



CABLEADO Y EMPALMES

2018.06.13

augusto.jauregui@outlook.com

1

CABLES DE FIBRA OPTICA

Su función es guiar en su interior las fibras ópticas y dar protección mecánica a las mismas.

Características esenciales en la fabricación:

- 1. Resistencia mecánica de la fibra óptica.**
- 2. Fatiga estática o envejecimiento de las fibras ópticas.**



ESTRUCTURA DE LOS CABLES

Factores principales a considerar :

- **Elongación prevista:** Pequeña para cableados subterráneos, grandes tendido aéreo o submarinos.
- **Resistencia mecánica y tensión de trabajo admisible.**
- **Protección contra la humedad.**
- **Tipo y grado de elementos agresivos ambientales para considerar en su fabricación**
- **Pérdidas adicionales por curvaturas y microcurvaturas.**



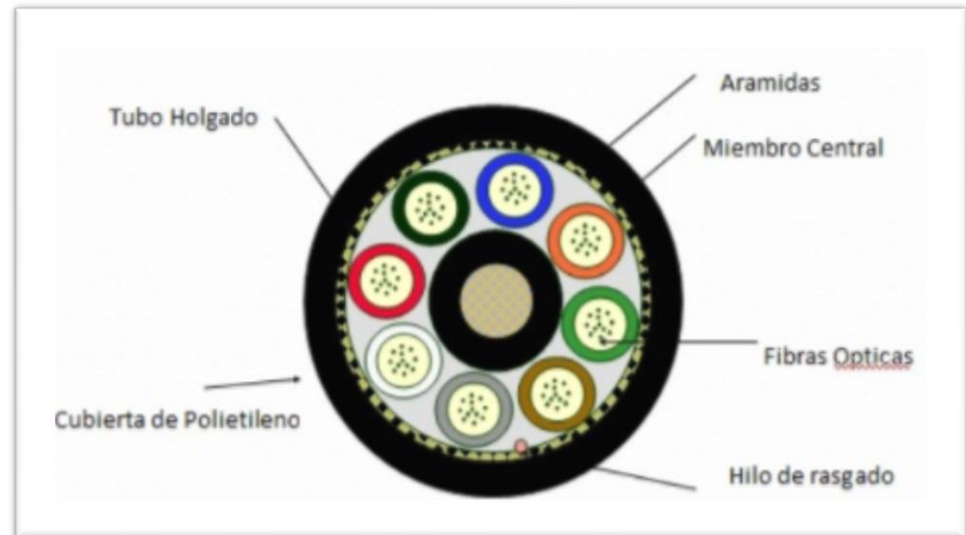
ELEMENTOS ESTRUCTURALES TÍPICOS

1. **Fibras ópticas**
2. **Protecciones secundarias**
3. **Sustancias de relleno**
4. **Cubiertas de protección**
5. **Alma del cable**
6. **Elementos de tracción del cable**
7. **Elementos de relleno**
8. **Elementos de armado**



2. Protecciones secundarias:

- Estructura ajustada (Tigh)
 - Para la fabricación de cables flexibles y de pequeño diámetro muy apropiado para uso interior
- Estructura holgada (Loose)
 - Se logra construyendo un tubo (buffer) de plástico flexible, con muy bajo coeficiente de rozamiento interno, resistente a la deformación, envejecimiento y a la degradación, lo que garantiza la estanqueidad a la par una flexibilidad, elasticidad y rigidez mecánica en la misma estructura. Permiten una elevada densidad de fibras..
 - Las fibras se alojan en forma helicoidal



3. Sustancias de relleno:

Garantizan hermeticidad longitudinal del cable y estanqueidad

- Protección secundaria (Estructura Holgada)

La pérdida de hermeticidad permitiría la condensación de la humedad y la penetración de agua provocaría un aumento de presión sobre la fibra se traduciría en la aparición de micro curvaturas lo que causaría aumento en la atenuación

- Intersticios del cable

Como los cables están confeccionados por elementos de sección circular sobre los cuales se arrollan sucesivas capas concéntricas quedan resquicios, estos intersticios se rellenan con una masa (petrolato).







4. Cubiertas de protección:

Su función es de proteger al núcleo óptico del cable, a las fibras ópticas, de todos los esfuerzos mecánicos resguardándolas de los cambios térmicos del exterior, así como de los ataques químicos que se producen en los cable enterrados.

- Cubierta de polietileno (PE) Baja constante dieléctrica y estabilidad de la misma ante variaciones de la temperatura. Su color es siempre negro, para uso en planta exterior.
 - L.D.P.E. (Polietileno de baja densidad)
 - M.D.P.E. (Polietileno de media densidad)
 - H.D.P.E. (Polietileno de alta densidad)
- Cubierta de PVC (Cloruro de polivinilo) Habitualmente en cables de uso interior, tiene buen comportamiento ante agentes químicos. Su color habitualmente es gris.
- Cubierta de plásticos fluorados, P.F.A. y F.E.P. se utilizan en la confección de cubiertas sometidas a condiciones extremas de temperatura superiores a + 100 °C
- Cubierta con Compuestos libre de Halógenos Se fabrican con vinilacetato de etileno, se encuentran libres de halógenos. Tienen la propiedad de ser autoextinguibles en caso de llegar a producirse llamas.

5. Alma del cable:

- Es el núcleo mismo, es la parte central en el interior del cable óptico, cumple la función de cohesionar los diversos elementos constructivos que la conforman. También recibe el nombre de núcleo óptico y está formado por un elemento central o fiador. Todas estas capas están trenzadas. El elemento central está constituido en acero o en el caso de los cables ópticos dieléctricos con hilaturas de fibra de vidrio recubiertas de resina de poliéster.
- Trenzado de paso constante: Arrollados de forma helicoidal
 - Sentido según S
 - Sentido según Z
- Trenzado paso variable: Arrollado de forma helicoidal. Su sentido se invierte (en cada cambio discurre axialmente) cada cierto número de revoluciones. También se conoce como trenzado S-Z

6. Elementos de tracción del cable:

Son los que soportan las cargas debidas a los esfuerzos y solicitaciones mecánicas del cable. Podemos considerar a las cubiertas o armaduras adicionales para proteger el alma del cable cuando son sometidos a condiciones extremas de presión como los cables submarinos o los utilizados en minería. Como materiales se han impuesto las fibras de compuestos aramídicos, kevlar y los cables trenzados de acero.

7. Elementos de relleno:

Se usan en caso de ser necesarios para conformar el alma del cable o Núcleo óptico del mismo y lograr que el cable alcance el máximo grado de circularidad posible resina de poliéster.

8. Elementos de armado:

Los elementos de armado que conforman la construcción de los cables compuestos tierra-ópticos (OPGW) son conductores de acero y conductores aleados arrollados en capas concéntricas o niveles de armado sobre el núcleo óptico del cable.

CABLES PARA USOS ESPECIALES

- Cables para tendidos subterráneos : Se utilizan canalizados en el interior de conductos, subconductos, en galerías de servicio o directamente. Desde el punto de vista constructivo :
 - Totalmente dieléctricos
 - Con armadura metálica



CABLES PARA USOS ESPECIALES

- Cables Submarinos: Se utilizan tendidos directamente sobre el lecho marino o enterrados en el mismo y realizan la función de comunicaciones ópticas. Desde el punto de vista constructivo hay dos tipos posibles de construcción en función de la profundidad a la que discurra su tendido:
 - Baja o Media profundidad, no excediendo nunca los 4000 m.
 - Alta profundidad llegando alcanzar cotas de 8000 m.



ENSAYOS EN LABORATORIO

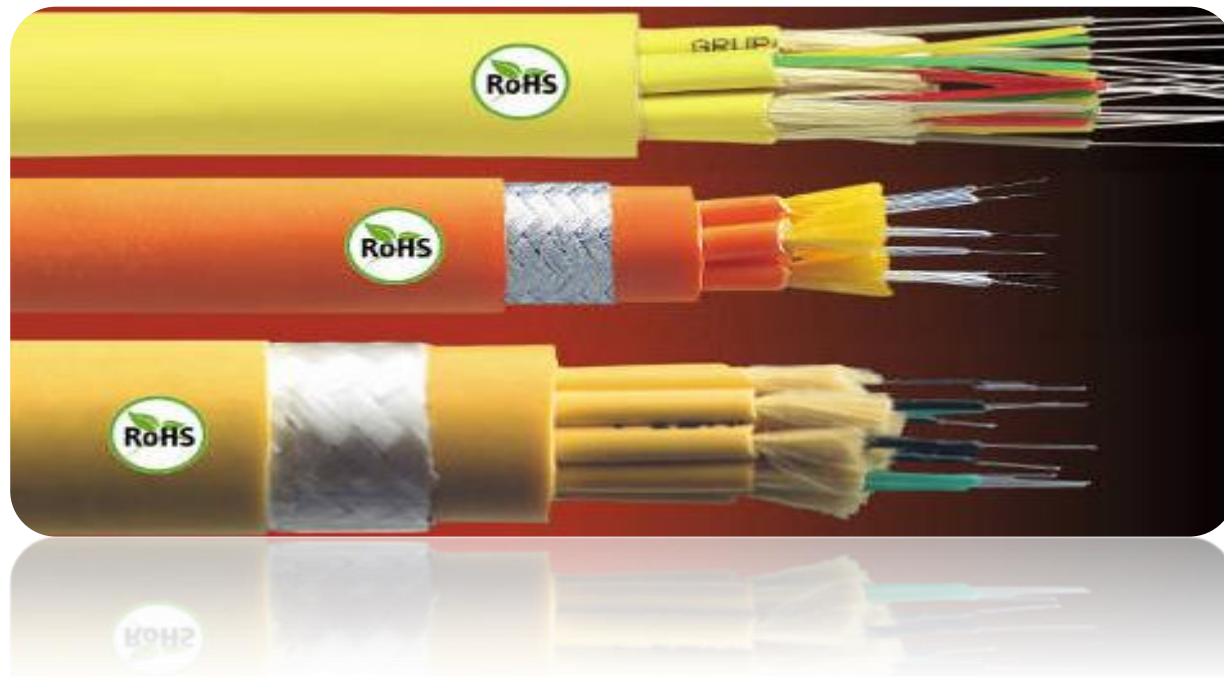
En estos ensayos (simulaciones en laboratorio) se les imponen una serie de condiciones tanto en cuanto a sus propiedades de transmisión como a las referentes a su comportamiento en la planta (cargas y esfuerzos que sufren durante la instalación y tiempo de vida útil)

- Ensayo de tracción
- Ensayo de ciclos climáticos
- Ensayos mecánicos
- Ensayo en cortocircuito
- Ensayo resistencia al rayo
- Ensayo de estanqueidad
- Determinación del intervalo de servicio



SINTESIS

Los cables de fibra óptica son fabricados de acuerdo donde serán instalados bajo demanda del cliente.



EMPALMES DE FIBRAS OPTICAS

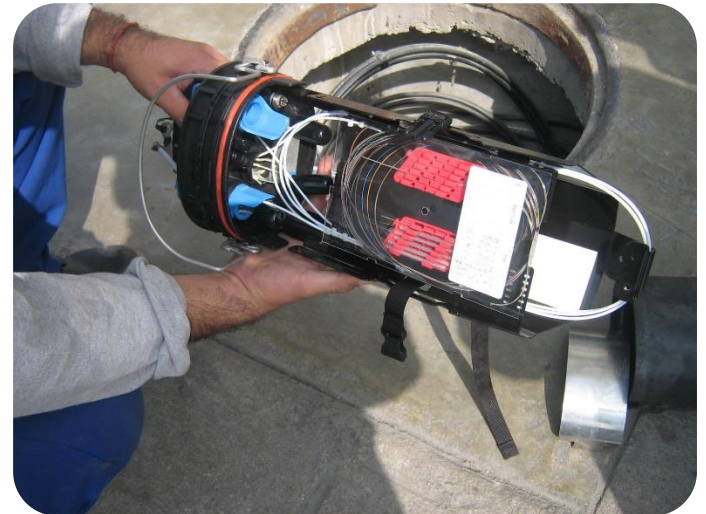
DEFINICION

Los empalmes se usan cuando se necesita lograr una unión permanente o semi-permanente entre dos fibras ópticas. El empalme debe de introducir el valor más bajo posible de pérdidas.

Hay dos tipos de unión de fibras, mediante:

- Empalmes mecánicos.
- Empalmes por fusión.

Cada tipo de empalme ofrece ventajas y desventajas dependiendo de las circunstancias en que debe efectuarse la unión. Entonces, para la elección apropiada de una de las técnicas, se requiere por lo menos conocer en que consiste cada una.



Por ejemplo, suponiendo que las fibras a ser empalmadas o conectadas tienen:

1. Misma apertura numérica
2. Mismo diámetro del núcleo
3. Mismo diámetro del revestimiento

Entonces las causas de las pérdidas serán por defectos en la técnica de empalme:

1. Desplazamiento paralelo de los ejes de las fibras
2. Error angular entre los ejes de las fibras
3. Separación entre las superficies de los extremos de las fibras



EMPALME POR FUSION

Esta técnica es ampliamente usada en situaciones en que se requiere un gran numero de empalmes con bajas pérdidas. Existen diferentes métodos de obtener un empalme por fusión de fibras o cintas de fibras. En la actualidad, la fusión por arco eléctrico es el método más utilizado para hacer en el terreno empalmes fiables de fibras ópticas ya sean simples o en masa. El proceso de fusión se lleva a cabo utilizando máquinas empalmadoras construidas de manera específica en las que la reproducibilidad y sencillez de la operación ha mejorado de manera continua durante la última década.

MAQUINA DE EMPALME POR FUSION

Una empalmadora por fusión posee dos guías situadas sobre bloques de alineación que permiten el enfrentamiento de las fibras y son controlado por un microprocesador y esta compuesta básicamente por tres partes principales:

El sistema de visualización del punto de soldadura.

El sistema de alineado de las fibras.

El sistema de soldadura.



TECNICAS DE ALINEAMIENTO DE FIBRAS

Las distintas técnicas de alineamiento pueden clasificarse en fijas y móviles.

La técnica fija .- Las fibras no se desplazan lateralmente, sino que estas se sitúan en posiciones predeterminadas. Este método se conoce también como alineamiento pasivo.

La técnica móvil .- Aquí las fibras se desplazan lateralmente hasta obtener posiciones precisas previamente a la descarga. Este método también se conoce también con el nombre de alineamiento activo.





En resumen el empalme a fusión consiste en cuatro pasos básicos, sin importar cuan sofisticada sea la máquina:

- Preparar la fibra (Pelado de todas las capas, chaquetas, tubos, protectores, etc hasta dejar la fibra desnuda).
- Corte de la fibra (Este proceso es igual que cortar un cristal de una ventana pero en escala mas fina. La cortadora primero centra la fibra luego la presiona o flexiona para causar un corte limpio).
- Fundir la fibra (Consiste en dos pasos alinear y quemar).
- Proteger la fibra (Un buen empalme debe ser protegido contra la flexión y fuerzas de tensión. Un empalme a fusión tendrá típicamente una fuerza de tensión de 0.5 a 1.5 libras).



Proceso de empalme



Establecer Longitud de corte



Marca para corte transversal cubierta exterior



Despojo de cubierta exterior



Trenzado de kevlar para posterior anclaje



Corte transversal de cubierta exterior



Corte longitudinal cubierta exterior



Marca para corte transversal cubierta interior



Corte longitudinal cubierta interior



Corte del elemento central



Presentación del cable en caja de empalme



Corte transversal de buffer



Despojo del buffer



Fijación del cable



Fijación del elemento central



Posicionamiento de buffers y colocación de



Fijación de buffers al organizador de empalme

DESNUDADO, FUSIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL EMPALME



Despojo del recubrimiento con stripper



Limpieza de la fibra



Marcaje de la fibra



Corte de la fibra



Fijación de la fibra en la herramienta de corte



Tensado de fibra en la herramienta de corte



Posicionamiento de fibra en máquina de empalme



Fijación de fibra a máquina de empalme

En el display se verán las dos puntas, pudiéndose observar si el ángulo es perfectamente recto, sino fuera así la máquina no nos permitiría empalmar.

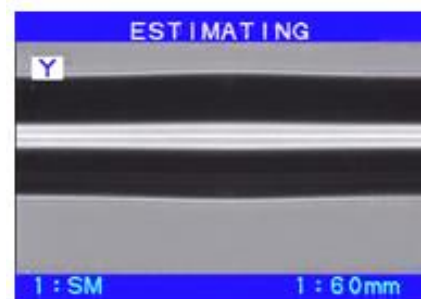
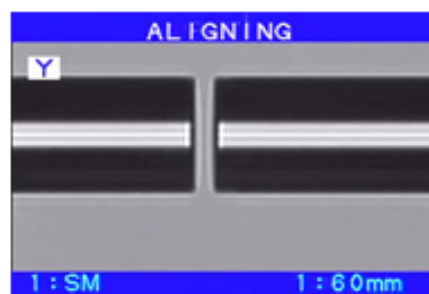


Una vez cumplido esto, a través de un arco eléctrico dado entre dos electrodos, aplicará una corriente de pre-fusión durante el tiempo de pre-fusión, y luego una corriente de fusión durante el tiempo de fusión.



Luego hará una estimación del valor de atenuación resultante.

Presionando el botón de empalme, estando la empalmadora ajustada en automático, la misma procederá a alinear en los ejes x e y, y a acercar las puntas a la distancia adecuada.



PERDIDAS POR EL PROCESO DE EMPALMES:

El factor característico del proceso es la atenuación del empalme, entendiendo esta como la pérdida de potencia de la señal óptica que se produce en ese punto. Se trata de una pérdida de inserción; la unidad en que se expresa es el decibelio (dB) y su cálculo se realiza mediante la expresión siguiente:

$$\text{ATENUACIÓN (dB)} = 10 \log \frac{\text{Potencia de Entrada}}{\text{Potencia de Salida}}$$

FACTORES QUE INCIDEN LA ATENUACIÓN DEL EMPALME:

- Factores intrínsecos
- Factores extrínsecos

Factores Intrínsecos: Dependen de las características y tipo de las fibras que se empalmarán. Citamos algunos de estos:

- Diferencias en las aperturas numéricas
- Diferencias en los diámetros de la ff.oo., se producen cuando el diámetro externo de este último es diferente entre las dos fibras que se acoplan.

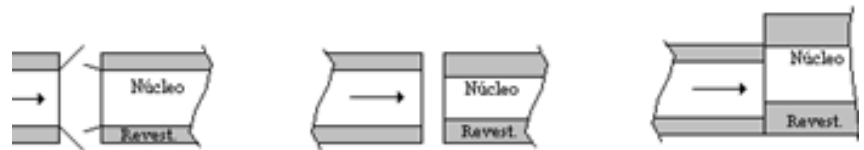




Pérdidas por excentricidad, ocurre cuando el núcleo de la fibra perfectamente centrado en el revestimiento.

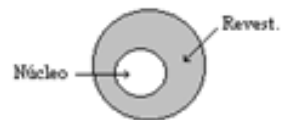
Pérdidas por elipticidad, se deben a que las secciones del revestimiento no son perfectamente circulares si no que presenta deformación.

Variaciones en la distribución del índice de refracción

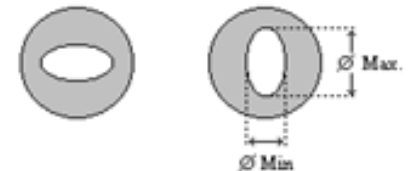


Diferencias de AN

Diferencias de diámetros



Excentricidad



Elipticidad



Preguntas Frecuentes

¿ Cuáles son los pasos básicos que requiere un empalm

Son similares a los de empalme a fusión, citamos a cor

- 1° Preparar la fibra
- 2° Cortar la fibra
- 3° Ensamblar mecánicamente la fibra (sin ningún
- 4° Proteger la fibra



¿ Cuánto tiempo toma terminar un empalme a fusión?

Varían drásticamente de acuerdo al resultado final requerido. Las máquinas básicas pueden realizar empalmes simples entre 5 y 15 segundos, algunas pueden demorar hasta un minuto, esto debido a que requieren mayor tiempo para analizar y alinear las fibras

¿Que sucede si se efectúa un empalme de fibra monomodo con una fibra multimodo?

Normalmente no se efectúa, puesto que los diámetros de los núcleos son significativamente diferentes, aún si ejecutase “un buen empalme” se obtendría pérdidas mayores a 10 dB por la desadaptación de núcleos.

¿Se vuelve obsoleta una máquina de empalme después de un año?

No. Las máquinas de empalmar no cambian rápidamente como las computadoras, sin embargo la mayoría de las máquinas deben de pasar por un “overhauled” cada 2 o 3 años. Las nuevas opciones que se añaden a una máquina son esencialmente en la parte de software, por lo que una actualización de software es lo que comúnmente requieren las empalmadoras.