



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO



Facultad de Estudios Superiores  
" CUAUTITLAN "

**"COMUNICACIONES, FIBRAS OPTICAS, CABLES  
OPTICOS (ELEMENTOS, ESTRUCTURAS Y TIPOS  
DE CABLES OPTICOS)".**

TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

**HECTOR DAVID / CORTES LOPEZ**

ASESOR: ING. FRANCISCO TELLITUD LOPEZ

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. 1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
PRESENTE.

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Comunicaciones, Fibras ópticas, Cables ópticos (elementos, estructuras y tipos de cables ópticos)

que presenta el pasante: Cortés López Hector David

con número de cuenta: 8106375-4 para obtener el Título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 26 de Febrero de 19 96

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>II</u>	<u>Ing. Gonzalez Vega Juan</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>Ing. Teófilo López Francisco</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Ing. Sanchez Pérez Joel</u>	<u>[Firma]</u>

DEP/V0805E1

## **AGRADECIMIENTOS**

**Agradezco primeramente a Dios por permitirme terminar mi carrera y a mis padres; Belem López de Cortés y David Cortés Calzada, por haber esperado tanto tiempo para que terminara mi carrera.**

**Agradezco a mis hermanos que han convivido conmigo y en especial a mi hermana Rosa María.**

**Agradezco a mis amigos ya que por ellos lleve a cabo este trabajo entre ellos : Anselmo Angoa, Albino Arteaga, Enrique Hernández, Enrique Lome, José Reyes, Víctor Landa.**

**Agradezco a mi asesor: Ing. Francisco Tellitud López.**

## **INDICE**

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.-ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CABLE OPTICO.....</b>	<b>3</b>
<b>11.-ELEMENTOS.....</b>	<b>7</b>
<b>111.-ESTRUCTURAS Y TIPOS DE CABLES..</b>	<b>11</b>
<b>IV.- TIPOŚ MAS IMPORTANTES DE CABLES .....</b>	<b>15</b>
<b>V.-ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE.....</b>	<b>25</b>
<b>VI.- CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACION DE CABLES DE FIBRA OPTICA.....</b>	<b>26</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>31</b>

## INTRODUCCIÓN

Una fibra óptica, resultado del proceso de formación de fibras, se asemeja a un cabello largo; su diámetro exterior puede ser pequeño (de 100 a 150µm) y puede utilizarse comercialmente en telecomunicaciones. Aunque teóricamente una fibra de vidrio o de sílice tiene gran resistencia, sus propiedades ópticas y mecánicas se ven muy afectadas por el medio ambiente, de modo que, se requiere contar con elementos de protección. Los cables ópticos o cables de fibra óptica son estructuras que permiten proteger a las fibras y tienen entre sus objetivos:

- Evitar que agentes externos dañen la fibra óptica (daños totales o parciales).

- Evitar que por esfuerzos mecánicos sufra cambios en sus características técnicas que afecten la transmisión de la luz a través de ellas.

El cable óptico debe asegurar un medio ambiente adecuado para las fibras y facilitar su manejo; por lo menos, de manera tan fácil como los cables metálicos clásicos.

La protección varía de acuerdo con el lugar en donde vaya a ser instalada la fibra, ya que cada aplicación requiere de un diseño específico, aunque definitivamente existen principios fundamentales que tienen que ser aplicados para la correcta protección.

Las investigaciones sobre componentes optoelectrónicos y fibras han traído consigo un sensible aumento de la calidad de funcionamiento de los sistemas.

**En este contexto, parece cada vez mas necesario disponer, para diversas aplicaciones, de cubiertas y protecciones de calidad capaces de proteger a la fibra.**

**Para alcanzar tal objetivo hay que tener en cuenta ciertas cualidades de la misma, como son su sensibilidad a la curvatura y la microcurvatura la resistencia mecánica y las características de envejecimiento.**

# **CAPITULO**

# **1**



## **1.- ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CABLE ÓPTICO**

**Un cable óptico primero debe proteger la o las fibras que contiene. Debe evitar que la fibra sufra fuertes curvaturas, y protegerla de choques y aplastamientos.**

**El alargamiento de la fibra debe de ser mínimo. Por consiguiente, el cable debe tener un elemento de refuerzo mecánico que soporte la tensión ejercida sobre el cable. Por otro lado, el cabelludo no debe producir aumento de la atenuación en las fibras causadas por las microcurvaturas; estas últimas pueden producirse por contactos con superficies ásperas o por compresiones sobre la fibra que la obliguen a curvarse. El cable debe asegurar para la fibra una protección máxima contra la humedad. Por lo tanto los parámetros que deben ser considerados para una adecuada protección de la fibra dentro del cable son:**

**1.-El esfuerzo máximo permitido en la fibra durante su fabricación, instalación y servicio, de esta manera se considera la fuerza de ruptura de la fibra y la fuerza máxima del miembro de tensión.**

**2.-La fuerza lateral dinámica y estática máxima ejercida sobre la fibra, ya que así se determinará la configuración del cable y los límites de tolerancias de microcurvaturas.**

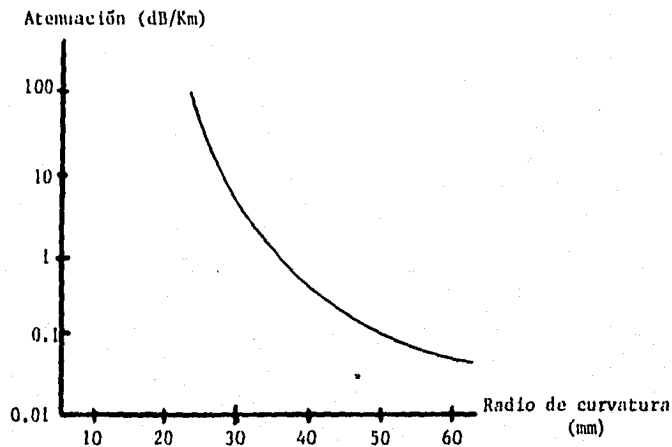
3.-La flexibilidad necesaria tanto para su instalación como para las condiciones de funcionamiento a las que será sometida, este parámetro es la pauta para seleccionar el tipo de miembro de tensión y estructura.

4.-El rango de temperatura y medio ambiente en donde estará colocado el cable, ya que de esta manera se hará la selección adecuada de los materiales a usar y las barreras necesarias contra la humedad.

5.-Sensibilidad alas curvaturas ya que siempre que la fibra se ve sometida a una curvatura o un pandeo (al embobinarla, al tender el cable, etc.), se origina una atenuación adicional ya que se produce una fuga de modos que en condiciones normales permanecerían en el núcleo; no obstante, como esta atenuación adicional varia exponencialmente con el radio de curvatura, estas perdidas son inapreciables hasta que se sobrepasa una curvatura crítica. Figura 1.

Como regla practica, puede considerarse un radio de curvatura mínimo de valor igual a 10 veces el diámetro del tubo que aloja al módulo de las fibras.

En cuanto a las microcurvaturas, se producen por fuerzas laterales localizadas a lo largo de la fibra. Pueden aparecer a consecuencia de irregularidades de fabricación, así como por variaciones dimensionales en los cambios de temperatura. Se ha comprobado que la tensión que producen es inversamente proporcional al radio de curvatura, y directamente al módulo de Young y al momento de inercia de la fibra.



**FIGURA 1 . PERDIDAS EN LAS FIBRAS POR CURVATURA**

Por tanto, las pérdidas debidas a la microcurvatura en un cable de fibras ópticas pueden limitarse modificando muchos de los parámetros mecánicos de la fibra o del cable. Entre las diversas posibilidades cabe citar:

- Aumento del diámetro del revestimiento de modo que la tensión necesaria para producir microcurvatura sea mayor.
- Disminución del módulo de elasticidad del recubrimiento y del material de la cubierta del cable.
- Aumento del espesor del recubrimiento.
- Eliminación de la tensión de la fibra en el interior del cable.

En la práctica se adoptan dos variantes: Una se basa en la eliminación de la tensión susceptible de producir microcurvaturas (estructuras de tubo apretado u holgado), y la otra de minimizar los efectos de tensiones mediante el uso de materiales amortiguadores de las mismas sobre la fibra (estructuras densas).

En cuanto a la atenuación adicional que producen las microcurvaturas, depende de su periodicidad y de la amplitud de las mismas. Figura 2.

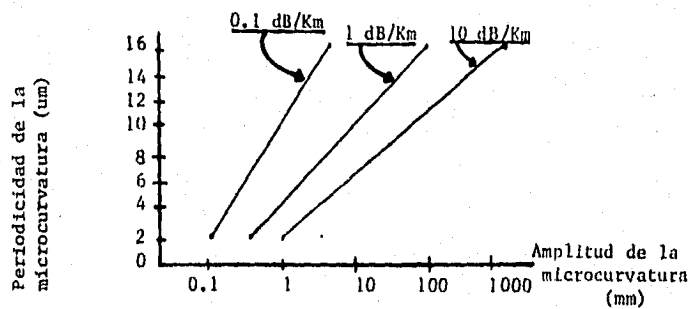


figura 2

6.- Número y tipo de fibras a contener, ya que dependiendo el tipo de fibra y su número, será necesario tomar en consideración la consistencia y la configuración del cable.

# **CAPITULO**

# **11**

## **II.- ELEMENTOS**

Dependiendo del cable seleccionado algunos de los elementos que dicho cable debe tener son los siguientes:

1.- **Cubierta primaria.**- Durante la formación de la fibra, esta se recubre con una capa delgada de plástico. Este importante revestimiento protege a la fibra desde su salida del horno de formación, pero no posee las características mecánicas adecuadas para el cableado.

En algunas ocasiones y a petición del cliente esta cubierta se entrega teñida de algún color, esto para ayudar a la identificación de las fibras durante su empalme, conexión y mantenimiento.

2.- **Cubierta secundaria.**- Tiene la función de proteger a la fibra contra esfuerzos mecánicos y puede ser del tipo holgado o apretado.

3.- **Elementos de refuerzo o miembros de tensión.**- Estos elementos ayudan principalmente a aumentar la tensión que se puede aplicar al cable, sin que exista el riesgo de romper el o las fibras, sobre todo durante las operaciones de colocación del cable (subterráneos, en ductos o aéreo). Es necesario entonces que la resistencia a la tensión provenga del elemento esfuerzo y no de las fibras, por lo que debe de tener un gran módulo de Young, por otra parte ni muy pesado ni muy rígido.

**Los materiales más usados para este fin son:**

a.- Hilos de acero.- Son los más utilizados ya que su módulo de Young es de 200 Gpa. Estos pueden reducir mejor la contracción a las bajas temperaturas, lo que produce una fuerte atenuación. Los inconvenientes son: Un gran peso, gran rigidez y son conductores eléctricos.

b.- Filamentos plásticos.- Los materiales usados son: El polietileno y el naylon. Estos materiales tienen módulo de Young relativamente bajos pero poseen, por el contrario, una baja densidad y son aislantes eléctricos.

c.- Fibras textiles.- Son fibras de diámetro pequeño de poliéster (Kevlar fabricado por Dupont de Nemours), de poliamidas (nylon), de Dacrón o terileno; tienen módulos de Young muy elevados que pueden alcanzar los 15 Gpa. En el caso del kevlar.

El elemento de esfuerzo puede ponerse en el centro (sobre todo si se trata de acero) o en la periferia del cable, donde puede al mismo tiempo servir de protección. Ciertos cables, al colocarse en tramos, no tienen que soportar grandes tensiones y el elemento de esfuerzo puede tomar la forma de un tubo (de aluminio) que protege también contra choques o abolladuras.

**4.-Barrera contra la humedad.-** Existen mecanismos que protegen a la fibra contra la humedad, factor importante ya que en algunos lugares la humedad es excesiva.

Comúnmente se usa jalea de petrolato o jelly como compuesto no hidrocópico, que además de ser repelente al agua, es transparente, no es tóxico y presenta una viscosidad alta, ello para que no escurra. Este compuesto se aplica dentro de la cubierta secundaria de tubo holgado y como compuesto inundante para rellenar los espacios que quedan entre los elementos del cable.

Existe otro tipo de protección contra la humedad para cables submarinos, este tipo de protección es en base a una cubierta de plomo.

**5.- Armadura.-** En casos especiales se usa esta protección ya que puede ayudar contra los roedores y las termitas o daños mecánicos.

Estas armaduras son de fleje o de alambre de acero que se colocan en forma longitudinal o helicoidal; en ocasiones cuando el factor flexibilidad es importante se corruga el material.



## OTROS ELEMENTOS

Para ensamblar al elemento de esfuerzo con las fibras, o para llenar diversas funciones, se agregan otros elementos; ciertos elementos plásticos pueden utilizarse para mantener en su lugar a todos los componentes y llenar el núcleo del cable o para mejorar la resistencia de éste a la ruptura. Cuando todo está montado, el núcleo del cable se enrolla helicoidalmente a una cinta de papel o de mylar, que sirve de pantalla térmica. Además el cable debe recubrirse, al final, de un revestimiento plástico protector por extrusión en caliente. Los materiales a usar son :

-PVC.- Tiene buena resistencia mecánica, no es inflamable y tiene flexibilidad, además, es permeable a la humedad.

-Poliuretano.- Es flexible pero tiene un alto coeficiente de rozamiento lo que puede constituir un problema cuando la instalación debe de ser subterránea.

-Polietileno.- El polietileno de alta densidad es de una flexibilidad baja, muy permeable e inflamable.

Entonces el revestimiento exterior depende del uso que se dará al cable.

Conviene señalar que ciertos cables ópticos incluyen conductores eléctricos de cobre o aluminio, los cuales se utilizan para la conducción de la energía eléctrica necesaria para la alimentación de repetidores.

# **CAPITULO**

**111**

### **III.- ESTRUCTURAS Y TIPOS DE CABLES**

Las estructuras del cable óptico están basadas en un elemento importante del mismo, la cubierta secundaria, estas estructuras se pueden clasificar en dos grupos, dependiendo en la forma en que afectan al comportamiento de la fibra óptica, a continuación describiremos estos grupos:

- 1.- Estructuras densas o apretadas, con la fibra inmersa en el material plástico.
- 2.- Estructuras libres o flojas, con soporte alveolar que evita los problemas de las microcurvaturas en las fibras ópticas.

#### **ESTRUCTURAS DENSAS**

Las estructuras densas se dividen en: trenzadas y de cintas densas.

-Las estructuras densas trenzadas utilizan uno o mas recubrimientos plásticos como refuerzos y protección para la fibra óptica antes de ensamblarla en grupos o capas.

-Las estructuras de cintas densas, manejan un gran número de fibras por cable, reunidas en una matriz enrollada en forma espiral para que el cable soporte los radios de curvatura a los que se someta.

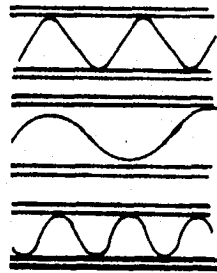
### ESTRUCTURAS LIBRES

Las estructuras libres pueden ser: libres en tubos, de cintas con fibras libres y de estructura cilíndrica ranurada.

-Las estructuras libres en tubos permiten un margen de elongación a la fibra óptica contenida en un tubo de plástico. Dentro de este tubo la fibra esta libre de esfuerzos, ya que cuando la fibra, que presenta cierta ondulación, recibe la tensión, puede tomar una posición casi recta, pero si dicha tensión rebasa los límites de elongación de la fibra, esta se somete a esfuerzos de tensión que provocan pérdidas por microcurvaturas.

Por el contrario cuando el o los materiales plásticos de los tubos se contraen por enfriamiento, la hélice de la fibra se corta, generando pérdidas por doblamientos periódicos. En la figura 3 se observan los fenómenos anteriores.

FIGURA 3 CONTRACCIONES POR ENFRIAMIENTO

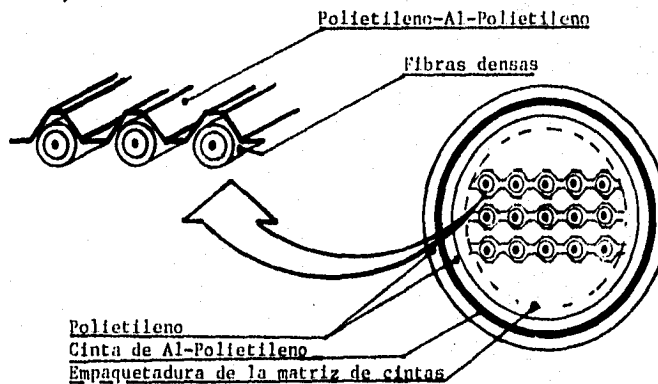


- a) Fibra óptica en el tubo después del cableado.
- b) Decremento de la longitud en exceso por esfuerzos sobre el tubo durante la tensión.
- c) Incremento de la longitud en exceso por encogimiento del tubo durante el enfriamiento.

-Las estructuras de cintas con fibras libres constan de una cinta con cinco alvéolos en forma hexagonal como se presenta en la figura 4.

Esta estructura tiene ventajas sobre la afectividad de esfuerzos mecánicos, en comparación con las estructuras de cintas densas.

-Las estructuras cilíndricas ranuradas sirven para un mejor comportamiento térmico y mecánico del cable.



**FIGURA 4.- ESTRUCTURA DE CINTA CON FIBRA LIBRE**

Estas estructuras constan de un cilindro ranurado en "V", en las ranuras se alojan libremente las fibras con un recubrimiento primario, dichas ranuras están dispuestas en espiral, para permitir mayor holgura a las fibras librándolas de esfuerzos mecánicos. El cilindro ranurado está reforzado por un miembro central, como a continuación se muestra

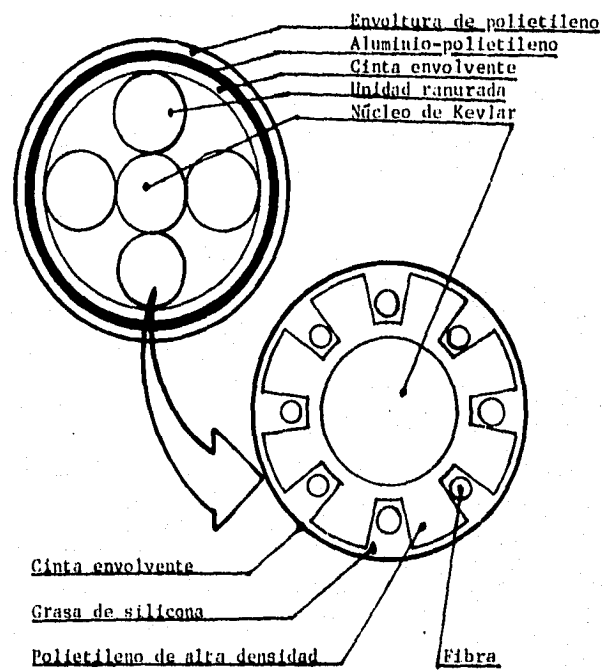


FIGURA 5.- CILINDRO RANURADO EN V

# **CAPITULO**

## **1V**

#### IV.- TIPOS MAS IMPORTANTES DE CABLES

Sus características dependen del desempeño que se pretenda obtener de ellos, aunque la construcción básica de tipo más general consiste en proteger las fibras con un recubrimiento secundario holgado, reuniendo varias de estas fibras para formar un tubo y varios tubos para constituir un cable.

#### CONJUNTOS DE FIBRAS

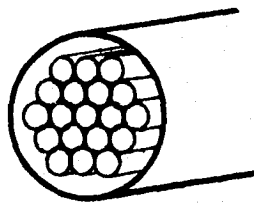
Es un cable compuesto por un gran número de fibras yuxtapuestas y encerradas en una cubierta protectora, éstas se utilizan en paralelo. Hay dos tipos de haces de fibras:

1.-Se compone de un gran número de fibras (200 a 400) y tiene una gran atenuación ( de 400 a 1000) y una gran apertura numérica ( de 0.5 a 0.6 ). La ventaja es su gran superficie efectiva ya que facilita el acoplamiento con emisores de gran superficie emisiva. Se utiliza en enlaces muy cortos.

2.-Esta constituido por 6 a 40 fibras más eficientes (atenuación de aproximadamente 20 db/km y con apertura numérica alrededor de 0.2). Tiene un diámetro exterior de unos cuantos milímetros, lo que facilita el acoplamiento entre el emisor y la fibra.



En los haces (conjuntos de fibras), las fibras no están protegidas contra las microcurvaturas y contra las altas tensiones; sin embargo, dado el gran número de fibras, la ruptura de una de ellas tiene menos consecuencias. En la figura 6 se muestra una del tipo 2.



**FIGURA 6 .- HAZ DE 19 FIBRAS**

#### **CABLES PARA REDES TELEFÓNICAS INTERURBANAS**

Este tipo de cables son los de aplicación más común. Su cubierta metaloplástica y el relleno de los intersticios y los tubos los protegen contra la entrada longitudinal y transversal del agua.

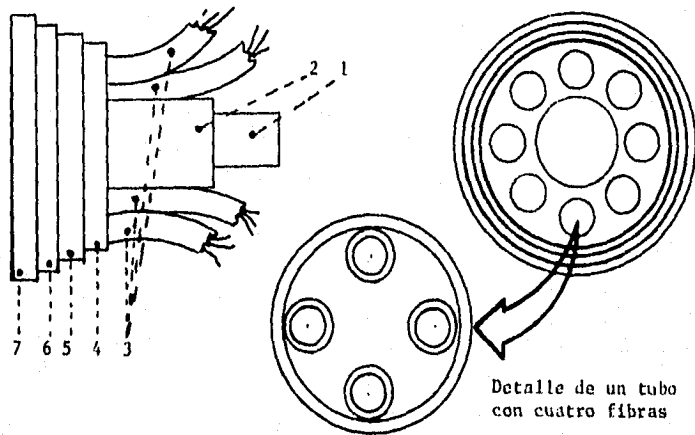
Cuando se usan en canalización (que es lo más común) no necesitan protecciones adicionales contra los agentes mecánicos.

Cuando se entierran directamente o se encuentran en ambientes especialmente agresivos, se les añade una segunda cubierta a base de cinta de acero-poliétileno, que también los protege de la entrada transversal del agua.

Las características típicas de un cable de 32 fibras pueden ser las de la tabla 1 donde los números representan las sucesivas capas, de interna a externa, como se observa en la figura 7.

Tab.la 1.-Características típicas de un cable de 32 fibras.

CUBIERTA	APLICACIÓN
1.-Elemento resistente central	Kevlar 49 o acero galvanizado.
2.-Recubrimiento del elemento central	Poliétileno $\phi$ ext. 2.5mm
3.-Tubo holgado con fibras y relleno de compuesto antihumedad.	Poliéster # de tubos 8, # de fibras por tubo 4, $\phi$ ext. del tubo 2.5 mm.
4.- Cintas envolventes.	Poliéster.
5.- Primera cubierta.	Poliétileno.
6.- Protección metálica	Cinta estanca Al-Poliétileno.  Poliétileno $\phi$ ext. 16mm.
<b>OTROS DATOS:</b>	
Peso (kg/km)	220
Radio de curvatura mínimo (mm)	300
Resistencia a la tracción (Nw)	2400
Longitud típica de la bobina (km)	2/4



**FIGURA 7.- CARACTERISTICAS DE UN CABLE DE 32 FIBRAS**

Normalmente se fabrican cables de 4, 8, 16, 32, 64 y 128 fibras.

En vista del bajo costo de los cables de fibra óptica frente a los convencionales, y para prever futuras ampliaciones de estas redes, se suelen equipar cables de gran número de fibras, habitualmente de 16 a 64.

**CABLES PARA REDES URBANAS Y LOCALES.**

Se utilizan en zonas urbanas o con gran densidad de abonados, para uniones entre centrales telefónicas y en redes de área local (LAN), atendiendo a servicios

telefónicos, de tv, terminales de datos, etc. Por lo tanto el número de fibras en el cable es muy grande, hasta 16 tubos de 8 fibras o más.

Además, al ir embutidos en canalizaciones no precisan cinta de aluminio-polietileno.

Por lo demás, son similares a los anteriores.

#### **CABLES MONOFIBRA (MONOTEL) Y BIFIBRA (BITEL)**

Su aplicación más común es la de latiguillos de conexión de los equipos a las fibras de los cables de mayor capacidad cuando éstos se despeinan para la conexión a aquellos cables.

La función de latiguillos obliga a que su flexibilidad sea alta, para lo que el elemento resistente se monta a base de hilatura de kevlar trenzada, esto a la vez, proporciona características dieléctricas al conjunto. Sobre el revestimiento (transparente) se coloca el segundo, ajustado y de material plástico. La cubierta de estos cables suele ser de poliuretano ignífugo retardadora de la llama como medida complementaria de seguridad.

**Tabla 2 Características de los cables monofibra.**

<b>1.- Fibra con su primer recubrimiento</b>	<b>φext. 0.5mm</b>
<b>2.- Segundo recubrimiento (ajustado)</b>	<b>φext. 1.0mm</b>
<b>3.- Trenzado resistente de kevlar 49</b>	
<b>4.- Cubierta de poliuretano ignífugo</b>	<b>φext. 3.0mm</b>
<b>Peso (kg/km)</b>	<b>10</b>
<b>Radio de curvatura mínimo (mm)</b>	<b>30</b>
<b>Resistencia a la tracción (Nw)</b>	<b>300</b>
<b>Longitudes típicas de bobinas(m)</b>	<b>2500 a 3000</b>

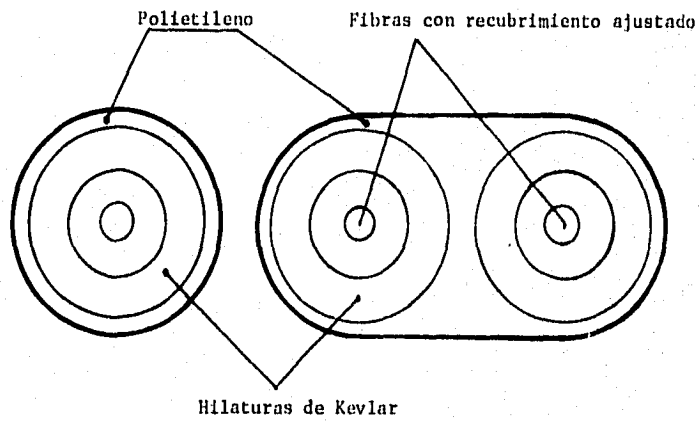
**Tabla 3 Características de los cables de bifibra**

<b>1.- Fibras con su primer recubrimiento</b>	<b>φext. 0.5mm</b>
<b>2.- Segundo recubrimiento (ajustado)</b>	<b>φext. 1.0mm</b>
<b>3.- Trenzado resistente de kevlar 49</b>	
<b>4.- Cubierta de poliuretano ignífugo</b>	<b>φext. 3.0mm</b>
<b>5.- Cubierta ignífuga para el conjunto bifibra.</b>	
<b>Peso (kg/km)</b>	<b>25/30</b>
<b>Radio de curvatura mínimo (mm)</b>	<b>30/40</b>
<b>Resistencia a la tracción (Nw)</b>	<b>400/500</b>
<b>Longitudes típicas de bobinas (m)</b>	<b>2500/3000</b>

Para su conexión a cable y equipo se terminan en grandes conectores por sus extremos. En cuanto a la identificación como monomodo o multimodo, se hace, regularmente, por el color de la cubierta exterior, siendo amarillo para las primeras y verde o negro para las otras.

En cuanto a los cables de dos fibras, sus características pueden ser las de la tabla 3.

La cubierta ignífuga del conjunto tiene forma de "8" o elíptica, disponiendo en su parte central de un hilo de rasgado que permita abrirlo para extraer independientemente cada una de las fibras. En la siguiente figura se muestran ambos cables.



**FIGURA 8 CABLES MONOFIBRA Y BIFIBRA**

## CABLES DIELECTRICOS

Su principal uso se encuentra en los servicios de banda ancha y las transmisiones telefónicas multicanal.

En algunas aplicaciones de los cables ópticos, particularmente los militares, es imprescindible que carezcan de componentes metálicos, bien en la zona central de refuerzo o en cualquiera de las capas exteriores. También son particularmente útiles en ambientes eléctricamente ruidosos o en los que se prevean fenómenos del tipo electrolítico.

El elemento central resistente será, por tanto, de kevlar, y una de las capas de protección externa, que en un cable de fibra convencional es de aluminio-polietileno, queda sustituida por hilatura de kevlar. El número de fibras es hasta de 32 y por su gran flexibilidad y poco peso admiten instalación aérea, cosidos o en canalización.

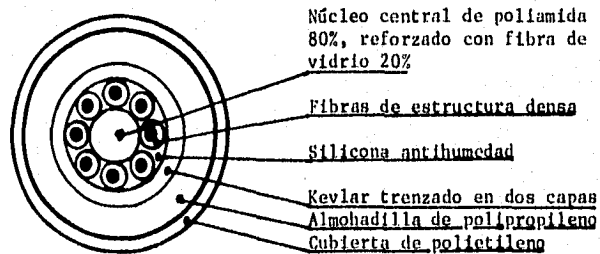


FIGURA 9 CABLE DIELECTRICO

### CABLES PARA EMPRESAS ELÉCTRICAS

Los cables de fibra encuentran un campo de aplicación muy interesante en la transmisión de señales de telecomunicación a lo largo de las líneas de alta tensión, aprovechando sus características dieléctricas e inmunidad al ruido o a las interferencias electromagnéticas.

El cable se aloja en el interior del conductor de tierra de la red de distribución y, como debe soportar altas temperaturas eventualmente, los tubos que alojan las fibras son de plástico fluorado. A su alrededor se dispone una capa de aluminio extruido, sobre la que se cablean una o dos capas trenzadas de aleación de aluminio, que constituirá el cable a tierra, observar la figura 10.

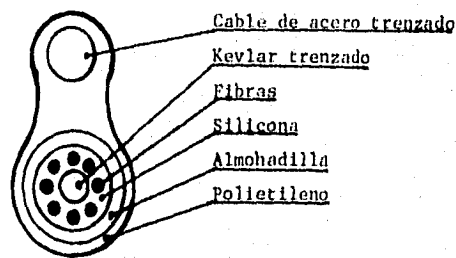


FIGURA 10 CABLE PARA EMPRESAS ELÉCTRICAS



Por su función, el número de fibras necesarias es pequeño, construyéndose hasta de 16 fibras, alojadas en 4 tubos.

Los diseños actuales permiten alcanzar temperaturas continuas en el núcleo óptico hasta de 200 grados centígrados y corrientes de 25KVA, en el cable metálico. Desarrollos posteriores han permitido la instalación de conductores ópticos en el interior de los conductores de fase.

#### **APLICACIONES MILITARES**

Además de las características dieléctricas antes mencionadas, se exige que en estas aplicaciones una alta resistencia mecánica y a las radiaciones nucleares por lo que el núcleo deberá de ser de sílice.

Al mismo tiempo, la disposición de los elementos ópticos y la composición de sus cubiertas será tal que permita un fácil y rápido pelado y utilización de conectores de campaña.

#### **CABLES PARA EMPRESAS FERROVIARIAS**

Características normales de trabajo de este tipo de cables deben ser:

- Resistencia a las bajas temperaturas.
- Resistencia a la vibraciones.
- Protección antirroedores.

# **CAPITULO**

## **V**

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**V.- ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE**

Cuando se tiene que elegir un cable es necesario tener en cuenta algunas especificaciones:

- Valores referentes a la propia fibra óptica: Si la fibra es monomodo o multimodo y sus características.
- Radio mínimo de curvatura.
- Alargamiento del cable sin que las fibras sufran daño.
  
- Características ambientales:
  - Temperatura de trabajo.
  - Condiciones del medio ambiente donde estarán expuestas.
  
- Características constructivas:
  - Tipo de cable.
  - Peso unitario.
  - Longitud de embarque.

# **CAPITULO**

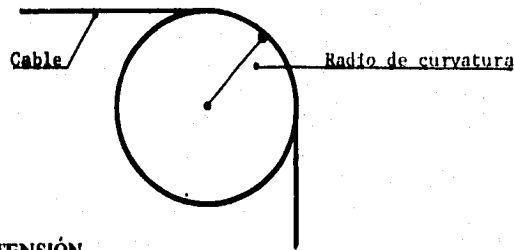
## **V1**

## VI.- CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Para la instalación de cables de fibra óptica se deben de considerar algunos parámetros para que la fibra óptica no sufra daños y esto afecte a su buen funcionamiento.

### 1.- RADIO DE CURVATURA MÍNIMO

- El cable de fibra óptica no debe doblarse más del radio mínimo de curvatura especificado por el proveedor. (aprox. 15 veces el diámetro exterior del cable).



### 2.- MÁXIMA TENSIÓN

Este punto es muy importante ya que en la instalación es necesario transportar el cable por ductos y por lo tanto es necesario jalar el cable. Hay que evitar sobrepasar los límites de tensión especificados por el fabricante. Esta tensión es generalmente aplicada al elemento de tracción.

- Para cables externos de 200 a 300 kg.

- Para cables internos de 20 a 100 kg.

Para este punto la tensión generalmente esta en relación con los codos de 90 grados por donde pasa el cable, se recomienda que no sean más de tres.

### **3.- CAÍDA VERTICAL DEL CABLE.**

Hay que considerar los siguientes parámetros:

- Peso del cable.
- Fuerza de tensión permisible.
- Recomendaciones del fabricante cuando el cable contiene gel protector de humedad.

Valores normales : Entre 30 a 100 m.

### **4.- ESFUERZOS DEL CABLE POR TORCEDURAS.**

- Para la instalación del cable en los ductos se recomienda colocar el cable en forma de "8" con objeto de evitar que sufra torceduras y se rompan las fibras.

### **5.- USO DE DUCTOS PARA PROTECCIÓN DEL CABLE.**

Mantener una relación entre el diámetro del cable al cuadrado, y el diámetro interno del ducto al cuadrado, esto es igual o mayor al 50%.

## **6.- TIPOS DE INSTALACIÓN.**

- **Aéreo:** Se recomiendan postes a no más de 100 metros de espaciamiento y amarrarlo al cable de acero (mensajero), existe cable de fibra óptica autoportado.
- **Enterrado:** Hay dos técnicas a saber, directamente enterrado y enterrado con ducto.
- Se recomienda enterrarlo a no menos de 75 cm de profundidad.
- Si es directamente enterrado se recomienda usar cable doble armado.
  
- **Dentro de edificios, se recomienda lo siguiente:**
  - Usar ductos
  - Planear un punto de interconexión entre el cable de fibra óptica exterior y el interior.
  - Considerar puntos de distribución.
  - Hacer un análisis del uso de cable de alta capacidad para la distribución de los servicios.

## **CONCLUSIONES**

**De la investigación anterior se concluyó que ante la diversidad de cables ópticos, es necesario conocer las características propias de cada uno ya que dependiendo de ellas se podrá asegurar una buena funcionalidad en donde se requiera. Además ya que cada cable es diferente a otro por su construcción y elementos que lo forman, habrá diferentes precios, lo cual nos lleva a pensar en la economía de un sistema, es decir, no es necesario instalar un cable demasiado costoso donde no se requiere.**

**Entonces es indispensable, que para la adquisición e instalación de los cables ópticos se tenga un buen conocimiento acerca de los mismos.**



## GLOSARIO

**Ignífugo.-** Que hace inflamable o incombustible.

**Intersticios.-** Pequeño intervalo entre las partes de un todo.

**Escarpados.-** Abruptos, subidas empinadas, inclinación.

**Módulo de Young o módulo de elasticidad.-** Es la relación entre el esfuerzo  $\sigma$  y la deformación reversible  $\epsilon$ :

$$E = \sigma / \epsilon$$

**Las unidades del módulo de Young son Pascuales.**

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- **Fibra óptica, tecnología, aplicaciones y proyectos.**

**Morini, M.**

**Luis Rodríguez Palencia**

**(Tesis)**

- **Introducción a la ingeniería de la fibra óptica.**

**Baltazar Rubio Martínez.**

**Editorial Iberoamericana**

- **Introducción a las telecomunicaciones por fibras ópticas.**

**Jean Pierre Nerou**

**Editorial Trillas.**

- **Manuales de Condumex.**

**Proporcionados por la Secretaría de Comunicaciones y**

**Transportes.**

**- Manufacturado de la fibra óptica.**

**Flores Trejo Alberto.**

**( Tesis )**

**- Sistemas de Comunicaciones por fibras ópticas.**

**Hildeberto Jardon Aguilar**

**Roberto Linares y Miranda**

**Editorial Alfaomega.**