

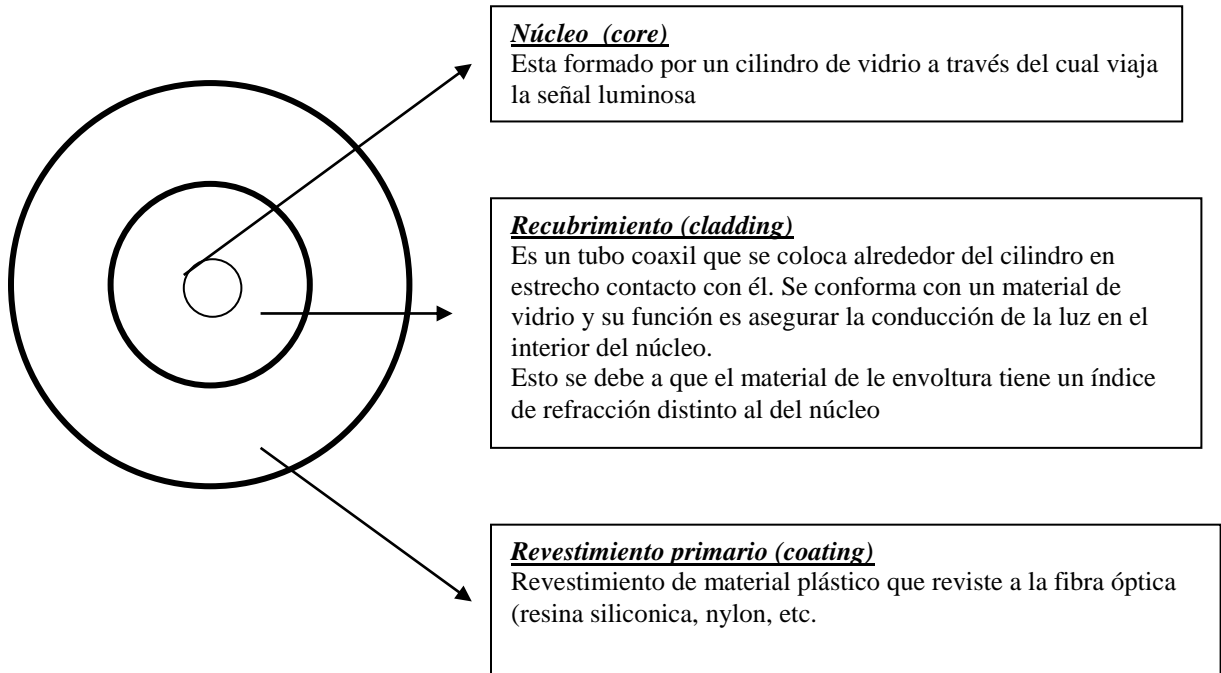
# **Fibras Ópticas**

## **Estructura de una fibra**

La fibra óptica es básicamente una guía de señales ópticas y tiene la particularidad de poder encaminar la luz incluso en un recorrido curvilíneo.

Están fabricadas con cuarzo de alta pureza.

### **Estructura**



## **Propiedades de la fibra óptica**

Algunas de las propiedades sobresalientes de la guía de onda óptica se pueden resumir brevemente:

- Es liviana y flexible debido a su pequeño diámetro.
- Los problemas de interferencia entre guías de ondas ópticas adyacentes así como la intercepción y la interferencia han sido virtualmente eliminados en las guías.
- La interferencia electromagnética no tiene efecto en la señal óptica o la información transmitida.

Las estaciones transmisora y receptora se conectan solamente por medio de una guía de onda óptica que es eléctricamente aislante y por lo tanto pueden ser operadas a diferentes potenciales eléctricos. Esto hace posible por ejemplo un sistema de monitoreo novedoso y simple para instalaciones de alta tensión.

Las aplicaciones son muy diversas yendo desde la transmisión de datos hasta la conducción de la luz solar hacia el interior de edificios, o hacia donde

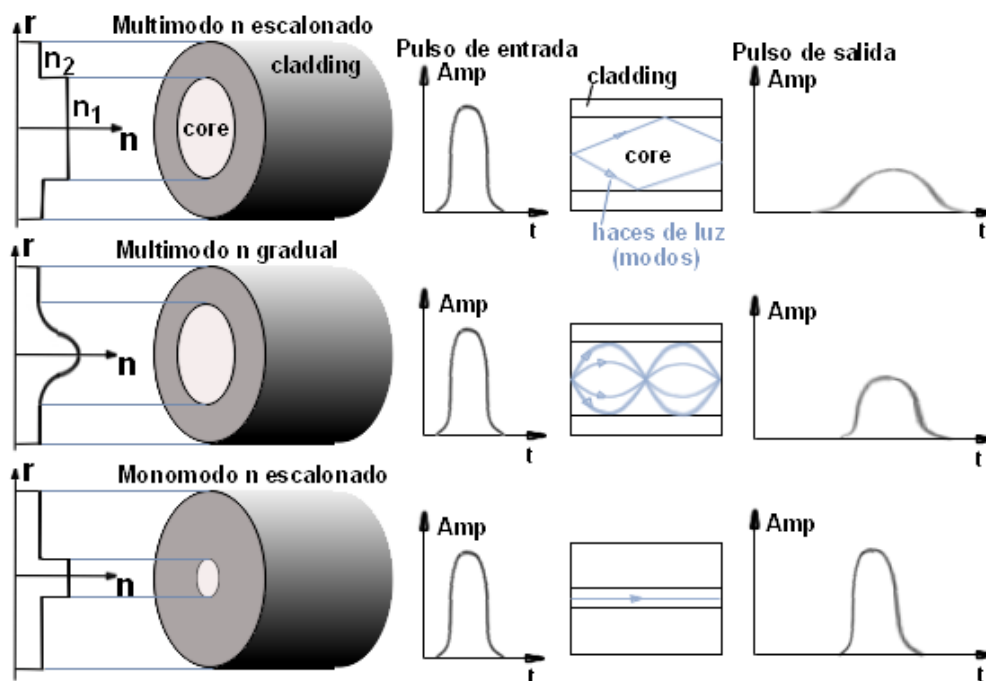
podría ser peligroso utilizar la iluminación convencional por presencia de gases explosivos. También es utilizada en medicina para transmitir imágenes desde dentro del cuerpo humano.

### TIPOS DE FIBRA OPTICA

Una fibra óptica es una guía de onda dieléctrica cilíndrica fabricada a partir de materiales de baja pérdida, tales como el cuarzo. tiene un núcleo central (core), dentro del cual la luz es guiada, rodeado por un medio (cladding) con un índice de refracción ligeramente inferior. Los rayos luminosos incidentes sobre la superficie núcleo-cladding con ángulos mayores que el ángulo crítico sufren reflexión total interna y son guiados dentro del núcleo sin que se refracten. Por el contrario, los rayos con ángulos menores al crítico perderán su energía en el cladding en cada reflexión y por lo tanto no serán guiados.

Los tres tipos posibles de fibra óptica son:

- a) Multimodal, de perfil escalonado.
- b) Multimodal, de índice gradual.
- c) Monomodal, de perfil escalonado.



Como se puede observar en la gráfica del centro de la figura anterior, en el núcleo de una fibra **multimodo de índice gradual** el índice de refracción es máximo en el centro y va disminuyendo radialmente hacia afuera hasta llegar a igualarse al índice del revestimiento justo donde éste comienza. Por esto es que los modos (haces) se van curvando como lo muestra el dibujo. Dado que la velocidad de propagación de un haz de luz depende del índice de refracción, sucederá entonces que los modos al alejarse del centro de la fibra por un lado viajarán más rápido y por otro, al curvarse, recorrerán menor distancia, resultando todo esto en un mejoramiento del ancho de banda respecto a la de índice escalonado.

Existe además un tipo de fibra denominada **DISPERSION SHIFTED (DS)** (dispersión desplazada) de la cual sólo se dirá aquí que no debe empalmarse con las comunes.

Recientemente ha surgido la fibra del tipo **NZD** (Non Zero Dispersión) la cual posee un núcleo más reducido (6m) y requiere un cuidado especial al empalmarla.

Otros tipos:

CS (Cut-off shifted), NZ-DS (Non-Zero Dispersión shifted) y ED (Er doped)

### **Transmisión por Fibras Ópticas**

La transmisión por FO consiste en convertir una señal eléctrica en una óptica, que puede estar formada por pulsos de luz (digital) o por un haz de luz modulado (analógica). La señal saliente del transmisor, se propaga por la fibra hasta llegar al receptor, en el cual se convierte la señal nuevamente a eléctrica.

### **Ventajas de las F.O.**

- Diámetro y peso reducidos lo que facilita su instalación
- Excelente flexibilidad
- Inmunidad a los ruidos eléctricos (interferencias)
- No existe diafonía (no hay inducción entre una fibra y otra)
- Bajas pérdidas, lo cual permite reducir la cantidad de estaciones repetidoras
- Gran ancho de banda que implica una elevada capacidad de transmisión
- Estabilidad frente a variaciones de temperatura
- Al no conducir electricidad no existe riesgo de incendios por arcos eléctricos
- No puede captarse información desde el exterior de la fibra
- El Dióxido de Silicio, materia prima para la fabricación de F.O., es uno de los recursos más abundantes del planeta.

### **Desventajas**

- Para obtener, desde la arena de cuarzo, el Dióxido de silicio purificado es necesaria mayor cantidad de energía que para los cables metálicos.
- Las F.O. son muy delicadas lo cual requiere un tratamiento especial durante el tendido de cables.
- Corta vida de los emisores lasers.

## **CABLES OPTICOS**

*Para ser utilizadas como medio de transmisión las fibras ópticas deben estar protegidas e insertadas en una estructura denominada "cable óptico".*

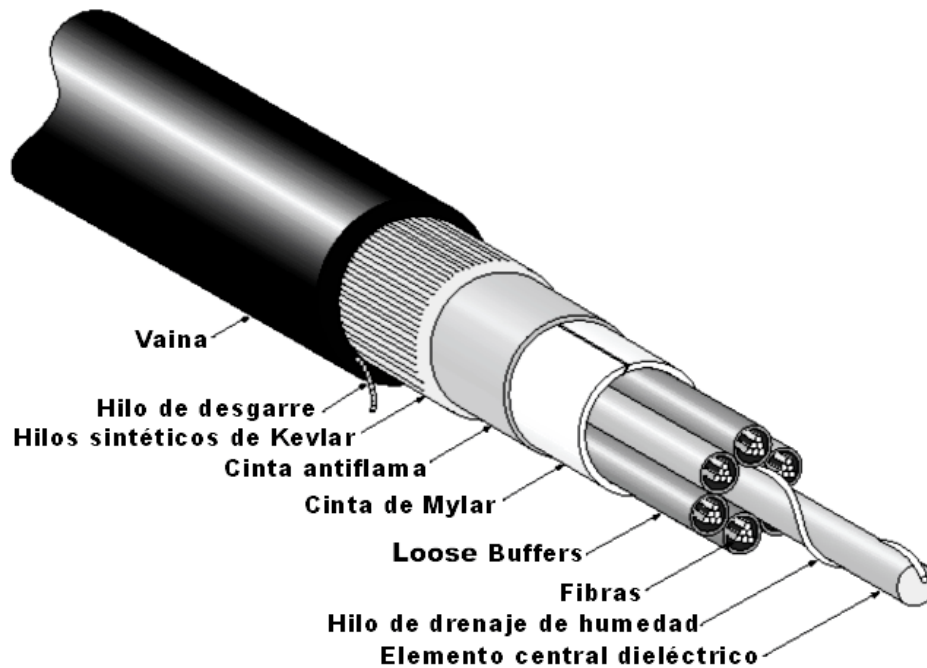
*Un cable óptico se compone principalmente de diversas fibras ópticas y a veces de conductores metálicos. Están bien protegidos contra las influencias mecánicas y químicas y en alguna forma protege a las fibras contra los cambios bruscos de temperatura.*

*Entre los elementos que componen un cable óptico los más importantes son:*

- a) **Elemento de tracción**: Su función primordial es la de servir durante la instalación como elemento resistente del cable, de modo que las fibras no sean traccionadas y darle mayor rigidez al cable.
- b) **Vaina externa**: Esta destinada a brindar a las fibras una protección adicional, formar un conjunto compacto de todos los elementos

componentes del cable y ofrecer una barrera contra la penetración de humedad. Esto ultimo se logra mediante el empleo de una vaina tipo PAL.

- c) **Elemento de Refuerzo**: Consiste en fibras de aramida (Kevlar) dispuestas en forma helicoidal y en algunos casos impregnadas de una sustancia tipo gel que le da características de estanqueidad.
- d) **Tubos de Relleno**: Los cables de 8, 16, y 32 fibras ópticas poseen para asegurar la forma cilíndrica del cable tubos de relleno de plástico colineales con los tubos activos.
- e) **Tubos activos**: También llamados Buffer contienen en su interior a las fibras ópticas. Para su identificación se aplica el mismo código de colores de las fibras ópticas.



### **CODIGO DE COLORES UTILIZADOS POR TELEFONICA**

FIBRA	COLOR	TUBO ACTIVO	COLOR
1	VERDE	1	VERDE
2	ROJO	2	ROJO
3	AZUL	3	AZUL
4	AMARILLO	4	AMARILLO
5	GRIS	5	GRIS
6	VIOLETA	6	VIOLETA
7	MARRON	7	MARRON
8	ANARANJADO	8	ANARANJADO

## Código de Colores Estándares TIA-598-A Fibra Optica

Cables fabricados por PIRELLI – ALCATEL

Cables fabricados por PIRELLI - ALCATEL

	1 = AZUL
	2 = NARANJA
	3 = VERDE
	4 = MARRON
	5 = GRIS
	6 = BLANCO
	7 = ROJO
	8 = NEGRO
	9 = AMARILLO
	10 = VIOLETA
	11 = ROSA
	12 = CELESTE

### **CONFIGURACION DE CABLES OPTICOS**

Los cables ópticos se fabrican por pedido de las empresas de acuerdo a sus normas y requerimientos. ( código de colores, cantidad y tipos de fibras etc.)

A continuación veremos la configuración de los cables mas usados por Telefónica.

Cantidad de fibras	Cantidad de tubos	Cantidad de fibras por tubo	Diámetro de tubo (mm)	Diámetro elemento central (mm)	Diámetro final del cable (mm)
8	4 + 2R	2	2.0	2.6	9.2
16	4 + 2R	4	2.5	2.6	9.2
32	4 + 2R	8	2.8	2.9	10.1
64	8	8	2.8	2.9	11.8
128	16	8	2.8	3.5	17.5

### **En la cubierta externa veremos algunos de los siguientes datos:**

- PK o PKP: Polietileno Kevlar; Polietileno, Kevlar, Polietileno.
- SM: fibra monomodal (single mode)
- MM: fibra multimodal (Multi mode)
- ST: perfil de índice estándar.
- 8, 16, 32, 64, 128: Cantidad de fibras ópticas.
- Secuencial: medida del cable colocada cada un metro.

- Marca del cable: Nombre de la empresa que lo fabrico.
- N° de orden compra.
- Año de fabricación.

### **EMPALMES, CONECTORES, PROTECCIÓN Y CAJAS DE EMPALME (INSTALACIÓN, NORMAS.**

Los empalmes de F.O. producen atenuaciones de valores pequeños, pero que sumados en varios Km. pueden afectar la calidad del enlace.

La atenuación en los empalmes tiene dos orígenes:

Los extrínsecos: debido a desplazamientos transversales, longitudinales y axiales. Reflexión en los extremos (Fressnel), etc.

Los intrínsecos: variación del índice de refracción, apertura numérica, variación del diámetro del núcleo, etc.

Los empalmes se clasifican según la forma en que se realizan.

**\*POR PEGADO:** Luego de alinear las fibras se pegan con resina epoxi. Este pegamento contribuye a mantener el índice de refracción y se obtienen empalmes con pérdidas inferiores a 0,2db.

**\*MECÁNICOS:** Se basan en el principio del autocentrado de los conductores de F.O., se los une en un dispositivo en forma de V, con un adhesivo de rápido endurecimiento, este tipo de empalme es ideal para efectuarlo en ambientes donde haya peligro de explosiones ya que no tiene llama ni arcos voltaicos.

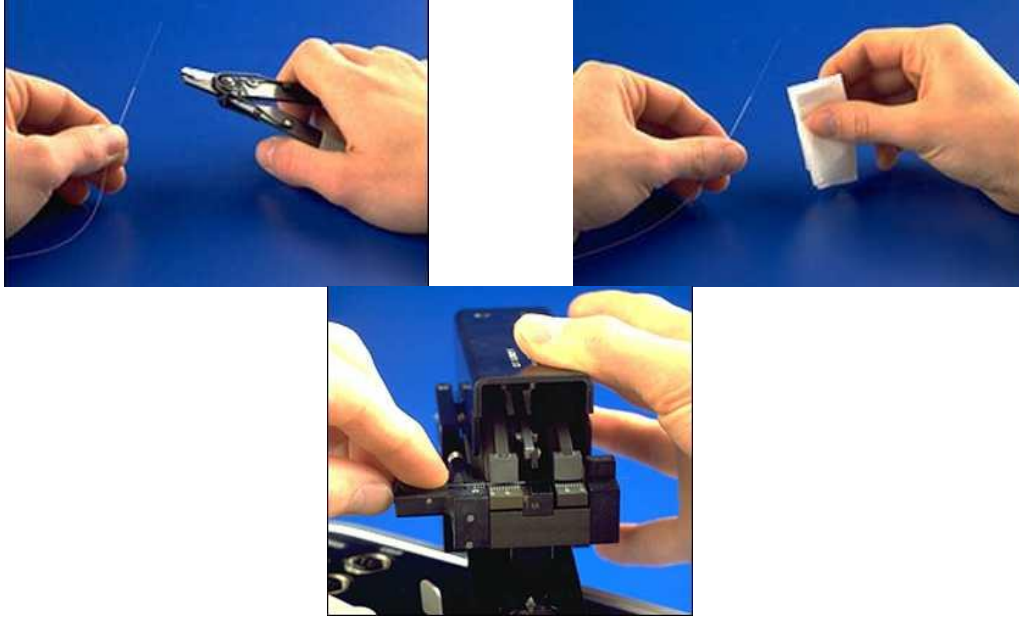


**\*POR FUSIÓN:** El 70% de los empalmes se realizan por este método, y los pasos a seguir son los siguientes.

- a) Limpieza y corte de la F.O. (al igual que en los otros dos empalmes.
- b) Prefusión y fusión de la F.O..
- c) Protección y verificación del empalme.

**a) Limpieza y corte:** Primero se deben retirar los recubrimientos de la F.O., hasta que quede con el revestimiento primario, el cual se retira con alcohol isopropílico o similar, limpiando el extremo de la F.O. hasta

extraer todo el acrilato. Una vez limpios los extremos se procederá a cortarlos (algunas fusionadoras tienen incorporadas máquinas de corte).

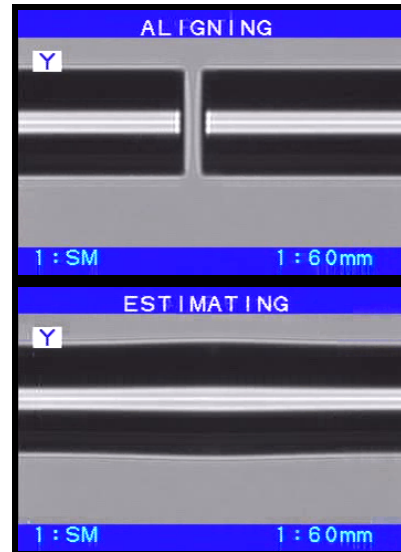


**b) Prefusión y fusión:** Deben alinearse los extremos de la F.O. en la máquina de empalmar, colocándolos en una doble ranura en forma de V. La prefusión es un breve calentamiento de los extremos de la F.O., que sirve para limpiar, redondear el corte y evitar la formación de burbujas de aire en la unión. La fusión se realiza en un tiempo más prolongado, a una temperatura de 2000 °C y una duración del arco de 3,5 seg. aproximadamente.

**c) Protección y verificación:** En algunos de los casos se realiza con una resina epoxi, para restablecer el recubrimiento primario, la que luego se endurece protegiendo el empalme. En otros casos se utiliza un manguito termocontraíble con un gel copolímero (etileno - vinil - acetato) como protección primaria y un alambre de acero como protección mecánica mas una capa exterior de nylon como protección secundaria. Este proceso en algunos casos debido a la contracción y expansión térmica del manguito, puede afectar la calidad del empalme, aumentando la atenuación del mismo.

La verificación se efectúa mediante una prueba de tracción con una fuerza equivalente a 250 grs., y por otro lado se prueba la atenuación mediante un OTDR.

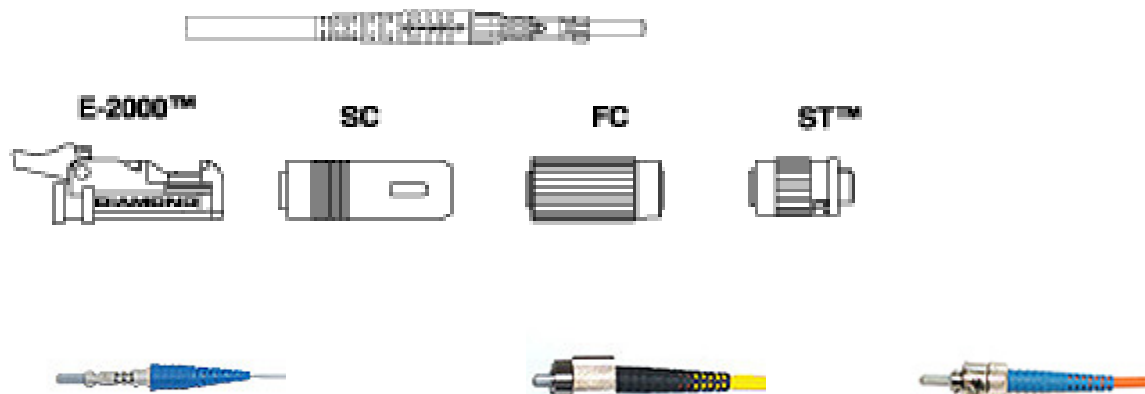
Los empalmes múltiples se realizan con las mismas técnicas, solo que simultáneamente se pueden hacer hasta doce empalmes.



\***POR CONECTORES:** (son no permanentes) Se utilizan para separar y acoplar rápidamente dos extremos de F.O., con muy poca atenuación. Dependiendo del núcleo de la F.O. son los conectores a utilizar, variando en ello el requerimiento en cuanto a su tolerancia mecánica.

Los conectores se pueden separar en dos grupos:

- 1º) Principio de acoplamiento por lentes (emisores y detectores).
  - 2º) Principio de acoplamiento frontal (F.O. a F.O. y Diodo a F.O.).
- Se logran pérdidas de aprox. 0,5db.



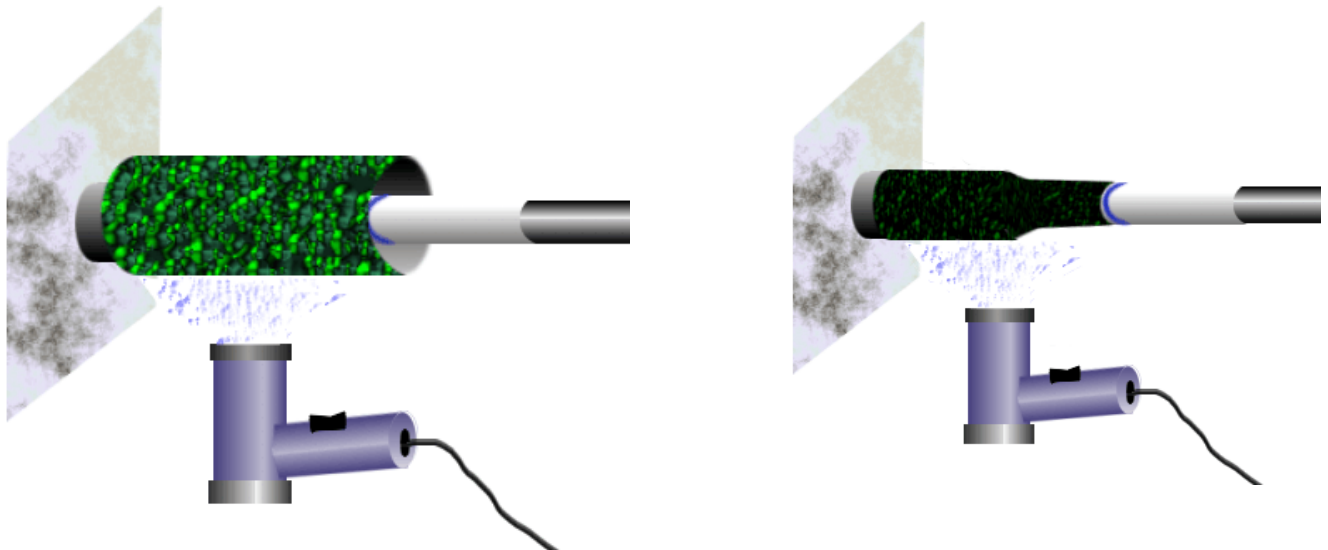
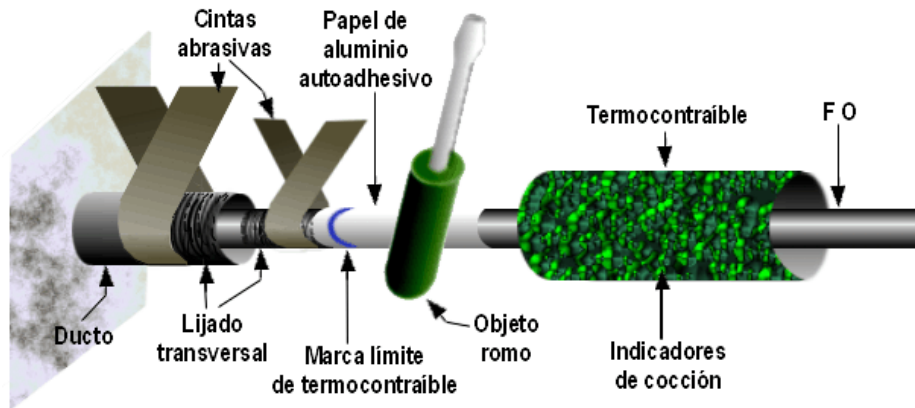


## Terminación de Cables y Cajas de Empalme en Cámaras de Registro y Arquetas.

Antes del armado de una caja de empalme se deberá verificar que los cables no queden enredados con los ya existentes.

Los cables que ingresen a la caja de empalme deberán estar perfectamente grapeados y acomodados en forma prolija de acuerdo a las normas vigentes.

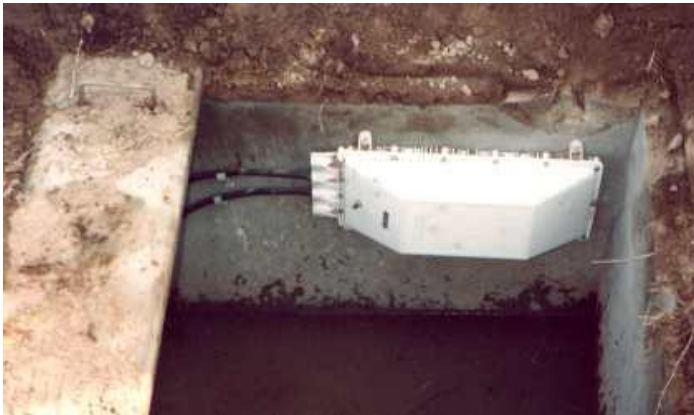
Los ductos por donde pasen el cable deben estar sellados con manguitos termocontraíbles para evitar el paso de agua. Sobre todo en la Cámara 0 y en el túnel de cables.



## CAJAS DE EMPALME

Hay de diversas marcas y capacidades de cables. En todas se debe verificar que en el momento del cierre la misma debe quedar perfectamente sellada para evitar la entrada de agua en la misma.

### Caja Mondragon



### Caja Raychen



### CAJA MONDRAGON



**En todos los casos se deberán respetar las normas de higiene y seguridad**