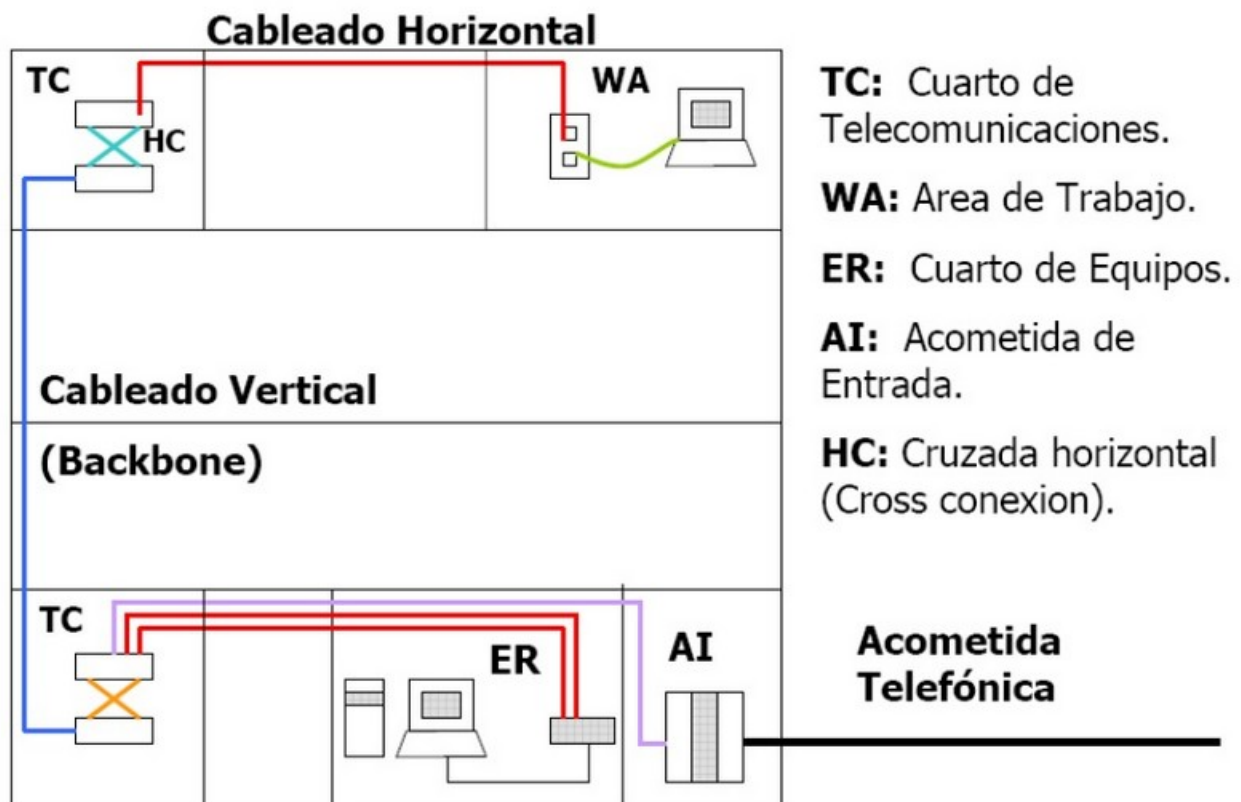


SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

4.1 Introducción



Un **Sistema de Cableado estructurado (SCE)**. En inglés, Structured Cabling System - SCS) es un conjunto de productos de cableado, conectores, y equipos de comunicación que integran los servicios de voz, datos y video en conjunto

con sistema de administración dentro de una edificación tales como los sistemas de alarmas, seguridad de acceso y sistemas de energía, etc). En resumen **es un cableado para todos los servicios que implican información y control en una edificación.**

SCE es una metodología, basada en estándares, de diseñar e instalar un sistema de cableado que integra la transmisión de voz, datos y vídeo. Un SCE propiamente diseñado e instalado proporciona una infraestructura de cableado que suministra un desempeño predefinido y la flexibilidad de acomodar futuros crecimientos por un período extendido de tiempo.

En definitiva, Cableado Estructurado es el cableado de un edificio o una serie de edificios que permite interconectar equipos activos, de diferentes o igual tecnología permitiendo la integración de los diferentes servicios que dependen del tendido de cables como datos, telefonía, control, etc.

El objetivo fundamental es cubrir las necesidades de los usuarios durante la vida útil del edificio sin necesidad de realizar más tendido de cables.

Problemas que resuelve:

- Cambios en los edificios, en la distribución de puestos de trabajo, etc.
- No solamente servicios de datos y telefonía, sino video, alarmas, climatización, control de acceso, etc.
- Unificar tendido de cables.
- Cambios en la tecnología de los equipos de Telecomunicaciones

4.1.1 Espacios

- Acometida de red
- Cuartos de telecomunicaciones o cuartos de equipamiento
- Áreas de trabajo

4.1.2 Elementos pasivos

- Cableado
- Rosetas (TO – Telecommunications Outlets)
- Paneles de parcheo (Patch panels)
- Armarios (Racks)

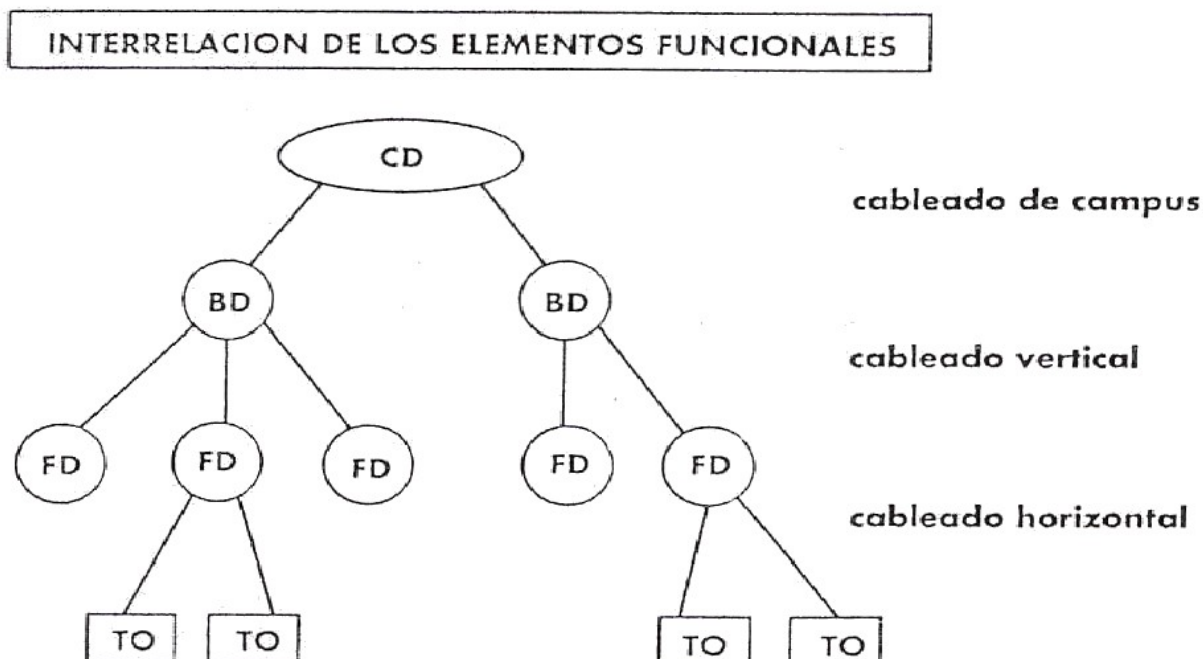
4.1.3 Elementos activos

- Puntos de acceso inalámbricos
- Conmutadores (switches)
- Enrutadores (routers)
- Cortafuegos (firewalls)
- Servidores (servers)

4.1.4 Distribuidores

- Distribuidor de Campus (CD – Campus Distributor)
- Distribuidor de Edificio (BD – Building Distributor)
- Distribuidor de Planta (FD – Floor Distributor)

4.1.5 Subsistemas de cableado



- Subsistema de cableado troncal de campus
- Subsistema de cableado troncal vertical
- Subsistema de cableado horizontal

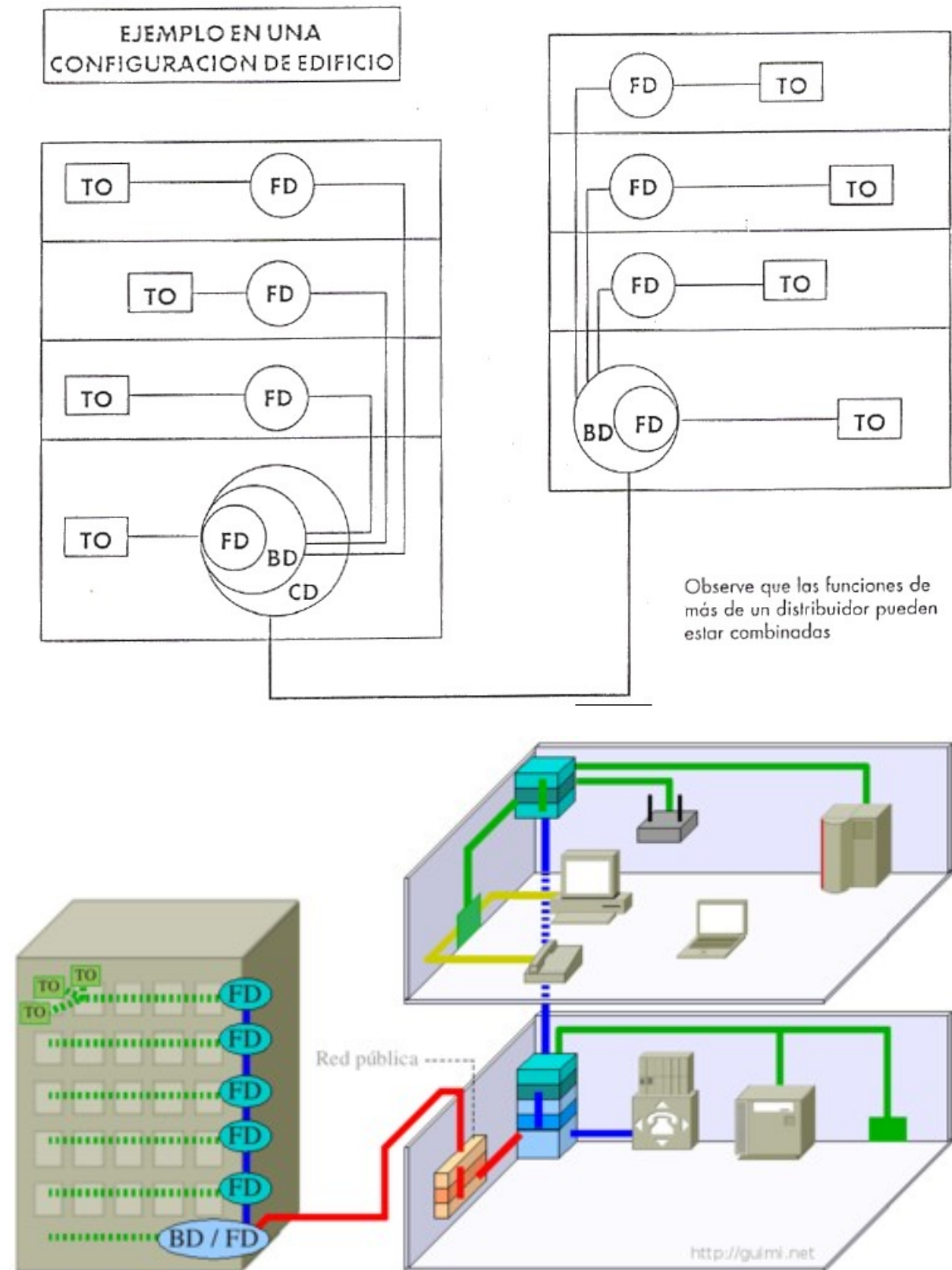
Otro cableado es:

- Cables de usuario
- Cables de interconexión
- Cables o latiguillos de parcheo (patch cords)

4.1.6 Normativa

Para edificios de oficinas existen unas normas que establecen la forma de hacer el cableado. El cableado realizado según esas normas se denomina cableado estructurado, y permite integrar distintas tecnologías y servicios de red (voz, audio, vídeo, datos). Las ventajas de seguir estas normas están en la sencillez de gestión y mantenimiento, robustez y flexibilidad ya que la mayoría de las tecnologías de red local funcionan sobre cableado estructurado. Esas normas son la **TIA/EIA-568**, la **ISO/IEC 11801**, la **EN 50173** y la **UNE EN 50173**.

La norma **TIA/EIA-568B** es de ámbito estadounidense y clasifica componentes en **categorías** (cables, conectores, repartidores, módulos, tendidos, interfaces, etc.). La norma **ISO/IEC 11801** es de ámbito internacional y clasifica



enlaces permanentes en **clases**, para los componentes individuales se basa en la norma TIA/EIA. En el año 2002 se publicaron las últimas versiones de ambas normas. Las dos normativas (TIA/EIA-568B e ISO/IEC 11801) coinciden bastante en la clasificación de las diversas categorías de cableado.

La norma europea **EN 50173 1** (la versión española es la UNE-EN 50173) se basa en la norma ISO 11801.

Cuando se diseña un cableado es conveniente cumplir todas las normativas simultáneamente, instalando componentes según su categoría y certificando los enlaces realizados según su clase, ya que de esta forma se asegura una máxima compatibilidad con todos los fabricantes y sistemas. Hay que tener en cuenta que por un lado una mala instalación realizada con buenos componentes quizá no pueda certificarse, y por otro lado es más fácil asegurar la calidad de una instalación utilizando componentes certificados.

EPHOS 2 (European Procurement Handbook for Open Systems - Phase 2) recuerda que desde 1986 se “obliga a todos los responsables de contrataciones públicas (...) a hacer referencia a estándares o preestándares europeos o internacionales”. Es decir se obliga a cumplir las normas EN 50173 1, ISO 11801, ISO 802.x... y cumplir una serie de requisitos de Compatibilidad Electromagnética (CEM), protección de incendios, número de zócalos...

Nota: ISO 11801 está orientada a distancias de hasta 3.000 m., espacios de hasta 1.000.000 m² y entre 50 y 50.000 usuarios.

Una instalación de cableado estructurado debe servir a largo plazo, por diez años o más.

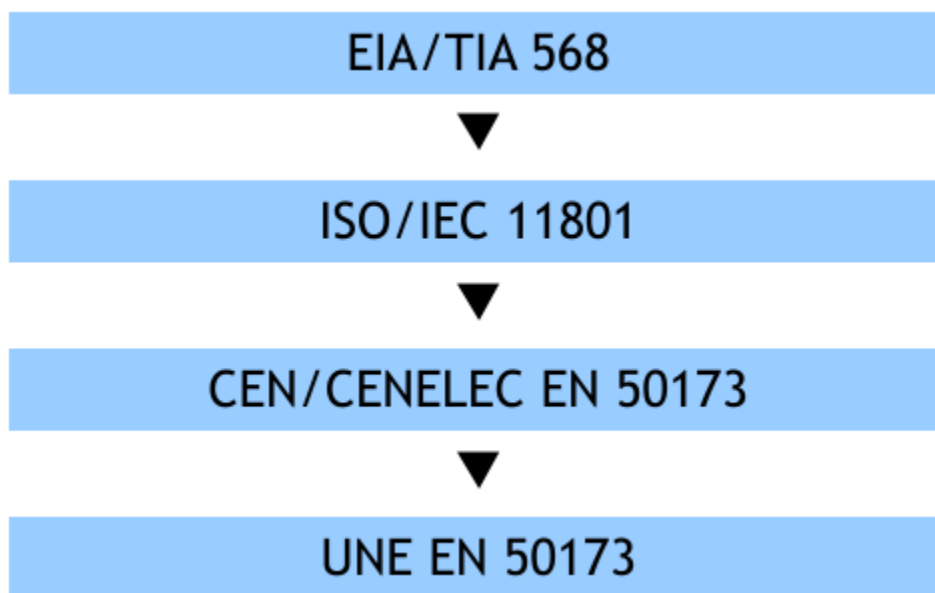


Figura 1: Evolución de la normativa de los SCE

Normativa estadounidense

Los estadounidenses fueron los primeros en publicar un estándar para la estructuración y diseño de los SCE. Las organizaciones encargadas de llevar a cabo esta tarea fueron la TIA y la EIA. El estándar se publicó en 1991 bajo el nombre de **EIA/TIA 568** (Commercial building wiring standard) y su propósito era definir y especificar los tipos de cables y conectores, las arquitecturas técnicas básicas y los métodos de verificación de cables, conectores e instalaciones para los SCE de los edificios comerciales**.

Con el tiempo el estándar fue mejorado, actualizado y ratificado por la ANSI, dando lugar, en 1995, al **ANSI/TIA/EIA 568-A**. Este a su vez, fue reemplazado en 2001 por el **ANSI/TIA/EIA 568-B**, vigente en la actualidad aunque ya está

empezando a ser reemplazado en parte por el nuevo estándar en desarrollo **ANSI/TIA 568-C**.

La normativa aplicable a SCE es:

- **ANSI/TIA/EIA 568-B**
Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales. (Cómo instalar el Cableado)
 - TIA/EIA 568-B1 Requerimientos generales
 - TIA/EIA 568-B2 Componentes de cableado mediante par trenzado balanceado
 - TIA/EIA 568-B3 Componentes de cableado, Fibra óptica
- **ANSI/TIA/EIA 569-A y B**
Normas de Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales (Cómo disponer el cableado)
- **ANSI/TIA/EIA 570-A y B**
Normas de Infraestructura Residencial de Telecomunicaciones
- **ANSI/TIA/EIA 598-A**
Define los códigos de colores para la fibra óptica.
- **ANSI/TIA/EIA 606-A**
Normas de Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales
- **ANSI/TIA/EIA 607**
Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- **ANSI/TIA/EIA 758**
Norma Cliente-Propietario de cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones.

Normativa internacional

El principal organismo internacional encargado de desarrollar estándares para el cableado estructurado es la organización ISO/IEC, que en 1994 publicó su estándar ISO/IEC 11801 (Information technology. Generic cabling for customer premises), basado en el EIA/TIA 568 pero con algunas diferencias, como la clasificación y definición de los tipos de cables y de los elementos funcionales de los SCE. Este estándar se revisa constantemente para introducir actualizaciones y mejoras; actualmente se encuentra en la versión 2.2.

Aunque el ISO/IEC 11801 es el estándar internacional más importante relacionado con los SCE, existen muchos más que regulan diferentes aspectos relacionados con los SCE que no aparecen en el ISO/IEC 11801. Es de destacar, por su relación con este módulo, el **ISO/IEC 14763** (Information technology. Implementation and operation of customer premises cabling), que se divide en 3 partes:

- 14763-1: administración de redes locales.
- 14763-2: planificación e instalación
- 14763-3: pruebas a realizar en el cableado de fibra óptica.

Normativa europea

La normativa europea para el cableado estructurado la desarrolla, principalmente, la organización CEN/CENELEC y está basada en los estándares internacionales.

La adaptación del estándar ISO/IEC 11801 a la normativa europea es el estándar **EN 50173** (Information technology. Performance requirements of generic cabling schemes), actualmente dividido en 5 partes:

- 50173-1: requisitos generales de las instalaciones locales.
- 50173-2: requisitos generales de las instalaciones de oficinas.
- 50173-3: requisitos generales de las instalaciones industriales.
- 50173-4: requisitos generales de las viviendas.
- 50173-5: requisitos generales de los centros de datos.

Otros estándares europeos importantes sobre el cableado estructurado son:

- EN 50174
Procedimientos de especificación y aseguramiento de la calidad (50174-1) Planificación y prácticas de instalación en el interior (50174-2) Planificación y prácticas de instalación en el exterior (50174-3)
- EN 50346
Prueba del cableado instalado
- EN 50310
Aplicación de la unión equipotencial y de la puesta a tierra.

La normativa europea sobre los SCE es de obligado cumplimiento en todos los países de la Unión Europea.

Normativa española

La normativa española se basa en los estándares europeos EN publicados por la CEN/CENELEC. La adaptación de los estándares EN a la normativa española la lleva a cabo AENOR y su resultado son los estándares UNE EN.

Normativa aplicable:

4.1.7 Cableado

Las principales diferencias de rendimiento entre los distintos tipos de cables radican en la anchura de banda permitida (y consecuentemente en el rendimiento máximo de transmisión), su grado de inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y la relación entre la pérdida de la señal y la distancia recorrida (atenuación).

En la actualidad existen básicamente tres tipos de cables factibles de ser utilizados para el cableado en el interior de edificios o entre edificios:

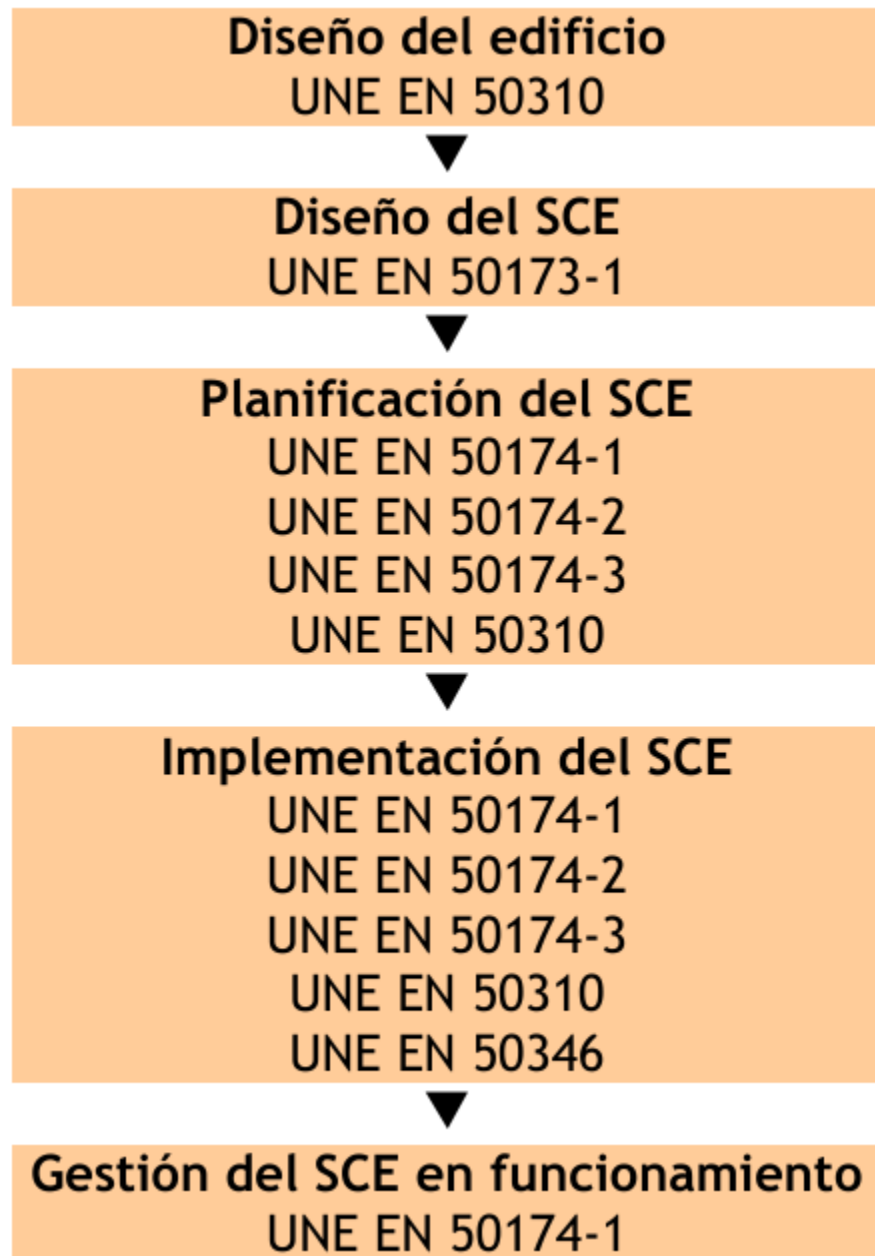
- Par Trenzado
- Coaxial (No se recomienda para instalaciones nuevas, excepto redes de TV y CATV)
- Fibra Óptica

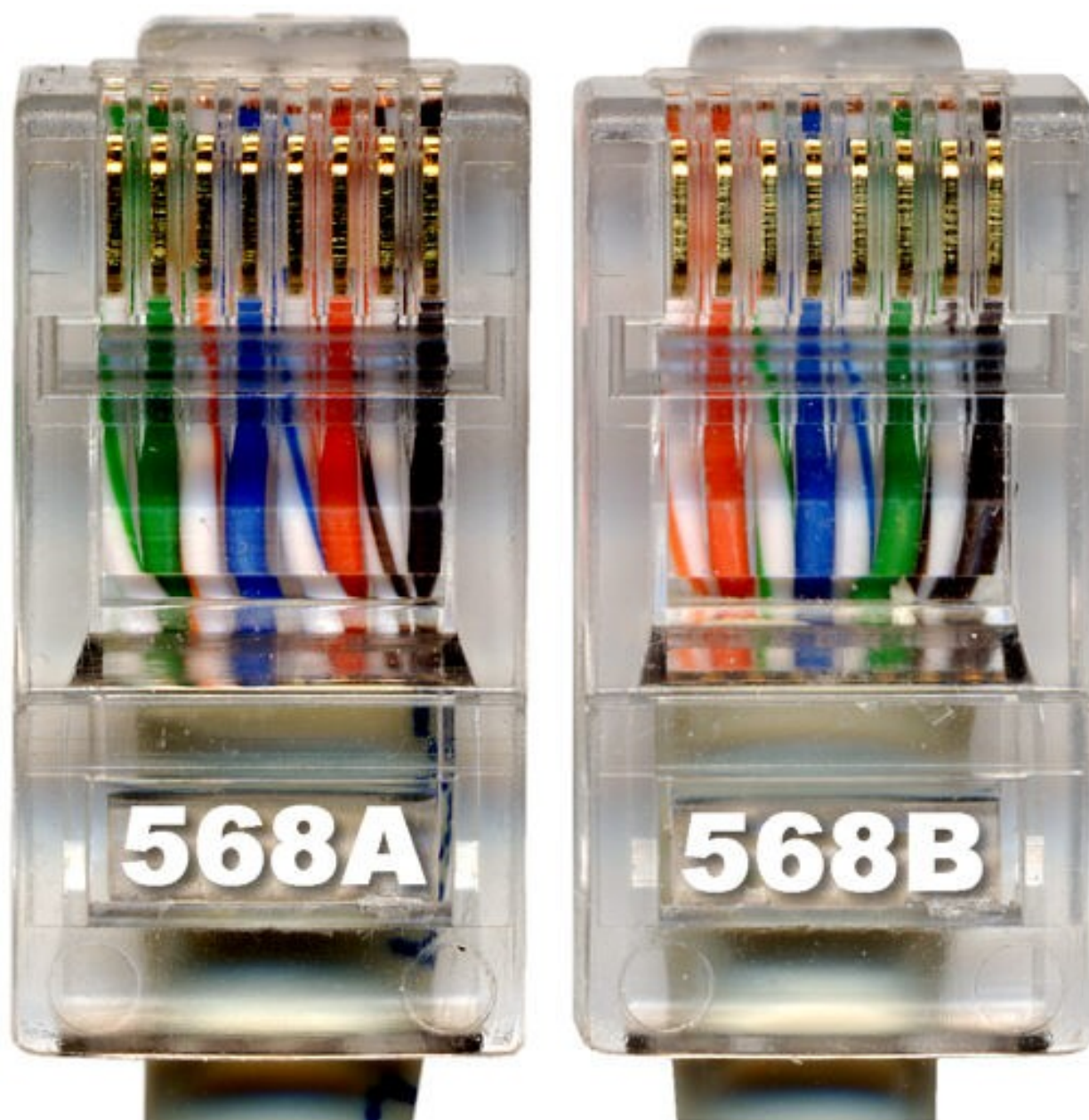
Par trenzado

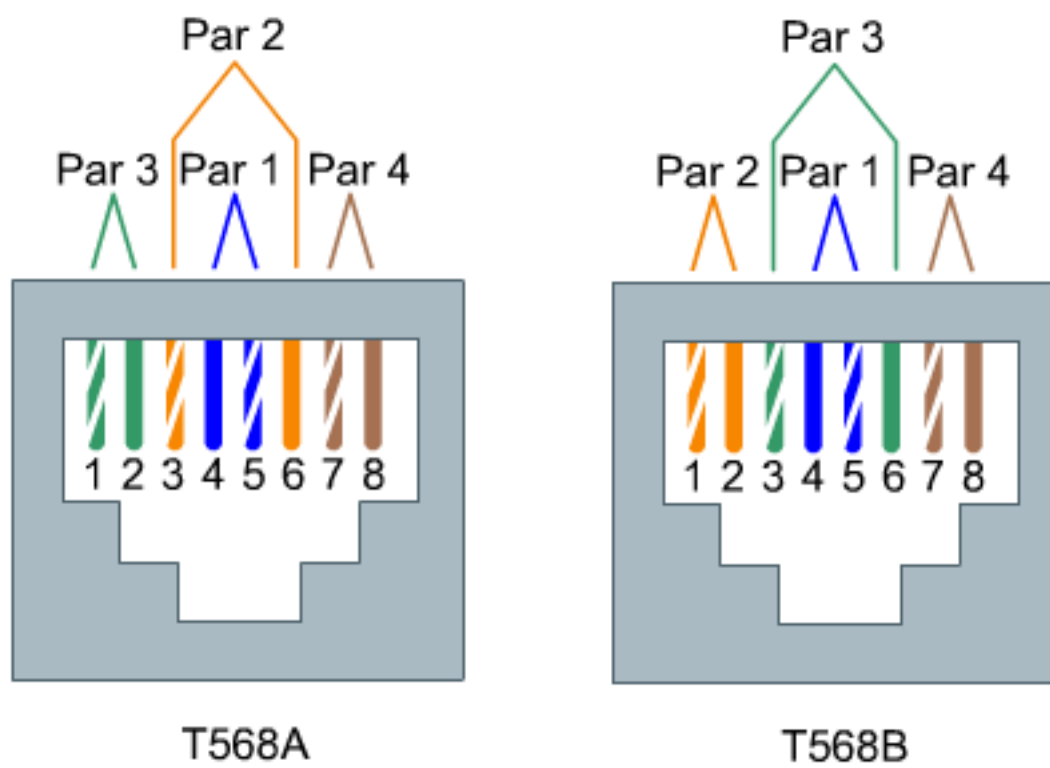
Es actualmente el tipo de cable más común en redes de área local.

La clasificación en categorías, además de aplicarse a un cable aislado se aplica a instalaciones ya hechas. Algunos errores comunes son por ejemplo destrenzar una longitud excesiva en los conectores, apretar demasiado las bridas o doblar excesivamente el cable.

Este tipo de cable soporta: Redes de Área Local ISO 8802.3 (Ethernet) e ISO 8802.5 (Token Ring); Telefonía analógica y digital; Líneas de control y alarmas; Alimentación eléctrica (PoE: Power over Ethernet)...







En telefonía se usa el par 1; Ethernet (10/100) pares 2 y 3; Gigabit Ethernet todos; Token Ring pares 1 y 3; FDDI, ATM y TP-PMD pares 2 y 4. Ethernet es compatible con el uso para alimentar eléctricamente aparatos (PoE: Power over Ethernet).

- Cable paralelo Ethernet: usar la misma normativa en los dos extremos.
- Cable cruzado Ethernet (10/100): usar una normativa en cada extremo.
- Cable cruzado Gigabit Ethernet (10/100/1000): usar una normativa en un extremo y en el otro extremo usar la otra normativa pero cruzando además los pares 1 y 4.

Cable cruzado Gigabit Ethernet (10/100/1000)

Opción 1

T568A	T568B mod.
1-	1-
2-	2-
3-	3-
4-	4-
5-	5-
6-	6-
7-	7-
8-	8-

Cable cruzado Gigabit Ethernet (10/100/1000)

Opción 2

T568B	T568A mod.
1-	1-
2-	2-
3-	3-
4-	4-
5-	5-
6-	6-
7-	7-
8-	8-

El estándar ISO/IEC 11801, en su edición del año 2002, define varias clases de interconexiones de par trenzado de cobre, que difieren en la frecuencia máxima para la que se requiere un cierto rendimiento de canal :

- **Clase A** : hasta 100 kHz utilizando elementos de la categoría 1
- **Clase B** : hasta 1 MHz utilizando elementos de la categoría 2
- **Clase C** : hasta 16 MHz usando elementos de la categoría 3
- **Clase D** : hasta 100 MHz utilizando elementos de categoría 5e
- **Clase E** : hasta 250 MHz utilizando elementos de la categoría 6
- **Clase E :sub:A** : hasta 500 MHz utilizando elementos categoría 6A (enmienda 1 y 2 de la norma ISO / IEC 11801, 2^a ed .)
- **Clase F** : hasta 600 MHz con categoría de elementos 7
- **Clase F :sub:A** : hasta 1000 MHz utilizando elementos categoría 7A (enmienda 1 y 2 de la norma ISO / IEC 11801 , 2^a Ed.)

La impedancia de enlace estándar es de 100 Ω .

Conectores

- **8P8C: RJ-45 (UTP), RJ-49 (FTP, STP, SSTP)**
- GG45

- TERA



Figura 2: 8P8C: RJ-45 y RJ-49

La clase F se puede terminar ya sea con conectores eléctricos GG45 compatibles con 8P8C que incorporan el estándar 8P8C o con conectores TERA. En noviembre de 2010, todos los fabricantes de equipos activos han optado por apoyar el 8P8C para sus productos 10 Gigabit Ethernet sobre cobre y no el GG45 o TERA.

Los conectores GG45, estandarizados en 2001 como IEC 60603-7-7, proporcionan compatibilidad con versiones anteriores para conectores con el estándar 8P8C en una interfaz de cable de categoría 6 (modo 1), donde se utilizan ocho conductores para la operación en categoría 6 (100/ 250 MHz).

Además, el GG45 tiene cuatro conductores adicionales en las esquinas extremas que soportan la interfaz de alta velocidad de categoría 7 (600 MHz) y Cat 7a (1000MHz) . Los 4 conductores adicionales están conectados a 2 pares mientras que los otros 2 pares trenzados permanecen conectados a los pines más distantes del conector original de 8P8C : 1 y 2 , y 7 y 8. Un conector de categoría 6 o 6A utiliza las posiciones de contacto originales , pero un conector de categoría 7 o 7A en su lugar utiliza los contactos situados en las cuatro esquinas y tiene un saliente que activa un interruptor dentro de la toma de las posiciones de contacto alternativas. Esto reduce la diafonía dentro del conector a la que el aumento de la velocidad de datos es sensible.

TERA es un conector para su uso con cables de datos de par trenzado blindado de categoría 7, desarrollado por la compañía Siemen y estandarizado en 2003 por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) 61076-3-104. La revisión de la norma de 2006 amplió el desempeño caracterizado hasta 1000 MHz. El conector tiene un tamaño diferente del conector 8P8C más común.

TERA es también una interfaz útil para la tecnología de las comunicaciones broadcast. Este conector permite el uso compartido de cable, lo que permite a los usuarios integrar servicios de video, voz y datos a través de un único enlace de cableado.

Recomendaciones con el par trenzado

Cable coaxial

Originalmente fue el cable más utilizado en las redes locales debido a su alta capacidad y resistencia a las interferencias, pero en la actualidad su uso está en declive.



Figura 3: GG45

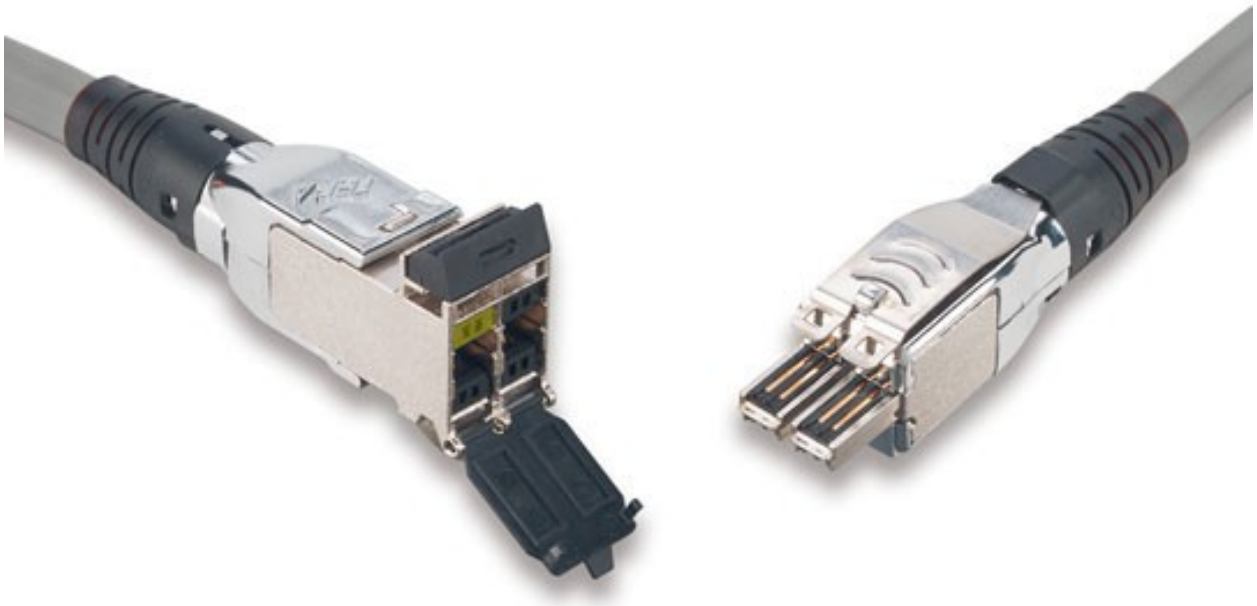
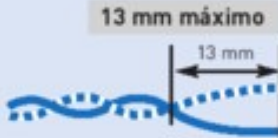


Figura 4: TERA

■ Cuando se desenrolle el cable se procurará no cortarlo demasiado justo, y deberá utilizarse el cable desenrollado	■ Cuando fije el cable coloque los collarines sin apretarlos, evite que el cable se comprima	■ El radio de curvatura mínimo es 8 veces el diámetro exterior del cable en FTP y 4 veces en UTP
 Desenrolle el cable en un stand o soporte	 Asegúrese permitiendo un leve movimiento de los cables	 Radio de curvatura adecuado Cable instalado con un adecuado radio de curvatura
 No desenrolle sin soporte	 Si lo asegura con fuerza, el cable queda aplastado	 Radio de curvatura pequeño Evitar apretar en las esquinas Radio de curvatura pequeño: no protegido contra objetos cortantes
 El diámetro interior del enrollado deberá ser como mínimo 1 m	■ Nunca pise los cables o coloque objetos pesados encima	■ Si la cubierta del cable está deteriorada, no lo repare; reemplace el cable
 Evite someter el cable a excesivas torsiones	■ Es necesario limitar el destrenzado de los conductores a 13 mm como máximo para evitar el fenómeno de la paradiafonía  Destrenzado de los conductores	

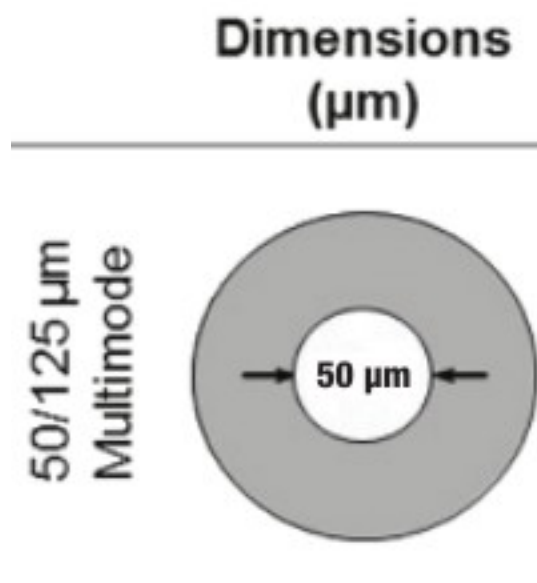
Fibra óptica



La fibra óptica es un medio excelente para la transmisión de información por sus **características**: gran ancho de banda, baja atenuación de la señal que permite cubrir grandes distancias sin repetidores, integridad -proporción de errores baja (BER: Bit Error Rate)-, inmunidad a interferencias electromagnéticas, alta seguridad y larga duración -resistente a la corrosión y altas temperaturas-.

Sus mayores **desventajas** son su coste de producción -superior al resto de los tipos de cable- y su fragilidad durante el manejo en producción.

La terminación de los cables de fibra óptica requiere un tratamiento especial para convertir la señal óptica en eléctrica que ocasiona un aumento de los costes de instalación (“**optoelectrónica**”).



La luz normalmente es emitida por un diodo de inyección láser (ILD: Injection Laser Diode) o un diodo de emisión de luz (LED: Light-Emitting Diode). Los ILDs emiten luz coherente, es decir un único rayo de luz, por tanto cada pulso de luz se propaga a través de la fibra en un solo modo, sin dispersión, y se utilizan con fibras monomodo.

Los **LEDs** generan luz normal no coherente, es decir cada pulso de luz genera múltiples rayos de luz que se propagan en diferentes modos con dispersión -por lo que **no se puede usar en grandes distancias**- y se utilizan con fibras multimodo.

El equipamiento basado en fibra monomodo e **ILDs** proporciona un gran ancho de banda y una baja atenuación con la distancia, por lo que se utiliza para transmitir a grandes velocidades y/o **a grandes distancias**. En cambio el equipamiento basado en fibra multimodo y LEDs resulta más económico y sencillo de implantar.

El vidrio no absorbe igual todas las longitudes de onda, es decir

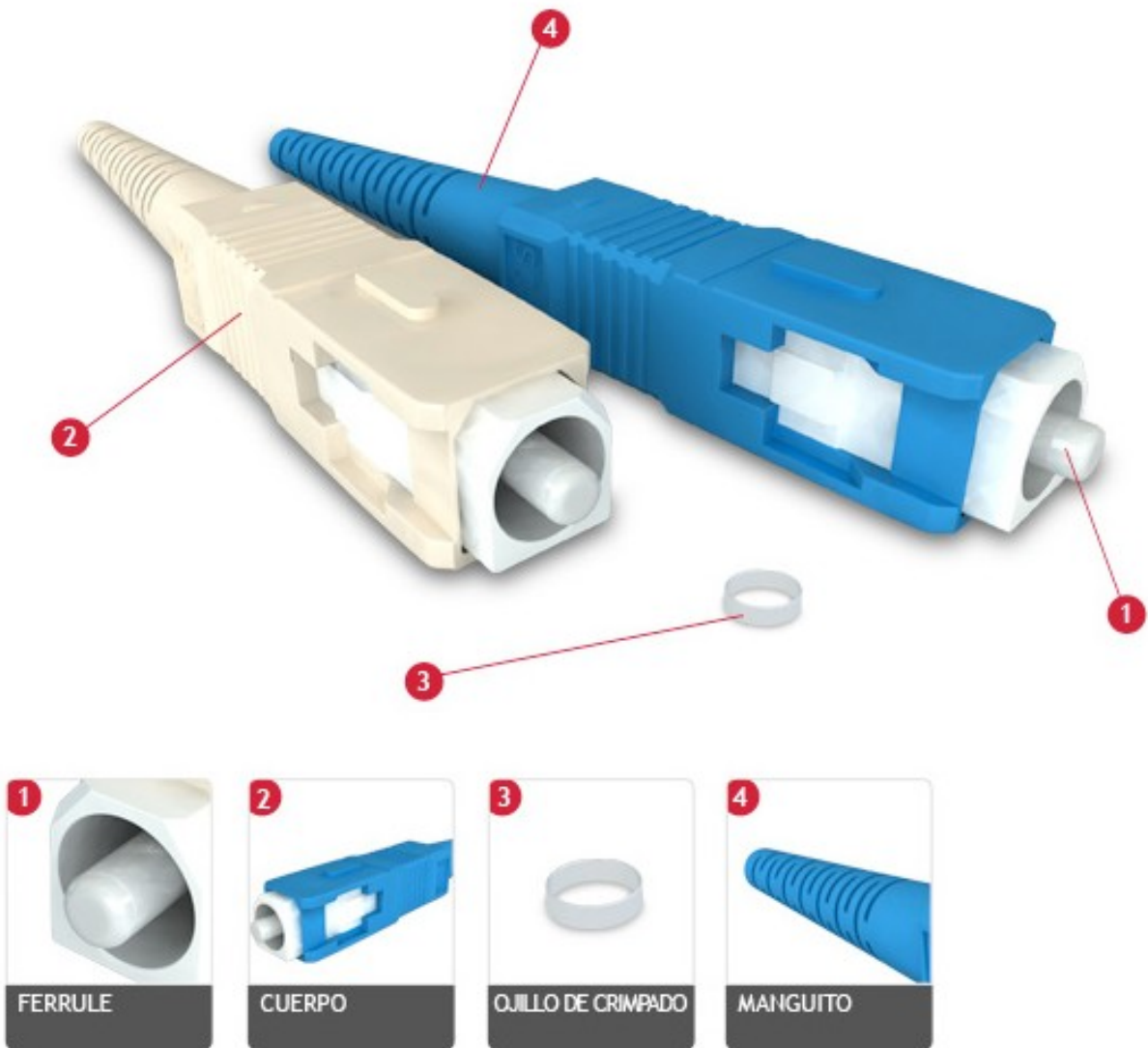


Figura 5: Conector FC



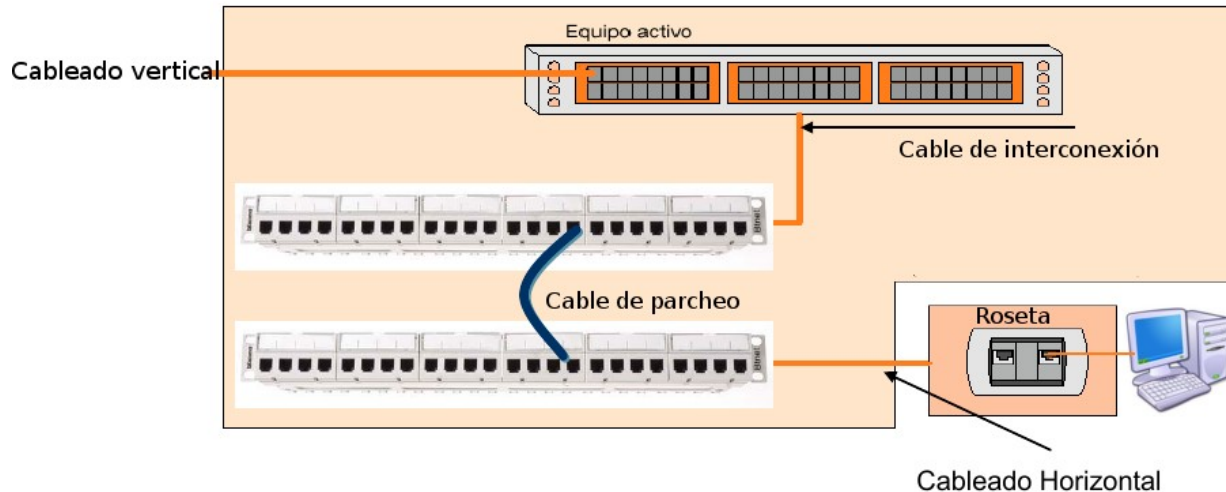
Figura 6: Conector ST

Estructura Externa.



Fibremex 2009

Figura 7: Conector SC



- **Confiabilidad y disponibilidad mejoradas:** Las conexiones permanentes protegen los cables de los equipos de la actividad cotidiana que puede deteriorarlos. Como los movimientos, adiciones y cambios se realizan en campos de parcheo, en lugar de en los paneles de conexión de equipos sensibles de ruteo y conmutación, los cambios en la red se pueden realizar sin afectar el servicio. Con la capacidad para aislar los segmentos de red para reparar averías y volver a tender circuitos mediante un simple parcheo, el personal del centro de datos gana tiempo para realizar las reparaciones adecuadas durante horas normales en lugar de hacerlas durante la noche o en turnos de fin de semana.
- **Ventaja Competitiva:** Un sistema de conexión cruzada permite hacer cambios rápidos a la red. El activar nuevos servicios se logra al conectar un cordón de parcheo y no requiere de una intensa mano de obra. Como resultado, las tarjetas se añaden a la red en minutos, en lugar de horas reduciendo el tiempo, lo que permite obtener mayores ingresos y ofrecer una ventaja competitiva – disponibilidad del servicio en forma más rápida.

Resumiendo, cuando los equipos activos (enrutadores, conmutadores...) se cablean directamente a paneles de algún subsistema de cableado, se denomina **interconexión (interconnect)**, y cuando lo hacen a paneles independientes se denomina **conexión cruzada (cross connect)**.

Cableado y equipamiento de área de trabajo

El cableado y equipamiento del área de trabajo no es parte del sistema de cableado genérico y la norma no impone requisitos al respecto, salvo las indicadas respecto a longitud y tipo de cable. Incluye:

1. Cable del área de trabajo o de usuario
2. Equipamiento terminal

TO, MUTO y PT - Salidas de telecomunicaciones y Puntos de transición

Una alta densidad de TOs aporta flexibilidad al cableado para permitir cambios. En muchos países se utilizan dos TOs para un máximo de 10m². Pueden presentarse individualmente, por parejas o en grupo, pero cada área de trabajo debe cubrirse con al menos dos.

Cada TO debe estar identificado con una etiqueta permanente y visible. Si uno de ellos está conectado con cable de par trenzado y utiliza menos de 4 pares debe ser claramente marcado.

La configuración mínima consiste en:

1. Un TO con cable balanceado de 100, preferentemente cable de 4 pares, categoría 3 o superior.