

# *Conexiones Ópticas*

# OBJETIVOS DEL MÓDULO:

- ***Alternativas de Conexión***
- ***Herramientas esenciales***
- ***Empalmes Mecánicos***
- ***Conector de Armado en Campo***
- ***Principales Tipos de Pérdidas de Conexión***
  - ***Atenuación (Pérdida de inserción) (IL)***
  - ***Perdida de Retorno (RL)***
- ***Principales causas de Pérdidas en la Conexión***
- ***Conectores Ópticos***
- ***Tipos de Pulidos***
- ***Clasificación y tipos de conectores***
- ***Inspección de Conectores Ópticos***
- ***Empalme por Fusión***
- ***Empalme por Fusión – Defectos***

- *Alternativas de Conexión*

- *Conector pre-armado*



- *Conector armado en campo*



- *Empalme mecánico*



- *Empalme por fusión*



- Herramientas esenciales**



Tijera para cortar  
fibras de aramida

Peladora de fibra óptica 900um/125 um y 250 um



corte

Cortadora de  
precisión (fiber  
cleaver)



Dispenser alcohol isopropílico

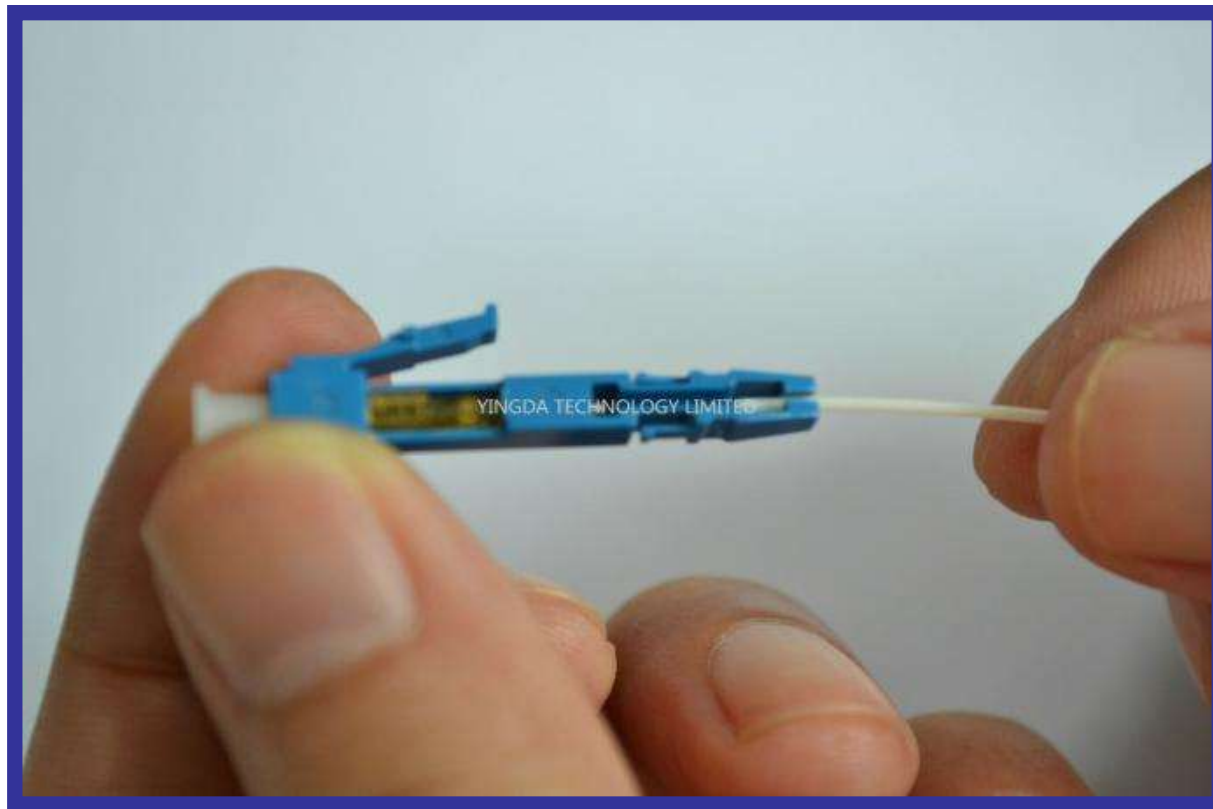
- *Empalmes Mecánicos*



[armado empalme de 3M](#)

## *Tecnologías de Conexión*

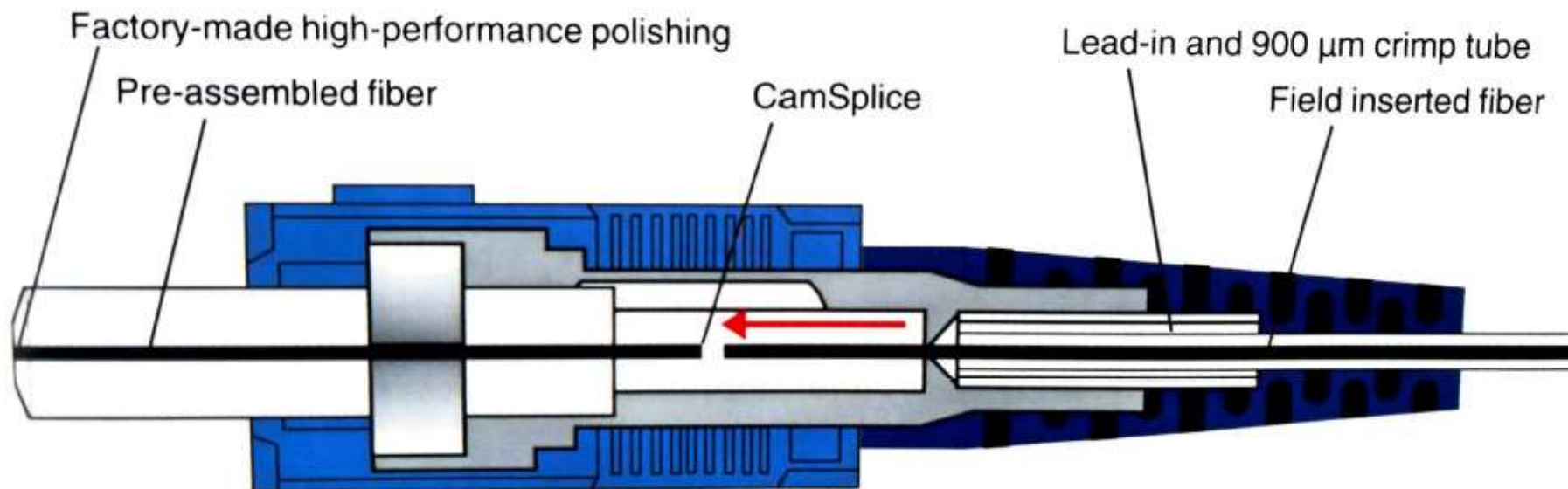
- *Conector de Armado en Campo*



[video armado](#)

[Video Sumitomo](#)

# CONECTORES MECÁNICOS - DE ARMADO EN CAMPO -



## *Tecnologías de Conexión*

- *Principales Tipos de Pérdidas de Conexión*

### PÉRDIDA DE RETORNO

Donde quiera que se unan dos fibras, la suciedad o rayones pueden provocar que porciones de la luz se propaguen y reflejen.

'La pérdida de retorno (RL)' expresa la cantidad de luz reflejada de regreso a la fuente en el punto donde las fibras se encuentran. Esto también se expresa en decibeles (dB). Cuanto más bajo es el RL, más bajo es el reflejo. Para los conectores de fibra multimodo, los valores de RL típicos están entre -20 y -40 dB. Para conectores monomodo, se obtienen valores de -45 dB (pulido plano) y -65 dB (pulido angulado).

### ATENUACIÓN (pérdida de inserción)

Las pérdidas que ocurren en el punto de conexión se denominan "atenuación" o "pérdida de inserción (IL)". La potencia de la luz en el núcleo de la fibra se mide antes y después del punto de conexión y se expresa como una relación en decibeles (dB). Típicamente, los valores de 0.1 dB a 0.5 dB se logran con conectores. Cuanto menor sea la pérdida de señal, menor será el valor en dB

[Escala dB](#)

- Alternativas de Conexión*

	<i>Conector</i>		<i>Empalme</i>	
	<i>Pre-armado</i>	<i>Armado en campo</i>	<i>Fusión</i>	<i>Mecánico</i>
<i>Atenuación (IL)[ dB ]</i>	0.2 ( + fusión )	$\leq 0.6$	0.1	0.5
<i>Pérdida de Retorno (RL)[ dB ]</i>	$\leq 60$	$\leq 40$	No	$\leq 40$ ( plano ) $\leq 60$ ( ángulo )
<i>Confiabilidad en la Instalación</i>	Media	Baja	Alta	Baja
<i>Punto de Medición</i>	Si	Si	No	No
<i>Velocidad de Instalación</i>	Baja	Alta	Baja	Alta
<i>Costo Inicial</i>	Alto	Bajo	Alto	Bajo

### • Principales causas de Pérdidas en la Conexión

#### Empalmes y Conectores

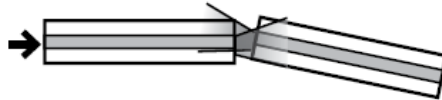
Es siempre necesario asegurar la compatibilidad de núcleos y claddings en su alineación geométrica y en sus dimensiones.



Clivaje o corte



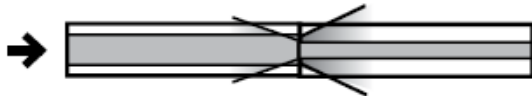
Desplazamiento lateral



Desplazamiento Angular



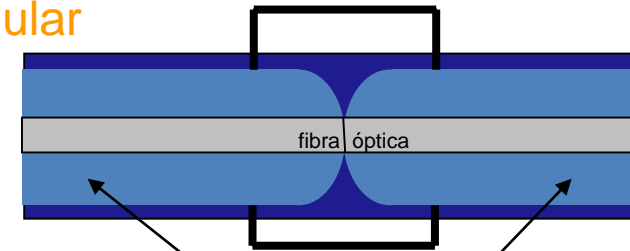
Separación



Incompatibilidad de núcleos

La fibra típica de uso en OSP será del tipo G-652 D, y la Fibra típica de uso en Planta de abonado será G.657 A (A1 y A2) o G-657 B (B2 y B3)

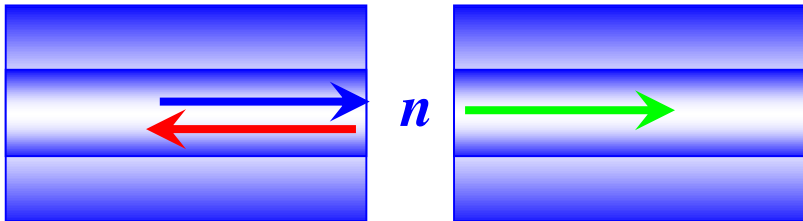
Camisa adaptadora






Férulas

*Tecnologías de Conexión*

- Reflexión de Fresnel*



-  *rayo incidente*
-  *rayo transmitido*
-  *rayo reflejado*

$$r = \left( \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

*Coefficiente de reflexión de Fresnel*

*Donde  $n_1$  es el índice de refracción del núcleo*

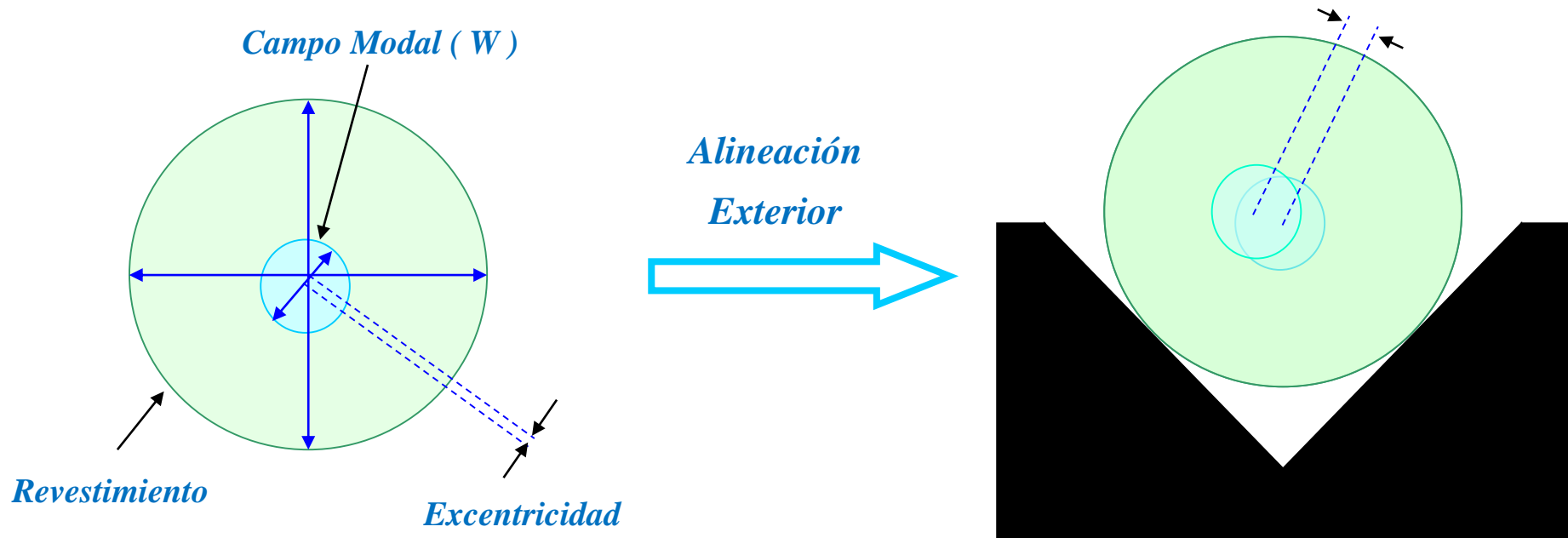
$$Pérdidas_{Fresnel} = -10 \log_{10} (1 - r)^2 = -20 \log_{10} (1 - r)$$

**Con  $n=1 \rightarrow P_F = 0.36 \text{ dB}$**

Estas pérdidas se mitigan con el “gel nivelador de índices de reflexión”

## Tecnologías de Conexión

- Desplazamiento Transversal*



$$x \leq 1 \mu m$$

$$A [ dB ] = 4.34 ( d / w ) ^ 2$$

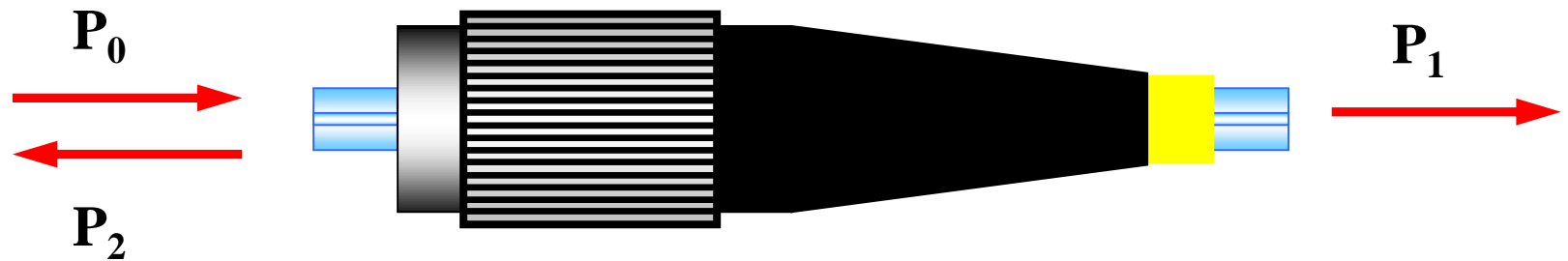
$$d = 2 \mu m \longrightarrow \text{Aten} \sim 0.2 \text{ dB}$$

## características técnicas de los empalmes mecánicos de principales marcas

	<b>Qcon ( Giko ) ( Empalme solo )</b>	<b>CamSplice ( Corning ) ( Empalme solo )</b>	<b>Fibrlok II 2529 ( 3M )</b>	<b>RecordSplice ( Tyco )</b>
<b>Valor medio de atenuación [ dB ]</b>	<b>0.2</b>	<b>0.15</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>
<b>Valor máximo de atenuación [ dB ]</b>	<b>0.4</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>
<b>Pérdida de retorno [ dB ]</b>	<b>-40</b>	<b>-45 ( plano ) - 60 ( ángulo )</b>	<b>-40 ( plano ) -55 ( ángulo )</b>	<b>-60</b>
<b>Variación máxima de la atenuación con la temperatura ( -40 / 75 °C ) [ dB ]</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>	<b>0.02</b>	<b>0.2</b>
<b>Vida útil del empalme</b>	<b>10 años</b>	<b>20 años</b>	<b>20 años</b>	<b>20 años</b>

## Tecnologías de Conexión

- *Conectores Ópticos*



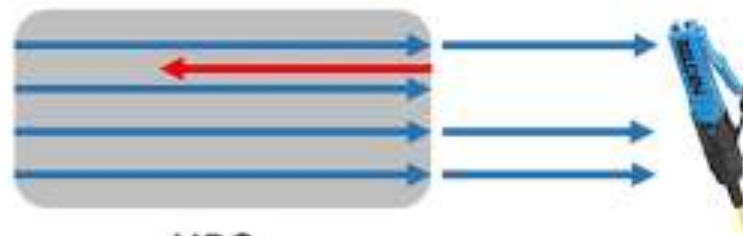
### *Pérdida de Inserción*

$$\alpha_i [dB] = -10 \cdot \log \left( \frac{P_1}{P_0} \right)$$

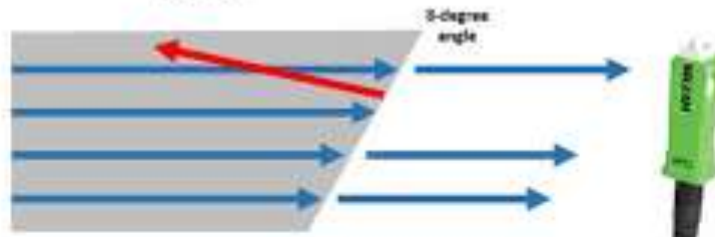
### *Pérdida de Retorno*

$$\alpha_r [dB] = -10 \cdot \log \left( \frac{P_2}{P_0} \right)$$

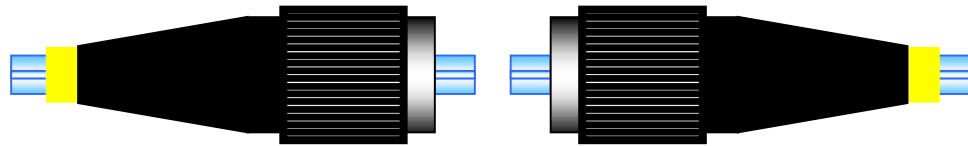
Escala dB



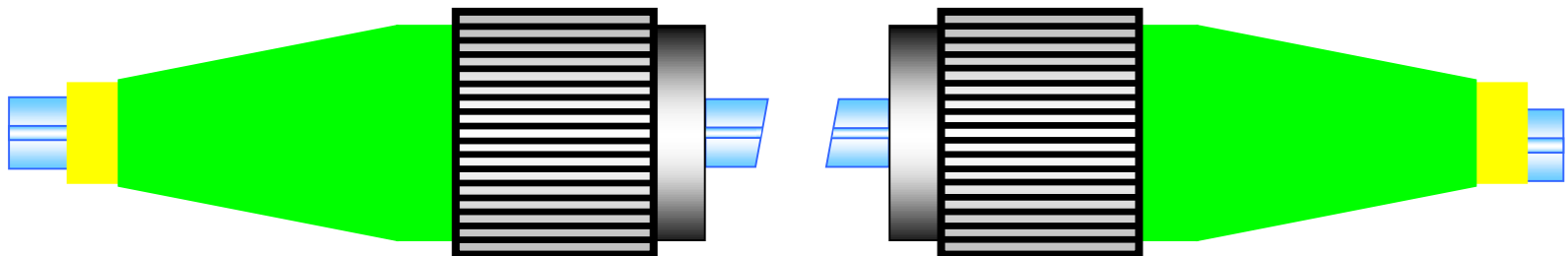
UPC



APC



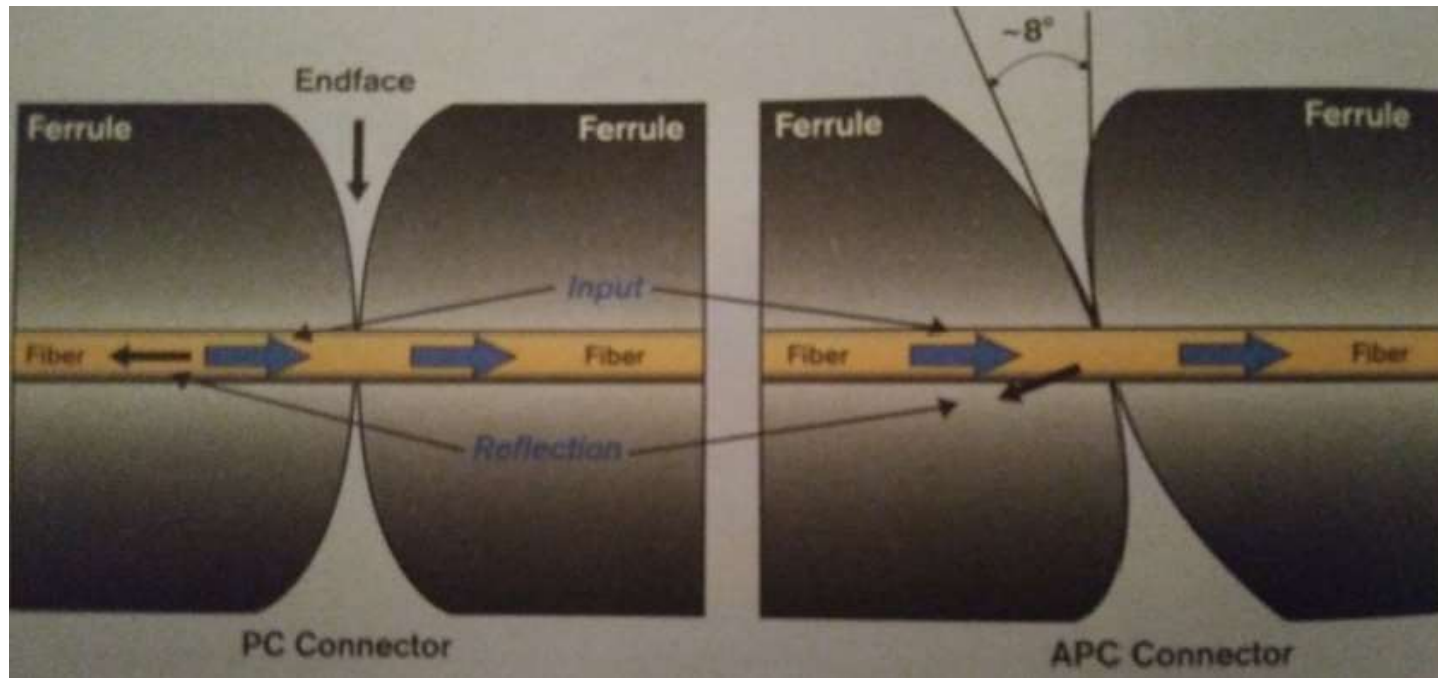
... / UPC - PC



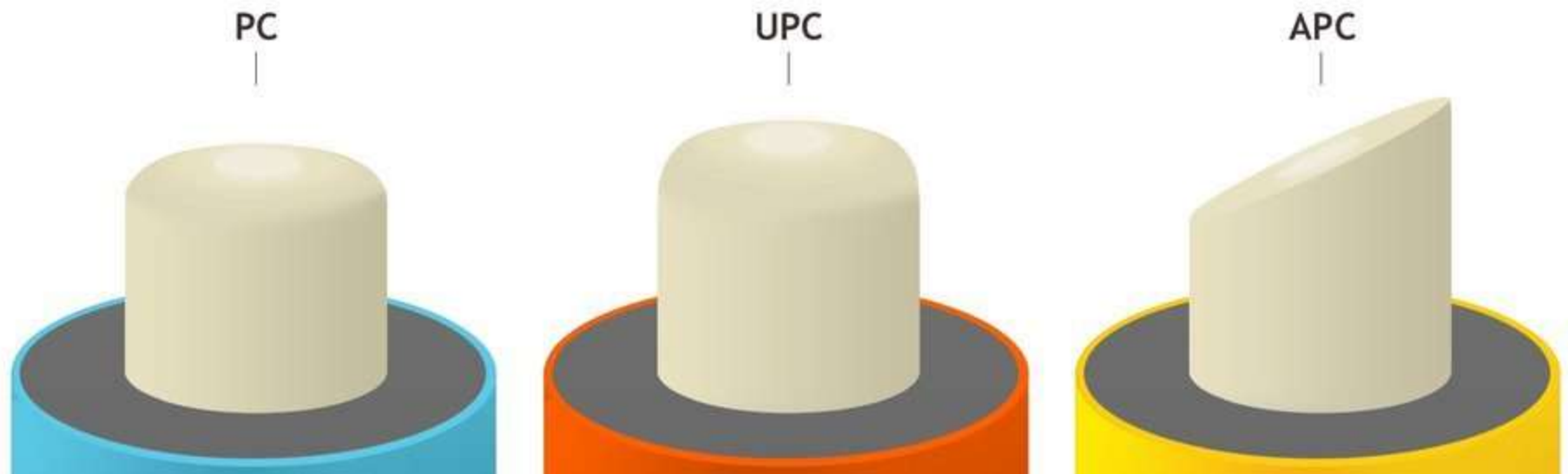
... / APC

## *Tecnologías de Conexión*

- *Conectores Ópticos - Tipos de Pulidos*



### **TERMINACIÓN ANGULAR (APC) Vs PLANA (PC)**



# TIPOS DE PULIDOS DE FERULAS – PERDIDAS DE RETORNO (RL)

*FLAT*

RL > 30 dB

*PC*

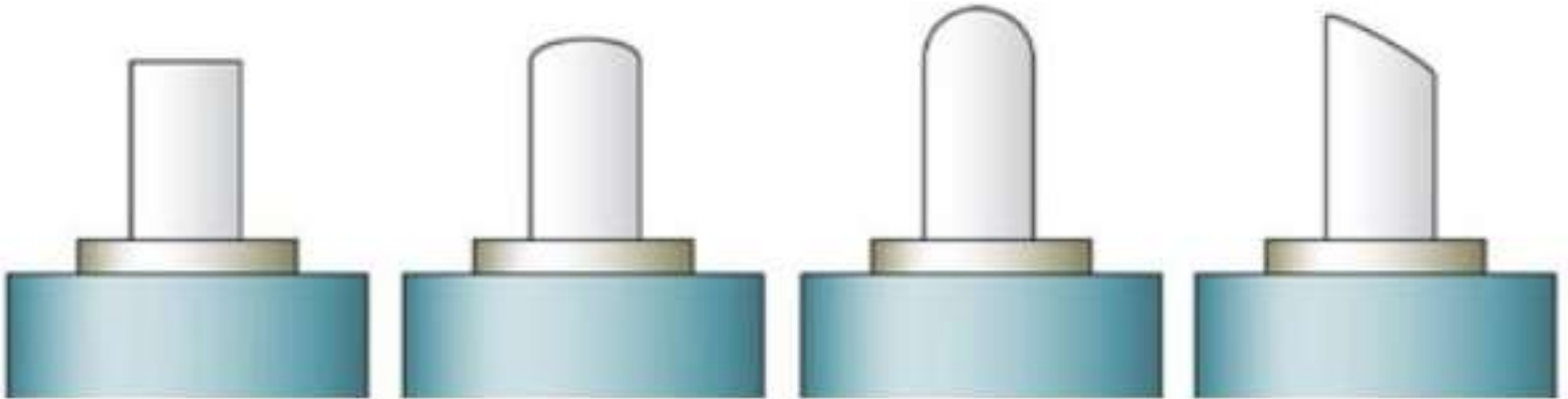
RL > 40 dB

*UPC*

RL > 50 dB

*APC*

RL > 60 dB



- *Conectores Ópticos - Modelos más comunes*



<b>Tipo de Pulido</b>	<b>Pérdida de Inserción</b>	<b>Pérdida de Retorno</b>
<b>FLAT</b>	<b>&lt; 0,5 dB</b>	<b>&gt; 30 dB</b>
<b>PC</b>	<b>&lt; 0,5 dB</b>	<b>&gt; 40 dB</b>
<b>Ultra PC</b>	<b>&lt; 0,5 dB</b>	<b>&gt; 50 dB</b>

## *Tecnologías de Conexión*

- *Conectores Ópticos*

*Pulido en Ángulo ( 8° )*



*FC - APC*



*SC - APC*

<i>Pérdida de Inserción</i>	<i>Pérdida de Retorno</i>
<i>&lt; 0,5 dB</i>	<i>&gt; 60 dB</i>

## Tecnologías de Conexión

- *Conectores Ópticos - Otros Modelos*
- *Conectores Ópticos*
- *Acopladores Ópticos*



### MPO

#### Conector Multi-fibra *Push-on*





- Férula rectangular con 12 y 24 fibras que permiten conectividad multi-fibra
- Hasta 12 ó 24 veces la densidad del conector estándar de una sola fibra.
- Admite anchos de banda más altos por cable conectado y ahorra espacio y costo
- Los conectores MPO se utilizan cada vez más en los centros de datos con el crecimiento de 40/100 Gigabit Ethernet.
- El ensamble de cable MPO a menudo termina en varios cables más pequeños con un 'fan-out', lo que permite cambiar la orden de las fibras individuales manualmente después de que se haya realizado una conexión.



### MPO

#### Conector Multi-fibra *Push-on*

### • Inspección de Conectores Ópticos

Imagen	Descripción	Número de pieza	Recomendado Método de limpieza
	<p>Kit independiente portátil FIP-400. Esta solución básica admite solo la inspección manual. Sin capacidad de análisis y almacenamiento de datos.</p>	<p>FIP-400-SINGLE-D o FIP-400-DUAL-D</p>	<p>Seco</p>
	<p>Sonda de inspección de fibra FIP-400 utilizada en OLTS FOT-930 u OTDR AXS-110 de EXFO. Esta solución básica admite solo la inspección manual. Sin capacidad de análisis y almacenamiento de datos.</p>	<p>Opción FP4S o FP4D</p>	<p>Seco</p>
	<p>Sonda de inspección de fibra FIP-400 utilizada en plataformas portátiles de EXFO como la FTB-1 o FTB-200. Ofrece análisis, almacenamiento de datos y generación de informes automatizados en el campo en la misma unidad que el OTDR.</p>	<p>Opción FP4S o FP4D y FPSA ConnectorMax</p>	<p>Húmedo</p>
	<p>Sonda de inspección de fibra FIP-400 utilizada en un ordenador de sobremesa u ordenador portátil. Ofrece análisis, almacenamiento de datos y generación de informes automatizados.</p>	<p>IFIP-400-USB2-SINGLE o FIP-400-USB2-DUAL y FPSA-PC ConnectorMax</p>	<p>Seco</p>

- *Inspección de Conectores Ópticos*



### • Inspección de Conectores Ópticos

Los daños o la suciedad en conectores pueden provocar lo siguiente:

- > Resultados de prueba erróneos
- > Transmisión deficiente (IL u ORL elevada)
- > Daños permanentes al enlace durante transmisiones de alta potencia

Los conectores pueden resultar dañados de varias formas:

- > Contaminación por suciedad en el extremo de un conector (polvo, alcohol isopropilo, grasa de manos, aceites minerales, gel, resina epoxi, tinta negra a base de aceite y yeso).
- > Conectores pulidos en ángulo (APC) conectados a conectores ultrapulidos (UPC).
- > Daños físicos en extremo del conector.

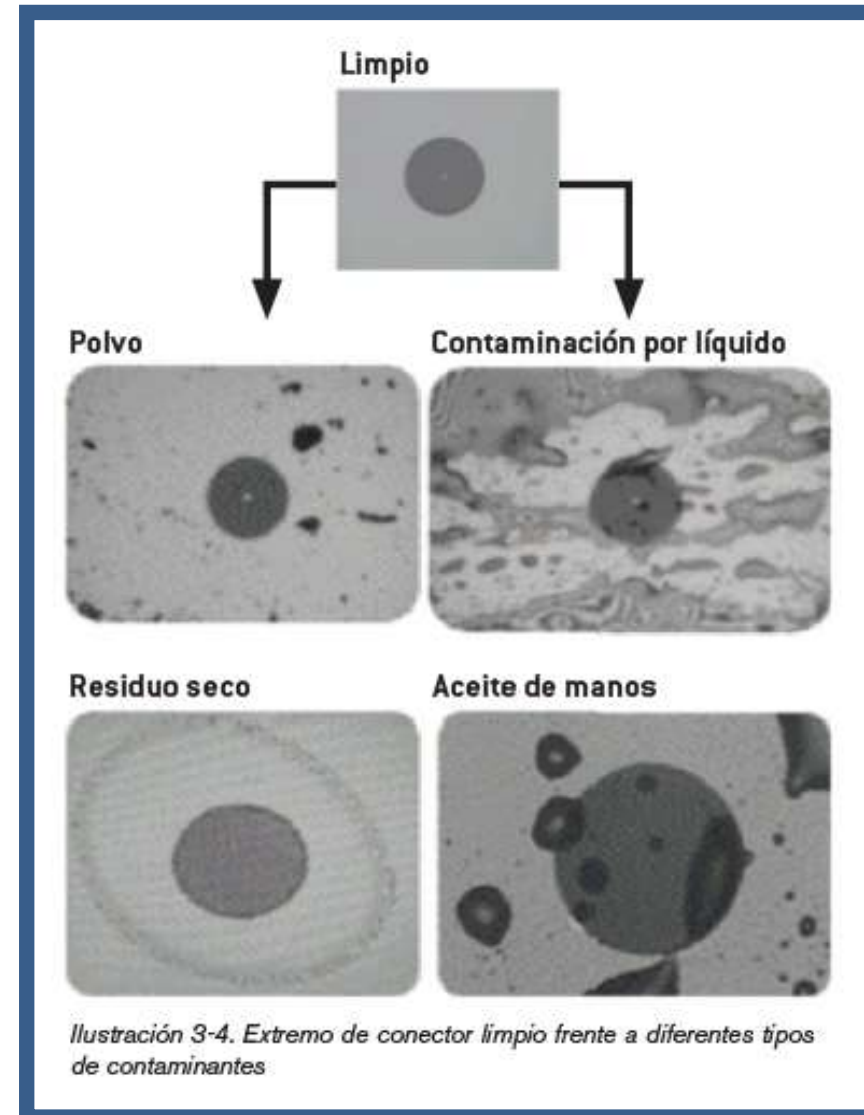
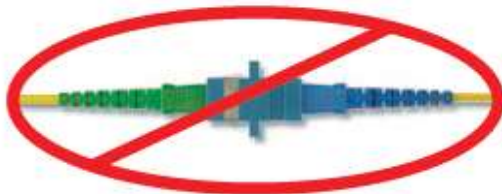


Ilustración 3-4. Extremo de conector limpio frente a diferentes tipos de contaminantes

## Tecnologías de Conexión

- *Empalme por Fusión*



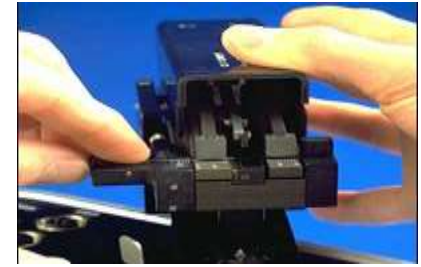
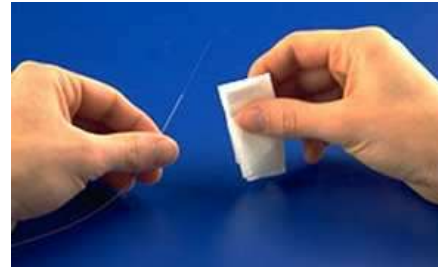
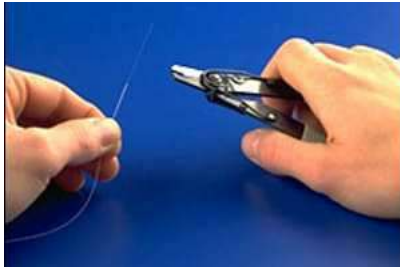
Fusionadora de Banco



Fusionadora Palm

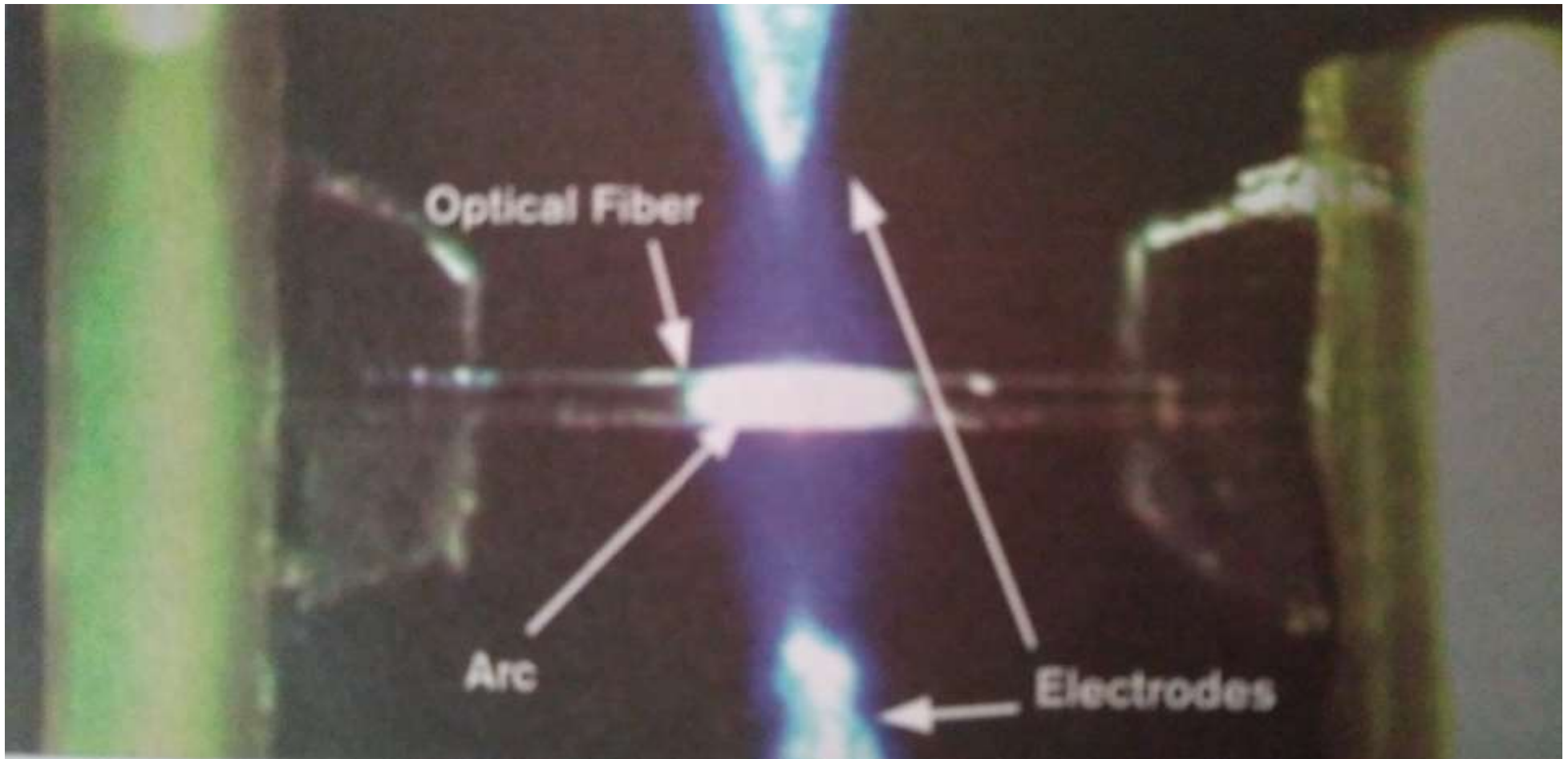
## Tecnologías de Conexión

- *Empalme por Fusión*

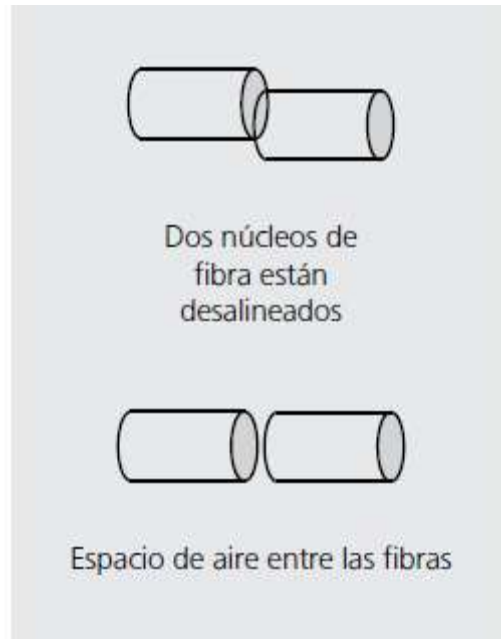


## *Tecnologías de Conexión*

- *Fusión de la Fibra*



- *Empalme por Fusión - Defectos -*



### Tolerancia de concentricidad de núcleo/revestimiento

Todos los fabricantes procuran construir el núcleo lo más cerca posible al centro del revestimiento de modo que al ver la fibra de modo transversal, el núcleo y el revestimiento formen círculos concéntricos. Si el núcleo está exactamente en el centro del revestimiento (la posición ideal), la tolerancia de concentricidad del núcleo/revestimiento es cero. Una baja tolerancia de concentricidad del núcleo/revestimiento significa que el empalme será más adecuado debido a que los núcleos de la fibra se alinearán con mayor precisión.

## Tecnologías de Conexión

- Empalme por Fusión - Defectos -*

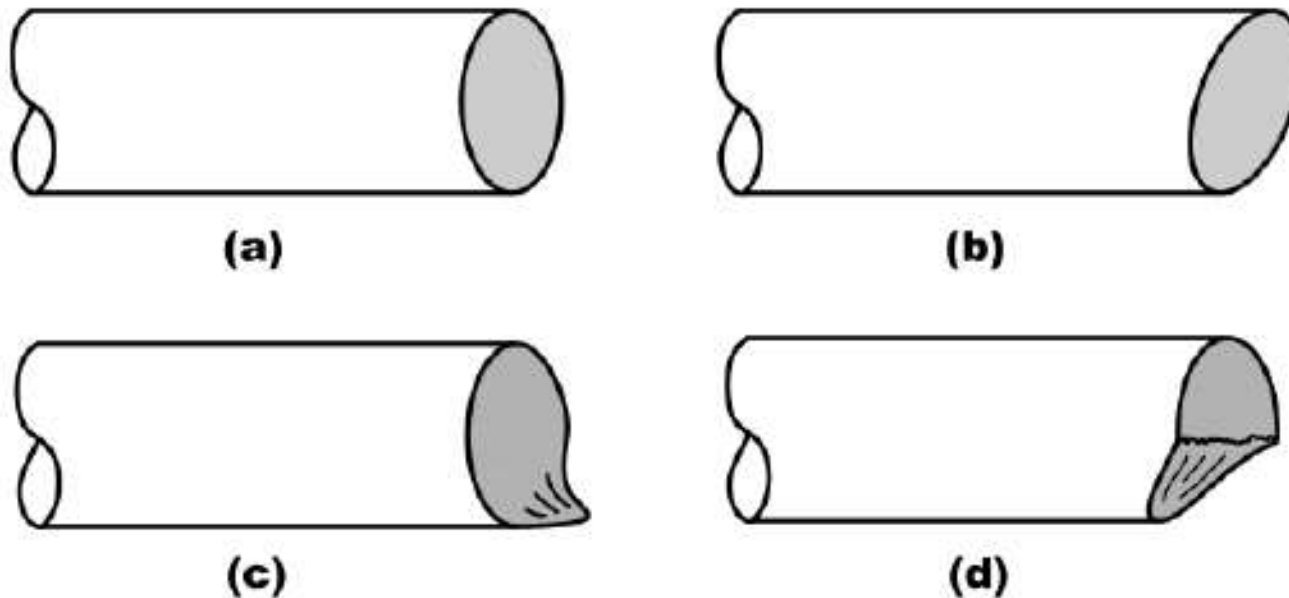
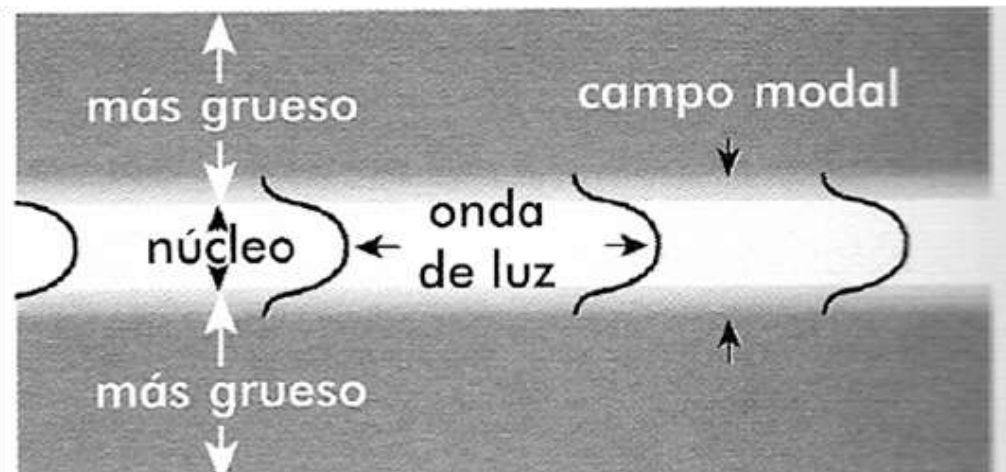


Fig. 1. Ejemplos de cortes de fibra óptica: Cortes perfectos, perpendicular (a) y en ángulo (b); cortes defectuosos (c) y (d).

Corte defectuoso de las fibras

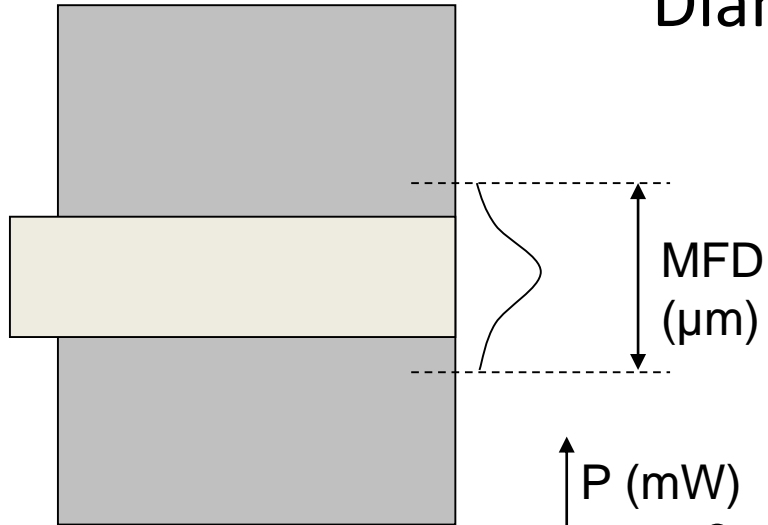
- *Influencia de la Uniformidad del Diámetro del Campo Modal (MFD) en la Fusión*

El núcleo y la sección del revestimiento que transporta la luz se conoce como el **campo modal**. La fibra óptica se compone de dos regiones, un núcleo angosto rodeado de un revestimiento mucho más grueso. En la fibra monomodo, el diámetro del núcleo es 8,3 nm y el revestimiento es de 125 nm. Alrededor del 80% de la luz se transporta a través del núcleo.



- Los diámetros de campo modal iguales minimizan las pérdidas del conector o empalme causados al unir dos secciones diferentes de fibra.
- También minimizan el número de intentos necesarios para hacer que una conexión cumpla con los requerimientos de baja pérdida.
- El estándar de la industria para el diámetro de campo modal es de 9,2 nm con una tolerancia de + 0.5 nm, aunque algunos fabricantes reducen esto a + 0.3 nm.

## Díametro del Campo Modal (MFD) (Cont.)



<b>Especificación</b>	<b>Longitud de Onda <math>\lambda</math></b>	<b>Diámetro del Campo Modal MFD</b>
ITU-T G.652	1310 nm	8,6-9,5 $\pm$ 0,7 $\mu$ m
ITU-T G.655	1550 nm	8-11 $\pm$ 0,7 $\mu$ m

