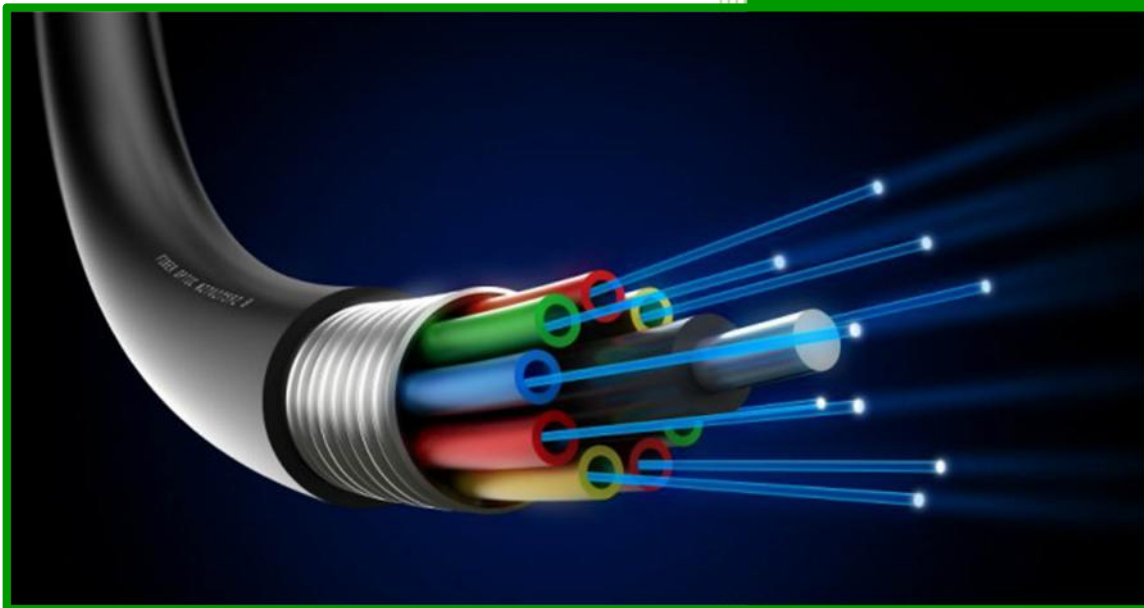


A9.4.

Redes basadas en Fibra Óptica



UD9

Configuración y cálculo de
instalaciones STDP y TBA

Introducción

Actualmente, la **fibra óptica** se utiliza ampliamente en telecomunicaciones, ya que permite transmitir grandes cantidades de datos a larga distancia y a velocidades muy altas. Además, al utilizar la luz como mecanismo de transmisión la fibra óptica es completamente inmune a las interferencias electromagnéticas.

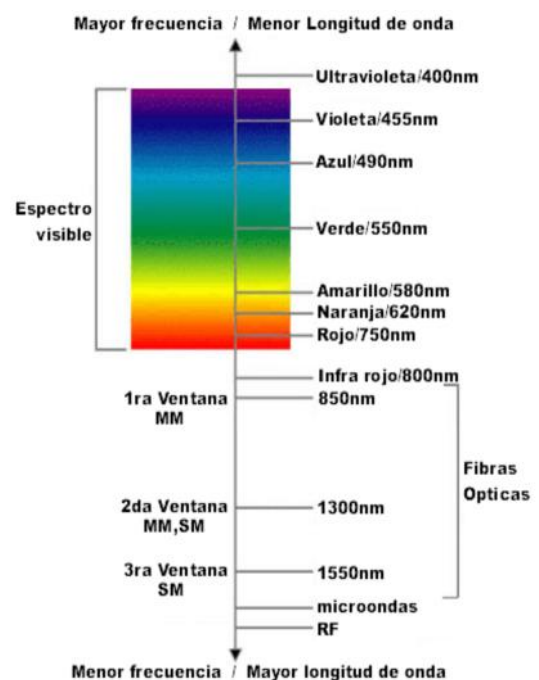
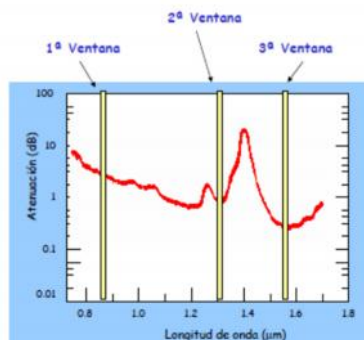
Los sistemas de transmisión por fibra óptica, se componen básicamente de un transmisor, basado en una fuente de luz en un extremo, el cual se encarga de convertir los impulsos eléctricos de información en impulsos de luz. En el otro extremo, en el receptor los impulsos de luz recibidos se transforman de nuevo en señales eléctricas. El modelo de transmisión incluye un codificador y un decodificador que adaptan las señales al medio de transmisión utilizado.



Fundamentos de la fibra óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión utilizado para propagar en su interior un haz de luz, el cual se queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra. Está constituido básicamente por un núcleo de vidrio o plástico y un revestimiento que mantiene la luz en su interior.

Dentro del espectro de la luz, se utiliza para la fibra óptica ciertas porciones del espectro infrarrojo que se denominan **ventanas**. Estas ventanas se denominan según la longitud de onda (λ). Expresadas en nanómetros.

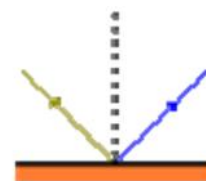


El motivo físico por el cual la luz queda atrapada dentro de la fibra óptica se basa en las propiedades de reflexión y refracción de luz, según las cuales, cuando la luz encuentra un obstáculo en su camino choca contra la superficie de este y una parte es reflejada.

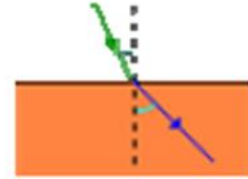
Si el cuerpo es opaco el resto de la luz será absorbida. Si es transparente una parte será absorbida como en el caso anterior y el resto atravesará el cuerpo.

Las definiciones de estas propiedades serán:

- **Reflexión:** Es un fenómeno que se produce cuando la luz choca contra la superficie de separación de dos medios diferentes y esta es reflejada. Hay un cambio de dirección y sentido.



- **Absorción:** Es un proceso muy ligado al color. Cuando la luz blanca choca con un objeto una parte de los colores que la componen son absorbidos por la superficie y el resto son reflejados. Las componentes reflejadas son las que determinan el color que percibimos. Si son reflejadas todas, el objeto es blanco y si son absorbidas todas, el objeto es negro.
- **Refracción:** Se produce cuando un rayo de luz es desviado de su trayectoria al atravesar una superficie de separación entre medios diferentes. Esto se debe a que la velocidad de propagación de la luz en cada uno de ellos es diferente.



La velocidad de propagación de la luz depende del tipo de material utilizado, ya que la velocidad máxima de la luz es de 300.000 km/s solo se alcanza en el vacío. En el resto de materiales la propagación se produce a menor velocidad, la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y en otro medio se conoce como **índice de refracción** del medio y es característico de cada material.

$$n = \frac{c}{v}$$

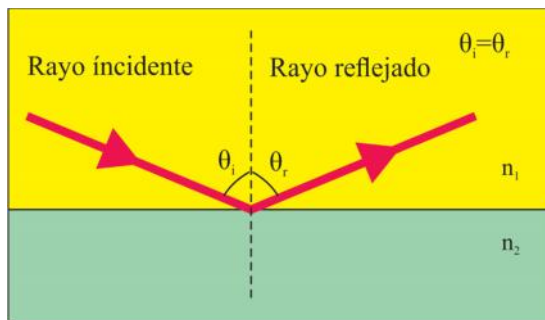
Donde:

C= es la velocidad de la luz (3.000.000.000 m/s) en el aire

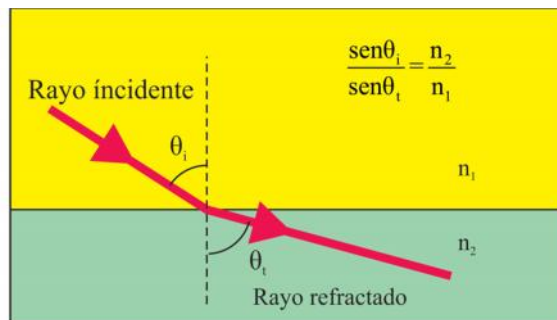
V = es la velocidad de la luz en un material específico

N = índice de refracción

Según la ley de Snell, los efectos de reflexión y refracción que se dan en la frontera entre dos medios dependen de sus índices de refracción.



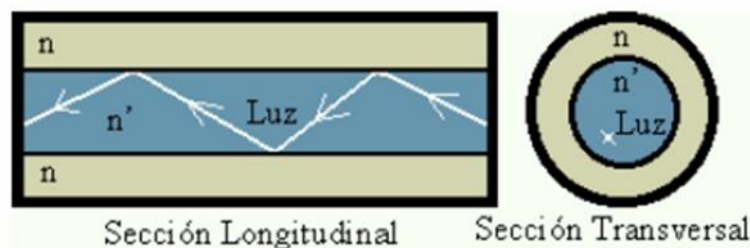
a) Reflexión.



b) Refracción.

Así dado dos medios con índices n y n' , si el haz de luz incide con un ángulo mayor que un cierto ángulo límite el haz siempre se reflejara en la superficie de separación entre ambos medios.

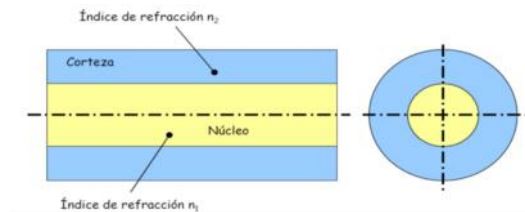
De esta forma se puede guiar la luz de forma controlada. Se produce el efecto denominado de **Reflexión Total o TIR** (Total Internal Reflection) cuando un rayo de luz pasa de un medio hacia otro con menor índice de refracción, si incide sobre la frontera de los materiales con un ángulo determinado, no pasa ninguna luz a través de la frontera del material. El ángulo a partir del cual el rayo de luz queda totalmente atrapado se denomina **ángulo crítico de incidencia**.



Fibra óptica

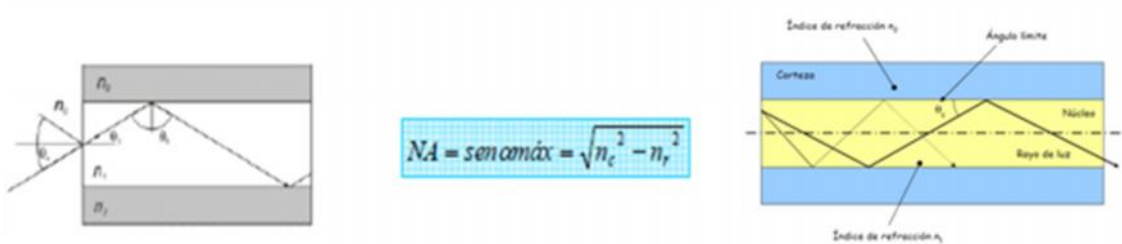
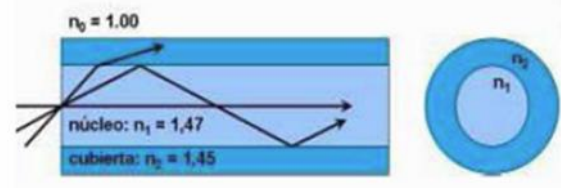
La fibra óptica son conductos de vidrio u otro material transparente, capaz de concentrar, guiar y transmitir la luz con muy pocas pérdidas.

La fibra óptica está compuesta por dos capas de vidrio, cada una con distinto índice de refracción.



El índice de refracción del núcleo es mayor que el del revestimiento, razón por la cual, y debido a la diferencia de índices de refracción, la luz introducida al interior de la fibra se mantiene y propaga a través del núcleo.

Las ondas luminosas deben entrar en la fibra dentro de cierto ángulo, llamado ángulo de aceptación.



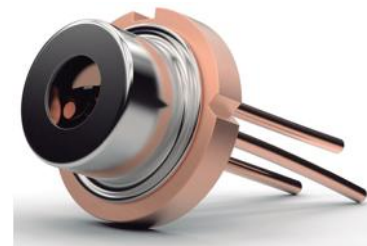
Este ángulo está definido por la apertura numérica NA. El concepto de apertura numérica es ampliamente utilizado para describir la potencia colectora de luz de fibra y para calcular la eficiencia de acople fuente/fibra y esta.

Donde $\alpha_{\text{máx}}$, representa el máximo ángulo de aceptación. La apertura numérica es función de los índices de refracción de los materiales de la fibra.

Fuentes de luz

Las fuentes de luz utilizados en la transmisión de señales a través de fibra óptica son de dos tipos diferentes:

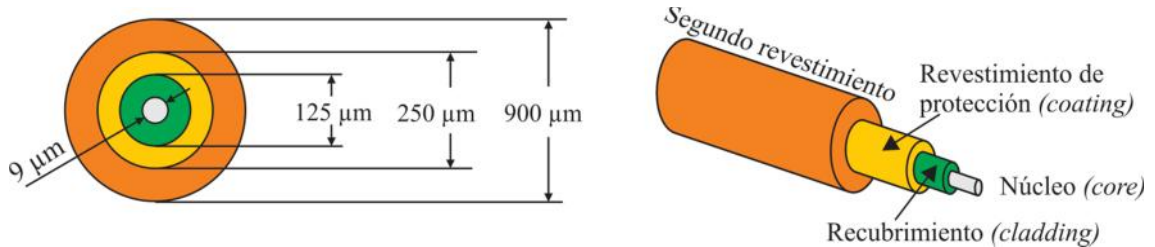
- **Fuentes de luz LED** (Light Emitting Diode). Fuente de luz utilizada solamente en la fibra óptica multimodo, debido a la baja focalización y relativamente baja intensidad de la luz. Tradicionalmente se han utilizado por su bajo coste y facilidad de uso.
- **Fuentes de luz LASER** (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Fuente de luz utilizada tanto en fibra monomodo como en fibra multimodo. Actualmente es el tipo de fuente más utilizado debido a que focaliza más las señales de luz y permite un mayor alcance. Su principal inconveniente es su elevado coste y dificultad de uso.



Cable de fibra óptica

El cable de fibra óptica es la estructura que protege a las fibras ópticas de las influencias medioambientales externas de daños mecánicos y facilita la manipulación.

La composición básica de cable de fibra óptica es la siguiente:



- **Núcleo (core)** Es la parte interna de la fibra donde se propagan las señales ópticas, es decir, el núcleo es el conductor de la señal luminosa. Posee un alto índice de refracción. Los principales materiales utilizados son el silicio de alta pureza y el vidrio compuesto (plástico). Su diámetro típico es de 9 µm para la fibra monomodo y 50 µm o 62,5 µm para la fibra multimodo.
- **Recubrimiento óptico. (cladding)** capa intermedia que sirve para confinar las ondas ópticas en el núcleo. Generalmente es de los mismos materiales que el núcleo pero con aditivos (boro, germanio, fósforo y aluminio) que le otorgan un índice de refracción ligeramente mayor.
- **Revestimiento o elemento de protección. (coating)** Son una o varias envoltentes generalmente de plástico que aísla a las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez que le proporciona protección mecánica. Algunas fibras tienen un revestimiento adicional (segundo revestimiento)

Existen dos tipos de estructuras básicas de protección:

- **Estructura ajustada:**
- **Estructura holgada**

En la **estructura ajustada**, el conductor de fibra óptica se encuentra alojado de forma estable. Se refuerza el núcleo y el revestimiento con un recubrimiento de silicona o acrilato que le da resistencia mecánica. También tiene hilaturas de Aramida o fibra de vidrio rodeando las fibras para conseguir la resistencia a la tracción necesaria.

Se emplea en aplicaciones de corta distancia, instalaciones interiores bajo tubo, montaje de conectores directos y montaje de latiguillos.



En la **estructura holgada**, se introducen dos o más conductores de fibra óptica en una cubierta algo más grande. Se suele recubrir todo el conjunto con un gel para que no penetre el agua en caso de rotura del cable.

Se dividen en cables multifibra armados (con un fleje de acero) y cables multifibra dieléctrico. Se emplean en instalaciones a larga distancia y en instalaciones de exterior.



Tipos de fibra óptica

La luz tiene varios **modos** o caminos de propagación, debido a esto la longitud recorrida por los rayos es distinta, por lo que un impulso de luz a la entrada de la fibra saldrá disperso por el extremo opuesto, con esto queda limitado el ancho de banda.

Debido a esto existen dos tipos básicos de fibras ópticas, las cuales se identifican por el diámetro de su núcleo y el revestimiento:

- Fibras monomodo
- Fibras multimodo

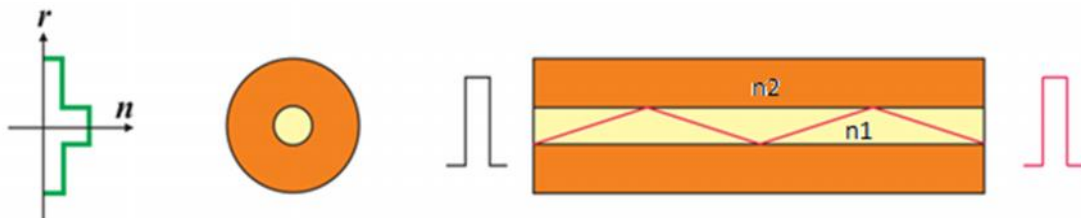
• Fibras monomodo

La **fibra óptica monomodo** ofrece la mayor capacidad de transporte de información. El diámetro del núcleo de estas fibras es muy pequeño, del mismo orden que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten (1 a 10 μm), facilitando la propagación de la señal por una trayectoria que sigue longitudinalmente el eje de la fibra, por que recibe el nombre de fibra monomodo, ya que el camino de propagación del haz luminoso es único.

Normalmente, el núcleo está formado por un material cuyo índice de refracción es muy diferente al de la cubierta, por lo que reciben el nombre de fibras monomodo de índice escalonado.

Las fibras monomodo tienen un diámetro del núcleo mucho menor que las multimodo, siendo la relación típica entre los diámetros del núcleo y la cubierta 9/125 μm .

Las fibras monomodo se suelen utilizar en las ventanas de 1.310 y 1.550 nm. (2ª y 3ª) en las que las atenuaciones son menores, razón por la cual este tipo de fibras se emplean en transmisiones a largas distancias.



• Fibras multimodo

La **fibra óptica multimodo** tiene un diámetro del núcleo mucho mayor que las fibras ópticas monomodo, por lo que los haces de luz pueden transmitirse por más de un camino, (modo). Los diámetros típicos del núcleo y de la cubierta para este tipo de fibras son 62,5/125 y 50/125 μm .

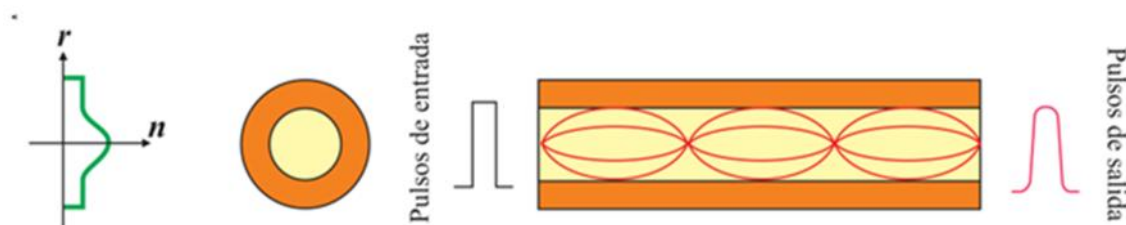
Las fibras multimodo, al utilizar diferentes caminos de propagación, los haces de luz no llegan todos al mismo tiempo, provocando fenómenos de dispersión que limitan el ancho de banda de las señales que se pueden transmitir, así como la distancia máxima de transmisión. Por ello se utilizan cuando las aplicaciones exigen una distancia corta de transmisión.

Las fibras ópticas multimodo se clasifican en función del perfil de índice de refracción (variación índice conforme la luz se mueve en la sección transversal de la fibra óptica). Siendo dos los tipos:

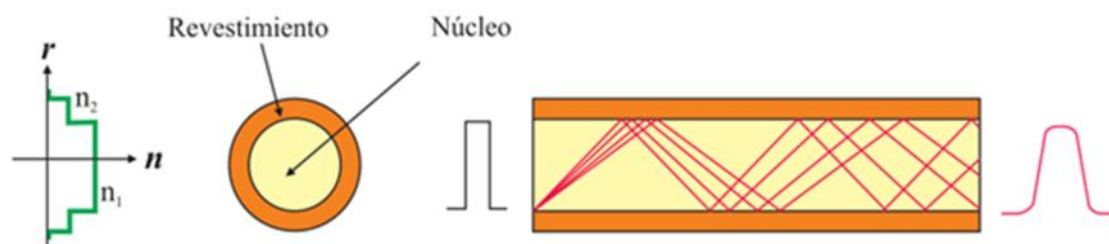
- Fibras de índice gradual
- Fibras de salto de índice

En las **fibras de índice gradual**, la variación entre los índices de refracción del núcleo y el revestimiento o cubierta de la fibra no es discontinua, sino que varía de manera gradual. El núcleo no tiene un único índice de refracción, sino que es más alto en el centro, y va suavemente reduciéndose hasta alcanzar el revestimiento, momento en el cual lo iguala.

Esto permite que los rayos de luz viajen a diferente velocidad, la luz que viaja por los caminos más alejados lo haga a una velocidad más rápida y la que viaja por los caminos más cortos (centrales) lo haga a velocidad más lenta. De esta forma los rayos llegan casi a la vez.

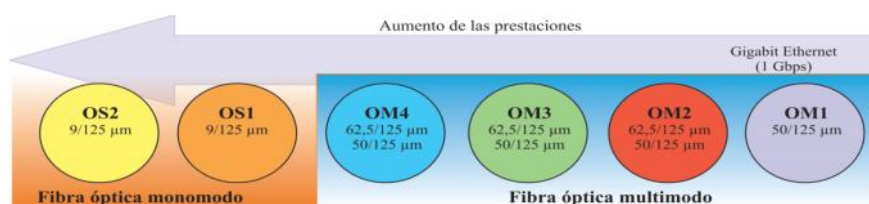


En las **fibras de salto de índice**, existe una discontinuidad entre los índices de refracción del núcleo y el revestimiento, pero uniforme, en la frontera núcleo-revestimiento se produce un cambio abrupto de índice de reflexión y provoca el efecto de rebote de los rayos



Clases de la fibra óptica

Las prestaciones de un sistema de cableado de fibra óptica se clasifican por clases. La fibra óptica multimodo está disponible en cuatro clases: OM1, OM2, OM3 y OM4; mientras que la fibra óptica monomodo solo tiene dos clases: OS1 y OS2.



Algunas características de estas fibras son:

		Coeficiente de atenuación del cable (dB/km)		Ancho de banda modal mínimo (MHz·km)		
				En desbordamiento	Láser	
Longitud de onda (nm)		850	1.300	850	1.300	850
Tipo de fibra óptica	Diámetro del núcleo (μm)					
OM1	50 ó 62,5	3,5	1,5	200	500	No especificado
OM2	50 ó 62,5	3,5	1,5	500	500	No especificado
OM3	50	3,5	1,5	1.500	500	2.000
OM4 (propuesto)	50	3,5	1,5			Por determinar 3.500 - 4.700

Tipos de fibra óptica en una ICT

En una ICT la fibra que se utiliza es monomodo, en el mercado existen varios tipos de fibras monomodo para aplicaciones de acceso a FTTx (FTTB y FTTH). Las que son más frecuentes son las fibras monomodo del tipo G.567, categoría A2 o B3, con baja sensibilidad a curvaturas y definidas en la recomendación UIT-T G.657.

Dependiendo del tramo de la red, en las redes de acceso de cables de fibra óptica de una ICT, se puede encontrar cables de acometida individual de dos fibras ópticas o cables multifibras de hasta 48 fibras ópticas.

Los cables de **acometida individual** tanto para instalación interior como en exterior son de dos fibras ópticas con el siguiente código de colores:

Fibra 1: **verde**

Fibra 2: **roja**



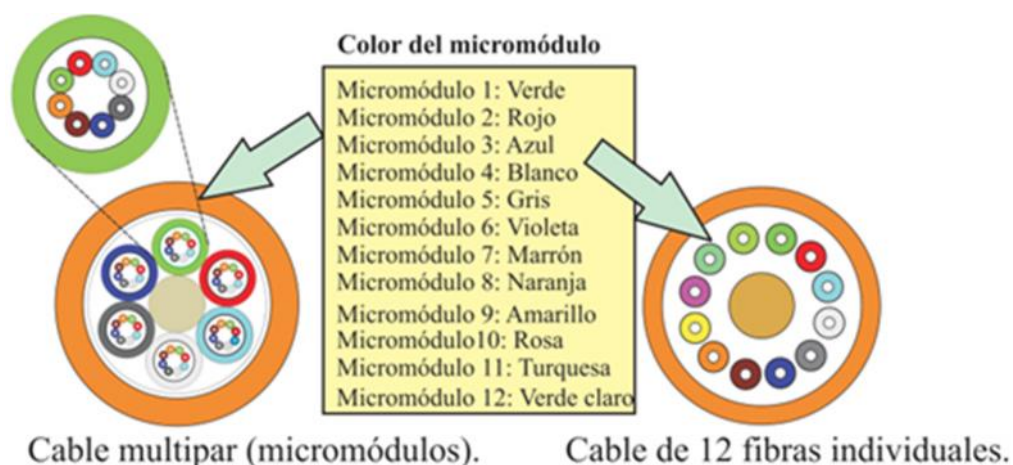
Los **cables multifibras** de fibra óptica para distribución vertical serán preferentemente de hasta 48 fibras ópticas. Los cables de fibra óptica se distribuyen en micromódulos con 1, 2, 4, 6 u 8 fibras. La primera protección de las fibras ópticas debe estar coloreada de forma intensa, opaca y fácilmente distinguible e identificable a lo largo de la vida útil del cable, de acuerdo con el siguiente código de colores:



Fibra 1	Verde	Fibra 3	Azul	Fibra 5	Gris	Fibra 7	Marrón
Fibra 2	Rojo	Fibra 4	Amarillo	Fibra 6	Violeta	Fibra 8	Naranja

Para instalaciones de ICT puede utilizarse tanto fibras ópticas distribuidas en micromódulos como fibras ópticas de 900 micras individuales, en lugar de micromódulos de varias fibras.

Los micromódulos serán de material termoplástico elastómero de poliéster o similar impregnados con compuesto bloqueante del agua, de fácil pelado sin usar herramientas especiales, y según el código de colores siguiente:



Si se considera un diseño del cable realizado con fibras ópticas de 900 micras individuales, en lugar de micromódulos de varias fibras, se repetirán los colores añadiendo anillos de color negro cada 50 mm, 1 anillo entre las fibras 13 y 24, 2 anillos entre las fibras 25 y 36 y 3 anillos entre las fibras 37 y 48.

Elementos de conexión para la red de cables de fibra óptica

Para la conexión en una red de fibra óptica son necesarios los siguientes elementos:

- Conectores
- Cajas de interconexión de cables de fibra óptica
- Cajas de segregación
- Roseta de fibra óptica

Conectores

Los conectores de fibra óptica se utilizan para terminar una fibra óptica y poder conectarla a un equipo óptico, ya sea el transmisor o el receptor. En los tramos intermedios del enlace también permite su conexión a paneles de distribución ópticos.



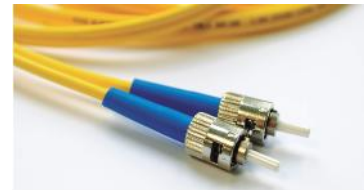
La fibra óptica finaliza con el conector adecuado al equipo de comunicaciones o la aplicación utilizada. Los conectores más utilizados se pueden clasificar en función de:

- **Estructura física:** conectores ST, SC, FC, LC, etc.
- **Tipo de pulido de la fibra:** conectores PC, UPC, APC, etc.

Estructura física

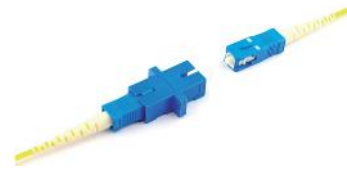
- **Conector ST de punta recta** (Straigh Tip). Este tipo de conector es una marca registrada de AT&T, y durante mucho tiempo ha sido uno de los conectores más utilizados para finalizar fibras ópticas multimodo.

Su diseño se inspira en los conectores BNC para cable coaxial, que se caracteriza por un montaje en bayoneta con un casquillo largo que aloja la fibra.



- **Conector SC:** Este conector de conexión recta (Straigh Connection) sustituye al ST sobre todo en el cableado estructurado, ya que son más fáciles de instalar, siendo también más pequeños, aumentan su densidad de integración.

Tiene un sistema de anclaje de tipo PUSH-PULL que impide que se desconecte el cable si se tira de él. Además permite la variedad dúplex en la que los dos canales de transmisión/recepción (Tx/Rx) se puede tener en el mismo módulo. Es el más empleado en ICT.



- **Conectores FC** (Fiber connection): Realizan la conexión por enrosque.



- **Conector LC** (Lucent Technologies Connector). Es un nuevo tipo de conector óptico de reducido tamaño, que facilita su integración en los dispositivos electrónicos como los switch. El sistema de anclaje es muy parecido al de los conectores RJ-45, ya que utiliza una pestaña superior que hay que presionar para introducirlos o liberarlos.



La siguiente tabla muestra las prestaciones físicas de cada conector, aunque también dependen de su pulido:

Conector	Tipo de fibra	Pérdidas de inserción	Pérdidas de retorno
FC	Monomodo	< 0,2 dB	>40 dB
	Multimodo	< 0,5 dB	>30 dB
ST	Monomodo	< 0,2 dB	>55 dB
	Multimodo	< 0,3 dB	>25 dB
SC	Monomodo	< 0,1 dB	>55 dB
	Multimodo	< 0,1 dB	>30 dB
LC	Monomodo	< 0,1 dB	>55 dB
	Multimodo	< 0,1 dB	>30 dB

Las pérdidas de retorno igual que en otros medios de transmisión indican la cantidad de señal reflejada debido a discontinuidades presentes en el medio de transmisión.

Tipos de pulido

La aparente compatibilidad mecánica entre algunos conectores puede provocar el no funcionamiento de la red, ya que además del tipo de conector es necesario conocer el tipo de acabado de la fibra, es decir, su tipo de pulido. Lo que realmente se pule es el ferrule, que es una parte importante en los conectores de fibra óptica, ya que son los que albergan a la fibra óptica alineándola correctamente. Los tipos de pulido utilizados en los conectores de fibra óptica son:

- **Pulido plano:** Ambas caras están afrentadas sobre una superficie plana. El ferrule se pule a mano. Se utiliza en fibras multimodo



- **Pulido PC (Physical Contact):** el ferrule tiene un pulido curvo. Se emplea con fibras multimodo y monomodo. El pulido es artesanal y su ángulo de corte es de aproximadamente 30° , siendo sus pérdidas de retorno ópticas mayores de 30 dB. Un paso adicional de pulido sobre este pulido son los pulidos **SPC** (Super Physical Contact) y **UPC** (Ultra Physical Contact), se obtienen estos acabados cuando el corte es pulido con máquina. Siendo empleado con fibras Monomodo y aumentando por encima de 40 dB sus pérdidas de retorno en el caso del pulido SPC y superiores a 50 dB en el caso del pulido UPC.



- **Pulido APC (Angled Physical Contact).** Las superficies de contacto son curvas y con un ángulo de 8 grados, manteniendo una conexión firme y reduciendo la reflexión, con unas pérdidas de retorno superiores a 60 dB. Es la utilizada en ICT.



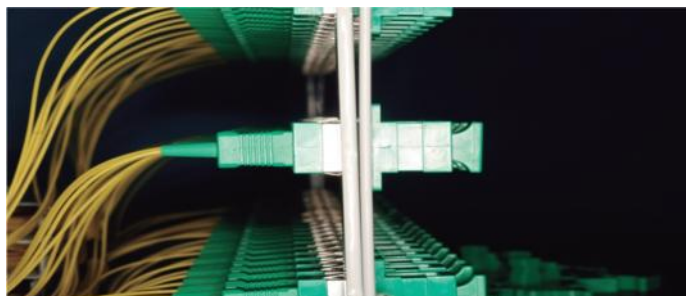
Los conectores para cables de fibra óptica de la ICT deben ser tipo **SC/APC**.

Cajas de interconexión de cables de fibra óptica

La **caja de interconexión** de cables de fibra óptica se sitúa a la entrada de la instalación y desarrollará las funciones de registro principal óptico. En esta caja se distinguen dos tipos de módulos:

- **Módulo de salida:** Para terminar la red de fibra óptica del edificio.
- **Módulo de entrada:** Para terminar las redes de alimentación de los operadores

Normalmente, se utilizan **paneles de conexión**, y cajas o bandejas de empalme. De esta manera, en la caja de interconexión se encuentran tanto terminaciones basadas en conectores como otras basadas en empalmes.



Las **bandejas de empalme** se utilizan para proteger y mantener los empalmes de terminación. Normalmente, estas bandejas mantienen un número determinado de empalmes, siendo típicos los de 12 empalmes.



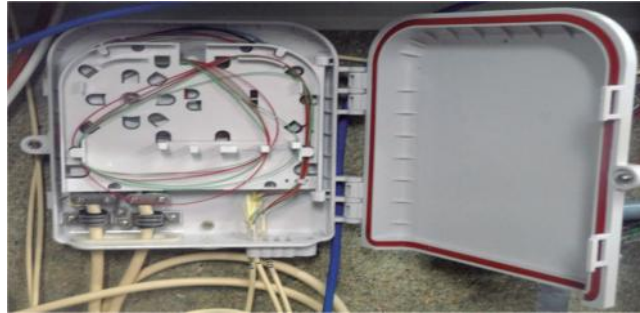
Para hacer las conexiones se utilizan pigtails y patchcord. El **pigtail** es un cable de fibra óptica de longitud corta que se utiliza para terminar una fibra óptica. Un extremo incorpora un conector terminado de fábrica y el otro extremo (fibra desnuda) se empalma con la fibra óptica distribuida por la instalación.

El **patchcord** es un latiguillo de conexión óptico que incorpora en los dos extremos sus respectivos conectores normalmente conectados de fábrica para mantener sus propiedades.



Cajas de segregación de fibras ópticas

La **caja de segregación** de fibras ópticas, al igual que las bandejas, protegen y mantienen los empalmes cuando las fibras ópticas de la red de distribución sean distintas de los cables de acometida de fibra óptica de la red de dispersión. Todos los elementos de la caja de segregación estarán diseñados de forma que se garantice un radio de curvatura mínimo de 15 mm en el recorrido de la fibra óptica dentro de la caja.

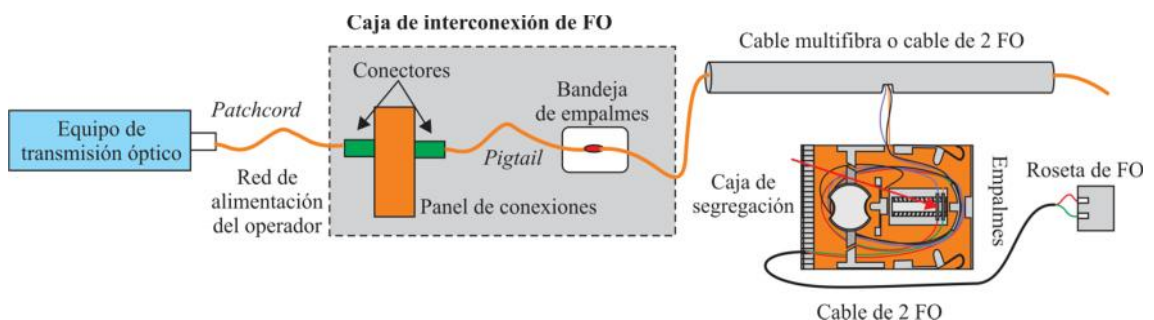


Roseta para cables de fibra óptica

La **roseta** para cables de fibra óptica (roseta óptica) es una caja que aloja los conectores ópticos SC/APC de terminación de la red de fibra óptica. También aloja cuando es necesario el empalmen y los bucles de las fibras ópticas.

La caja de la roseta óptica estará diseñada para alojar dos conectores ópticos, como mínimo, con sus correspondientes adaptadores.

Todos los elementos de la caja estarán diseñados de forma que se garantice un radio de curvatura mínimo de 20 mm en el recorrido de la fibra óptica dentro de la caja.



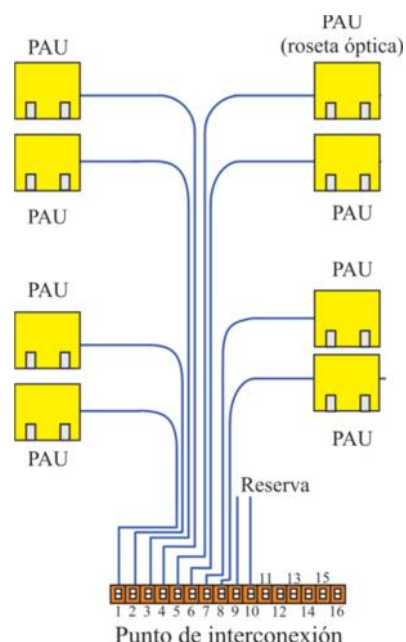
Dimensionado de la red basada en fibra óptica

El dimensionado de la red de acceso a los servicios de telecomunicaciones mediante fibra óptica viene condicionado por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la edificación, que utilicen dicha tecnología de acceso.

La tecnología de esta red siempre será en estrella.

Para el dimensionado de cada tipo de red se seguirán los siguientes puntos:

- Previsión de la demanda
- Dimensionado mínimo de la red de distribución.
- Dimensionado mínimo de la red de dispersión.
- Dimensionado de la red interior de usuarios.
- Dimensionado de los diferentes elementos de conexión.
 - Punto de interconexión.
 - Punto de distribución.
 - Punto de acceso al usuario (PAU)



Previsión de la demanda

Cada acometida óptica estará constituida por dos fibras ópticas: una para transmisión (Tx) y otra para recepción (Rx).

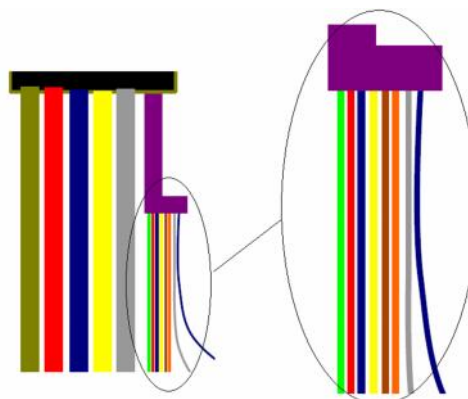
La previsión de la demanda de la red de acceso a los servicios de telecomunicaciones mediante fibra óptica es la siguiente:

Tipo de edificio		Vivienda	Locales comerciales /oficinas		Estancias o instalaciones comunes del edificio
			Distribución en planta		
			Definida	No definida	
Edificio destinado principalmente a viviendas	Con operador	1	1	1/33 m ² o fracción situados en el RS(si PAU≤15 RITI)	2 acometidas para el edificio
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos-guía			
Edificio destinado exclusivamente a locales comerciales y oficinas	Con operador	1	2	2/ 100 m ² o fracción	2 acometidas para el edificio
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos-guía			

Dimensionado de la red de distribución

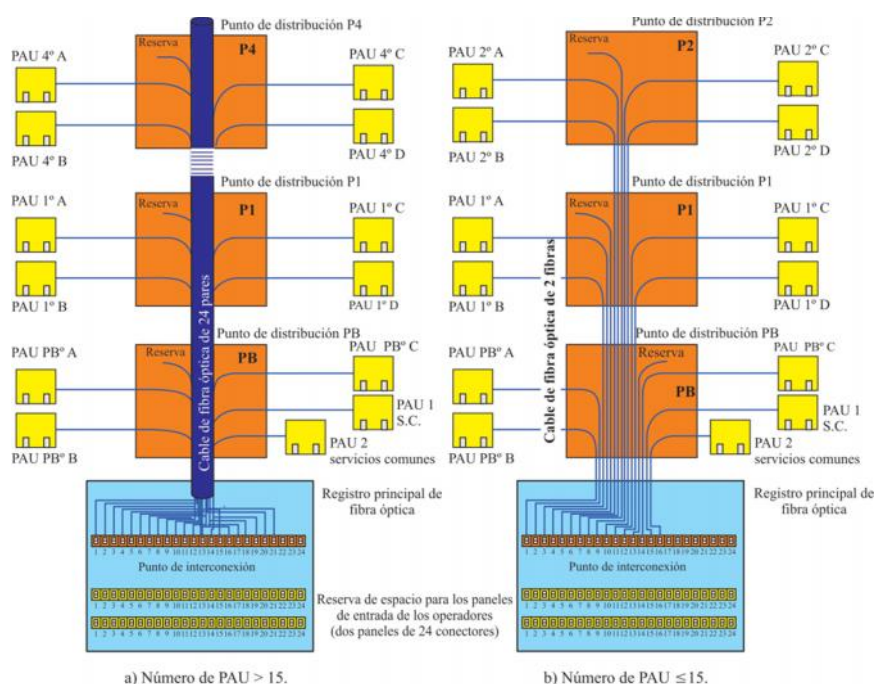
En **edificaciones con una vertical**, conocida o estimada la necesidad futura a medio y largo plazo, tanto por plantas como en el total de la edificación, se dimensionará la red de distribución con arreglo a los siguientes criterios:

- La cifra de **demanda prevista** se multiplicará por el factor 1,2 lo que asegura una reserva suficiente para prever posibles averías de algunas fibras ópticas o alguna desviación por exceso sobre la demanda prevista.
- Obtenido de esta forma el número teórico de fibras ópticas necesarias, se utilizará el **cable multifibra** normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor o combinaciones de varios cables normalizados, teniendo también en cuenta la técnica de instalación que se vaya a utilizar para la extracción de las fibras ópticas correspondientes a cada registro secundario.



Las fibras sobrantes, distribuidas de manera uniforme en los diferentes registros secundarios, quedarán disponibles correctamente alojadas en los mismos, para su utilización en el momento apropiado.

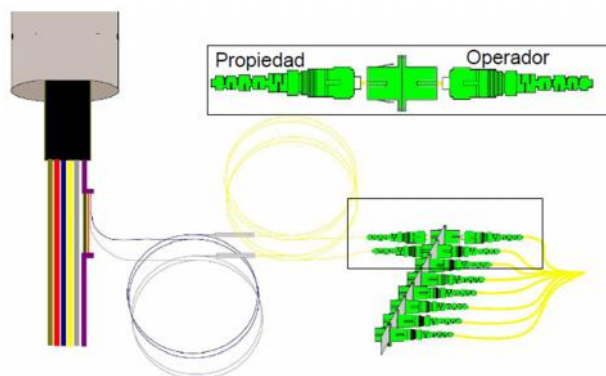
En el caso de edificios con una red de distribución que dé servicio a un número de PAU inferior o igual a 15, la red de distribución podrá realizarse con cables de acometida de dos fibras ópticas directamente desde el punto de distribución ubicado en el registro principal. De él saldrán, en su caso, los cables de acometida que subirán a las plantas para acabar directamente en los PAU.



En **edificaciones con varias verticales**, la red de cada vertical será tratada como una red de distribución independiente, y se diseñará, por tanto, de acuerdo con lo indicado anteriormente.

Punto de interconexión

En el **punto de interconexión de cables de fibra óptica** (registro principal óptico) de las redes de alimentación constituidas por cables de fibra óptica, se recomienda que sus fibras sean terminadas en conectores tipo SC/APC con su correspondiente adaptador, agrupados en un repartidor de conectores de entrada, que hará las veces de panel de conexión o regleta de entrada.



Los repartidores de conectores de entrada de todos los operadores y el panel común de conectores de salida estarán situados en el **registro principal óptico** ubicado en el RITI. El espacio interior previsto para el registro principal óptico deberá ser suficiente para permitir la instalación de una cantidad de conectores de entrada que sea dos veces la cantidad de conectores de salida que se instalen en el punto de interconexión.



La **caja de interconexión de cables de fibra óptica** estará situada en el RITI, y constituirá la realización física del punto de interconexión y desarrollará las funciones de registro principal óptico.

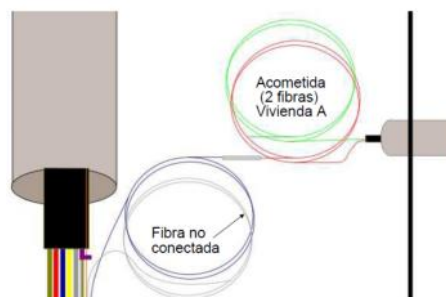
La caja de interconexión se realizará en dos tipos de módulos:

- Módulo de salida para terminar la red de fibra óptica del edificio (uno o varios).
- Módulo de entrada para terminar las redes de alimentación de los operadores (uno o varios).

El módulo básico para terminar la red de fibra óptica del edificio permitirá la terminación de hasta 8, 16, 32 ó 48 conectores en regletas donde se instalarán las fibras de la red de distribución terminadas en el correspondiente conector SC/APC. Se instalarán tantos módulos como sean necesarios para atender la totalidad de la red de distribución de la edificación.

Dimensionado de la red dispersión

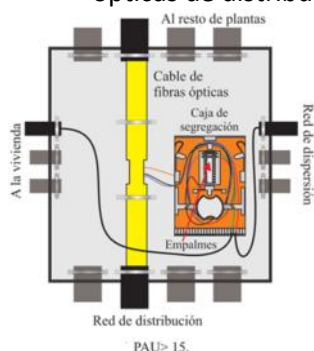
En la **red de dispersión** se instalarán tantos cables de fibra óptica de acometida como resulten necesarios para cubrir la demanda prevista en cada vivienda o local, y terminarán en el PAU de cada vivienda en la roseta correspondiente.



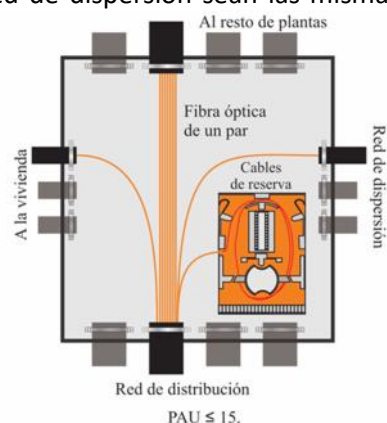
Punto de distribución

El punto de distribución de la red de distribución formada por cables de fibra óptica, en función de la técnica utilizada, podrá adoptar una de las siguientes configuraciones:

- Cuando las fibras ópticas de la red de distribución sean distintas de los cables de acometida de fibra óptica de la red de dispersión, el punto de distribución estará formado por una o varias **cajas de segregación** en las que terminarán ambos tipos de fibras. En cada caja de segregación se almacenarán los empalmes entre las fibras ópticas de distribución y las de las acometidas.



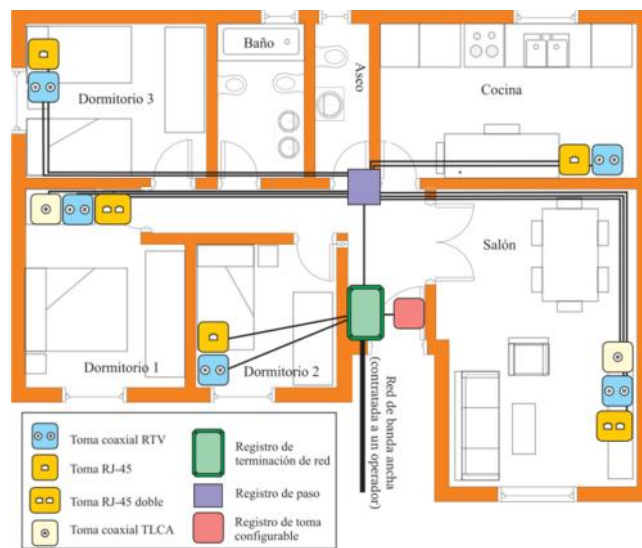
- Cuando las fibras ópticas de las acometidas de la red de dispersión sean las mismas fibras ópticas de los cables de la red de distribución, dichas fibras estarán en paso en el punto de distribución. El punto de distribución estará formado por una o varias cajas de segregación en las que se dejarán almacenados, únicamente, los bucles de las fibras ópticas de reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta el PAU más alejado de esa planta. Los extremos de las fibras ópticas de la red de dispersión se identificarán mediante etiquetas que indicarán los puntos de acceso al usuario a los que dan servicio.



Las cajas de segregación podrán ser de interior (para 4 u 8 fibras ópticas) o de exterior (para 4 fibras ópticas), para el caso de ICT para conjuntos de viviendas unifamiliares. Todos los elementos de la caja de segregación estarán diseñados de forma que se garantice un radio de curvatura mínimo de 15 milímetros en el recorrido de la fibra óptica dentro de la caja.

Dimensionamiento de la red interior de usuario

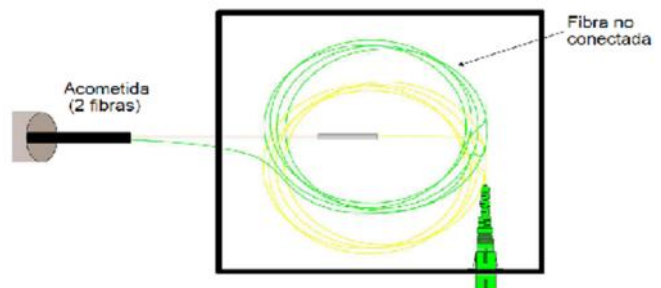
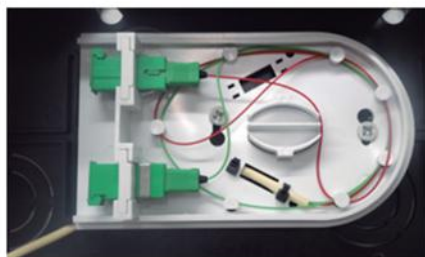
En la ICT no existe una red interior de usuario de fibra óptica como tal, sino que se dimensionará o bien con pares trenzados o bien con cable coaxial.



PAU

El **punto de acceso a usuario** estará formado por:

- Una **roseta** con tantos conectores SC/APC (y los correspondientes adaptadores) de terminación como fibras ópticas de los cables de acometida se hayan instalado en la red de dispersión



- Una unidad de terminación de red óptica (UTO) que se conectará por una parte a la roseta óptica y, por otra, a la red interior de usuario de la ICT. Esta unidad de terminación será la que proporcione al usuario final los puntos de acceso a los diferentes servicios, con sus facilidades simultáneas como medio de corte y punto de prueba. Cuando las circunstancias así lo aconsejen, podrán ser instaladas fuera del registro de terminación de red. También puede ser suministrada por el operador que será responsable de su instalación y mantenimiento.

