tensión máxima prevista a la que puede verse sometido el cable durante su tendido, servicio y recuperación, con un margen de seguridad conocido.
- Comprobar que las fibras ópticas dentro del dos tipos de cable y dentro de la caja de empalmes no sufren de una tensión excesiva durante la carga y después de la descarga.

Norma internacional	7.2.2.2/G.976; método E7 de CEI 60794-1-2.
Preparación de las muestras	Como se describe en 9.2.
Condiciones de prueba	– Temperatura: ambiente. – Carga: = NOTS. – Duración: 1 ciclo de 1 hora, más 1 de corta duración.
Descripción de la prueba	Se repite el método de prueba de la muestra n.1 pero se minimiza la torsión. Se tira de la muestra dos veces aumentando la carga hasta el valor NOTS, durante una hora antes de liberarla completamente. Para mayor información sobre la prueba de corta duración véase la descripción de prueba anterior.
Supervisión de la prueba	La atenuación óptica de las fibras y empalmes debe observarse continuamente a lo largo de la prueba. Se medirá continuamente la elongación del cable durante la prueba.
Requisitos	– Durante la prueba: la variación de la atenuación será inferior a 0,1 dB/empalme. – Después de la prueba: no habrá una variación importante en la atenuación; no se habrá roto la caja de empalmes.

### 9.4 Flexión con tensión (paso por una polea)

#### Objetivos

Demostrar que la caja de empalmes puede soportar fuerzas de flexión durante su instalación o recuperación sin que se produzca una degradación.

Norma internacional	7.2.2.5/G.976; método E18 de la CEI 60794-1-2.
Condiciones de prueba	– Temperatura: ambiente. – Carga: = NOTS y NTTS. – Duración: 10 ciclos a NOTS, más 3 a NTTS.
Descripción de la prueba	Se fija un extremo de la muestra en un cilindro hidráulico, y otro extremo se fija a una mordaza de amarre. La muestra se somete a una carga constante igual a NOTS y se hace pasar diez veces por una polea de tres metros de diámetro, a una velocidad de 0,3 nudos (aproximadamente 9,24 m/minuto) en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario, y después se repite tres veces con una carga igual a NTTS. Las terminaciones se sujetan de manera que no puedan girar. Y se utilizan diferentes tipos de cable en cada extremo de la caja de empalmes, se seleccionará el valor NOTS más pequeño.

Supervisión de la prueba	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Se supervisará continuamente la atenuación de enlace óptico.</li> <li>– Se llevarán cabo mediciones de atenuación en el empalme antes de la prueba (para tener una referencia) y unos 20 minutos después de ésta.</li> </ul>
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Durante la prueba: la variación de la atenuación deberá ser inferior a 0,1 dB/muestra.</li> <li>– Después de la prueba: no se habrá producido una variación importante de la atenuación; no se habrá roto la caja de empalmes.</li> </ul>

## 9.5 Flexión repetida (opcional)

### Objetivos

Comprobar que la caja de empalmes puede soportar, sin sufrir degradación, flexiones repetidas (fatiga de curvatura) a las que pueden verse sometidos los extremos del cable durante la manipulación (transporte desde la fábrica al barco, de tanque a tanque, etc.).

Norma internacional 7.2.3.3/G.976; CEI 60794-1-2 (E6).

Condiciones de la prueba

- Temperatura: ambiente.
- Duración: 100 ciclos de aproximadamente 5 segundos.

Descripción de la prueba El cable superior se sujeta a un eje; el cable inferior se carga con un peso suficiente para mantenerlo tenso. Con el eje vertical, la terminación del cable unida a la caja de empalmes debe estar situada a la altura del centro de la polea, normalmente de 1 m de diámetro. La muestra se dobla alternativamente, por ejemplo mediante un péndulo de aire, entre dos elementos de prueba que representan al menos un cuadrante de la polea.

Supervisión de la prueba Se medirá la OTDR antes (medición de referencia), durante y después de la prueba.

Requisitos

- Durante la prueba: la variación en atenuación deberá ser inferior a 0,1 db/muestra.
- Después de la prueba: no se habrá producido una variación importante de la atenuación; no se habrá roto la caja de empalmes.

## 9.6 Resistencia a la presión hidráulica

### Objetivos

- Comprobar que la caja de empalmes es impermeable y que puede soportar la presión de agua máxima.
- Comprobar que se mantiene la resistencia de aislamiento eléctrico.

Norma internacional 7.2.1.4/G.976; método F10 de la CEI 60794-1-2 (en estudio).

Preparación de las muestras Todos los puertos de la caja de empalmes se terminarán con muestras de cable; los otros extremos de esos cables se sellarán adecuadamente. Por razones prácticas, los hilos de la armadura del cable se quitarán de la muestra.

Condiciones de prueba	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Duración: más de 24 horas.</li> <li>– Presión: La presión ejercida sobre la muestra (presión dentro de la cámara que contiene agua) se aumentará hasta un nivel similar al de la profundidad máxima del agua en la que se instalará el cable.</li> </ul>
Descripción de la prueba	La muestra se someterá a presión mediante agua. La presión se aumentará gradualmente hasta el valor máximo previsto y se mantendrá estable antes de reducirla. La velocidad de aumento y reducción debe ser de unos 15 bar/minuto (lo que corresponde a la velocidad normal de tendido).
Supervisión de la prueba	Se debe supervisar la atenuación en el empalme y la resistencia de aislamiento (opcional) a lo largo del periodo de prueba.
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Durante la prueba: la variación de atenuación será inferior a 0,1 dB/muestra; la resistencia de aislamiento eléctrico será mayor que 20 MΩ (opcional).</li> <li>– Después de la prueba: no se habrá producido una variación en la atenuación; la caja de empalmes no deberá presentar muestras de rotura o deformación; no debe haber entrado agua en la muestra; la caja de empalmes no se habrá quebrado.</li> </ul>

## 9.7 Golpes

### Objetivos

Comprobar que la caja de empalmes puede soportar sacudidas mecánicas (golpes o impactos) a los cuales puede verse sometido durante el tendido y recuperación, sin que se produzcan daños físicos ni aumente la atenuación residual.

Norma internacional	No existe.
Preparación de las muestras	Véase 9.6.
Condiciones de prueba	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Temperatura: ambiente.</li> <li>– Aceleración de 20 g. NOTA 1 – Puede seleccionarse un valor más pequeño previo acuerdo entre el cliente el fabricante.</li> <li>– Número de golpes: 100 a lo largo de cada eje principal.</li> </ul>
Descripción de la prueba	La muestra se introduce en una máquina que golpee la caja de empalmes con la aceleración necesaria. La caja de empalmes se golpea 100 veces a lo largo de cada uno de los ejes principales con una aceleración de 20 g (véase la nota 1) y con una duración (cada golpe) de 6 ms.
Supervisión de la prueba	<p>Se observará continuamente la atenuación óptica de los empalmes de fibra durante la prueba.</p> <p>NOTA 2 – Debido a las posibles oscilaciones que se transfieren de la muestra a las cuerdas parche que la unen con el aparato de prueba, es posible que se detecte una mayor atenuación óptica durante la realización de la prueba.</p>
Requisito	Después de la prueba: no se detectará una variación importante de la atenuación; no se habrán producido daños físicos (roturas o fisuras) en la caja de empalmes.

## 9.8 Vibración

### Objetivos

Comprobar que la caja de empalmes es capaz de soportar vibraciones causadas durante la carga, transporte y tendido (recuperación).

Norma internacional	CEI 61300-2-1; CEI 60068-2-6.
Preparación de las muestras	Véase 9.6. Los extremos libres de los cables se deberán sellar.
Condiciones de la prueba	<ul style="list-style-type: none"><li>– Frecuencia de barrido: entre 10 y 100 Hz; velocidad de barrido: 0,5 octavas/minuto.</li><li>– Aceleración: 5 g.</li><li>– Número de ciclos: cinco barridos por eje.</li><li>– Dirección: los tres ejes mutuamente perpendiculares.</li></ul>
Descripción de la prueba	<p>En cada uno de sus ejes de la muestra se aplican vibraciones durante 8 horas a una frecuencia que varía entre 10 y 100 Hz, con aceleración de 5 g.</p> <p>NOTA – Se puede seleccionar un duración más breve previo acuerdo entre el cliente y el fabricante.</p>
Supervisión de la prueba	Se observará continuamente la atenuación óptica de las caja de empalmes de la fibra.
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"><li>– Durante la prueba: la variación de la atenuación será inferior a 0,1 dB/empalme.</li><li>– Después de la prueba: no se habrá producido una variación importante de la atenuación; no se observará ninguna degradación física.</li></ul>

## 9.9 Resistencia a la corrosión (opcional)

### Objetivos

- Comprobar que la caja de empalmes puede soportar la exposición al agua del mar por un periodo largo de tiempo.
- Comprobar que la corrosión que se presente no impida el funcionamiento mecánico, óptico y eléctrico de la caja de empalmes.

Norma internacional	7.2.4.2/G.976; CEI 61300-2-26.
Preparación de las muestras	La caja de empalmes se termina en ambos extremos con unos 10 m de cable debajo del agua y con los otros extremos sellados.
Condiciones de la prueba	<ul style="list-style-type: none"><li>– Agua de mar natural o artificial (es decir disolución salina de 5% NaCl con agua).</li><li>– Presión: 0 kPa.</li><li>– Temperatura: 50° C (normalmente).</li><li>– Duración: 5 días.</li></ul>
Descripción de la prueba	La planta sumergible (caja de empalmes y cable) se sumerge en un agua con características similares a las que estará sometida la caja de empalmes (como se indica en las condiciones de la prueba). A continuación se inspecciona la planta para determinar el grado de corrosión y, si lo hubiere, la formación de gas hidrógeno. Los

extremos del cable se tienen que sellar adecuadamente antes de iniciar la prueba. Si se utiliza agua de mar artificial, se debe indicar su composición.

Requisito

Después de la prueba: no debe haberse producido ninguna variación en las características mecánicas, ópticas y eléctricas.

## **Apéndice I**

### **Ejemplos de los distintos diseños de caja de empalmes disponibles en el mercado**

Este apéndice se completará y actualizará en el futuro con información sobre los diseños de cajas de empalmes disponibles en el mercado.





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
<b>Serie L</b>	<b>Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior</b>
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación