

FIBRA ÓPTICA¹

1.1 CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA

- 1.1.1 La fibra óptica debe tener características técnicas iguales o superiores a las señaladas en las recomendaciones G.652.D (última versión) de la UIT-T para fibra monomodo de dispersión estándar.
- 1.1.2 Sin perjuicio de lo señalado en el numeral precedente, para los atributos señalados en la Tabla N° 1, la fibra óptica que instale el CONTRATADO deberá cumplir con los siguientes valores:

Tabla N° 1: Atributos de la Fibra Óptica

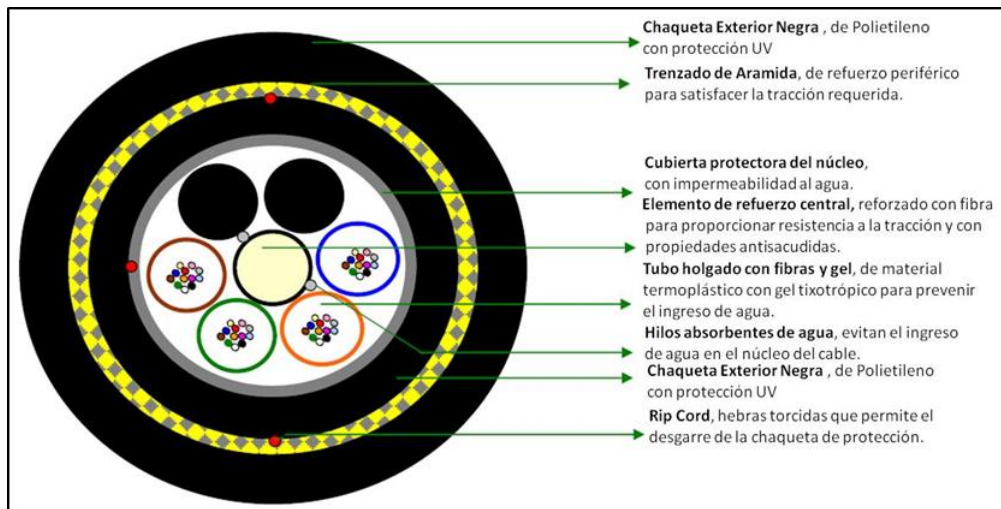
| Atributo | Dato | Valor |
|---|------------------------------------|----------------------------|
| Diámetro del campo modal | Longitud de onda: 1310 nm | 9.2 μm |
| | Longitud de onda: 1550 nm | 10.4 μm |
| | Tolerancia a 1310nm | $\pm 0.4 \mu\text{m}$ |
| | Tolerancia a 1550nm | $\pm 0.5 \mu\text{m}$ |
| Error de concentricidad del núcleo | Máximo | 0.5 μm |
| No circularidad del revestimiento | Máximo | 0.7 % |
| Longitud de onda de corte del cable | Máximo | 1260 nm |
| Coefficiente de PMDQ de fibra no cableada | Máximo | 0.1 ps/ $\sqrt{\text{km}}$ |
| Coefficiente de atenuación | Máximo a longitud de onda: 1310 nm | 0.35 dB/km |
| | Máximo a longitud de onda: 1550 nm | 0.20 dB/km |

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

- 1.2.1 El número mínimo de hilos del cable de fibra óptica para la RED DE TRANSPORTE es de cuarenta y ocho (48) hilos.
- 1.2.2 El CONTRATADO debe instalar los cables de fibra óptica de tipo totalmente dieléctrico auto soportado ADSS, con doble chaqueta de polietileno y refuerzos de aramida, con los hilos de fibras dispuestos en tubos holgados (Loose Tubes) y rellenados con un compuesto impermeabilizante.
- 1.2.3 Los tubos holgados deberán ser de material termoplástico, PBT o similar, con 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.
- 1.2.4 El cable ADSS debe ser de tipo núcleo seco (Dry Core), con un gel de relleno en los tubos que contienen los hilos de fibra. Los materiales que constituyen el gel deberán ser no tóxicos, no deberán producir irritaciones o cualquier tipo de afección en su manipulación, no desprenderán malos olores, ni presentarán riesgo para la salud de las personas. Los materiales deberán poderse eliminar fácilmente sin la ayuda de otros materiales que supongan riesgo o peligrosidad.

¹ Extraído de ANEXO N° 8-A DE LAS BASES, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA RED DE TRANSPORTE

Figura N° 1 - Características del cable de fibra óptica



- 1.2.5 El cable deberá ser apropiado para soportar las condiciones ambientales de cada región, considerando particularmente las velocidades de vientos máximas registradas y la acumulación de capa de hielo reportadas en cada zona. El CONTRATADO debe asegurar que el cable de fibra óptica posea características mecánicas que garanticen que soportará las máximas cargas mecánicas, según las zonas de carga establecidas en la Regla 250.B del Código Nacional de Electricidad-Suministro 2011.
- 1.2.6 Para los casos en los cuales se use infraestructura eléctrica de media y alta tensión, el CONTRATADO deberá considerar el uso de la cubierta exterior del cable de fibra óptica del tipo anti-tracking, de acuerdo al estudio de campo electromagnético que se realice, debiéndose instalar la fibra óptica de tipo anti-tracking en puntos de apoyo sometidos a potenciales eléctricos que se encuentre en el rango de 12 kV a 25 kV.
- 1.2.7 El cable debe tener una resistencia al aplastamiento **y ciclo de temperatura para la instalación, operación, transporte y almacenaje de acuerdo a lo establecido en la norma IEC 60794-4-20. Sin perjuicio de lo antes señalado, el cable debe soportar un rango de temperatura de operación entre -40° C y 70° C.**²
- 1.2.8 Cada fibra óptica y tubos holgados deberán ser distinguibles bajo el código de colores TIA/EIA-598B, "Color Coding of Fiber Optic Cables".
- 1.2.9 El CONTRATADO deberá asegurar que las chaquetas de los cables estén marcadas con FITEL-MTC y con el nombre del fabricante, mes y año de fabricación, marcas secuenciales en metros, span, el símbolo de teléfono para telecomunicaciones, número de fibras y tipo de fibra, como es requerido por la Sección 350G del Código Nacional de Seguridad Eléctrica (NESC).
- 1.2.10 El CONTRATADO deberá asegurar que el fabricante del cable de fibra óptica

² Modificación N° 5, Circular N° 6.

ha fabricado el cable de fibra óptica con material no reciclado.

- 1.2.11 El CONTRATADO debe utilizar un tipo de cable de fibra óptica con una vida útil mínima de veinte (20) años. Para ello, debe tener en consideración las recomendaciones brindadas por el fabricante, de tal forma que asegure su vida útil.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

1.3.1 Cajas de Empalme

- 1.3.1.1 La forma geométrica del cierre será tipo "Domo" con base oval o circular.

- 1.3.1.2 La caja de empalme deberá tener un logotipo distintivo al PROYECTO ADJUDICADO. El diseño serán definidos por el FITEL luego de la suscripción del CONTRATO DE FINANCIAMIENTO.³

- 1.3.1.3 La caja de empalme tendrá capacidad para alojar en su interior un mínimo de cuarenta y ocho (48) empalmes por fusión. Esto se logrará instalando varias bandejas organizadoras hasta llegar a la capacidad requerida.

- 1.3.1.4 Sus elementos constitutivos básicos, dependiendo del diseño, serán:

- a) Un soporte porta bandejas.
- b) Bandejas organizadoras de empalmes rebatibles y extraíbles, en las cuales se alojarán las fibras y sus protectores de empalmes por fusión respectivos. Deberán tener tapas de material translucido.
- c) Una base en la que se montarán los elementos anteriores.
- d) Elementos para el anclaje de los cables ingresantes.
- e) Una tapa o cubierta que cerrará herméticamente, protegiendo todos los elementos contenidos en su interior. El grado de protección del conjunto dependerá de su instalación. Asimismo, para instalación aérea será IP65 y deberá estar constituida por materiales estabilizadores de los rayos UV, para instalación en cámaras subterráneas será IP 67.
- f) Una válvula de presurización para comprobar la hermeticidad.
- g) Armazón o sistema para almacenamiento de tubos buffers de reserva. Mínimo 6 tubos conformados en lazos. Las longitudes de tubos almacenadas por lazo serán de aproximadamente 150 cm.

- 1.3.1.5 El CONTRATADO deberá solicitar al fabricante de las cajas de empalmes, pruebas de hermeticidad validadas en laboratorios nacionales o internacionales, por cada lote que éste reciba y presentarlas al FITEL.

- 1.3.1.6 Las bandejas o charolas estarán sostenidas por un soporte fijado a la caja de empalme que permitirá su extracción de manera independiente, sin que esta operación implique la necesidad de extraer otra(s) bandeja(s), para permitir la manipulación de las mismas fuera de la distancia de cierre. Asimismo, todas las bandejas tendrán un mecanismo individual que les permita girar hasta aproximadamente 60° desde su posición inicial para lograr un fácil acceso a los empalmes contenidos en ellas. El diseño deberá impedir que las fibras se vean sometidas a un radio de curvatura menor que el mínimo admitido (30 mm) y que los tubos buffers de segunda protección de los cables de fibra óptica sufran torsiones mayores que 90° cuando se manipulen las bandejas para acceder a los empalmes. La tapa y la base tendrán alta resistencia al

³ Modificación N° 6, Circular N° 6.

impacto y preferentemente reforzadas con nervaduras.

1.3.2 Ferretería

1.3.2.1 El CONTRATADO debe especificar en la PROPUESTA TÉCNICA GENERAL el tipo y cantidad de herrajes de retención, suspensión, amortiguadores y ferretería en general, según el tipo de vano y diámetro de cables de fibra óptica que usará de acuerdo a los estándares de la industria.

1.3.2.2 El CONTRATADO deberá asegurar que el fabricante de la ferretería (herrajes de retención y suspensión de cables, de cajas de empalme, de crucetas y amortiguadores) cuente con certificación ISO 9001 en sus procesos de manufactura, que el material utilizado para la fabricación del producto no es reciclado, que el producto cumple con las especificaciones de las normas ASTM 123 o ASTM 153 y ASTM B6. El CONTRATADO deberá remitir al FITEL, dentro de la PROPUESTA TÉCNICA GENERAL, copia de los certificados del fabricante.

1.3.2.3 El CONTRATADO deberá solicitar al fabricante de la ferretería, pruebas de envejecimiento y tracción validadas en laboratorios nacionales o internacionales, por cada lote que éste reciba y presentarlas al FITEL.

1.3.2.4 El conjunto o cruceta de almacenamiento de reserva de cable de fibra óptica debe ser metálico, con capacidad de almacenar como mínimo 50m de cable, permitiendo como mínimo el radio de curvatura indicado en las especificaciones técnicas del cable de fibra óptica, el CONTRATADO lo instalará en postes y/o torres por lo que debe incluir bracket para su montaje.

1.3.2.5 Las ferreterías deben tener marcados **preferentemente** los códigos de **fabricación** y el nombre del fabricante.⁴

1.3.2.6 ⁵

1.3.2.7 El CONTRATADO deberá adquirir ferretería de fabricantes con experiencia en el mercado. Para demostrar la experiencia del fabricante, el CONTRATADO deberá presentar como mínimo, cinco (5) contratos u órdenes de compra en los últimos tres (03) años, dentro de la PROPUESTA TÉCNICA GENERAL.

1.3.2.8 Ninguno de los materiales empleados para la instalación serán dañinos para la salud de las personas o el medio ambiente.

1.4 CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN

1.4.1 El CONTRATADO debe asegurar que se siguen los métodos estándares en la industria para el embalaje y marcado de los carretes de cable de fibra óptica. Un único segmento de cable, sin empalmes, debe ser montado en cada carrete; los extremos de este cable deben estar disponibles para las pruebas, y el CONTRATADO se obliga a tomar todas las medidas apropiadas para la prevención de daños al cable durante los procesos de transporte, almacenamiento y entrega al sitio de instalación.

1.4.2 El CONTRATADO debe realizar los ESTUDIOS DE CAMPO, es decir es responsable de recopilar y analizar la información necesaria relacionada a los entornos del lugar de instalación, así como de realizar las inspecciones

⁴ Modificación N° 7, Circular N° 6.

⁵ Modificación N° 8, Circular N° 6.

preliminares (walk-downs) y encuestas de ruta que pueden ser requeridos. El FIDEL debe tener acceso a dicha información a solicitud. Sin perjuicio de lo señalado, esta información deberá constar en el EXPEDIENTE TÉCNICO.

- 1.4.3 Todas las actividades de construcción e instalación deben cumplir con la normativa ambiental aplicable (nacional, regional, provincial, distrital y local).
- 1.4.4 El CONTRATADO tendrá en cuenta las condiciones del entorno para la instalación y operación del cable de fibra óptica a fin de que las características físicas del cable ADSS sean las adecuadas. El cable instalado a lo largo de las líneas de transmisión de alta tensión debe soportar vanos mayores entre las torres, en comparación del cable a utilizar en los vanos entre las torres de línea de media tensión o postes.
- 1.4.5 El despliegue a través de vanos largos puede requerir técnicas y equipos especiales o no estándares. En este caso, el CONTRATADO debe proporcionar al FIDEL una descripción detallada para cada uno de estos casos en su PROPUESTA TÉCNICA DEFINITIVA (véase Apéndice N° 3 del presente Anexo).
- 1.4.6 En lugares donde el CONTRATADO despliegue cables de fibra óptica, a lo largo de infraestructura existente de transmisión eléctrica, será responsable de llevar a cabo la adecuación de dicha infraestructura, a fin de garantizar que ésta se encuentre en la capacidad de soportar correctamente el cable y su ferretería.
- 1.4.7 El CONTRATADO debe observar las pautas de instalación de cable ADSS proporcionadas en el estándar IEEE 1222 (versión 2011 o más reciente), así como los procedimientos de instalación recomendados por el fabricante del cable. En caso de discrepancia, los procedimientos del fabricante deben tener prioridad y documentará el hecho en el EXPEDIENTE TÉCNICO.
- 1.4.8 El CONTRATADO utilizará el método de instalación de acuerdo con el entorno particular (línea de alta tensión / línea de media tensión / líneas de baja tensión / postes de concreto armado centrifugado / postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio), en el cual se despliega el cable de fibra óptica, terreno, accesibilidad, características y configuraciones de las torres o estructuras de soporte, siempre que esté conforme con las prácticas y procedimientos estándares en la industria para la instalación de cable ADSS.
- 1.4.9 Para el tendido del cable de fibra óptica, el CONTRATADO deberá seguir las siguientes especificaciones mínimas:
 - 1.4.9.1 Se utilizarán conjuntos de retención y de suspensión apropiados para el tipo de cable ADSS y acorde a la infraestructura de soporte.
 - 1.4.9.2 El CONTRATADO instalará el cable de fibra óptica por debajo de las líneas de energía eléctrica a una distancia vertical mínima de:
 - a) 1.00 m en líneas de hasta 750 voltios.
 - b) 1.80 m en líneas mayores a 750 hasta 11 kV.
 - c) Para potenciales mayores a 11 kV hasta 550 kV, la distancia vertical se incrementará a una razón de 10 mm por cada kV, partiendo desde 1.80 m.
 - 1.4.9.3 La distancia vertical mínima del cable de fibra óptica con respecto al nivel del suelo será de acuerdo a lo indicado en la tabla 232-1 del Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011).

- 1.4.9.4 Entre la torre o poste desde donde se iniciará el tendido del cable y la torre o poste desde donde se efectuará la tracción, se establecerá un sistema de poleas apropiado para no dañar el cable de fibra óptica.
- 1.4.9.5 El carrete de cable se colocará sobre una porta bobinas, la misma que se ubicará nivelada y alineada con la torre de alimentación y a una distancia mínima equivalente a dos veces la altura de fijación del cable. Asimismo, al desenrollar el cable, éste saldrá por la parte superior del carrete, de esta manera se evitará que el cable se someta a curvaturas excesivas.
- 1.4.10 El CONTRATADO es responsable de la selección del sitio, obtención del permiso e instalación de los postes, cuando esto sea requerido para el tendido de la fibra óptica.
- 1.4.11 El CONTRATADO debe proveer suficientes rollos de servicio (Service Loops) de cable (para evitar la necesidad de sustituir tramos enteros de cable en caso de la ocurrencia de problemas posteriores), debiendo considerar lo siguiente:
 - 1.4.11.1 Una reserva para cambios de pendiente y catenaria, equivalente al dos por ciento (2%) de la distancia de la ruta.
 - 1.4.11.2 Una reserva mínima de 25 m por cada extremo de cable a empalmar.
 - 1.4.11.3 Una reserva mínima de 25 m en las terminaciones del cable en cada extremo del enlace con el fin de facilitar las futuras reubicaciones de las unidades distribuidoras de fibra óptica.
 - 1.4.11.4 Una reserva de 50 m en aproximadamente cada tres mil metros de cable aéreo instalado con fines de mantenimiento correctivo futuro.
- 1.4.12 Presupuestos de pérdida en enlaces y tramos de fibras:
 - 1.4.12.1 El CONTRATADO es responsable de asegurar que cada segmento de ruta de fibra óptica esté diseñado e implementado con el fin de cumplir con los requisitos de presupuesto de pérdida necesarios para ese segmento, de manera que todos los enlaces entre Nodos alcancen velocidades de 10 Gbps.
 - 1.4.12.2 El CONTRATADO es responsable del diseño, emplazamiento e implementación de los dispositivos repetidores, amplificadores u otros equipos que sean necesarios para que todos los enlaces entre Nodos alcancen velocidades de 10 Gbps, sin importar la longitud de dicho enlace.
- 1.4.13 El CONTRATADO debe emplear el estado del arte de los procedimientos y las técnicas de empalme de la fibra óptica, durante la instalación y labores de mantenimiento y reparación posterior, para maximizar la integridad de los empalmes resultantes y minimizar las pérdidas de empalme; por lo que mínimamente debe utilizar máquinas empalmadoras que alineen las fibras ópticas en base a sus núcleos y estén debidamente probadas para trabajar en las altitudes requeridas del PROYECTO ADJUDICADO.
 - 1.4.13.1 La atenuación promedio por empalme deber ser acorde a lo señalado en el numeral 6.1 de la recomendación L.12 de la UIT.
 - 1.4.13.2 El CONTRATADO realizará el montaje e instalación de las cajas de empalme conforme a las instrucciones del fabricante.
- 1.4.14 El cable de fibra óptica instalado será identificado en cada una de las torres y postes con etiquetas de material plástico, conteniendo como mínimo la

siguiente información:

- 1.4.14.1 Tipo de cable.
 - 1.4.14.2 Tipo y número de fibras ópticas.
 - 1.4.14.3 Denominación del cable.
 - 1.4.14.4 Punto de origen y de destino (Nodos o puntos de derivación).
 - 1.4.14.5 Nombre de la contratista.
 - 1.4.14.6 Fecha de Instalación.
 - 1.4.14.7 En el reverso de la etiqueta, se deberá indicar que el cable es propiedad del MTC.
-
- 1.4.15 La distribución de las fibras ópticas en la caja de empalme se identificará con etiquetas adhesivas que se fijarán en las bandejas de empalme.
 - 1.4.16 Todas las fibras ópticas terminadas en los ODF serán etiquetadas con indicación del número de fibra y denominación del cable.