

Tema 5: Comunicaciones de banda ancha

Servicios de banda ancha

La ICT proporciona acceso a servicios de telecomunicación de banda ancha y de telefonía básica.

Tecnologías de acceso

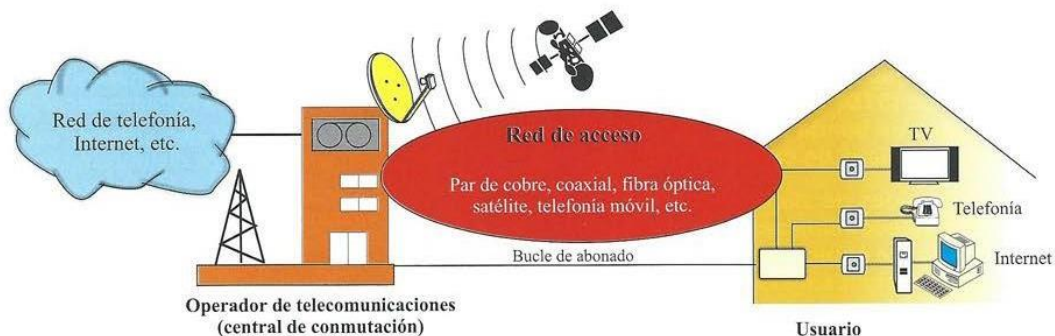
La red de acceso proporciona al usuario final un enlace físico mediante los medios de transmisión pertinentes entre él/ella y la central de conmutación del operador de telecomunicaciones. Este tramo se denomina **bucle de abonado**.

La evolución de la tecnología permite el acceso a estos servicios mediante medios diversos:

- ADSL
- Cable coaxial
- Tecnologías inalámbricas

En principio, la principal tecnología de acceso era la red de telefonía básica, conformado por una red de pares de cobre. Con la mejora de las líneas de transmisión surgió ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), capaz de soportar datos además de línea telefónica.

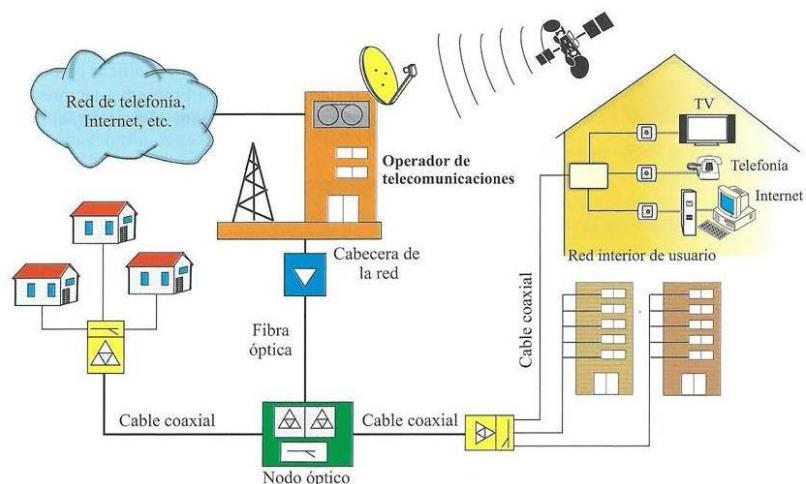
Posteriormente también se empezaron a utilizar cable coaxial y fibra óptica,, a veces uniendo ambas tecnologías en la denominada red HFC (Híbrida Fibra-coaxial).

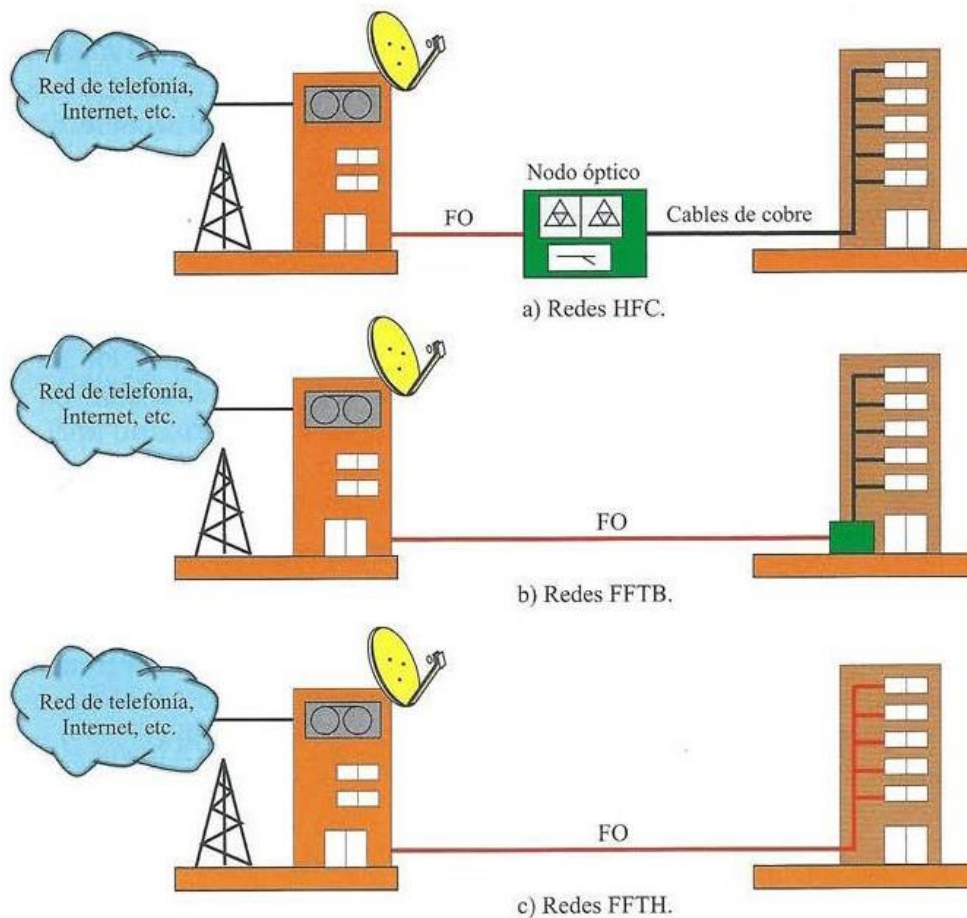


Redes de acceso fijo

Se utilizan las siguientes tecnologías:

- Cables de cobre
- Redes HFC
- Fibra óptica
 - FTTB
 - FTTH





Cableado estructurado

Se denomina cableado estructurado a las instalaciones que permiten distribuir la señal de red dentro de un edificio. El cableado estructurado tiene como principal medio de transmisión el cable de red o cable Ethernet, pero además, debe contar con otros dispositivos que permitirán el reparto de la señal a los distintos puestos de trabajo o puntos de conexión existentes. Como resumen, los elementos involucrados son los siguientes:

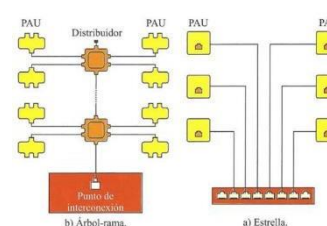
- Cable de red (cable Ethernet)
- Paneles de conexión (patch panel)
- Switch
- Rosetas
- Router

Redes interiores de los edificios

Para acceso a servicios de banda ancha se van a necesitar medios de transmisión y elementos de interconexión, que estarán desplegados e instalados en los registros y canalizaciones de la ICT.

Los modos de despliegue son:

- Estrella
- Árbol-rama



Medios de transmisión

Son los medios físicos que van a transportar las señales y que se conocen generalmente con el nombre de cables. Los diferentes servicios harán uso de medios de transmisión distintos.

Cable coaxial

Aplicado a la transmisión de señales principalmente de distribución de TV que llega por medios no guiados y la señal de televisión por cable. En menor medida se utiliza para llevar señal de datos.

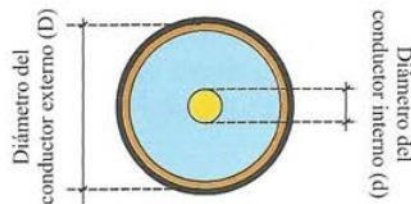
Compuesto por un conductor activo (el conductor central o vivo) que transmite la señal, de cuyo diámetro depende la atenuación en el cable, un material dieléctrico que separa el conductor central de la lamina conductora o conductor externo, que aparte de permitir el retorno de señal y cierre del circuito, también sirve para aislar y proteger el conductor central de interferencias externas, proporciona apantallamiento.

Finalmente el cable tiene una cubierta externa que protege todo el conjunto.

Los cables coaxiales utilizados en ICT son RG-6, RG-11 y RG-59, que se diferencian entre sí en las dimensiones de los conductores y por tanto en el diámetro del cable.



a) Corte por capas del cable.



Cable de pares

Los cables de pares (no confundir con pares trenzados) son cables formados por grupos de dos hilos de material conductor (generalmente cobre) recubiertos por un plástico aislante.

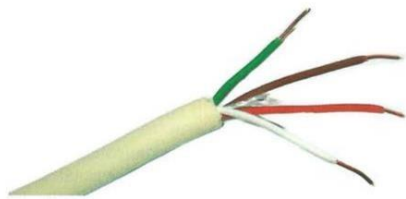
Debido a que este medio de transmisión suele estar formado por un gran número de pares muy próximos entre sí es sensible a la **diafonía**, que consiste en el acoplamiento de una señal de un cable a otro cercano por efecto magnético.



Tipos de cables de pares

En función del número de pares se pueden encontrar:

- **Cables de acometida:** con uno o dos pares
- **Cables multipar:** formados por múltiplos de 25 pares



Los cables de acometida se utilizan para la acometida (la parte de la red de dispersión) de la instalación de telefonía.

Los cables multipares se utilizan para repartir de manera simultanea a un gran número de usuarios mediante técnicas de sangrado.

Identificación de pares

En los cables multipar se hace uso de un código de colores que permitirá al instalador identificar los pares que ha de llevar hasta cada usuario. A continuación se muestra el código de colores:

Identificación de pares		
Par	Color	
	1	2
1	Blanco	Azul
2	Blanco	Naranja
3	Blanco	Verde
4	Blanco	Marrón
5	Blanco	Gris
6	Rojo	Azul
7	Rojo	Naranja
8	Rojo	Verde
9	Rojo	Marrón
10	Rojo	Gris
11	Negro	Azul
12	Negro	Naranja
13	Negro	Verde
14	Negro	Marrón
15	Negro	Gris
16	Amarillo	Azul
17	Amarillo	Naranja
18	Amarillo	Verde
19	Amarillo	Marrón
20	Amarillo	Gris
21	Violeta	Azul
22	Violeta	Naranja
23	Violeta	Verde
24	Violeta	Marrón
25	Violeta	Gris



Elementos y herramientas de conexión para la red de cable de pares

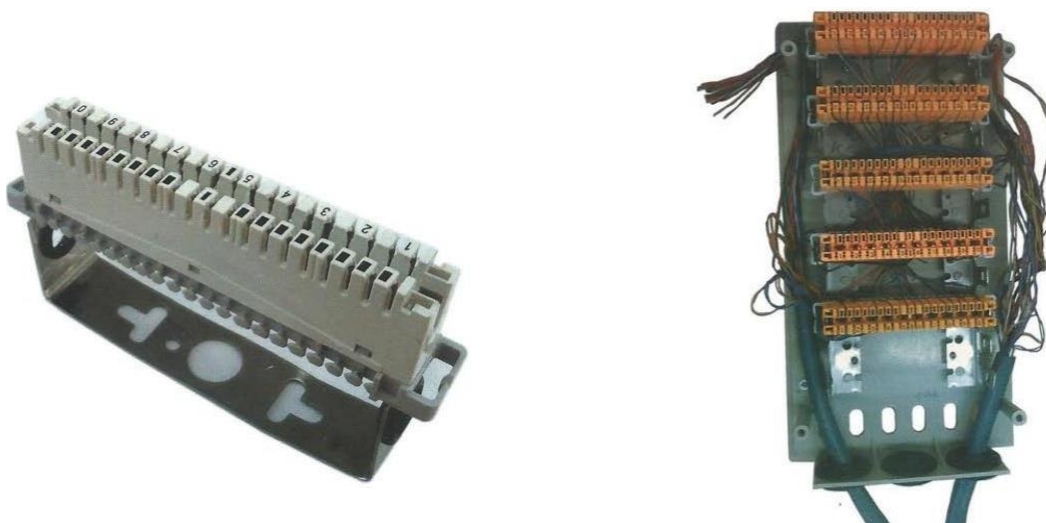
Para la interconexión de cables de pares se utilizan las regletas de 5 o 10 pares.

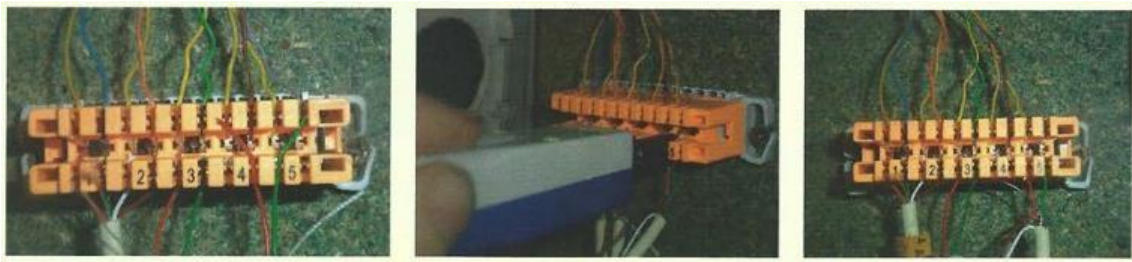


La inserción de los cables de pres en las regletas se realiza mediante una herramienta denominada insertadora o herramienta de inserción.



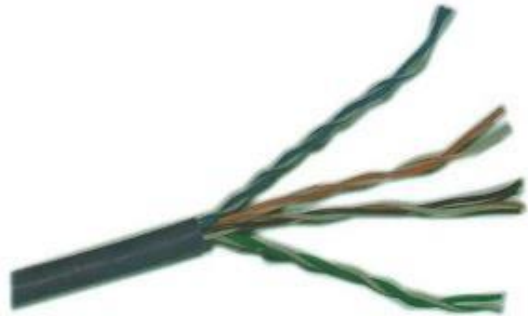
Las regletas se suelen instalar en soportes metálicos, y a su vez, varios soportes metálicos para regletas pueden ser colocados en una misma caja de distribución





Cable de pares trenzados

El cable de pares trenzados es un conjunto de uno o más pares de cables trenzados rodeados por una cubierta aislante. Aunque el número de pares trenzados en un cable puede variar, en nuestro caso nos referiremos a cable de pares trenzados a un cable con 4 pares de hilos, diferenciándose del cable de pares anterior en su número de trenzas por unidad de longitud, muy superior en el caso del cable de par trenzado.



Tipos de cables de pares trenzados

En función de la configuración del cable tendremos

- **UTP (unshielded twisted pair):** Cable de par trenzado sin ningún tipo de apantallamiento
- **FTP (Foiled twisted pair):** cable de par trenzado con un apantallamiento para todos los pares
- **STP (Shielded twisted pair):** cable de par trenzado con apantallamiento para cada par
- **SFTP (Shielded Foiled twisted pair):** cable de par trenzado con apantallamiento para cada par y para el conjunto de los cuatro pares

UTP FTP STP SFTP



Identificación de los pares

En los pares trenzados de 4 pares los cables son:

- **Par 1:** Blanco-azul / azul
- **Par 2:** Blanco-naranja / naranja
- **Par 3:** Blanco-verde / verde
- **Par 4:** Blanco-marrón / marrón

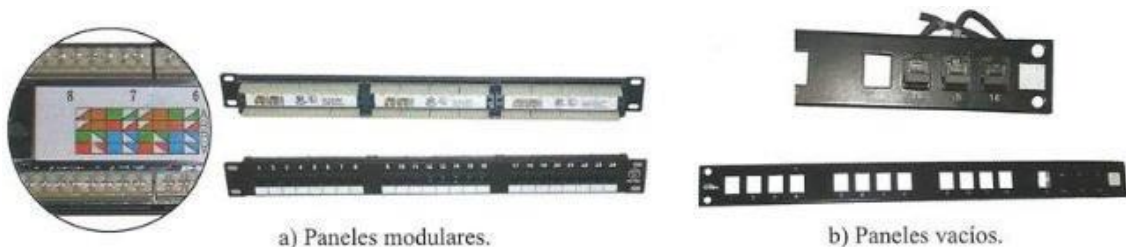
Conectores

Los conectores utilizados para cable de pares trenzados de 4 pares se denominan RJ-45 y tienen 8 pines o conectores. Existen conectores RJ-49, que son metálicos, y su carcasa se conecta al apantallamiento metálico del cable de pares trenzados, aunque no es habitual su uso.



Paneles de conexión

Se suele hacer referencia a ellos como *patch panel*. Facilitan la distribución de los cables de pares trenzados en una instalación, no tienen ninguna funcionalidad a nivel electrónico, son pasivos, pero ayudan a estructurar el cableado. Suelen tener valores normalizados de 12, 24, 36 o 48 puertos.



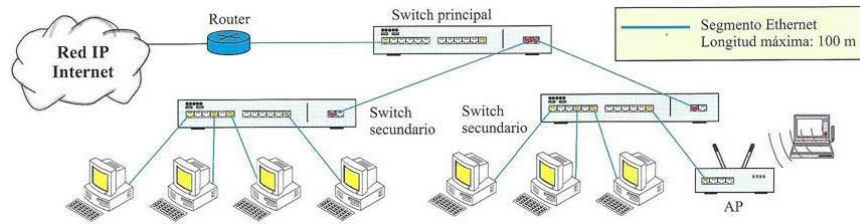
Roseta de conexión

Es una toma hembra para conectores RJ-45



Cableado de red

El cable de par trenzado es el más utilizado como medio de transmisión para las redes de datos. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de red local.



Los dispositivos de la red se conectan a la red local a través de una toma de telecomunicaciones, que contará con conector RJ-45. La toma RJ-45 se conectará a un panel de conexiones o patch panel, que es un elemento pasivo, no tiene ninguna función electrónica, es un dispositivo que ayuda a estructurar el cableado.

Del patch panel, se hará la conexión a un switch. Este elemento ya es activo y es el que realmente dotará de conectividad a los equipos.

Tanto patch panels como switches se instalan en armarios de telecomunicaciones como el que se muestra en la siguiente imagen.

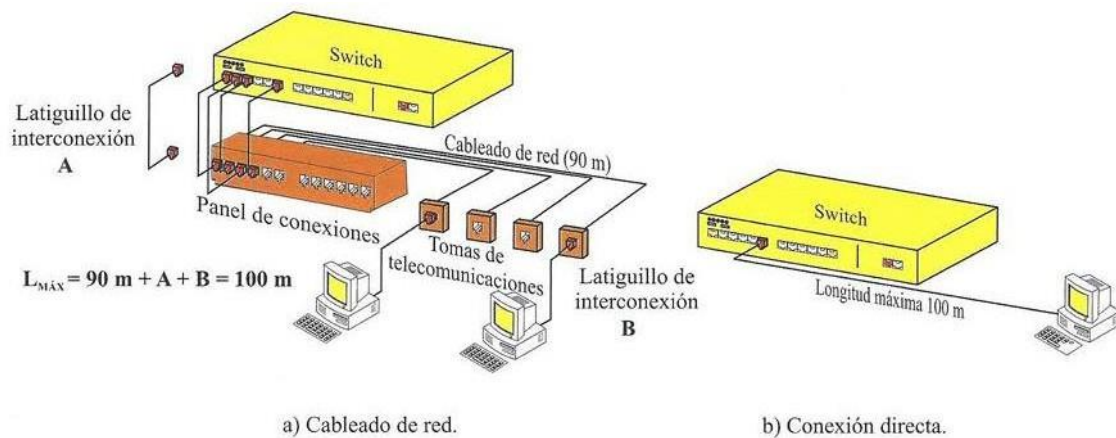


La conexión entre patch panel y switch se realiza mediante la utilización de los denominados latiguillos, que son cables Ethernet con conectores RJ-45 macho en ambos extremos. Estos latiguillos no suelen tener una longitud superior a 2 metros, por lo general, debido a la proximidad de switches y patch panels dentro de los armarios de telecomunicaciones.



La distancia entre dispositivos en una red está limitada, de manera que en conexión directa, de un equipo al concentrador de red (switch) no debe haber más de 100 metros si se hace en conexión directa, debiendo añadir más switches en caso de requerirse mayor distancia.

En el caso de hacer cableado estructurado con el uso de patch panels el cableado fijo no deberá tener más de 90 metros de longitud, dejando los 10 metros restantes para el cableado adicional para cables de interconexión.

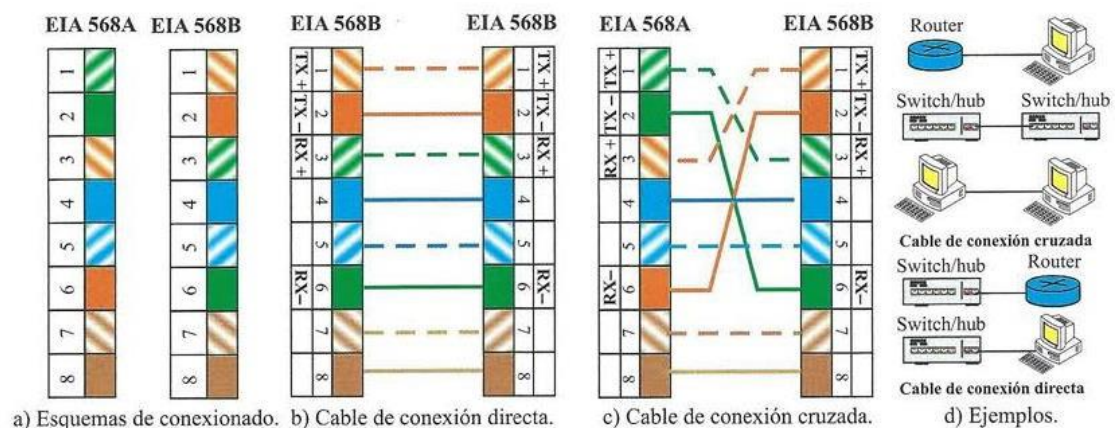


Esquemas de conexionado de red

Existen dos esquemas de conexionado de red: la norma EIA 568A y EIA 568B. El uso de uno u otro esquema no es importante, aunque lo normal es hacer uso del 568B en toda la instalación.

La finalidad de estas normas está orientada a la creación de cables Ethernet, terminados en conectores RJ-45, que podrán ser de dos tipos:

- **Conexión directa:** utilizará la misma norma en ambos extremos, ya sea la 568B en ambos extremos o la 568A en ambos extremos. Como se ha dicho anteriormente, lo habitual es conectorizar 568B. La conexión habitual de dispositivos se realiza con cable directo, y en la actualidad, se tiende a que la mayor parte de elementos soporten esta conexión.
- **Conexión cruzada:** consiste en la creación de cables de red utilizando la norma 568B en un extremo y 568A en el otro extremo. Hay parejas de dispositivos que exigen el uso de cable cruzado para poder establecer comunicación, ya que cruzan los cables de transmisión y recepción para hacerlo posible.



Red de cableado estructurado

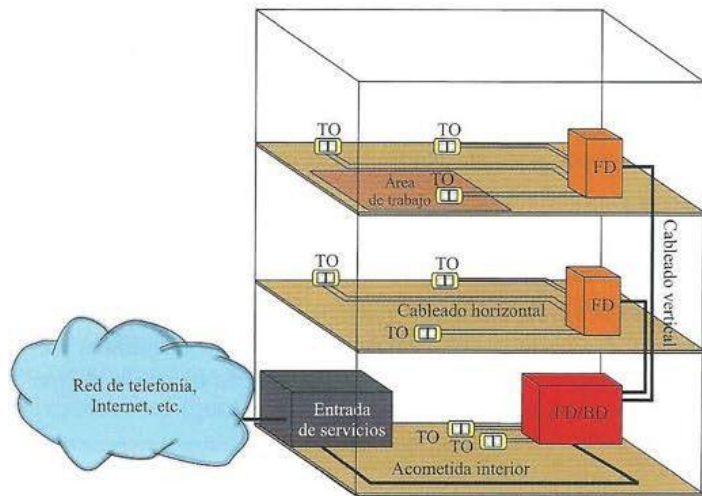
Un sistema de cableado estructurado (SCE) es una infraestructura de cableado destinada a distribuir la señal de diferentes servicios por un edificio: voz, datos... Es muy común referirse con

este calificativo a las redes de área local que conectan entre sí los diferentes ordenadores de una empresa.

El dimensionamiento de un sistema de cableado estructurado se realiza mediante la aplicación de normas de referencia:

- **UNE EN 50173**
- **UNE EN 50174 - 1, 2, 3**

Un esquema básico para un sistema de cableado estructurado de un edificio se muestra en la imagen de la derecha.



Los subsistemas que forman un sistema de cableado estructurado son los siguientes:

- **Distribuidores y elementos de conexión:** son los elementos que permiten la conexión del medio de transmisión con los demás elementos del sistema
 - **BD (Building Distributor):** Distribuidor de edificio. Conecta la red que alimenta el edificio con el cableado vertical.
 - **FD (Floor Distributor):** Distribuidor de planta. Interconecta el cableado vertical y el cableado horizontal.
 - **TO (Telecommunications outlet):** Toma de telecomunicaciones. Permite la conexión de los dispositivos de usuario.
- **Medios de transmisión:** Conjunto de cables de par trenzado o fibra óptica utilizados para conectar los distribuidores de la instalación.
 - **Cableado vertical:** Conecta distribuidores de diferentes plantas de un edificio.
 - **Cableado horizontal:** Conecta tomas de telecomunicaciones con distribuidores de planta.

Los sistemas de cableado estructurado basados en cables de pares trenzados tienen la limitación de la distancia máxima del cableado, que será de 100 metros.

Categoría

La categoría de un componente es un parámetro que indica el ancho de banda que puede ofrecer dicho componente, y por lo tanto, la velocidad de transmisión que es capaz de ofrecer.

La presencia en una instalación de un único elemento de prestaciones inferiores al resto degradará las prestaciones, y por consiguiente, la categoría de todo el sistema.

En la siguiente tabla se pueden observar las distintas categorías existentes

Categoría	Aplicaciones	Ancho de banda
3	Aplicaciones de voz y transmisión de datos a baja velocidad. Se utiliza en redes Ethernet 10 Base-T.	16 MHz
5E	Transmisión de datos de alta velocidad. Puede soportar aplicaciones de redes LAN Ethernet 100 Base-T y 1.000 Base-T.	100 MHz
6	Transmisión de datos de muy alta velocidad. Recomendada para 1.000 Base-T (Gigabit Ethernet).	250 MHz
6A	Transmisión de datos de muy alta velocidad. Soporta aplicaciones basadas en 10 GBase-T.	500 MHz
7/7A	Aplicaciones de banda ancha	600 MHz/1.000 MHz

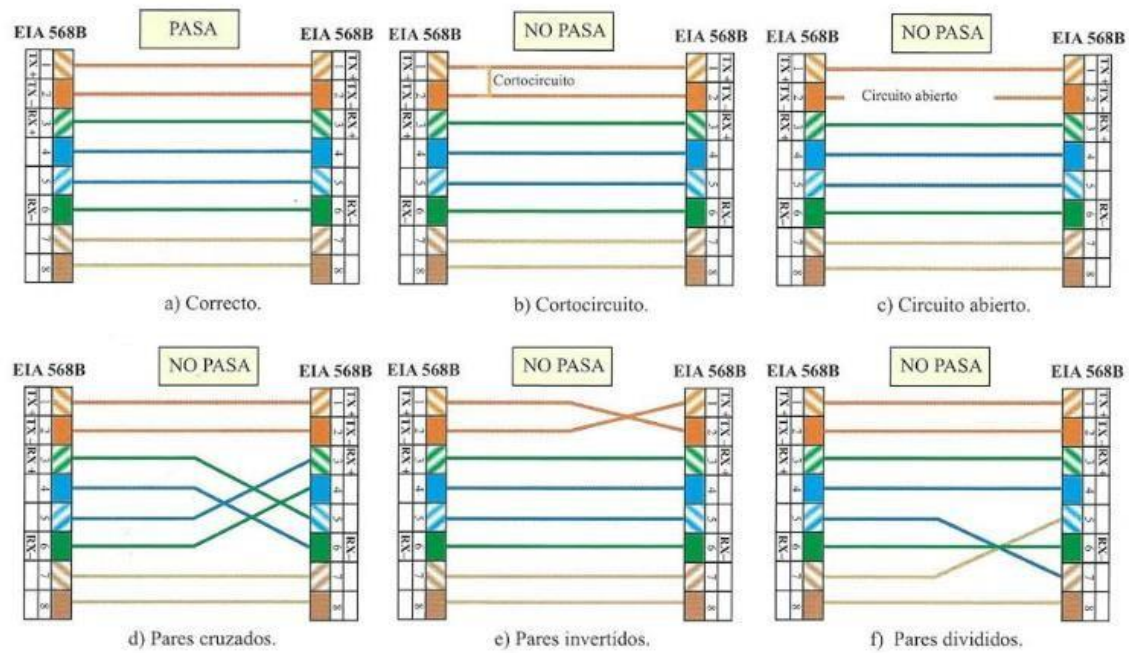
Clase

La clase identifica las prestaciones de una red una vez realizada la instalación con todos sus componentes.

Categoría/Clase ISO	Categoría EIA/TIA	Frecuencia
Clase C	Categoría 3	16 MHz
Clase D	Categoría 5E	100 MHz
Clase E	Categoría 6	250 MHz
Clase EA	Categoría 6A	500 MHz
Clase F	Categoría 7	600 MHz
Clase FA	Categoría 7A	1.000 MHz

Mapeado de cables

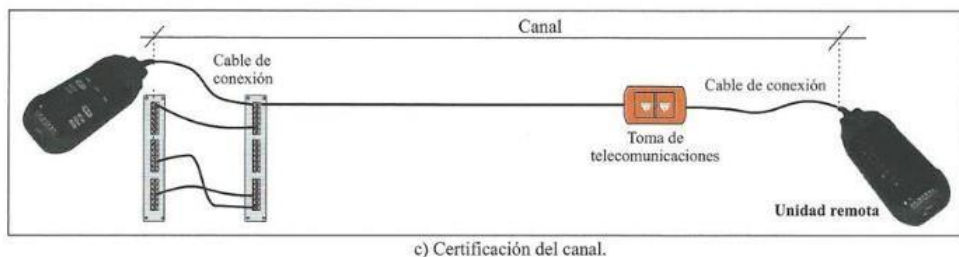
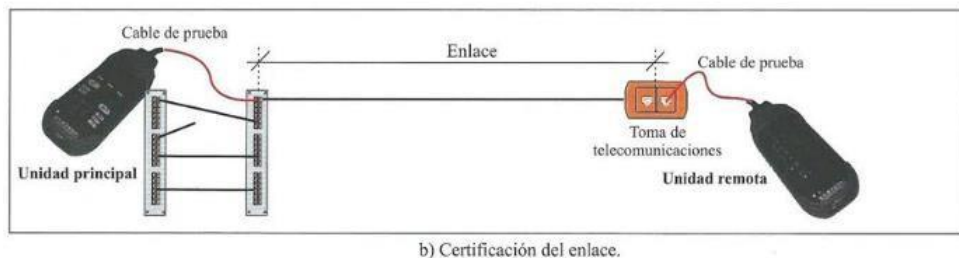
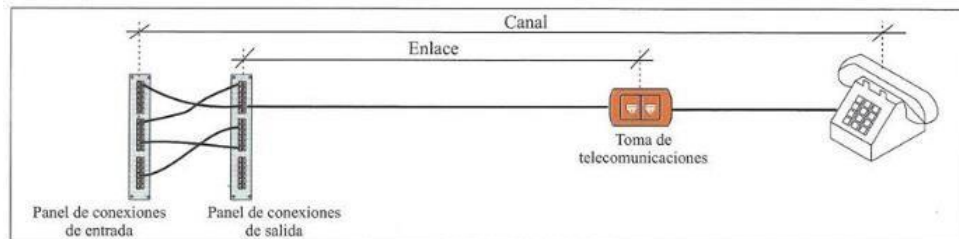
En un cable de red se pueden dar diferentes errores en función de la naturaleza del fallo como se puede ver en la siguiente ilustración.



Certificación de una instalación

La certificación de una instalación es la medición de unos determinados parámetros de la red. La normativa distingue dos partes en una instalación:

- **Enlace:** la parte fija de una instalación, desde la toma de telecomunicaciones hasta el puerto del panel de conexiones. Este cableado de enlace es fijo aunque los dispositivos y cables de interconexión se cambien.
- **Canal:** Comprende el enlace más el sistema de conexión, mide el funcionamiento real de todo el sistema.



Certificación de red

En las redes de cables de pares trenzados, la certificación de una instalación se hace en base a unas medidas características de los cables

- **Resistencia:** resistencia en cortocircuito de cada par de cables
- **Impedancia característica:** depende del tipo de cable, de su estructura física.
- **Longitud:** longitud de cada uno de los pares del cable, para que no se supere la longitud máxima normalizada.
- **Retardo de propagación:** tiempo que tarda en propagarse una señal de un extremo a otro de un cable.
- **Retardo diferencial:** diferencia de retardo entre dos pares de un mismo cable.
- **Atenuación:** pérdida de potencia de la señal de un extremo a otro, está condicionada por la sección del cable y la conductividad del cobre.
- **Pérdidas de inserción:** incluye todas las pérdidas producidas en el recorrido del cable (atenuación, radiación, desadaptación de impedancia...)
- **Pérdida de retorno:** relación entre la potencia transmitida y la potencia reflejada en un mismo par (lo ideal es que la potencia reflejada sea 0)
- **Diafonía:** representa la señal que se induce en un cable por parte de otro cable que se encuentra muy próximo físicamente. La diafonía es el acoplamiento de la señal de un cable en otro por efecto electromagnético.

Fibra óptica

La fibra óptica fue un medio de transmisión cuyo auge se inició sobre los años 80 y 90. Permite transmitir grandes volúmenes de datos a velocidades muy altas y al transmitir la información mediante señales de naturaleza óptica (y no eléctrica) no se ve afectada por interferencias o perturbaciones electromagnéticas.

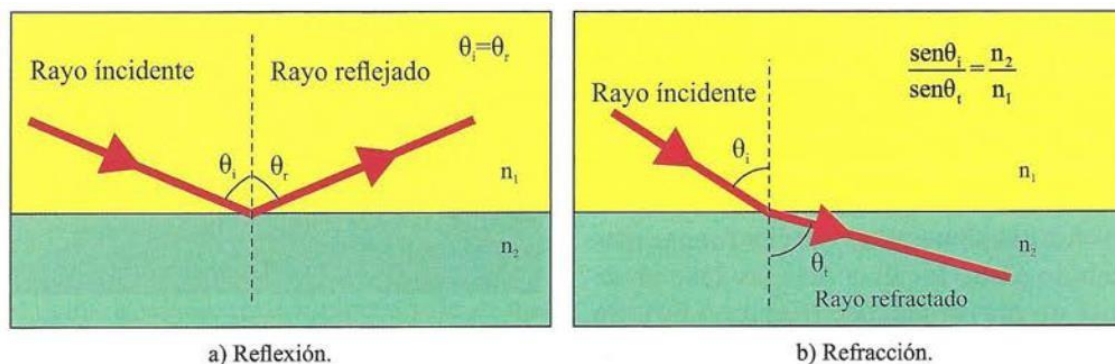
Introducción a la fibra óptica

Los sistemas de fibra óptica consisten en la conversión de señales digitales eléctricas en pulsos de luz para poder ser enviados confinados en el cable y una vez en el extremo receptor se traducirá la señal de nuevo a una onda eléctrica.



La fibra óptica está constituida por un **núcleo** por donde viaja la luz y un **revestimiento** que recubre al núcleo y que se encarga de impedir que la luz salga del núcleo. Estas dos partes de la fibra irán a su vez cubiertas por otras capas para dotar de protección a la fibra óptica.

El fenómeno óptico en el que se basa la transmisión en la fibra óptica es la de **reflexión total**, que hace que cuando un haz de luz pasa de un medio con un índice de refracción a otro con menor índice de refracción, habrá un ángulo determinado a partir del cual la luz no pasará de un medio al otro.



Fuentes de luz

Las fuentes de luz para generar las señales luminosas que se enviarán por la fibra óptica son dos:

1. **LED:** utilizado para fibra multimodo, ofrece bajo coste pero bajas prestaciones
2. **Láser:** Tanto para monomodo como multimodo, ofrece mejor calidad que las fuentes LED.

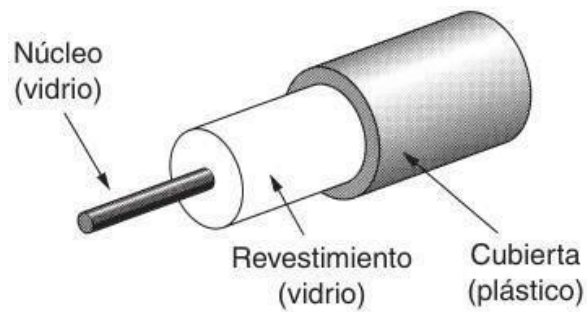
Cables de fibra óptica

Los cables de fibra óptica están formados por diversas capas:

Núcleo: parte más interna, por la que se propagan las señales. La señal se confina en él, sin dejar escapar la luz, hasta que llega a su destino en el otro extremo. Su diámetro es de 9 μm para fibras monomodo y 50 o 62,5 μm para fibras multimodo.

Revestimiento (cladding): capa que recubre el núcleo, con un índice de refracción ligeramente superior al del núcleo.

Protección o cubierta (coating): protección que aísla las fibras y evita su deterioro.



Tipos de fibra óptica

Existen dos tipos de fibra óptica, que se diferencian en la manera en que la luz se transmite por ellas y en los diámetros de sus núcleos.

- **Fibra monomodo:** ofrece mayor capacidad de transmisión. Tiene un diámetro de núcleo muy pequeño, del orden de la longitud de onda que la luz que transmiten, entre 1 y 10 μm , permitiendo que la señal se propague de forma longitudinal en el eje de la fibra. Las dimensiones de núcleo/revestimiento son 9/125 μm .
- **Fibra multimodo:** El diámetro de su núcleo es mayor que en las fibras monomodo, siendo las anchuras núcleo/revestimiento de 50/125 μm o 62'5/125 μm . Las fibras multimodo transmiten la luz utilizando diferentes caminos para los diversos haces de luz que emite una misma fuente, provocando fenómenos de dispersión que degradan la calidad de los pulsos de luz.

