



CAPITULO III

FIBRA ÓPTICA

3.1 Fabricación de la Fibra Óptica

Para la fabricación de la fibra se utiliza arena o sílice, materia prima abundante en la naturaleza necesitando de diversos gases de altísima pureza en varias etapas de su producción. Los dos constituyentes esenciales de la fibra óptica son el núcleo y el revestimiento.

El núcleo es la parte más interna de la fibra y es el que guía la luz, consiste en una o varias hebras delgadas de vidrio o de plástico con diámetro de 50 a 125 micras, mientras que el revestimiento es la parte que rodea y protege al núcleo, el conjunto de núcleo y revestimiento está a su vez rodeado por un forro o funda de plástico u otros materiales que lo resguardan contra la humedad, el aplastamiento, los roedores, y otros riesgos del entorno.

El proceso de producción de fibra óptica se muestra en la siguiente Figura 3.1.

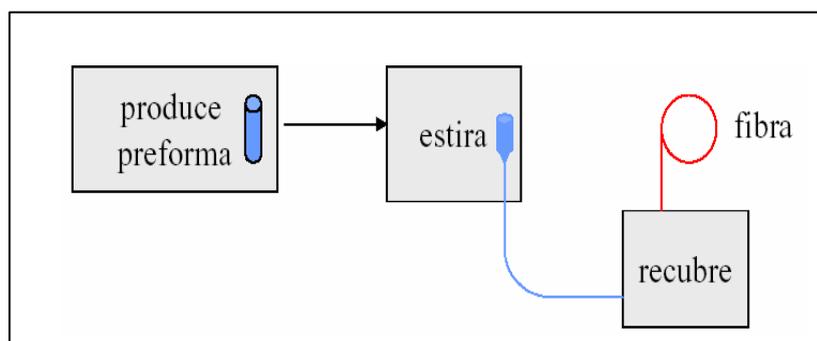


Figura 3.1 Proceso de producción de la fibra

3.1.1 Fabricación de la preforma

La preforma es una varilla de vidrio sólida resultado de un tubo de vidrio hueco de aproximadamente un metro de longitud hecho de sílice de la mayor pureza disponible.



El tubo de vidrio es montado en un torno, en el interior del vidrio se colocan numerosas capas de productos químicos mientras el tubo de vidrio da vueltas en el torno.

Los productos químicos son inyectados al mismo tiempo que el tubo gira longitudinalmente causando la deposición de capas químicas uniformes a lo largo del interior del tubo de vidrio.

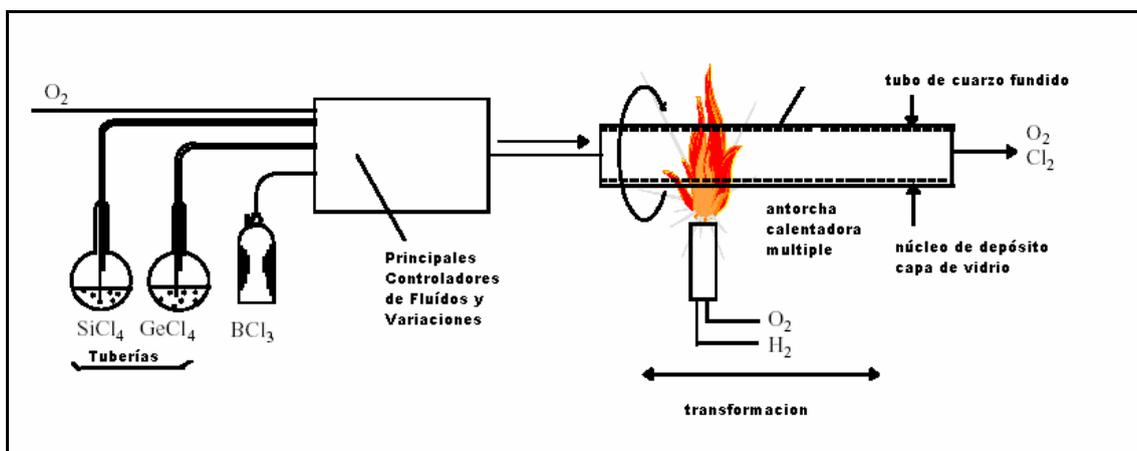


Figura 3.2 Proceso de fabricación de la Preforma

El tubo es calentado hasta que colapsa y el orificio central se llena completamente. El tubo de vidrio original se convierte en la cubierta y los productos químicos en el núcleo como se puede ver en la Figura 3.2.

3.1.2 Proceso de estirado

La varilla de la preforma se introduce en un horno a una temperatura aproximada de 2000 grados centígrados para reducir fluctuaciones en diámetro de la fibra. La fibra pasa por un dispositivo detector que controla el diámetro de la misma actuando sobre la velocidad del carrete.

El diámetro de la fibra es mantenido dentro de estrictos límites de tolerancia; siendo el diámetro final 125 μm , la fibra también pasa por una prueba de tensión en línea como se puede observar en la Figura 3.3

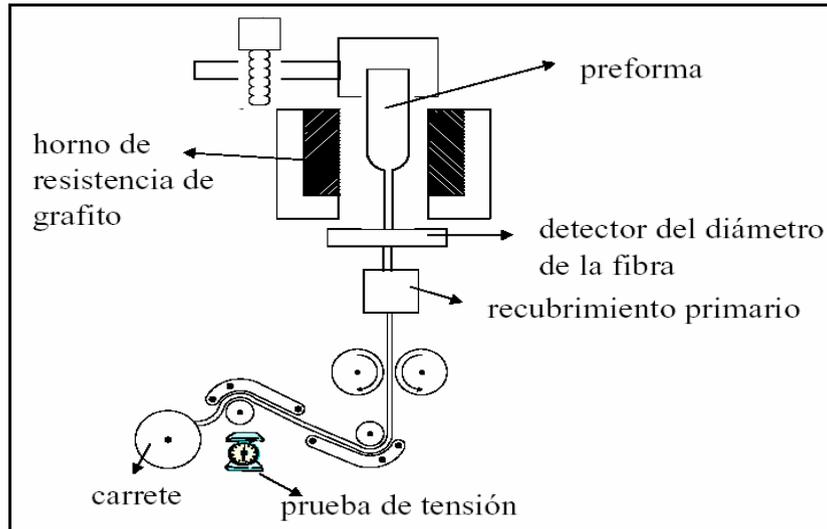


Figura 3.3 Estiramiento y recubrimiento

3.1.3 Aplicación de Capas protectoras

Finalmente se envuelve el vidrio con un revestimiento de protección que es la primera capa protectora cuyo diámetro debe ser de $230\ \mu\text{m}$ y se ensamblan las fibras para obtener el cable final de una o varias hebras a través de la máquina de revestir como se observa en la Figura 3.4.

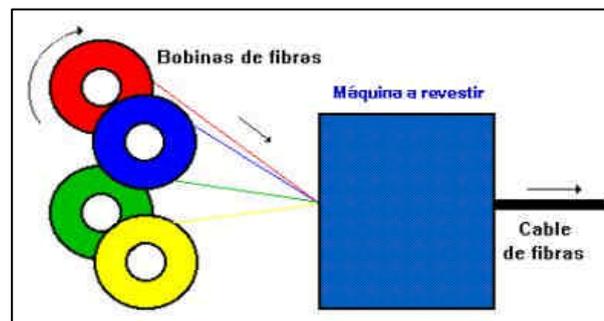


Figura 3.4 Bobinas de fibra.

Una vez concluido este proceso a la fibra óptica desnuda (núcleo + revestimiento + color), se le agregan protecciones adicionales contra esfuerzos de tracción, aplastamiento y humedad.

Una preforma puede rendir varios kilómetros de fibra.¹

¹ <http://www.ucbca.edu.bo/carreras/ingsis/cursos/cursodelhaire/welcome.html>



3.2 Estructura Básica de la fibra óptica

3.2.1 Elementos de la Fibra óptica

Una fibra óptica consta de varios componentes de forma concéntrica. Desde el centro hasta el exterior del cable de fibra nos encontramos con: la parte interna denominada núcleo, la exterior, llamada revestimiento o cubierta y un recubrimiento de protección alrededor del revestimiento como se muestra en la Figura 3.5.

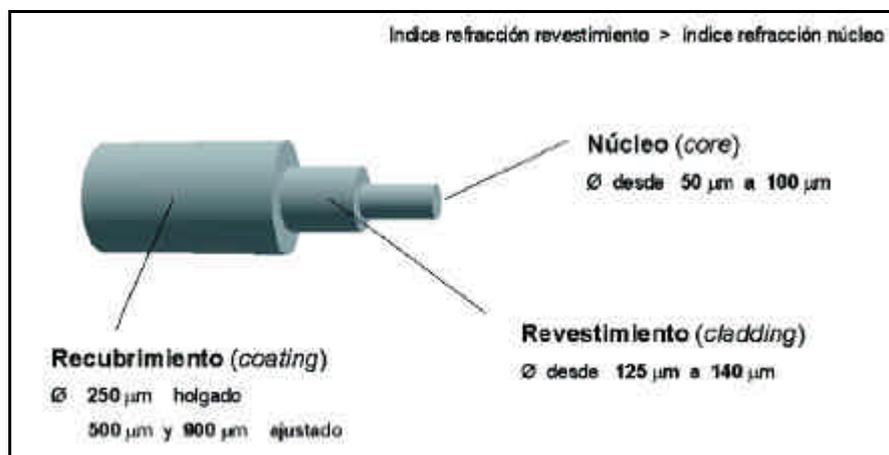


Figura 3.5 Estructura Básica de la Fibra

3.2.2 El núcleo

También denominado **core**, está hecho de materiales como es el sílice, cuarzo fundido o plástico. Es la parte central de la fibra a través del cual se propagan las ondas ópticas.

Tanto el núcleo como el revestimiento son de vidrio, cada uno con un **índice de refracción** (n_1 y n_2 para el núcleo y revestimiento, respectivamente). El núcleo tiene un índice de refracción superior al del revestimiento. Debido a esta diferencia de índices, la luz transmitida se mantiene y propaga a través del núcleo, satisfaciéndose el principio de reflexión total interna.



Cuando mayor es el diámetro del núcleo, mayor es la cantidad de luz que puede transportar. Precisamente, los cables de fibra óptica se clasifican en función del diámetro. Los tres tamaños disponibles más usuales son 50, 62.5 y 100 μm (micrómetros).

En el caso de la fibra monomodo el núcleo tiene 2 a 10 [μm] de diámetro, y en el caso de la fibra multimodo el núcleo tiene 50 ó 62.5 [μm] de diámetro.

3.2.3 Revestimiento o Manto

También denominada **Manto o Cladding**, es lo que rodea al núcleo, el propósito del revestimiento es proveer un índice de refracción distinto al del núcleo, de forma que actúa como capa reflectora y consigue que las ondas de luz que intentan escapar del núcleo sean reflejadas y retenidas por él, actúa como un aislante para causar la reflexión de la luz hacia el núcleo.

Generalmente es del mismo material que el del núcleo pero con aditivos que confinan las ondas ópticas en el núcleo. Los tamaños más usados son 125 a 140 μm (micrómetros).

3.2.4 Recubrimiento Interno o Capa Primaria

También denominada **coating o capa Primaria**, primary coating, es una capa protectora de ± 250 [μm] de diámetro. Es de material plástico, por ejemplo, Acrylate. Las fibras ópticas que poseen SOLO capa primaria se conocen como bare fibers.

Las capas de recubrimiento son aplicadas al exterior del revestimiento para proteger a ambos, revestimiento y núcleo.

En la Figura 3.6 se puede ver más detenidamente y con mayor claridad la diferencia entre dos fibras la una con la estructura básica de la fibra y la otra que además de tener esta estructura tiene otra capa de recubrimiento externa



denominada **capa secundaria**, cabe recalcar que esta capa solo existe en ciertos tipos de fibras, en especial en las Ajustadas, Buffered Fibers.

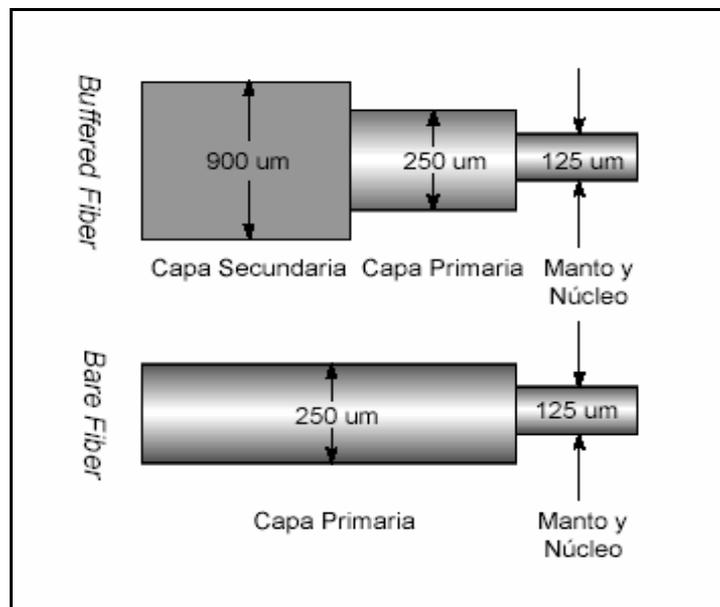


Figura 3.6 Estructura General de Fibras Ajustada y Holgada

3.2.5 Recubrimiento de Protección, Externo o Capa Secundaria

También llamado **buffer** o **capa secundaria**, *secondary coating*, es una cubierta plástica protectora. Las fibras ópticas que poseen capa secundaria se conocen como *buffered fibers*.

Por lo general esta fabricado de plástico y asegura la protección mecánica de la fibra, es decir añade varias capas de plástico con el fin de absorber los posibles choques y proporcionar una protección extra contra las curvaturas excesivas del cable, es decir, para preservar la fuerza de la fibra. Este recubrimiento también se mide en micrones (μm) y su diámetro puede estar entre 250 μm y 900 μm .

En la práctica se pueden distinguir visualmente estas partes una vez preparada la fibra, es decir, capa secundaria (cuando es *buffered fiber*), capa primaria, revestimiento y núcleo.



3.3 Tipos de Fibra Óptica

Los rayos de luz se propagan en el núcleo de las fibras sujetos al principio de reflexión total.

El número de modos que se propagan en las fibras está determinado por: la longitud de onda de la luz, la diferencia de índice de refracción entre el núcleo y el revestimiento, el perfil del índice de refracción del núcleo, las dimensiones y material del mismo.

Adicionalmente, los conductores ópticos tienen un revestimiento de color, como se indica en la Figura 3.7, que sigue un código de identificación o numeración, el cual varía según la norma o el fabricante.

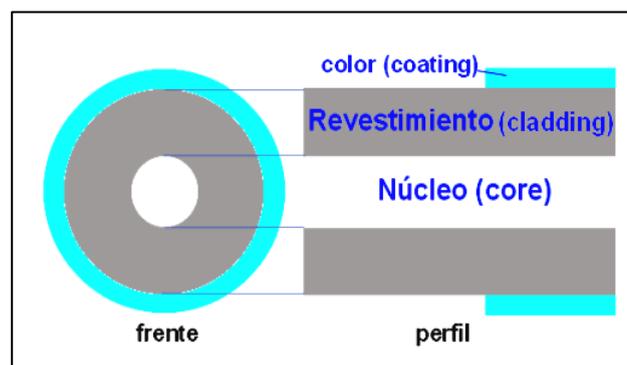


Figura 3.7 Revestimiento del cable de fibra óptica.²

Según las propiedades modales de las fibras ópticas, se las puede agrupar en dos categorías: Monomodo y Multimodo.

De acuerdo a lo analizado en la sección 2.5.2.1 (dispersión modal), un modo puede ser visto como un camino específico o como la ruta que una onda toma para viajar en la fibra.

² <http://www.yio.com.ar/fo/index.html>

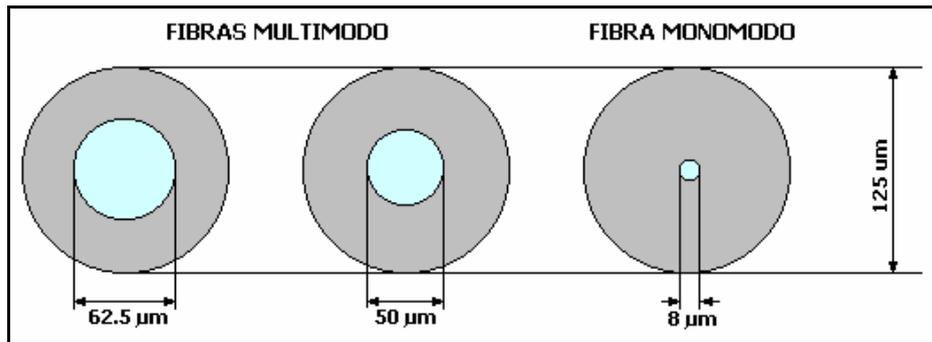


Figura 3.8 Estructura y Dimensiones de las fibras óptica

Los conductores de fibra óptica comúnmente utilizados en transmisión de datos son de un grosor comparable a un cabello, variando el núcleo entre los 8 y los 100 μm, y el revestimiento entre 125 y 140 μm como se indica en la Figura 3.8.

3.3.1 FIBRA MONOMODO

La fibra Monomodo es la de menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central, son utilizadas para obtener una banda de transmisión ancha.

En una fibra Monomodo, la luz puede tomar un único camino a través del núcleo, que mide alrededor de 10 micrómetros de diámetro.

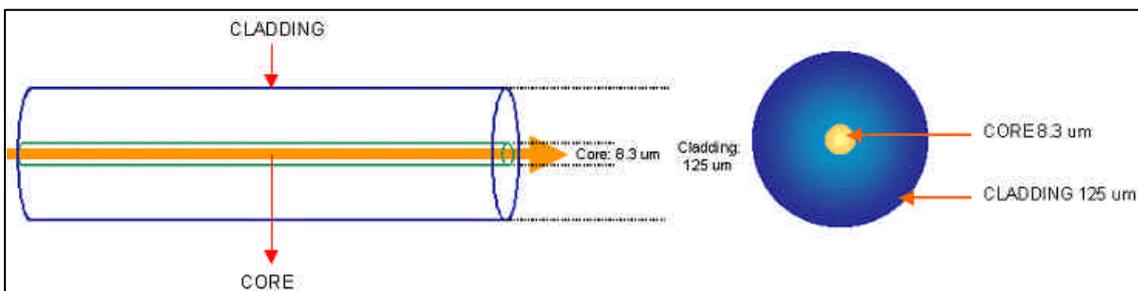


Figura 3.9 Fibra Monomodal.

En la Figura 3.9 se observa como viaja el haz de luz por el núcleo de la fibra, además se encuentra una vista lateral de modo general de este tipo de fibra.



Las fibras monomodo son más eficaces a largas distancias, pero el pequeño diámetro del núcleo requiere un alto grado de precisión en la fabricación, empalme, manipulación y terminación de la fibra.

La transmisión de fibra óptica es unidireccional. Actualmente se utilizan velocidades de transmisión de 50, 100 y 200 Mbps, pero experimentalmente se han transmitido hasta Gbps sobre una distancia de 110 Km.

Los elevados flujos de información que se puede transmitir constituye la principal ventaja de las fibras monomodo.

3.3.2 FIBRA MULTIMODO

Las fibra multimodo o multimodal tienen un diámetro de núcleo de entre 50 a 100 μm y un diámetro total de 100 a 200 μm .

Según el ángulo de incidencia de los rayos en la entrada, éstos tienen en el interior del núcleo caminos diferentes (llamados modos de propagación) de donde proviene dicho nombre.

Los modos de orden inferior son aquellos rayos que son enviados con pequeños ángulos de incidencia, mientras que los modos de orden superior ocurren cuando los rayos son enviados en ángulos de incidencia grandes.

En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos como se muestra en la Figura 3.10.

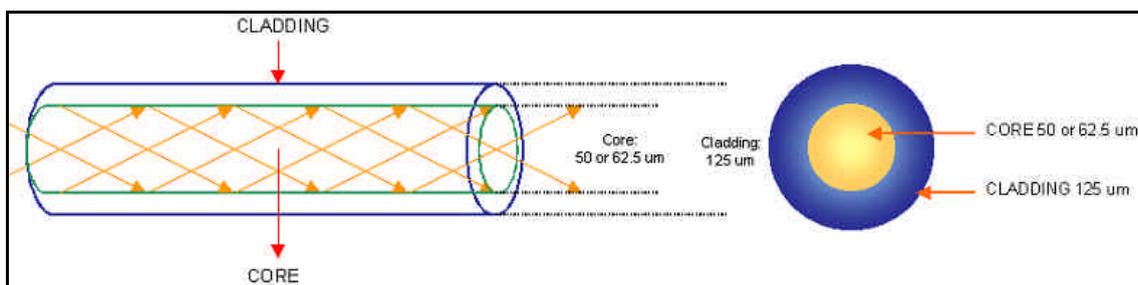


Figura 3.10 Fibra Multimodal.



Los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir esta limitada.

La fibra óptica también se clasifica en función del índice de refracción, siendo dos los tipos: salto de índice e índice gradual.

En las fibras de salto de índice, el índice de refracción es uniforme a lo largo del diámetro del núcleo, también se le conoce como de índice escalonado, esto se muestra en la Figura 3.11.

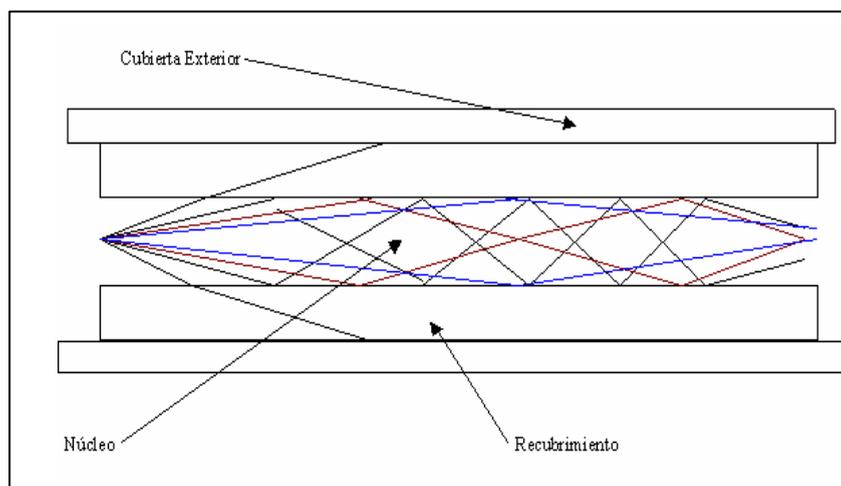


Figura 3.11 Fibra con salto de Índice.

En las fibras de índice gradual, el índice de refracción es inferior en las proximidades del revestimiento que en el eje de la fibra. Las ondas luminosas se propagan ligeramente más lentas en las proximidades del eje del núcleo que cerca del revestimiento.

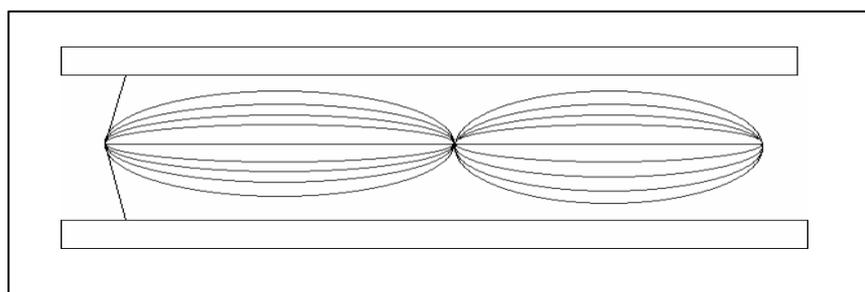


Figura 3.12 Fibra con índice graduado



En este tipo de fibra óptica el núcleo está hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción. La propagación de los rayos en este caso sigue un patrón similar mostrado en la Figura 3.12.

En resumen tres son los tipos básicos de fibras ópticas, y que se engloban dentro de las dos clasificaciones generales mencionadas anteriormente, estas son:

- ✓ Fibras Multimodo de salto de índice.
- ✓ Fibras Multimodo de índice gradual.
- ✓ Fibras Monomodo de salto de índice.

3.3.3 Fibra Multimodo de índice escalonado (Multimode Step Index) MM

En estas fibras, el núcleo está constituido por un material uniforme cuyo índice de refracción es claramente superior al de la cubierta que lo rodea como se muestra en la Figura 3.13.

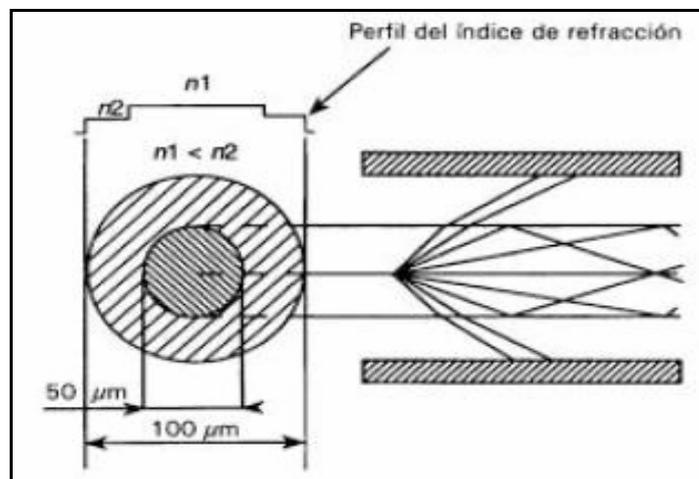


Figura 3.13 Fibra Multimodo de Índice Escalonado

El paso del núcleo hasta la cubierta conlleva una variación brusca del índice, de ahí su nombre de índice escalonado.

Este tipo de fibras están fabricadas a base de vidrio, con una atenuación de 30 dB/km, o plástico con una atenuación de 100 dB/km. Tiene una banda de paso que llega hasta los 40 MHz/Km.

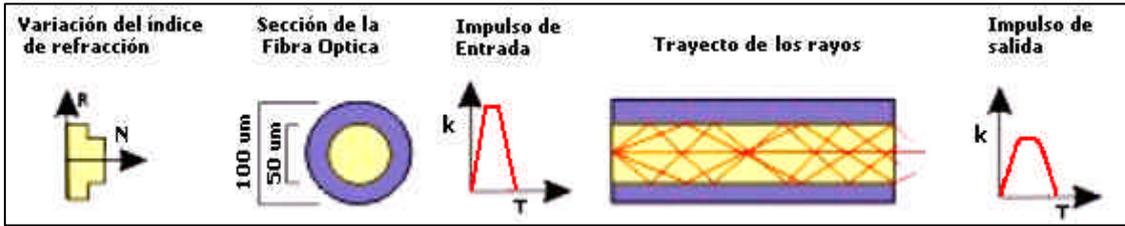


Figura. 3.14 Características fibra multimodo índice escalonado

Valores típicos de apertura numérica se encuentran entre 0,2 y 0,5 lo que significa que solo del 20% al 50% de la luz emitida por la fuente es aceptada.

Por otro lado, el número de modos guiados crece rápidamente para valores de V superiores a 2,405. Aproximadamente, el número de modos guiados M es igual a $V^2/2$, estas características se pueden observar en la Figura 3.14.

3.3.4 Fibra multimodo de índice gradual (Multimode Graded Index) MM

El índice de refracción cambia gradualmente en el núcleo. Esta variación del índice del perfil de la fibra da lugar a que la luz se propague según la trayectoria curva, en lugar de a tramos rectos como en las fibras de salto de índice.

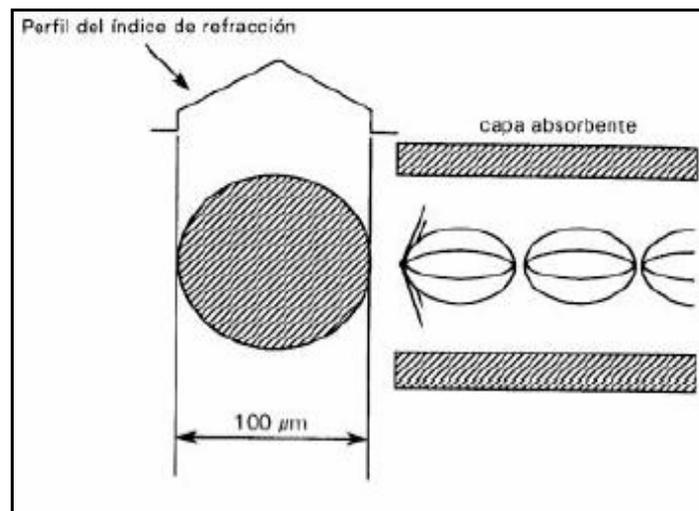


Figura 3.15 Fibra Multimodo de Índice Gradual

Su principio se basa en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta. Los rayos



luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra como se puede ver en la Figura 3.15.

Estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo.

La fibra multimodo de índice gradual de tamaño 62,5 / 125 μm (diámetro del núcleo/ diámetro de la cubierta) está normalizado, pero se puede encontrar otros tipos de fibras de índice escalonado 100/140 μm .

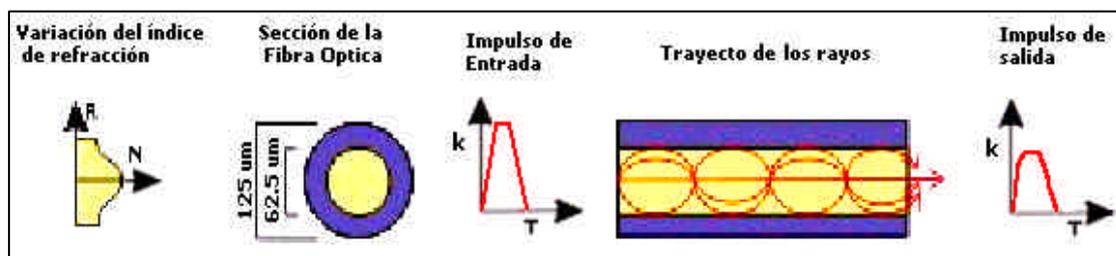


Figura. 3.16 Características fibra Multimodo índice gradual

La apertura numérica NA de las fibras de índice gradual es una función que depende de la posición a lo largo del núcleo y no es una constante como el caso de una fibra de salto de índice. El número de modos guiados M es igual a $V^2/4$, estas características se pueden observar en la Figura 3.16.

3.3.5 Fibra Monomodo de índice escalonado (Single Mode Step Index) SM

Estas fibras, en su construcción son más simple, son iguales a las multimodo de salto de índice, sólo que el diámetro del núcleo es mucho más pequeño, pudiéndose propagar un solo modo.

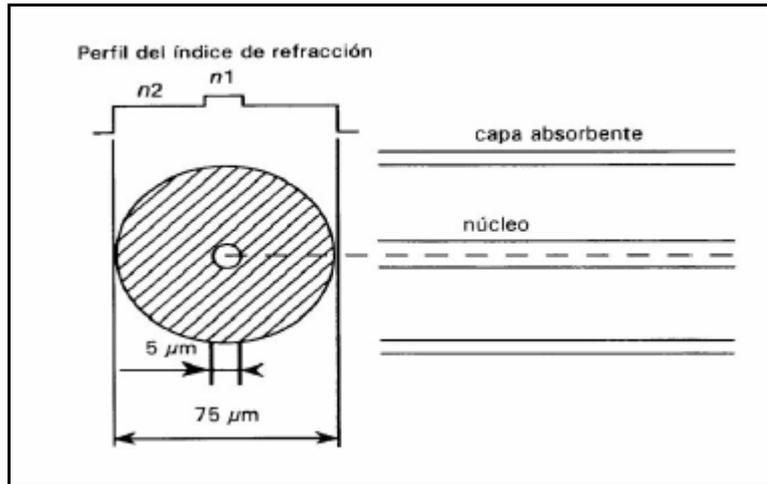


Figura 3.17 Fibra Monomodo de Índice Escalonado

En la Figura 3.17 se muestra que solo pueden ser transmitidos los rayos que tiene una trayectoria que sigue el eje de la fibra por lo que se denomina el nombre de “monomodo” (modo de propagación o camino de haz luminoso único).

Son fibras que tiene el diámetro del núcleo en el mismo orden que la longitud de onda de las señales ópticas que transmite n, es decir, de 5 a 8 μm .

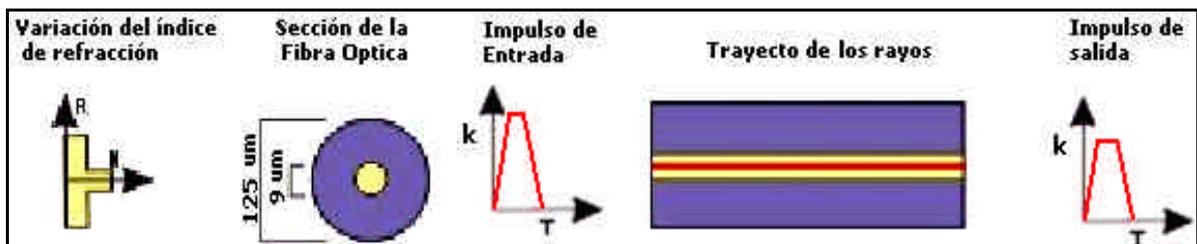


Figura 3.18 Características fibra monomodo índice escalonado

Si el núcleo está constituido de un material cuyo índice de refracción es muy diferente al de la cubierta, entonces se habla de fibras monomodo de índice escalonado.

La propagación monomodo se consigue diseñando fibras con núcleos cuyos tamaños sean equivalentes a pocas longitudes de onda, y con pequeñas diferencias entre los índices de refracción, de tal manera que se mantenga el



valor V por debajo de 2,405, estas características se pueden observar en la Figura 3.18.³

Cabe recalcar que la fibra monomodo no se producen los problemas peculiares de la fibra multimodo, pues solo puede propagarse un único modo. La dispersión multimodo en una fibra monomodo es muy débil, esto se debe a las velocidades de trayectos diferentes de las dos polarizaciones posibles del mismo modo.

Resumiendo la clasificación de las fibras se presenta un cuadro comparativo en la tabla 3.1 de los tres principales tipos de fibra:

	TIPO DE FIBRA		
	TIPO DE FIBRA	Multimodo de índice gradual	Monomodo de índice escalonado
Fuente de luz	LED o láser	LED o láser	Láser
Ancho de Banda	Hasta 200 MHz/Km	De 200 MHz/Km a 3 Ghz/Km	De 3 GHz/Km a 50 Ghz/Km
Aplicación típica	Enlaces de datos entre computadoras	Líneas telefónicas de moderada extensión	Telecomunicaciones a grandes distancias
Diámetro de núcleo	De 50 a 125 μm	De 50 a 125 μm	De 2 a 10 μm
Diámetro de revestimiento	De 125 a 440 μm	De 125 a 440 μm	De 15 a 60 μm

Tabla. 3.1. Cuadro comparativo de los tipos de fibra ⁴

Cabe aclarar que la cantidad de modos no es infinita y se puede calcular en base al radio del núcleo, la longitud de onda de la luz que se propaga por la fibra y la diferencia de índices de refracción entre núcleo y revestimiento.

3.3.6 Fibras Monomodo por tipo de dispersión

A medida que han pasado los años los diseños para fibra monomodo han ido evolucionando llegando a tener tres tipos principales que son:

³ <http://www.monografias.com/trabajos12/fibra/fibra.shtml>

⁴ http://www.iespana.es/cablesredes/fibra_optica.htm



- ✓ NDSF (Non Dispersion Shifted Fiber) Fibra no desplazada al punto de dispersión
- ✓ DSF (Dispersion Shifted Fiber) Fibra desplazada al punto de dispersión
- ✓ NZ-DSF (Non Zero Dispersion Shifted Fiber) Fibra no desplazada a cero el punto de dispersión.

En las fibras monomodo la dispersión es un factor importante ya que a mayor distancia existe mayor atenuación y esta se da precisamente por la dispersión en las fibras.

En las fibras se manejan longitudes de onda entre 800 y 1550 nm y están divididos en ventanas ópticas especialmente para entrar en la longitud de onda donde existe una menor dispersión.

3.3.6.1 Fibra no desplazada al punto de dispersión (NDSF)

La primera ventana cerca de los 850 nm se utilizan exclusivamente para fibras multimodo las fibras NDSF también llamadas monomodo estándar esta diseñada para usarla en la segunda ventana a los 1310 nm.

Se usa esta ventana ya que en esta longitud de onda se tiene una dispersión cromática cercana a cero. Esta es una longitud de onda útil, pero no es ideal. La pérdida de una fibra de vidrio es menor a 1550 nm, y los amplificadores dopados de Erblio operan en este rango como se puede observar en la Figura 3.19.

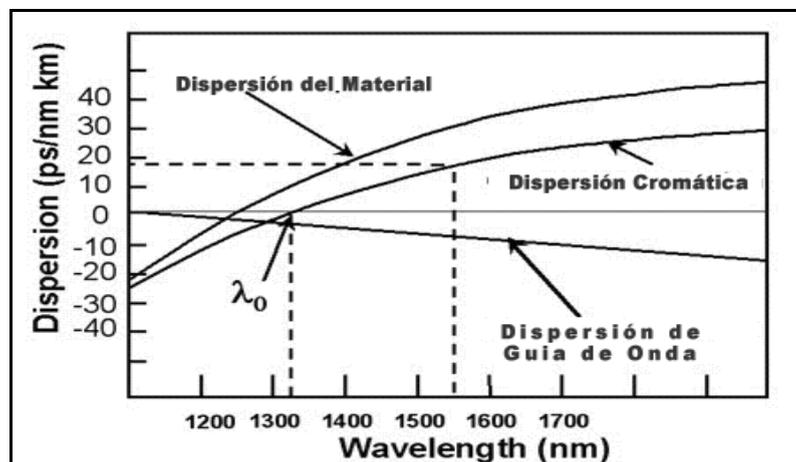


Figura 3.19 Dispersión y longitud de onda



En estas fibras, la dispersión cromática aumenta gradualmente arriba de los 1310 hasta que alcance aproximadamente 17 ps/(nm-km) a los 1550 nm.

3.3.6.2 Fibra desplazada al punto de dispersión (DSF)

La primera fibra con dispersión desplazada fue diseñada para una dispersión cero a una longitud de onda de 1550 nm. Esto fue realizado incrementando la magnitud de la dispersión de guía de onda, como se muestra en la Figura 3.19. Este tipo de fibra utiliza la tercera ventana.

Este diseño trabaja muy bien para los sistemas de transmisión de señales en la región de la longitud de onda de dispersión cero. Sin embargo, si el sistema transmite múltiples longitudes de onda en la región de los 1.550 nm, las señales en las diferentes longitudes de onda pueden mezclarse unas a otras, generando ruido que degrada la señal de los sistemas, por eso estas fibras no sirven para aplicaciones DWDM.

3.3.6.3 Fibra no desplazada a cero el punto de dispersión (NZ-DSF)

El aumento en la dispersión era un problema para los proveedores de red de fibra que quisieron usar la atenuación baja de la ventana de los 1550 nm para la transmisión de gran velocidad en los tramos largos. La Fibra de dispersión desplazada (DSF) perfecciona esa longitud de onda para la transmisión de gran velocidad desplazando 0 a los 1550 nm. DSF trabaja bien, con tal, que sólo una longitud de onda se transmita en la fibra.

Sin embargo, cuando se intento usar en DSF la DWDM, los problemas se elevaron. Para cubrir las necesidades de la tecnología DWDM se crea el tipo de fibra NZ-DSF cuyo diseño es hacer la dispersión baja en 1550 nm pero que no llegue a cero y poder utilizar DWDM sin los efectos de la mezcla de cuatro ondas.⁵

⁵ CISCO Text Part Number :OL-0884-01



3.3.7 Fibras por el material

El cable de fibra óptica básicamente está constituido por un núcleo rodeado de un revestimiento. La diferencia entre sus índices de refracción es lo que hace que el haz de luz se mantenga dentro del núcleo (siempre que el haz haya entrado con el ángulo apropiado y el índice de refracción del núcleo sea mayor que el del revestimiento). Por lo tanto habrá cables con:

- núcleo y revestimiento de plástico.
- núcleo de vidrio y revestimiento de plástico (PCS = plastic clad silica).
- núcleo y revestimiento de vidrio (SCS = silica clad silica).

3.4 Cables de fibra Óptica (Construcción)

Con respecto a cables de fibra óptica existen dos estructuras muy importantes los de estructura holgada y ajustada como se muestra en la Figura 3.20.

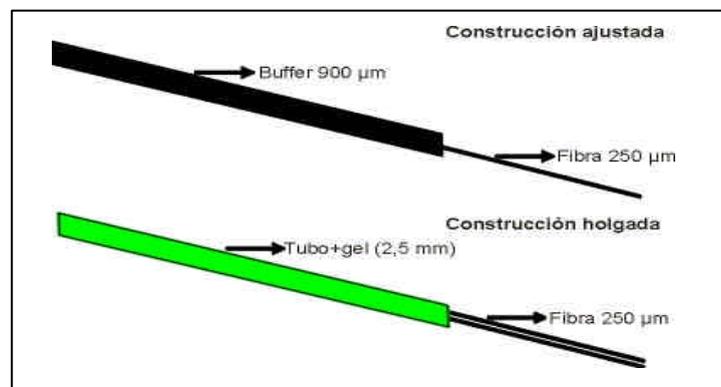


Figura 3.20 Construcción ajustada y holgada

3.4.1 Estructura Holgada

Conocido también como **Loose Tube** tiene un diámetro de 250 µm en lugar de un solo conductor se introducen de dos a doce conductores de fibras ópticas en una cubierta, de ésta forma los conductores de fibra no se encuentran ajustados a la vaina. Además se suele recubrir todo el conjunto con un gel para que no penetre el agua en caso de rotura del cable como se muestra en las Figuras 3.21 y 3.22.

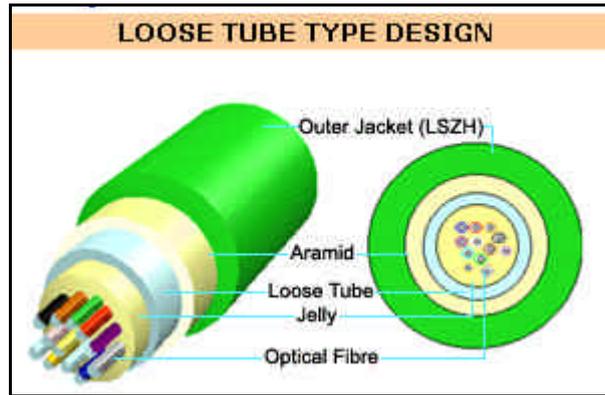


Figura 3.21 Fibra Loose Tube

Como aplicaciones más importantes tenemos conexiones a largas distancias, instalaciones en exteriores, instalaciones aéreas, en conductos o directamente enterrados.

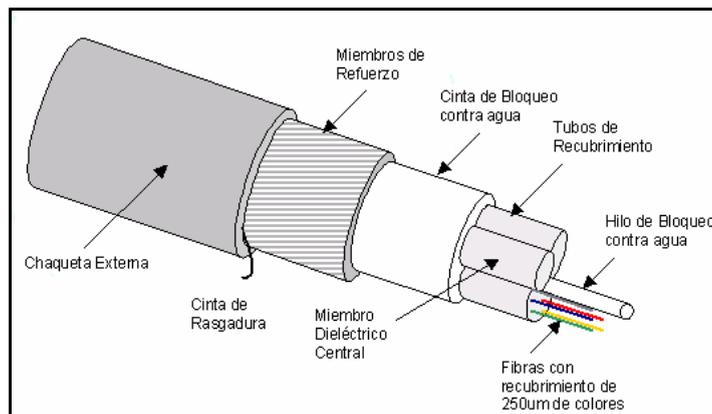


Figura 3.22 Tipo de fibra Holgada

3.4.1.1 Holgada Unitubo

Los cables ópticos que poseen esta configuración presentan las fibras ópticas sueltas acondicionadas en el interior de un tubo plástico, para una primera protección de las fibras ópticas. En el interior de estos tubos plásticos, generalmente es adicionada una especie de gel sintético de petróleo, que proporciona un mejor llenado del tubo y, principalmente, una gran protección de las fibras ópticas contra la humedad y los impactos mecánicos.

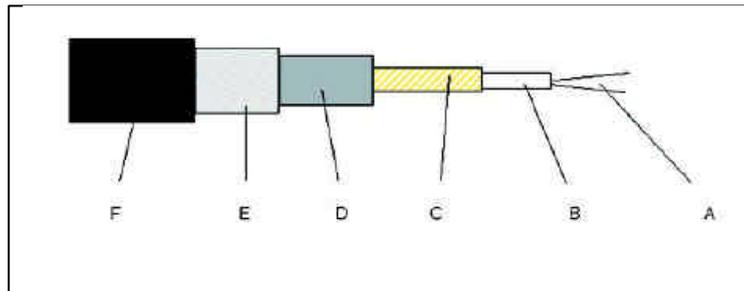


Figura 3.23 Estructura Holgada Unitubo

En la Figura 3.23 tenemos la construcción de tipo holgada unitubo donde las partes son:

- ✓ A = Fibra Óptica 250 μm .
- ✓ B = Tubo poliamida
- ✓ C = Elemento de refuerzo
- ✓ D = Cubierta interior
- ✓ E = Armadura
- ✓ F = Cubierta Exterior

3.4.1.2 Holgada Multitubo

La fibra óptica descansa de manera holgada en el interior de cada tubo generalmente huecos o con un gel; la fibra tiene una sobre longitud para evitar esfuerzos de tensión cuando se ejerzan sobre el cable.

Contiene un fiador central de refuerzo sobre el cual se disponen en forma concéntrica el conjunto de los tubos con o sin fibra.

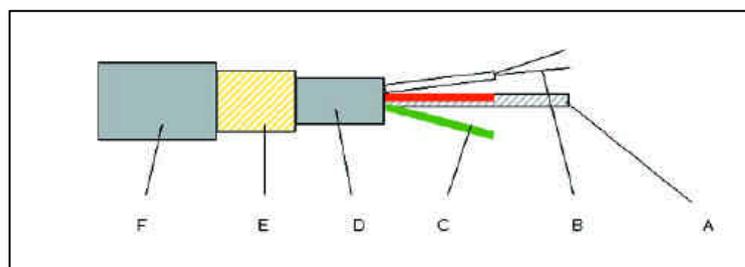


Figura 3.24. Estructura Holgada Multitubo

En la Figura 3.24 tenemos la construcción de tipo holgada multitubo donde las partes son:



- ✓ A = Elemento de refuerzo
- ✓ B = Fibra Óptica 250 μm
- ✓ C = Tubo poliamida
- ✓ D = Cubierta interior
- ✓ E = Armadura
- ✓ F = Cubierta Exterior

3.4.2 Estructura Ajustada

La estructura ajustada consiste en una capa de material plástico de 900 μm . De diámetro depositada sobre el recubrimiento primario de 250 μm proporcionando una protección adicional a cada fibra como podemos observar en la Figura 3.25. y 3.26.

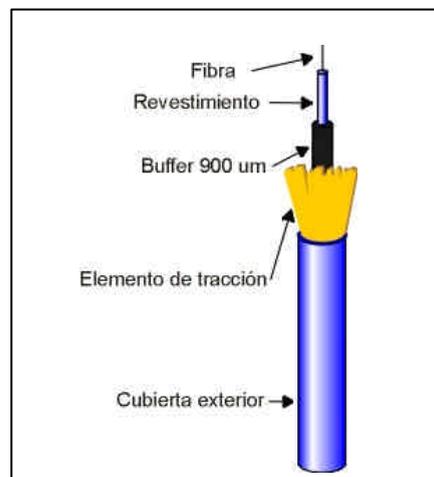


Figura 3.25 Estructura ajustada

Sus aplicaciones más frecuentes son: cortas distancias, instalaciones en campus, instalaciones en interiores, instalaciones bajo tubo, montaje de conectores directos y montaje de latiguillos.

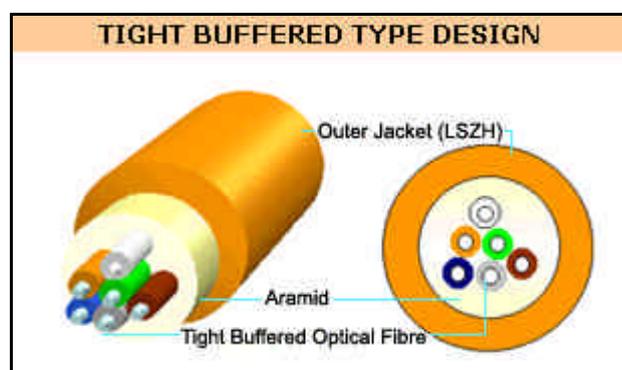


Figura 3.26 Fibra Tight Buffered



3.4.2.1 Monofibra

Como en todas las fibra ajustadas tiene el recubrimiento de 900 μm , a su alrededor se dispone de fibras de aramida con el fin de aportar una mayor resistencia a esfuerzos de tracción y flexión; la cubierta exterior es de material flexible y resistente como pvc, goma, etc. Se utiliza para patchcord.

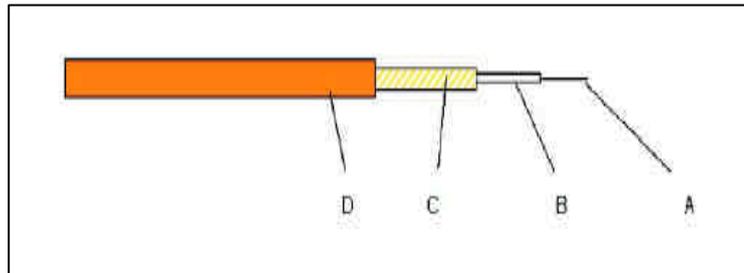


Figura 3.27 Estructura Ajustada Monofibra

En la Figura 3.27 tenemos la construcción de tipo Ajustada Monofibra donde las partes son:

- ✓ A = Fibra Óptica 125 μm .
- ✓ B = Recubrimiento a 900 μm .
- ✓ C = Elemento de refuerzo
- ✓ D = Cubierta Exterior

3.4.2.2 Bifibra

Tiene las mismas características que la monofibra simplemente tiene una pequeña variación en que la cubierta exterior esta dispuesta en forma de ocho en paralelo y se recomienda también para instalaciones a interiores como se observa en la Figura 3.28.

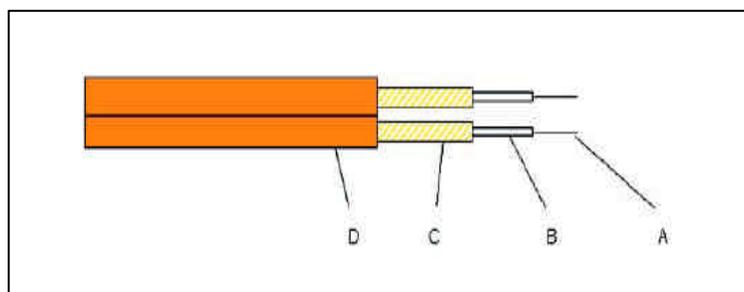


Figura 3.28 Estructura Ajustada Bifibra

3.4.2.3 Multifibra

Se distribuyen dos o más fibras ópticas en ligera disposición helicoidal y sobre el conjunto se dispone en forma lineal hebras de fibra de aramida; además



cada uno de los recubrimientos secundarios son identificados por color; es ideal para cableado vertical y horizontal de edificios.

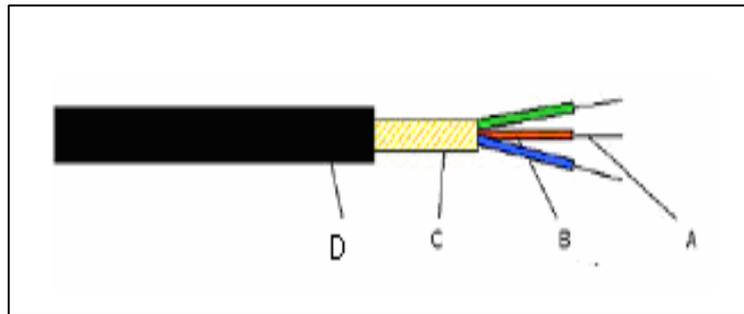


Figura 3.29 Estructura Ajustada Multifibra

En la Figura 3.29 tenemos la construcción de tipo Ajustada Multifibra donde las partes son:

- ✓ A = Fibra Óptica 125 μm .
- ✓ B = Recubrimiento a 900 μm .
- ✓ C = Elemento de refuerzo
- ✓ D = Cubierta Exterior

3.4.2.4 Break out

Igual que en todo cable ajustado posee un recubrimiento de 900 μm . además de esto a cada fibra óptica se le aplica una cubierta de aproximadamente 2.8 mm, de un material flexible y resistente puede ser PVC, goma etc. Se aplica una cubierta de las mismas características al conjunto de cables como elemento de refuerzo. Es apropiado para conexión directa a equipos opto-eléctricos.

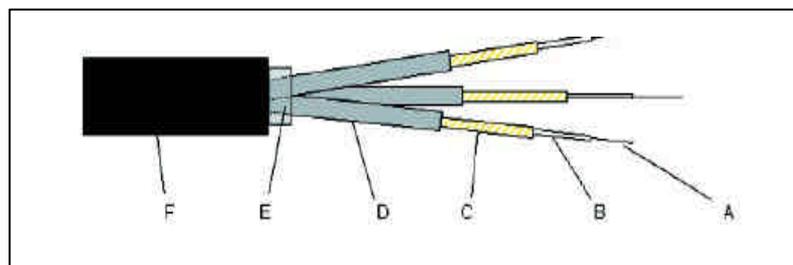


Figura 3.30 Estructura Ajustada Break out

En la Figura 3.30 tenemos la construcción de tipo ajustada break out donde las partes son:



- ✓ A = Fibra Óptica 125 μm .
- ✓ B = Recubrimiento 900 μm .
- ✓ C = Elemento de refuerzo
- ✓ D = Cubierta interior
- ✓ E = Cinta
- ✓ F = Cubierta Exterior

3.4.3 Diferencias entre la estructura holgada y ajustada de la fibra

Los de estructura holgada si bien no llevan gel en el exterior de los tubos, si lo llevan en su interior, por lo que, aunque estén contruidos con materiales libres de halógenos y retardantes a la llama son menos apropiados para interior que los de estructura ajustada.

Otro problema que presentan los cables holgados y que se presenta a menudo en el interior de edificios es el de la migración axial.

Por último los cables holgados son más engorrosos de instalar, sus radios de curvatura son críticos, y no se pueden conectorizar directamente.

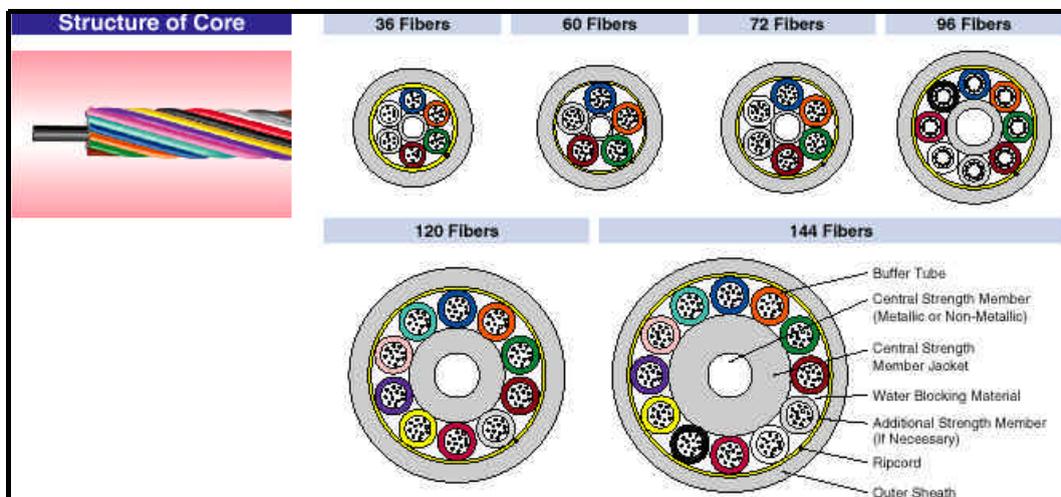


Figura 3.31 Cables Loose Tube con diferente numero de fibras

Por estas razones sólo los cables con recubrimiento secundario ajustado pueden ser considerados universales, ya que se comportan igual que los holgados en el exterior y su empleo es más seguro y cómodo en interior.



En la Figura 3.31 se puede observar los cables loose Tube con diferente número de fibras.

Parámetros	Holgado	Ajustado
Radio de la Curva	Grande	Pequeña
Diámetro	Grande	Pequeña
Tensión de Instalación	Alta	Baja
Resistencia al Impacto	Baja	Alta
Resistencia a la Rotura	Baja	Alta

Tabla 3.2 Parámetro de cables holgado y ajustado⁶

En la Tabla 3.2 tenemos claramente las diferencias entre los cables tipo holgado y ajustado.

3.4.4 Cables por Aplicación

En la clasificación anterior tenemos que los cables que tienen estructura holgada se utilizan para conexión a exteriores y los de estructura ajustada en interiores; para la realización de redes de fibra óptica se pueden dar varios casos por ejemplo:

- ✓ El cable puede ir por ductos
- ✓ El cable puede estar en conexión a interiores o exteriores
- ✓ El cable puede ir por el aire; por postes.

3.4.4.1 Cables para ductos

Están constituidos por protección secundaria la cual puede ser del tipo ajustada u holgada; elementos de tracción como alambre de acero latonado, fibras de hilo sintético kevlar o de aramida; relleno o gel que impida el paso de la humedad este es un gel siliconado, como se muestra en la Figura 3.32.

Posee también una cinta antíflema y protección con una vaina externa tipo PALP (Polietileno – Aluminio – Polietileno).

⁰⁶ Curso teórico práctico de Fibra Óptica OPTRAL (Fibra Óptica Teoría)

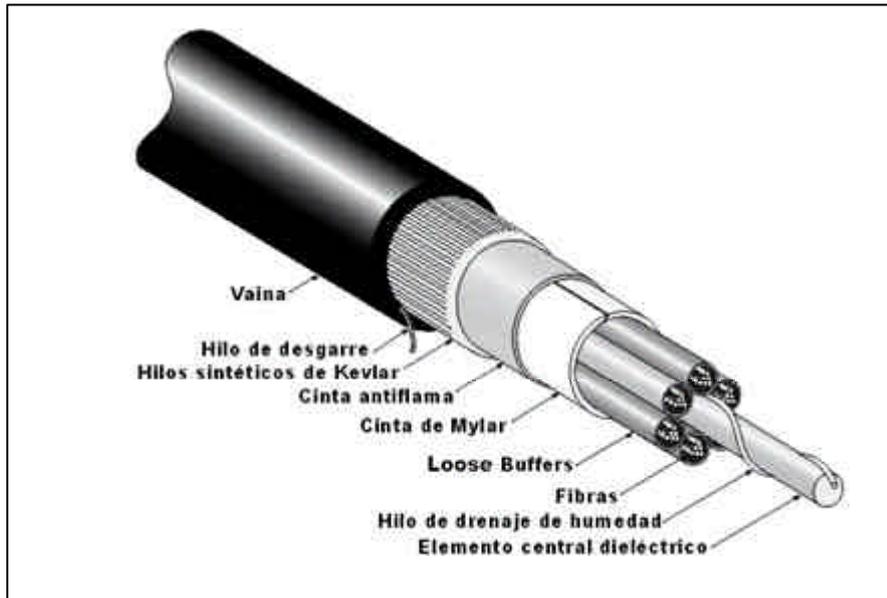


Figura 3.32 Cable de fibra óptica para ductos.

Todo estas chaquetas que cubren al cable es para protegerlo contra roedores y agentes externos que lo puedan deteriorar por ejemplo existen cables con chaqueta PAL la cual tiene una capa de acero galvanizado corrugado.

3.4.4.2 Cables de interconexión e interiores

Aquí es recomendable utilizar cables de estructura ajustada puesto que estos son de fácil conexión como se muestra en la Figura 3.33.

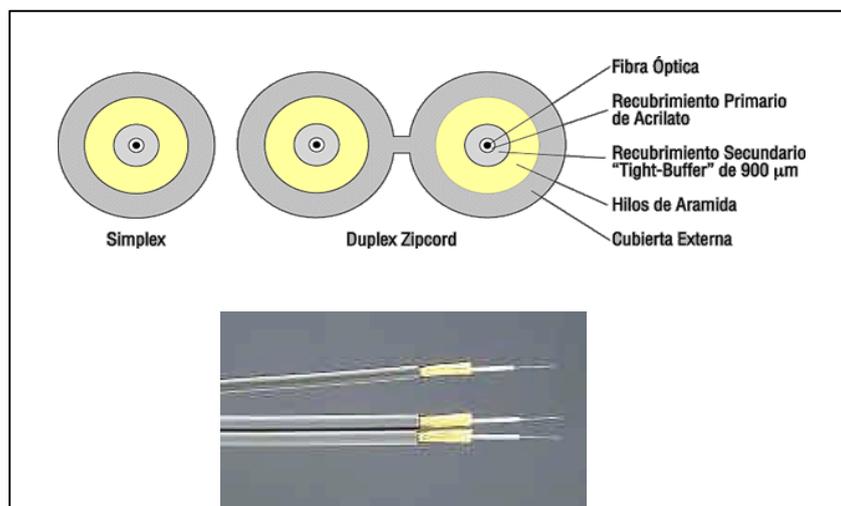


Figura 3.33 Cable de interconexión e interiores



3.4.4.3 Cables aéreos

Poseen un mensajero para el tendido aéreo entre postes o columnas este mensajero le da al cable la forma de ocho, por eso se le conoce como cable Figura 8.

El cable mensajero consta de siete (7) hilo de acero galvanizado, trenzados entre sí formando un único cable con un diámetro aproximado de 9 mm.

La unión entre el cable mensajero y el cable de fibra óptica es meramente mecánica, no eléctrica, y se realiza con el mismo polietileno negro que forma la chaqueta, quedando entre ambos cables una pequeña vena que los separa.

Las fibras dentro de este cable pueden tener un recubrimiento holgado o ajustado.



Figura 3.34 Cable aéreo figura 8

3.4.5 Grupos de cables

Según la norma lo define se divide en tres grupos indoor, outdoor, indoor/outdoor.

3.4.5.1 Cable indoor

Este tipo de cables se utiliza específicamente dentro de edificaciones donde usualmente están protegidos por ductos o escalerillas

En cables para interior se utilizan los de tipo ajustado monofibra o bifibra.



3.4.5.2 Cable outdoor

Es el cable que se utiliza en instalaciones fuera de las edificaciones donde no se especifique el tipo de fibra anteriormente mencionada. En cables para exterior se utilizan los cables de estructura holgada.

3.4.5.3 Cable indoor/outdoor

Se lo puede utilizar tanto en interiores como exteriores; de esta especificación existen algunas fibras de estructura ajustada que si la cumplen como la fibra ajustada multifibra.

3.4.6 Especificaciones de cables de Fibra óptica

En una red de fibra óptica se debe tener muy en cuenta el tipo de cable que se utiliza ya sea en interiores o exteriores y de cualquier estructura holgada o ajustada debe tener protecciones como se vio en los tipos de cables por aplicación así todos los cables deben cumplir con las siguientes especificaciones especialmente para cables de redes LAN:

- ✓ Fiabilidad y facilidad de instalación
- ✓ Resistencia al fuego
- ✓ Interior / exterior

3.4.6.1 Fiabilidad y facilidad de Instalación

El cable debe ser ligero y flexible, facilidad en la conectorización, además no permitir el paso de electricidad (dieléctrico).

En este tipo de caso se pueden utilizar los siguientes cables conforme a la norma ISO 11801:

- ✓ MONOMODO OM1 OM2 OM3
- ✓ MULTIMODO OS1



En la instalación interior de edificios se debe tener muy en cuenta las curvaturas de la fibra; el cambio de sentido de horizontal a vertical y la facilidad de tendido que dependerá del peso de la fibra. Para la utilización de conectores directamente de la fibra y evitar costes elevados es recomendable utilizar cables de estructura ajustada.

Al tener como característica que el cable sea dieléctrico esto quiere decir que puede combinarse con cables de energía sin requerir requisitos de seguridad y además puede combinarse con cables de datos metálicos.

3.4.6.2 Resistencia al fuego

Las protecciones de las fibras no deben estar libres de alógenos sin gases corrosivos ni tóxicos según norma UNE-EN 50267, tener baja emisión de humos no deben limitar la visibilidad norma UNE-EN 50268.

El cable no debe ser propagador de incendios norma UNE-EN 50266.

Los cables libres de halógenos nos dan las siguientes características:

- ✓ Cables no propagadores de incendio
- ✓ Cables resistentes al fuego.

3.4.6.3 Cables no propagadores de incendio

Son aquellos cables que no propagan el fuego a lo largo de la instalación, incluso cuando ésta consta de un gran número de cables, ya que cuando la llama que les afecta se retira o apaga.

Los cables libres de halógenos supera el ensayo de no propagación del incendio resultando dañada una mínima parte del cable .

En caso de incendio este tipo de cables genera en su combustión una cantidad mínima de monóxido y dióxido de carbono y de ácido clorhídrico que son gases tóxicos que según la norma UNE-EN 50267-2-1 es inferior al 0,5 %.



3.4.6.4 Cables resistentes al fuego

Son aquellos cables que mantienen el servicio durante y después de un fuego prolongado, a pesar de que durante el fuego se destruyan los materiales orgánicos del cable en la zona afectada.

Los cables libres de halógenos son resistentes al fuego según norma UNE-EN 50200 Esta característica permite mantener el servicio para los elementos de emergencia de la instalación, de forma especial para aquellos servicios esenciales en caso de incendio.

3.4.6.5 Cable LSZH (Libre Halógenos / Bajo Emisión Humos / Retardante Llama)

Este tipo de cables nos permite obtener las siguientes ventajas en caso de un incendio:

- ✓ Permite limitar la posibilidad de que el cable actúe como elemento de propagación del fuego.
- ✓ Permite limitar la contribución de los cables a los humos generados en un incendio, reduciendo por lo tanto los riesgos por inhalación de gases que han demostrado ser la principal causa de mortalidad en los incendios.
- ✓ Permite disponer del tiempo y la suficiente visibilidad para facilitar la completa evacuación del edificio así como el acceso a los focos de incendio por parte de los bomberos.
- ✓ Permite limitar los efectos nocivos sobre equipos o circuitos electrónicos o informáticos por el efecto corrosivo que los humos puedan tener sobre ellos.
- ✓ Permite mantener el servicio para los elementos de emergencia de la instalación, de forma especial para aquellos servicios esenciales.⁷

⁷ Curso teórico práctico de Fibra Óptica OPTRAL (CDAD Cable para Networking)