

AÑO DEL  
CENTENARIO DE  
MACHU PICCHU  
PARA EL MUNDO

# El Peruano

DIARIO OFICIAL

FUNDADO  
EN 1825 POR  
EL LIBERTADOR  
SIMÓN BOLÍVAR

lunes 30 de mayo de 2011



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Resolución Ministerial  
N° 368-2011-MTC/03

**Documento de Trabajo**  
**“Especificaciones Técnicas para  
el tendido de Fibra Óptica en  
las Redes de Energía Eléctrica  
y de Hidrocarburos”**

---

---

**NORMAS LEGALES**

---

---

**SEPARATA ESPECIAL**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
N° 368-2011-MTC/03**

Lima, 26 de mayo de 2011

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante Decreto Supremo No. 034-2010-MTC, se establece como Política Nacional de obligatorio cumplimiento, que el país cuente con una red dorsal de fibra óptica que facilite el acceso de la población a Internet de banda ancha y que promueva la competencia en la prestación de este servicio;

Que, el artículo 2 del referido Decreto Supremo, establece la obligación de instalar fibra óptica y/o ductos y cámaras en los nuevos proyectos de infraestructura para brindar servicios de energía eléctrica, hidrocarburos y transportes, los mismos que de acuerdo al artículo 3 de la citada norma, son de titularidad del Estado, cuya explotación se sujetará al otorgamiento de concesión a los operadores de servicios públicos de telecomunicaciones;

Que, la Comisión Multisectorial Permanente encargada de monitorear la implementación de las disposiciones contenidas en el Decreto Supremo No. 034-2010-MTC, creada con esta misma norma, en adelante la Comisión, tiene la función, entre otras, de proponer al Ministerio de Transportes y Comunicaciones las normas complementarias a ser emitidas para la mejor implementación de la acotada norma;

Que, la Comisión en su sesión del 31 de marzo de 2011, aprobó el Documento de Trabajo "Especificaciones Técnicas para el Tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos", el mismo que tiene por objetivo establecer las especificaciones técnicas mínimas necesarias para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos que permita la implementación de la red dorsal de fibra óptica, encargando a su Secretaría Técnica, la Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales en Comunicaciones, efectuar las acciones necesarias para su publicación;

Que, la publicación del referido Documento de Trabajo, permitirá poner a consideración de la ciudadanía en general los alcances del mismo, con el fin de recibir comentarios sobre el mismo, lo que se encuentra dentro de los principios de transparencia y publicidad, previstos en la Ley No. 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública;

Que, en tal sentido, es necesario disponer la publicación del referido Documento de Trabajo en el Diario Oficial El Peruano y en la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a efectos de recibir las sugerencias y comentarios de la ciudadanía en general;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley No. 29370, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y en su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo No. 021-2007-MTC;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1.-** Disponer la publicación del Documento de Trabajo "Especificaciones Técnicas para el Tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos", en el Diario Oficial El Peruano y en la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, [www.mtc.gob.pe](http://www.mtc.gob.pe), a efectos de recibir las sugerencias y comentarios de la ciudadanía en general, dentro del plazo de quince (15) días calendario, contados a partir de la publicación de la presente resolución.

**Artículo 2.-** Encargar a la Comisión Multisectorial Permanente encargada de monitorear la implementación de lo dispuesto en el Decreto Supremo No. 034-2010-MTC, la recepción, procesamiento y sistematización de los comentarios que se presenten al citado Documento de Trabajo.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

**ENRIQUE CORNEJO RAMÍREZ**  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

**DOCUMENTO DE TRABAJO**

**TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

**DOCUMENTO DE TRABAJO "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA EN LAS REDES DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE HIDROCARBUROS"**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones pone a consideración del público interesado, el contenido del presente Documento de Trabajo, a fin que remitan sus opiniones y sugerencias por escrito a la Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones del Viceministerio de Comunicaciones, Jr. Zorritos N° 1203-Lima 1, vía fax al 615-7814 o vía correo electrónico a [comisionfibraoptica@mintc.gob.pe](mailto:comisionfibraoptica@mintc.gob.pe), dentro del plazo de quince (15) días calendario y de acuerdo al formato siguiente:

Formato para la presentación de comentarios al Documento de Trabajo "Especificaciones Técnicas para el Tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos"

Artículo del Proyecto	Comentarios
1	
2	
Comentarios Generales	

**DOCUMENTO DE TRABAJO**

**Especificaciones Técnicas para el tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos**

**COMISIÓN MULTISECTORIAL PERMANENTE  
ENCARGADA DE MONITOREAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS DISPOSICIONES  
DEL DECRETO SUPREMO N° 034-2010-MTC**

**SECRETARÍA TÉCNICA**

**INDICE**

1. INTRODUCCIÓN
2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
  - 2.1 OBJETIVO
  - 2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN
  - 2.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE LA FIBRA Y CABLE ÓPTICO
  - 2.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS SEGÚN LA INSTALACIÓN DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA
    - 2.4.2 PARA APLICACIONES AÉREAS
    - 2.4.2 PARA APLICACIONES SUBTERRÁNEAS Ó ENTERRADAS
  - 2.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS HILOS DE FIBRA ÓPTICA.
  - 2.6 OTROS ASPECTOS A CONSIDERAR
3. LISTADO DE RECOMENDACIONES

## 1. INTRODUCCIÓN

La fibra óptica es reconocida a nivel internacional como el principal medio de transmisión para brindar servicios de Banda Ancha, por su gran capacidad y velocidad para el transporte de señales múltiples y por ofrecer inmunidad al ruido y a las interferencias.

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el cable de fibra óptica puede ser instalado a través de aplicaciones aéreas, en líneas de alta tensión, enterrados o subterráneos, entre otros medios, conforme refiere el Manual UIT-T 2009: "Sistemas y cables de fibra óptica".

El estudio del Banco Mundial "Construyendo la Banda Ancha: estrategias y políticas para el mundo en desarrollo" de enero de 2010, advierte que las obras civiles constituyen los mayores costos fijos hundidos en la construcción de una red de Banda Ancha, pues representan más de dos tercios del costo de las redes de fibra óptica.

La implementación de las redes de transmisión eléctrica y de gasoductos requiere la ejecución de importantes obras civiles, las que pueden ser aprovechadas para el despliegue de fibra óptica, dado que representan costos menores comparados con las inversiones que se realizan en los proyectos de infraestructura de energía eléctrica e hidrocarburos.

En dicho contexto y con la finalidad de facilitar a la población el acceso a Internet de Banda Ancha y promover la competencia en la prestación de este servicio, mediante Decreto Supremo N° 034-2010-MTC, se estableció como Política Nacional de obligatorio cumplimiento, que el país cuente con una red dorsal de fibra óptica, mediante la incorporación en los nuevos proyectos de infraestructura para brindar servicios de energía eléctrica e hidrocarburos, la instalación de fibra óptica.

En el marco de esta política y con el objetivo de facilitar la implementación de la red dorsal de fibra óptica en nuestro país, se ha elaborado las Especificaciones Técnicas mínimas para el tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos, documento que contiene las especificaciones de la fibra y cable óptico, las características técnicas referenciales según la instalación del cable óptico: para aplicaciones aéreas y subterráneas o enterradas, así como la identificación de los hilos de fibra, entre otros aspectos.

De otro lado, con el fin de asegurar y prever la implementación adecuada del cable de fibra óptica para la red dorsal soportada en la infraestructura eléctrica y de hidrocarburos, se recomienda que los concesionarios de los servicios de energía eléctrica y de hidrocarburos cumplan con las recomendaciones nacionales e internacionales que se indican, así como consideren los valores especificados como mínimos y de ser aplicable, como valores de carácter referencial.

## 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### 2.1 Objetivo

Establecer las especificaciones técnicas mínimas necesarias para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos que permita la implementación de la red dorsal de fibra óptica, en el marco de la política nacional aprobada por Decreto Supremo N° 034-2010-MTC.

### 2.2 Ámbito de aplicación

- Redes de transmisión, sub transmisión y redes de media tensión mayores a 20 Kv. de Energía Eléctrica.
- Redes de transporte de Hidrocarburos.

### 2.3 Características técnicas generales de la fibra y cable óptico

El cable de fibra óptica será dieléctrico, a fin de evitar la conducción eléctrica, así como deberá contar con un mínimo número de hilos, de los cuales:

20 hilos	De titularidad del Estado para la red dorsal de Banda Ancha
N hilos	De titularidad del Concesionario del servicio de energía eléctrica o hidrocarburos.
	N= Número determinado por el Ministerio de Energía y Minas.

El tipo de fibra óptica a ser implementado será Monomodo con Dispersión No Nula para el Transporte Óptico de Banda Ancha, cuyas características geométricas, ópticas, mecánicas y de transmisión deberán cumplir con la Recomendación UIT-T G.656 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (en adelante UIT).

Ello, dado que conforme lo advierte la UIT, este tipo de fibra óptica presenta los siguientes beneficios:

- a. Facilita a los operadores de redes el aumento de la capacidad de la fibra en los sistemas de multiplexión por división de longitud de onda densa (Dense Wave Division Multiplexing, DWDM), dado que se pueden añadir a los sistemas DWDM por lo menos 40 canales adicionales. La multiplexión por división de longitud de onda aumenta la capacidad de transporte de datos de una fibra óptica, al permitir el funcionamiento simultáneo en más de una longitud de onda.
- b. Según el Presidente de la Comisión de Estudio 15 del UIT-T y responsable de la Recomendación, "G.656 representa otro paso significativo en la evolución de las redes ópticas, puesto que permite la instalación de redes de transporte óptico de manera más económica".
- c. La nueva característica más importante a diferencia de los otros tipos de fibra óptica previstas en las Recomendaciones de UIT, es el coeficiente de dispersión cromática, puesto que permite la utilización de una banda de mayor longitud de onda.
- d. Facilita la instalación de sistemas de multiplexión por división de longitud de onda aproximada (Coarse Wave Division Multiplexing, CWDM) en zonas metropolitanas.

**CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA Y CABLE MONOMODO CON DISPERSIÓN NO NULA PARA EL TRANSPORTE ÓPTICO DE BANDA ANCHA – REC. UIT-T G.656**

Atributos de la fibra		
Atributo	Detalle	Valor
Diámetro de campo modal	Longitud de la fibra	1550 nm
	Gama de valores nominales	7,0-11,0 μm
	Tolerancia	±0,7 μm
Diámetro del revestimiento	Nominal	125,0 μm
	Tolerancia	±1 μm
Error de concentración del núcleo	Máximo	0,8 μm
No circularidad del revestimiento	Máximo	2,0%
Longitud de onda de corte del cable	Máximo	1450 nm
Pérdida por macroflexión	Radio	30 mm
	Número de vueltas	100
	Máximo a 1625 nm	0,50 dB
Prueba de tensión	Mínimo	0,69 GPa
Coeficiente de dispersión cromática (ps/nm · km)	$\lambda_{min}$ y $\lambda_{max}$	1460 nm y 1625 nm
	Valor mínimo de: $D_{min}(\lambda)$ : 1460 – 1550 nm	$2,60(\lambda-1460) + 1,00$ 90
	$D_{min}(\lambda)$ : 1550 – 1625 nm	$0,98(\lambda-1550) + 3,60$ 75
	Valor máximo de: $D_{max}(\lambda)$ : 1460 – 1550 nm	$4,68(\lambda-1460) + 4,60$ 90
	$D_{max}(\lambda)$ : 1460 – 1550 nm	$4,72(\lambda-1550) + 9,28$ 75
Coeficiente de PMD de fibra no cableada	Máximo	(Nota)
Atributos del cable		
Atributo	Detalle	Valor
Coeficiente de atenuación	Máximo a 1460 nm	0,4 dB/km
	Máximo a 1550 nm	0,35 dB/km
	Máximo a 1625 nm	0,4 dB/km
Coeficiente de PMD	M	20 cables
	Q	0,01%
	Máximo PMD <sub>Q</sub>	0,20 ps/√km
NOTA: – Los fabricantes de cable pueden especificar un coeficiente de PMD máximo facultativo de fibra no cableada para soportar el requisito primario de PMD <sub>Q</sub> del cable si esta ha sido verificada para un tipo de construcción de cable en particular. ATRIBUTOS DEL ENLACE, referirse al cuadro I.1/G.656 y cuadro I.2/G.656 de la Recomendación G.656.		

**2.4 Características técnicas específicas según la instalación del cable de fibra óptica**

El cable de fibra óptica del tipo Monomodo con Dispersión No Nula para el Transporte Óptico de Banda Ancha (en adelante cable de fibra óptica UIT-T G.656), según la infraestructura de soporte a utilizar, podrá ser instalado a través de tendido aéreo o subterráneo.

En ese sentido, resulta necesario considerar las características particulares del medio de infraestructura de soporte a emplear, para el diseño del cable y para la instalación del mismo, a fin de no reducir la vida útil previsible de las fibras.

**2.4.1 Para aplicaciones aéreas**

En el caso de líneas aéreas en redes de energía eléctrica de Alta Tensión, se podrá utilizar el cable de fibra óptica UIT-T G.656 de tecnología OPGW (Optical Fibre Ground Wire Cable – Cable de Fibra Óptica de Hilo de Guarda), dado que la tecnología OPGW está especialmente concebida para instalaciones en líneas de Alta Tensión conforme refiere la Recomendación UIT-T L.34: "Instalación de cables de fibra óptica de hilo de guarda", ofreciendo ventajas tales como:

- i) utilizar el hilo de guarda para fines de telecomunicaciones,
- ii) posee protección de las fibras contra el exceso de temperatura cuando se producen altas densidades de corriente en el cable, y
- iii) mayor resistencia a la tracción.

Entre las principales características a tener en cuenta para la instalación de cables de fibra óptica UIT-T G.656 de tecnología OPGW, según se desprende de la Recomendación UIT-T L.34, se tienen:

- a. Determinar la tensión máxima y el proyecto de instalación que debe soportar el cable de fibra óptica, para lo cual se requiere conocer los siguientes factores:
  - Corriente máxima de cortocircuito a través del cable.
  - Tiempo de desconexión de un cortocircuito a tierra.
  - Flecha de los conductores de fase.
  - Vanos.
  - Posiciones relativas de los postes.
  - Velocidad máxima del viento.
  - Carga máxima de hielo.

- Otros aspectos como: peligro de descargas atmosféricas, incendios, impactos de perdigones, niebla salina, agresividad química de la atmósfera.
- b. Utilizar materiales y equipos de instalación de acuerdo a lo siguiente:  
Conjunto de anclaje, conjuntos de suspensión, supresores de vibración, elementos de sujeción a los postes, devanador de bobina con freno en el eje de giro, manga de tiro con nudo giratorio, poleas (con un diámetro mínimo: diámetro del cable multiplicado por 25, ó lo recomendado por el fabricante del cable), cabrestante (tracción de la cuerda de tiro), y cajas de empalmes.

En el caso de cables de fibra óptica UIT-T G.656 para aplicaciones aéreas que no utilicen la tecnología OPGW, acorde con la recomendación UIT-T L.26: "Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas", se podrá instalar cables autosoportados y cables no autosoportados, siendo los siguientes:

- i) Cable autosoportado totalmente dieléctrico (ADSS – All Dielectric Self-Supporting), cable cuyo elemento traccionado es un refuerzo no metálico (por ejemplo, hilos de aramida, materiales con fibra de vidrio u otros elementos con una rigidez dieléctrica equivalente) colocados debajo o dentro de la cubierta de plástico. La forma exterior es circular.
- ii) Cable autosoportado (SS, Self –Supporting), cables cuya cubierta comprende un elemento portante, metálico o no, en forma de "8".
- iii) Cable con suspensión continua, cables no metálicos suspendidos de catenarias independientes y mantenidos en su posición por medio de un cable de sujeción o una espiral de sostén especialmente realizada.

Entre las principales características a tener en cuenta, según se desprenden de la referida recomendación, se tienen:

- a. Flexión, durante la instalación, la fibra puede estar sometida a deformación producida por la tensión y la flexión del cable. Los radios de curvatura de la fibra en el cable instalado requerirán ser lo suficientemente grandes para no presentar pérdida por macroflexión<sup>1</sup>.
- b. Resistencia a la tracción, un cable de fibra óptica está sometido a esfuerzos breves durante la fabricación y la instalación, y puede ser afectado por una carga estática continua y/o carga cíclica durante su explotación (por ejemplo variación de temperatura). La deformación de la fibra puede ser causada por tensión, torsión, flexión y microdeformación por el peso del cable, la instalación del mismo y/o el tipo de instalación aérea y/o condiciones ambientales, tales como viento y/o hielo y/o temperatura.  
Por ello, es necesario tener en cuenta dichos aspectos cuando se diseña el cable, debiendo considerar la tensión máxima admisible, la resistencia nominal a la tracción y el margen de tensión.
- c. Aplastamiento e impactos, el cable de fibra óptica puede ser sometido a aplastamiento e impactos durante su instalación y explotación. Estas acciones de tener un esfuerzo excesivo pueden provocar la rotura de la fibra.  
La estructura de un cable auto soportado debe poder resistir los efectos de compresión sin pérdida óptica adicional.
- d. Torsión, el diseño del cable de fibra óptica debe permitir un número especificado de torsiones por unidad de longitud sin un aumento de la pérdida de la fibra ni daño de la cubierta. Los esfuerzos residuales máximos previstos, por torsión, tensión y flexión, serán la base para especificar el límite de deformación a largo plazo de la fibra.
- e. Condiciones ambientales, es necesario conocer por adelantado las condiciones de temperatura y ambientales (hidrógeno, penetración de agua, rayos) del lugar dónde se va a tender el cable de fibra óptica, a fin de seleccionar el cable adaptado y adecuado a dicho entorno.

Asimismo, deberá considerarse los siguientes aspectos previstos en las condiciones ambientales:

- Las Vibraciones en los cables aéreos son producidas por corrientes de vientos laminares que producen remolinos a sotavento del cable (vibración eólica) o por variaciones en la dirección del viento con relación al eje del cable (efecto galope). Por ello, resulta conveniente determinar correctamente la ruta y técnicas de instalación y/o el uso de dispositivos de control de la vibración para minimizar ese tipo de problemas.
- Variaciones de temperatura, los cables aéreos están expuestos a grandes variaciones de temperatura, más que los cables enterrados. La expansión del cable producida por un aumento extremo de la temperatura puede obligar a modificar radicalmente la distancia de seguridad con respecto al suelo. El encogimiento del cable producido por una disminución extrema de la temperatura puede hacer que se alcance la máxima tensión de trabajo. En estas condiciones, la variación de la atenuación de las fibras será reversible y no rebasará los límites especificados.
- Viento, la deformación de la fibra puede ser causada por tensión, torsión y flexión originadas por la presión del viento.

En las instalaciones aéreas los vientos pueden causar vibración; en las instalaciones en forma de ocho o con hilo de suspensión puede producirse galope en todo el vano del cable. En estas situaciones, los cables deben diseñarse y/o instalarse para proporcionar estabilidad de las características de transmisión y rendimiento mecánico. Las instalaciones de cable deben diseñarse para reducir al mínimo la influencia del viento.

<sup>1</sup> Curvatura resultante en una fibra óptica después de la fabricación e instalación del cable. La macroflexión puede agravar la pérdida óptica, que es más notoria si el radio de curvatura es demasiado pequeño.

- Nieve y hielo, la deformación de la fibra puede ser causada por la tensión originada por la carga de nieve y/o la formación de hielo alrededor del cable. Para evitar la deformación de la fibra producida por la carga de nieve y/o la formación de hielo, el elemento de resistencia mecánica debe seleccionarse de manera que se limite esta deformación a niveles seguros, y se puede elegir un perfil de cable que reduzca al mínimo la carga de la nieve.

Otra posibilidad de suprimir la deformación de la fibra sería amarrar el cable a un cable de suspensión de elevada resistencia mecánica. El cable debe diseñarse e instalarse para que proporcione estabilidad de las características de transmisión, flecha/tensión del cable, fatiga del elemento de resistencia mecánica y la carga de la torre o del poste.

- Fuertes campos eléctricos, los cables aéreos sin partes metálicas instalados en el entorno de alta tensión de las líneas de transporte de energía están sometidos a la influencia del campo eléctrico de estas líneas eléctricas, que pueden conducir a fenómenos tales como efecto corona, formación de arcos o de un camino conductor en la cubierta del cable.

Para evitar daños, el cable debe ser instalado en las líneas de transmisión de energía en una posición de mínima intensidad de campo y/o pueden utilizarse materiales de cubierta de cable especiales; según el nivel del campo eléctrico.

- Daños de origen biótico, cuando se utilizan cables aéreos, es importante prever las posibles agresiones de aves e insectos, entre otros.

En ese sentido, resulta necesario seleccionar el tipo de construcción del cable para la protección contra daños de origen biológico:

CAUSADO POR	PROBLEMAS	CONTRAMEDIDAS
Ardillas	Mordiscos Cortes	Red de blindaje OLMA (Over lay metallic armouring - Blindaje metálico superpuesto)
Pájaros carpinteros	Picotazos, orificios, nidos	Cinta de acero y cinta de latón
Insectos cigarras	Puesta de huevos Orificios	Cinta de acero

#### 2.4.2 Para aplicaciones subterráneas o enterradas

En caso de ser instalado en forma subterránea o enterrada, el cable de fibra óptica UIT-T G.656 deberá cumplir con las características, construcción y métodos de prueba para instalación en aplicaciones enterradas, previstas en las Recomendaciones UIT-T L.43: "Cables de fibra óptica para aplicaciones enterradas" y UIT-T L.46: "Protección de los cables y plantas de telecomunicaciones contra los ataques biológicos".

Entre las principales características a tener en cuenta, según se desprenden de las citadas recomendaciones, se tienen:

- a. Flexión, los elementos de resistencia mecánica del cable y el radio de curvatura de instalación deben seleccionarse de modo que limiten el esfuerzo dinámico combinado. En caso de curvaturas, el radio deberá ser lo suficientemente grande como para que la pérdida por macroflexión o la deformación de larga duración que limita la vida útil de la fibra óptica se mantenga dentro de límites admisibles.
- b. Resistencia a la tracción, las variaciones de tensión del cable producidas por una diversidad de factores que aparecen durante la vida útil del cable de fibra óptica pueden ocasionar movimientos diferenciales de sus componentes, por lo que es necesario tener en cuenta esos factores cuando se determina el tipo de cable a ser instalado.
- c. Aplastamiento e impactos, el cable de fibra óptica puede ser sometido a aplastamiento e impactos tanto durante su instalación como durante su explotación u operación. Estas acciones de tener un esfuerzo excesivo pueden provocar la rotura de la fibra.
- d. Torsión, el cable de fibra óptica durante la instalación, explotación u operación, puede verse sometido a torsiones que originan esfuerzos residuales de las fibras y/o daños de la cubierta. En este caso, el diseño del cable de fibra óptica debe admitir un número determinado de torsiones por unidad de longitud sin que se incremente la pérdida de la fibra ni se dañe la cubierta.
- e. Condiciones ambientales, es necesario conocer por adelantado las condiciones de temperatura y ambientales (hidrógeno, penetración de humedad, penetración de agua, descarga de rayos) del lugar donde se va a tender el cable de fibra óptica, a fin de seleccionar el cable adaptado y adecuado a dicho entorno.

Asimismo, deberá considerarse los siguientes aspectos previstos en las condiciones ambientales:

- Vibraciones, el cable de fibra óptica puede estar expuesto a vibraciones causadas por el tráfico, los ferrocarriles, explosiones, entre otros. El cable debe resistir a las vibraciones generadas por esas actividades sin sufrir degradación.
- Agresiones químicas, las características de la cubierta del cable instalado se pueden degradar al entrar en contacto con diversos agentes químicos, para evitar ello, se recomienda que el material de la cubierta del cable sea seleccionado cuidadosamente en base a la resistencia a dichos productos.

Para tal efecto, es importante saber qué productos químicos hay en el lugar de instalación, a fin de seleccionar adecuadamente la resistencia del material de cubierta del cable de fibra óptica.

- Agresiones mecánicas, si bien es difícil prever el nivel de agresión mecánica a la que estará sometido el cable durante la manipulación, la instalación y el mantenimiento, se recomienda satisfacer ciertos requisitos, tales como ensayos de impacto, de flexiones alternadas, de torsión, de compresión y de curvado.

- Daños bióticos, cuando se utilizan cables enterrados, es importante prever las posibles agresiones biológicas. Los organismos vivos que pueden producir daño son los roedores, termitas, etc.

En ese sentido, resulta importante seleccionar el tipo de construcción del cable para la protección contra daños de origen biológico:

CAUSADO POR	PROBLEMAS	CONTRAMEDIDAS
Roedores (ratas y ratones)	Mordiscos	Red de blindaje OLMA (Over lay metallic armouring - Blindaje metálico superpuesto)
Topos	Cortes	Sellado de los conductos Productos químicos
Homíngas y termitas	Mordiscos	Revestimiento de poliamida Cinta de acero y cinta de latón

## 2.5 Identificación de los hilos de fibra óptica

Los hilos de fibra óptica serán identificados por colores, los cuales deberán ser fácilmente distinguibles incluso en presencia de otros materiales durante la vida útil del cable de fibra óptica. Los códigos de colores obedecerán la norma ANSI EIA/TIA 598 A: "Código de colores del cable de fibra óptica".

De no ser factible la identificación de los hilos de fibra óptica por colores, la misma se realizará por la posición en el núcleo del cable.

## 2.6 Otros aspectos a considerar

- 2.6.1 El cable de fibra óptica deberá ser nuevo y estar garantizado contra cualquier defecto de fabricación.
- 2.6.2 Los accesorios, conectores, elementos de fijación, anclaje, entre otros, así como los empalmes de fibra óptica que se utilicen, cumplirán las Recomendaciones de UIT-T L.12, IEC 61300, IEC 61073.
- 2.6.3 Se realizarán mantenimientos necesarios, según las pautas señaladas en la Recomendación de UIT-T L.25: "Mantenimiento de redes de cables de fibra óptica", con el fin de conservar en buen estado el cable de fibra óptica.
- 2.6.4 Los concesionarios de los servicios de energía eléctrica y de hidrocarburos brindarán la compartición de espacio para el alojamiento de equipamiento óptico necesario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.

Asimismo, de requerirse para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, otros puntos de acceso al cable de fibra óptica, los concesionarios de los servicios de energía eléctrica y de hidrocarburos brindarán todas las facilidades para el acceso a dichos puntos, donde se instalarán los accesorios y/o dispositivos necesarios para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.

- 2.6.5 Observarán el Manual UIT-T 2009 sobre Sistemas y Cables de Fibra Óptica, el Código Nacional de Electricidad, el Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos y el Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por ductos, con la finalidad de asegurar y prever la implementación adecuada del cable de fibra óptica para la red dorsal soportada en la infraestructura eléctrica y de hidrocarburos.

## 3. LISTADO DE RECOMENDACIONES

ORGANISMO	RECOMENDACIÓN	TÍTULO
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T G. 656	Características de las fibras y cables con dispersión no nula para transporte óptico de banda ancha.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.34	Instalación de cables de fibra óptica de hilo de guarda OPGW.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.26	Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.43	Cables de fibra óptica para aplicaciones enterradas.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.46	Protección de los cables y plantas de telecomunicaciones contra los ataques biológicos.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.12	Empalmes de fibra óptica.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.25	Mantenimiento de redes de cables de fibra óptica.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T Manual 2009	Sistemas y cables de Fibra Óptica.
Comisión Internacional de Electrotecnia	IEC 61300	Dispositivos de interconexión de fibra óptica y componentes pasivos. Ensayos básicos y procedimientos de medida.
Comisión Internacional de Electrotecnia	IEC 61073	Empalmes mecánicos y protectores de empalmes de fusión para fibras y cables ópticos.
Instituto Nacional Estadounidense de Estándares	ANSI EIA/TIA 598 A	Código de colores del cable de fibra óptica.
Ministerio de Energía y Minas - Código Nacional de Electricidad	CNE y Manual de Electricidad	Código Nacional de Electricidad.
Ministerio de Energía y Minas - Hidrocarburos	Reglamentos	Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos. Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por ductos.