

10. Capítulo 10: Conceptos de cableado estructurado

Hasta 1985 no existían estándares para realizar cableados referidos a los sistemas de telecomunicaciones corporativos. Cada sistema tenía sus propios requerimientos acerca de las características del cableado que necesitaban. Los sistemas telefónicos requerían típicamente cables “multipares”, con requerimientos eléctricos y mecánicos acordes a las señales telefónicas. El “servidor central” (por esa época generalmente conocido como “*Mainframe*”), junto a las terminales “*bobas*” que operaban los usuarios, requerían cableados con características especiales, dependientes del fabricante de los equipos que usaban. Generalmente las empresas desarrollaban los Mainframes proveían también el cableado necesario para su conexión a los terminales.

A medida que las tecnologías de los sistemas de información comenzaron a madurar, más y más organizaciones comenzaron a demandar de estos sistemas, cada uno de las cuales requería de su tipo de cable, conectores, y características específicas de instalación. Con cada cambio tecnológico en los sistemas de información también era necesario cambiar el cableado.

En 1985, la CCIA (Computer Communications Industry Association) solicitó a la EIA (Electronic Industries Alliance) realizar un estándar referente a los sistemas de cableado. En esa fecha se entendió que era necesario realizar un estándar que contemplara todos los requerimientos de cableado de los sistemas de comunicaciones, incluyendo voz y datos, para el área corporativa (empresarial) y residencial.

El resultado de este esfuerzo, llevado a cabo desde 1985 hasta el día de hoy, ha sido la elaboración, aprobación y aceptación de un conjunto de recomendaciones (llamadas “estándares”) acerca de las infraestructuras de cableado para diferentes tipos de aplicaciones, incluyendo edificios comerciales y residenciales. A grandes rasgos, existen tres tipos de estándares: los comunes, que establecen criterios genéricos, los que aplican según el tipo de organización (locales comerciales, residenciales, centros de datos, etc.) y los que detallan los componentes a utilizar, tanto en tecnología de “cobre” como de “fibra óptica”

10.1. Definición y Evolución del Cableado Estructurado

Es el conjunto de elementos pasivos, flexible, genérico e independiente, que sirve para interconectar equipos activos, de diferentes o igual tecnología permitiendo la integración de los distintos sistemas de control, comunicación y manejo de la información, sean estos de voz, datos, video, así como equipos de conmutación y otros sistemas de administración.

En un sistema de cableado estructurado, cada estación de trabajo se conecta a un punto central, respetando estándares que fueron ampliamente aceptados por la comunidad internacional, facilitando de este modo, la interconexión y la administración

del sistema. Esta metodología de implementación permite la comunicación virtualmente con cualquier dispositivo, en cualquier lugar y en cualquier momento.

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

El Cableado Estructurado trata de especificar una “Estructura” o “Sistema” de cableado para empresas y edificios que sea:

- Común y a la vez independiente de las aplicaciones
- Documentado (Identificación adecuada de cada elemento)
- Proyectado a largo plazo (> 10 años)

La implementación de una solución de cableado estructurado permite que una organización perciba los siguientes beneficios:

- La administración y gestión de la red es sencilla (menores costos).
- Disminución “dramática” de fallas en la red respecto a un sistema convencional, esto implica menor cantidad de tiempos improductivos. (menores costos)
- Si bien es cierto la inversión inicial de un sistema de cableado estructurado puede resultar alta, la extensa vida útil del cableado, permite una excelente amortización de la inversión (menores costos)
- Flexibilidad en la adición de nuevos puestos de trabajo que se conectan al sistema de cableado existente (menores Costos)
- La certificación del cableado asegura la calidad de las conexiones y la eliminación de ruidos, interferencias o atenuaciones. Todo esto ayuda a incrementar la performance de la red (mayor cantidad de información que viaja en la red, implica, menores costos)

Evolución del Cableado Estructurado

A lo largo de su evolución de las redes de computadoras, el cableado estructurado se mostró apto para transportar más señales de comunicación, además de voz y datos. Hoy gran parte de las organizaciones que tienen incorporada la tecnología informática pueden usar ese sistema para sus conexiones físicas, existiendo distintos medios de transmisión que son utilizados según las necesidades de conectividad en particular.

Los motivos que llevaron al cableado a soportar más señales de comunicación son básicamente dos:

- Estandarización: El cableado estructurado está soportado por normas desde 1990, y los profesionales que trabajan en el área comúnmente conocen los valores,

términos y límites. Eso hizo que las instalaciones crecieran con un buen grado de calidad, capacidad y equivalencia.

- **Sobredimensionamiento:** Uno de los principales desafíos del cableado estructurado es la longevidad. En este caso, longevidad no significa durar mucho tiempo, sino la capacidad de soportar nuevas aplicaciones, velocidades de redes, entre otros, durante toda su vida útil. Lo que parece ser un sobredimensionamiento en el momento de la instalación resulta adecuado para el futuro, ya que se protege la inversión y se minimizan gastos ante eventuales cambios. Esa característica ha permitido que las señales de baja velocidad y banda pudieran ser fácilmente soportadas, principalmente por cables de pares trenzados.

Paralelamente a estos dos factores que impulsaron la convergencia a nivel físico (diferentes protocolos, codificaciones y tipos de transmisión analógicos y digitales en el mismo tipo de cable), ocurre otro fenómeno que promueve la convergencia a nivel lógico, que acelera el uso de múltiples servicios sobre el cableado estructurado. Este fenómeno se conoce como *“Todo sobre IP”*, y es tan acelerado como la evolución de Internet. Hoy, los teléfonos y las cámaras IP son muy comunes, y los sistemas de automatización, como sensores y controladores, evolucionan en el mismo sentido. Para el cableado estructurado que soportó desde siempre las conexiones Ethernet e IP (hoy ambas se confunden a pesar de estar en capas diferentes), este cambio es transparente.

Un buen proyecto de cableado estructurado contempla no sólo las señales de voz y datos, sino también las cámaras de CCTV (analógicas o IP), los puntos de acceso de las redes inalámbricas (Wi-Fi), los controles de acceso, el sistema de control de incendios y los sensores del sistema de aire acondicionado, entre otros.

Los medios de transmisión más comunes en el cableado estructurado son dos: los cables de pares trenzados de cobre y los cables de fibra óptica. A pesar de ser un medio común en el mercado, el cable coaxial tiene poca participación en este sector específico, aunque su utilización es importante en las conexiones de video.

El cable de par trenzado evolucionó fuertemente desde su concepción para redes telefónicas, y hoy es muy diferente del original; a pesar de mantener los mismos principios, su papel como transmisor de señales analógicas de baja frecuencia cambió radicalmente hacia el transporte de señales digitales de alta frecuencia. La codificación de las señales, la cancelación de ruidos y eco exigen de tal manera a los procesadores de las placas de red, cables y conectores, que nunca se llegó tan cerca como hoy del punto de inflexión de las fibras ópticas.

La fibra óptica está tomando un espacio muy grande en las instalaciones de misión crítica como los data centers. El medio óptico siempre fue idóneo para períodos prolongados, ya que soporta mejor los aumentos de las velocidades de redes.

En la actualidad, los medios de transmisión más modernos usados en centros de datos, sistemas de misión crítica y todos aquéllos que pretenden proteger la inversión y facilitar migraciones futuras son los cables de pares trenzados Categoría 6A (Augmented Category 6) y los cables ópticos con fibras OM4.

El primero puede ser usado en redes de hasta 10 Gbps, y tiene un ancho de banda útil de 500 MHz. La principal preocupación en el desarrollo de esa categoría de cables fue la minimización de un fenómeno conocido como Alien Cross-Talk (AXT), en donde el ruido que generan los pares de los cables adyacentes y no los del propio cable puede interferir en las comunicaciones. La mejor forma de bloquear esa interferencia es el blindado mediante cinta metalizada que, además de económica y simple de manejar, aún es muy eficiente.

Por otro lado, la fibra óptica Multimodo OM4 es capaz de transportar 100 Gbps hasta una distancia de 150 m, una tasa altísima que es utilizada habitualmente en data centers. Además de ser más rápidas, las fibras son más robustas y flexibles. En la actualidad, ciertas fibras pueden dar una vuelta alrededor de una pequeña moneda, facilitando así la instalación en residencias o minimizando problemas de maniobra con muchos cables en espacios reducidos.

La evolución del medio óptico no se restringe solamente a las fibras, sino también a la conectividad. Junto con la necesidad de tasas de transmisión más altas, surgió la de aumentar la densidad de las conexiones y la de la transmisión paralela. La respuesta a esas necesidades fue el MPO (Multi-Fiber Push-On). La gran cantidad de fibras junto con el pequeño espacio ocupado están llevando la densidad de puertas y conexiones a niveles muy altos, ayudando de esa forma a la ampliación de las redes con economía de espacio y alto desempeño, ya que es la interfaz óptica elegida para las redes de 40 y 100 Gbps.

Los ambientes especiales demandan mucho de las comunicaciones y pueden ser considerados como de “misión crítica”, por lo que deben ser más confiables, disponibles y muy veloces. Se destacan tres ambientes especiales de misión crítica: data centers, hospitales e industrias.

Sus sistemas deben ser diferentes de los comerciales o residenciales. Tanto para el suministro de energía, aire acondicionado, construcción civil y el cableado, como para el proyecto, productos y servicios, se requieren niveles de calidad superiores al promedio. En Estados Unidos, cada uno de ellos ha merecido incluso normas específicas e infraestructura de telecomunicaciones: TIA-942 (data centers), TIA-1005 (industria) y TIA-1179 (instalaciones relacionadas con la salud).

Misión crítica significa más disponibilidad, menos interrupciones y más confiabilidad en la red. Dos de esas instalaciones tienen mucho en común con la planificación y el uso del cableado: data centers y hospitales.

- Ambos poseen norma propia: Eso significa que la norma del cableado genérico no es suficiente para atender sus demandas específicas.
- Su actividad principal está relacionada con los servicios que no pueden interrumpirse.
- Cableado más robusto: Se requieren medios de transmisión de más alto desempeño como los cables Categoría 6A y las fibras OM4 para proporcionar la mayor velocidad, compatibilidad futura y disponibilidad posibles. Las rutas redundantes y

diferentes también son indicadas para el diseño de estas soluciones, las cuales garantizan una menor incidencia de puntos únicos de fallas.

En las presentes notas se describirán las normas EIA/TIA 568 y 569. Tenga en cuenta que la descripción de los tipos de cables ya fue abordada en el capítulo 5 (Medios de Transmisión).

10.2. Características de un Cableado Estructurado

Los elementos que caracterizan a una solución de cableado estructurado son los siguientes:

1. Está regido por un conjunto de normas estándar:
 - 1.1. EIA/TIA 568: Cómo Instalar el Cableado
 - 1.2. EIA/TIA 569: Cómo Enrutar el Cableado
 - 1.3. ANSI/TIA/EIA-570-A: Normas de Infraestructura Residencial de Telecomunicaciones
 - 1.4. ANSI/TIA/EIA-606-A: Normas de Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales
 - 1.5. ANSI/TIA/EIA-607: Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
 - 1.6. ANSI/TIA/EIA-758: Norma Cliente-Propietario de cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones.
2. Permite definir una topología
3. Define el medio de transmisión
4. Especifica las distancias y las interfaces de conexión
5. Especifica los requisitos de desempeño
6. La configuración de nuevos puestos se realiza hacia el exterior desde un nodo central, sin necesidad de variar el resto de los puestos. Sólo se configuran las conexiones del enlace particular.
7. La localización y corrección de averías se simplifica ya que los problemas se pueden detectar a nivel centralizado.
8. Mediante una topología física en estrella se hace posible configurar distintas topologías lógicas tanto en bus como en anillo, simplemente reconfigurando centralizadamente las conexiones

10.3. ANSI/TIA/EIA-568: Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales

El estándar ANSI/TIA/EIA-568 y sus recientes actualizaciones especifican los requerimientos de un sistema integral de cableado, independiente de las aplicaciones y de los proveedores, para los edificios comerciales.

Se estima que la “vida productiva” de un sistema de cableado para edificios comerciales debe ser de 15 a 25 años. En este período, las tecnologías de telecomunicaciones seguramente cambien varias veces. Es por esto que el diseño del cableado debe prever grandes anchos de banda, y ser adecuado tanto a las tecnologías actuales como a las futuras.

El estándar especifica:

- Requerimientos mínimos para cableado de telecomunicaciones dentro de un ambiente de oficina, para distintas tecnologías de cables (cobre y fibra).
- Topología y distancias recomendadas.
- Parámetros de desempeño de los medios de comunicación (cables de cobre, fibra).

El último estándar publicado por la TIA al momento de escribir estas notas es el ANSI - TIA 568-D publicado en 2015 y que reemplaza a la versión 568 – C publicada en 2009. De todas formas, la versión 568 – C (se desarrolla a continuación), consolida los documentos centrales de las recomendaciones originales y todos los complementos añadidos. Se puede destacar que, la versión C cambia la organización, generando una recomendación “genérica” o “común” a todo tipo de edificios. El documento está dividido en tres partes:

- ANSI/TIA/EIA 568-C.0 tiene como objetivo permitir la planificación y la instalación de un sistema de cableado estructurado para todo tipo de instalaciones. Esta norma describe un sistema que soporte cableados de telecomunicaciones genéricos en un entorno multi-producto y multi-proveedor.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.1 provee información acerca del planeamiento, instalación y verificación de cableados estructurados para edificios comerciales. Los aspectos de la anterior recomendación ANSI/TIA/EIA 568-B.1 que aplican únicamente a este tipo de edificios fueron detallados y actualizados en esta nueva recomendación.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.2 detalla los requerimientos específicos de los cables de pares trenzados balanceados, a nivel de sus componentes y de sus parámetros de transmisión
- ANSI/TIA/EIA 568-C.3 especifica los componentes de cable de fibra óptica, incluyendo aspectos mecánicos, ópticos y requisitos de compatibilidad.

ANSI/TIA/EIA 568-C.0

En este nuevo estándar se recogen los aspectos generales de la anterior recomendación 568-B.1, con el objetivo de que sean comunes a diferentes estándares que apliquen a todo tipo de edificios (comerciales, residenciales, etc.). Varios de los conceptos originalmente indicados en la recomendación ANSI/TIA/EIA 568-B.1 (que era específica para edificios comerciales) fueron generalizados e incluidos en la 568-C.0.

Se definen los siguientes componentes (Figura 10.3.1, contiene los elementos añadidos en el último estándar, 568-D.0):

- Subsistema de cableado 1: Es el cableado que se tiende desde las áreas de trabajo (escritorios) hasta el primer nivel de distribución, llamado “Distribuidor A” (por ejemplo, la sala de telecomunicaciones del piso en edificios comerciales).
- Subsistema de cableado 2: Es el cableado que se tiende desde el Distribuidor A hasta un segundo nivel de distribución, llamado “Distribuidor B”.
- Subsistema de cableado 3: Es el cableado que se tiende desde el Distribuidor B hasta el distribuidor principal del edificio, llamado “Distribuidor C”.
- Distribuidor A: Es el primer nivel de distribución, donde se concentran las áreas de trabajo.
- Distribuidor B: Es un nivel de distribución intermedio, entre el primer nivel de distribución y el distribuidor principal de cableado. En caso que el Distribuidor A no exista, las áreas de trabajo se conectan directamente a este distribuidor.
- Distribuidor C: Es el distribuidor principal del edificio
- Equipo de salida (Equipment outlet): Lugar donde se ubican los puestos o áreas de trabajo, escritorios, etc.

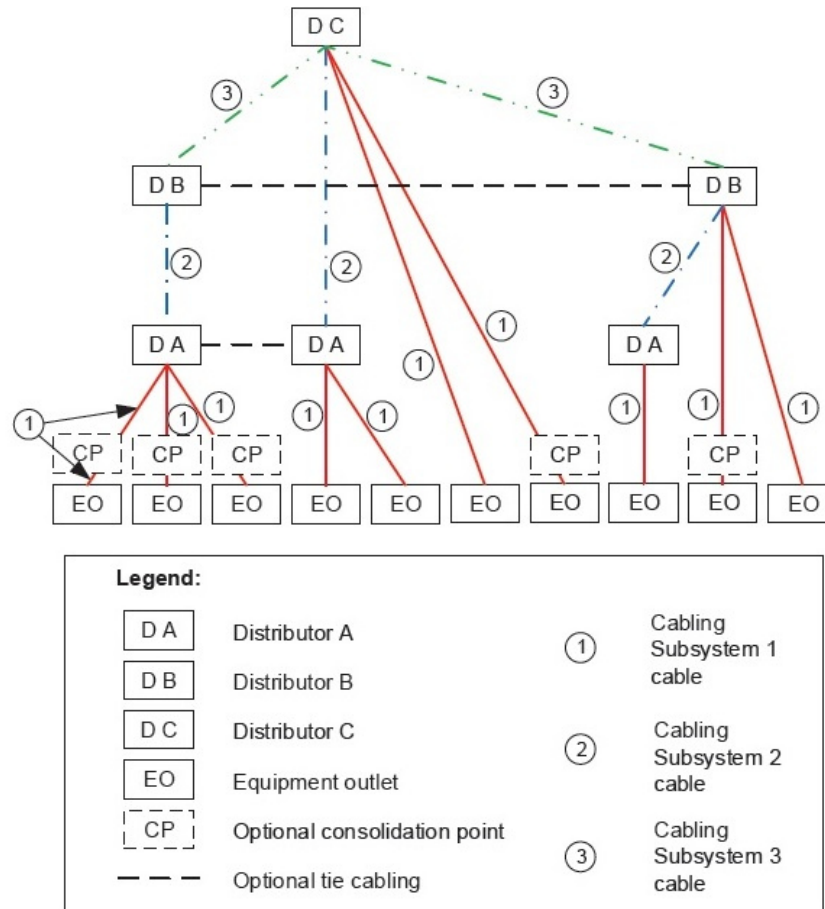


Figura 10.3.1: Componentes EIA/TIA 568-D.0 (extraído del último estándar)

ANSI/TIA/EIA 568-C.1

El estándar identifica seis componentes funcionales (Figura 10.3.2):

- Instalaciones de Entrada (o “Acometidas”)
- Distribuidor o repartidor principal y secundarios (Main / Intermediate Cross-Connect). También llamados MDF (Main Distribution Frame) / IDF (Intermediate Distribution Frame)
- Distribución central de cableado (“Backbone distribution”)
- Distribuidores o repartidores Horizontales (Horizontal Corss-Connect)
- Distribución Horizontal de cableado (Horizontal Distribution)
- Áreas de trabajo

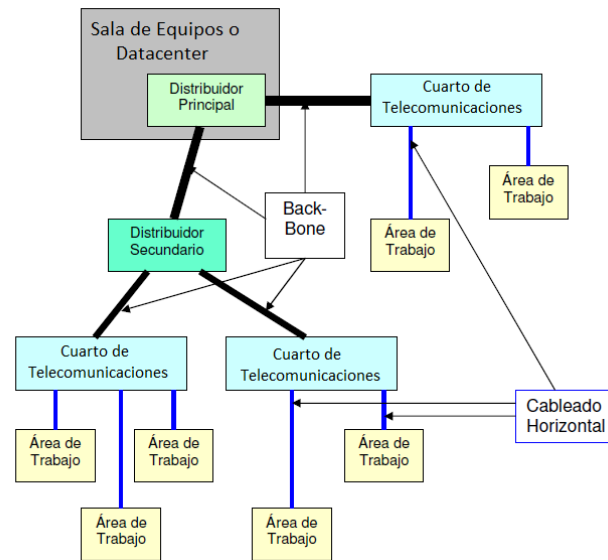


Figura 10.3.2: Esquema de cableado norma EIA/TIA 568

Instalaciones de Entrada

Se corresponde con la definición del estándar TIA-569. Se define como el lugar en el que ingresan los servicios de telecomunicaciones al edificio y/o dónde llegan las canalizaciones de interconexión con otros edificios de la misma corporación (por ejemplo, si se trata de un “campus”).

Las “instalaciones de entrada” pueden contener dispositivos de interfaz con las redes públicas prestadoras de servicios de telecomunicaciones, y también equipos de telecomunicaciones. Estas interfaces pueden incluir borneras (por ejemplo, telefónicas) y equipos activos (por ejemplo, modems).

El “Punto de demarcación”, límite de responsabilidades entre los prestadores de servicio y las empresas que ocupan el edificio, se encuentra típicamente en esta sala. Estos “puntos de demarcación” pueden ser las borneras de terminación del cableado de planta externa, o equipos activos (por ejemplo, routers MPLS). En éste último caso, estos equipos activos provistos por los prestadores de servicios también pueden ubicarse en las “Sala de Equipos”.

Distribuidor o repartidor principal y secundarios (Main / Intermediate Cross-Connect)

La estructura general del cableado se basa en una distribución jerárquica del tipo “estrella”, con no más de 2 niveles de interconexión. El cableado hacia las “áreas de trabajo” parte de un punto central, generalmente la “Sala de Equipos”. Aquí se ubica el Distribuidor o Repartidor principal de cableado del edificio.

Partiendo de éste distribuidor principal, para llegar hasta las áreas de trabajo, el cableado puede pasar por un Distribuidor o Repartidor secundario y por un Cuarto de Telecomunicaciones. El estándar no admite más de dos niveles de interconexión, desde la sala de equipos hasta la sala de Telecomunicaciones. Estos dos niveles de interconexión brindan suficiente flexibilidad a los cableados de backbone.

El “Distribuidor o repartidor principal de cableado” se encuentra típicamente en la “Sala de Equipos” o como también se suele nombrar en nuestra región: sala de servidores, centro de cómputo, datacenter, sala de racks, o cuarto de telecomunicaciones principal, entre otros. A este repartidor llegan los cables de los equipos comunes al edificio (PBX, Servidores centrales, etc.) y son “cruzados” hacia los cables de distribución central (cables “montantes” o de “Backbone”).

El distribuidor o repartidor principal (como ya se mencionó, también llamado MDF = “Main Distribution Frame”) puede estar constituido por “regletas”, “patcheras” u otros elementos de interconexión. Generalmente está dividido en dos áreas, una a la que llegan los cables desde los equipos centrales (por ejemplo, PBX) y otra a la que llegan los cables de distribución central (backbone).

Distribución central de cableado (“Backbone distribution”)

La función del “backbone” es proveer interconexión: en primer lugar, entre las instalaciones de entrada (acometida) y el datacenter; luego en segundo lugar, entre el distribuidor principal ubicado en el datacenter y los armarios de los cuartos de telecomunicaciones.

Los sistemas de distribución central de cableado incluyen los siguientes componentes:

- Cables montantes
- Repartidores principales y secundarios
- Cordones de interconexión o cables de cruzadas para realizar las conexiones entre distintos cables montantes

El diseño de los sistemas de distribución central de cableado debe tener en cuenta las necesidades inmediatas y prever las posibles ampliaciones futuras, reservando lugar en el diseño de las canalizaciones, previendo cables con la cantidad adecuada de conductores, diseñando la cantidad de regletas o elementos de interconexión en los repartidores principales e intermedios, etc.

El esquema de la distribución central de cableado debe seguir la jerarquía en forma de estrella indicada en la Figura 10.3.2, de manera de no tener más de 2 puntos de interconexión desde los equipos hasta los puntos de interconexión horizontal (Armario de Telecomunicaciones). El estándar admite los siguientes cables para el Backbone:

- Cables UTP de 100 ohm (par trenzado sin malla)

- Cables de Fibra óptica multimodo de 50/125 μm
- Cables de Fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm
- Cables de Fibra óptica monomodo
- Cable STP-A de 150 ohm (par trenzado con malla).

Los cables coaxiales, ya no están admitidos en el estándar. El cable STP-A de 150 ohm, si bien es admitido, no se recomienda para instalaciones nuevas.

Distribuidores o repartidores Horizontales (Horizontal Corss-Connect)

Los cables montantes (backbone) terminan en los distribuidores o repartidores horizontales, ubicados en el cuarto de Telecomunicaciones. Estos repartidores horizontales deben disponer de los elementos de interconexión adecuados para la terminación de los cables montantes (ya sean de cobre o fibra óptica). Asimismo, a los repartidores horizontales llegan los cables provenientes de las “áreas de trabajo” (cableado horizontal, de allí su nombre de “repartidores horizontales”), el que también debe ser terminado en elementos de interconexión adecuado.

La función principal de los repartidores horizontales es la de interconectar los cables horizontales (provenientes de las áreas de trabajo) con los cables montantes (provenientes de la sala de equipos) (Figura 10.3.3). En muchas ocasiones, en el cuarto de Telecomunicaciones se instalan equipos de telecomunicaciones, los que son incorporados al repartidor horizontal para su interconexión hacia la sala de equipos (a través del backbone) y hacia las áreas de trabajo (a través del cableado horizontal).

Típicamente los repartidores horizontales, ubicados en los cuartos de telecomunicaciones, consisten en “paneles de interconexión”, en los que terminan los cableados horizontales y los cableados de backbone. Estos paneles de interconexión permiten, mediante el uso de “cables de interconexión”, conectar cualquier cable horizontal con cualquier cable de backbone o equipo activo.

Los paneles de interconexión pueden ser “patcheras” con conectores del tipo RJ-45 o “regletas” de diversos formatos. Sin embargo, estos paneles deben cumplir con las características mecánicas y eléctricas que se especifican en los estándares de acuerdo a la “categoría” (5e, 6, etc.) del sistema. De la misma manera, los cables de interconexión (generalmente llamados “patchcords” o cordones de patcheo) también deben cumplir con las características mecánicas y eléctricas de acuerdo a su “categoría”.

En el caso de disponer de equipos activos en el armario de telecomunicaciones (por ejemplo, switches), se admite conectar directamente los paneles del cableado horizontal a los equipos activos, mediante cables de interconexión adecuados (por ejemplo, cordones de patcheo).

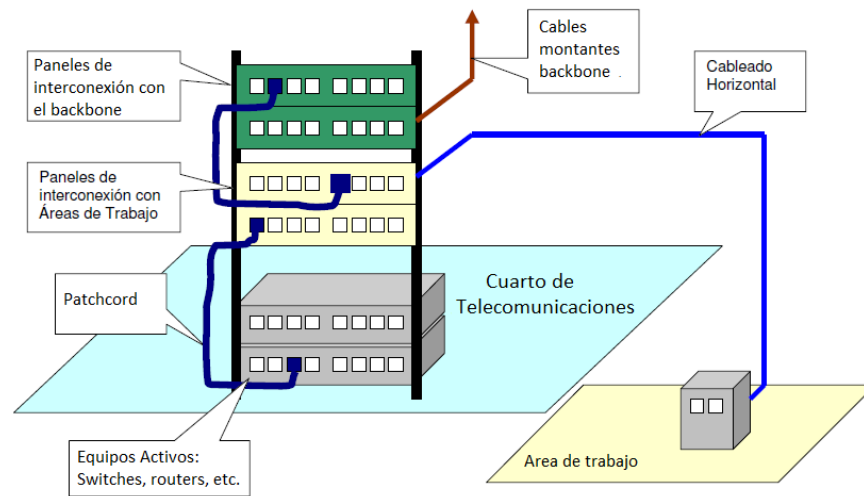


Figura 10.3.3: Distribuidores o repartidores horizontales

Distribución Horizontal de cableado (Horizontal Distribution)

La distribución horizontal es la parte del cableado de telecomunicaciones que conecta las áreas de trabajo con los distribuidores o repartidores horizontales, ubicados en el Armario o el cuarto de Telecomunicaciones (Figura 10.3.4).

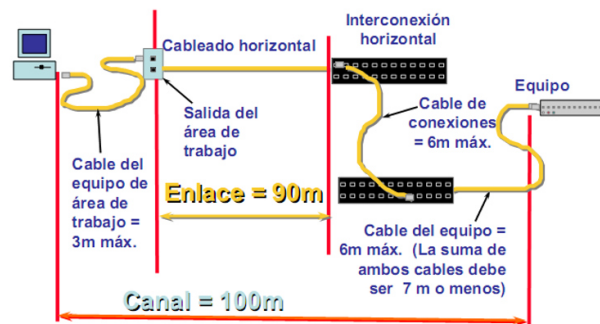


Figura 10.3.4: Cableado horizontal

La distribución horizontal incluye:

- Cables de distribución horizontal
- Conectores de telecomunicaciones en las áreas de trabajo (dónde son terminados los cables de distribución horizontal)
- Terminaciones mecánicas de los cables horizontales
- Cordones de interconexión ("Patchcords") en el Armario o cuarto de Telecomunicaciones.
- Puede incluir también "Puntos de Consolidación"

El cableado de distribución horizontal debe seguir una topología del tipo “estrella”, con el centro en el armario o en el cuarto de telecomunicaciones, y los extremos en cada una de las áreas de trabajo. Los conectores de telecomunicaciones en las áreas de trabajo deben ser conectados mediante un cable directamente al panel de interconexión ubicado en el armario de telecomunicaciones. No se admiten empalmes ni uniones, salvo en caso de existir un “punto de consolidación”.

La distancia máxima para el cable de distribución horizontal es de 90 m, medida en el recorrido del cable, desde el conector de telecomunicaciones en el área de Trabajo (este es un módulo para cable UTP, STP o Fibra óptica, que se ubica dentro de la roseta o el wall plate) hasta el panel de interconexión en el armario de telecomunicaciones (el cable se conecta en la parte trasera de la patchera que se ubica en el rack). Los cordones de interconexión (“patchcords”) utilizados en las áreas de trabajo y en el armario de telecomunicaciones no deben ser más largos que 10 m en conjunto (completando una distancia de 100 m de “punta a punta”). Se recomienda que los cordones de interconexión en cada extremo no superen los 5 m.

Los cables reconocidos para la distribución horizontal son:

- UTP o ScTP de 100 Ω y cuatro pares
- Fibra óptica multimodo de 50/125 μm
- Fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm

En el diseño de cada instalación se debe decidir la tecnología más conveniente para el cableado horizontal. Es muy común en áreas de oficinas utilizar únicamente cableado de cobre (UTP) para los 2 o más conectores en las áreas de trabajo. En este caso es altamente recomendable que todos ellos sean mínimamente de categoría 5e o superior, a pesar de que la norma admite que uno de ellos sea de categoría inferior.

Áreas de Trabajo

Las áreas de trabajo incluyen los conectores de telecomunicaciones y los cordones de interconexión (“Patchcords”) hasta el equipamiento (por ejemplo, PC, teléfono, impresora, etc.). El tipo de equipamiento que se instale en las áreas de trabajo no es parte de recomendación.

Se recomienda que la distancia del cordón de interconexión no supere los 5 m. Los cables UTP son terminados en los conectores de telecomunicaciones conocidos como “jacks” o conector modular de 8 contactos RJ45, en los que se admiten dos tipos de conexiones, llamados T568A y T568B. Esta denominación no debe confundirse con el nombre de la norma ANSI/TIA/EIA 568-A o ANSI/TIA/EIA 568-B, ya que representan cosas bien diferentes. La norma actualmente vigente es la ANSI/TIA/EIA 568-B, en la que se admiten dos formas de conectar los cables en los conectores modulares. Estas dos formas de conexión son las que se denominan T568A y T568B.

La siguiente Figura 10.3.5 indica la disposición de cada uno de los hilos en un cable UTP, para ambos tipos de conexiones:

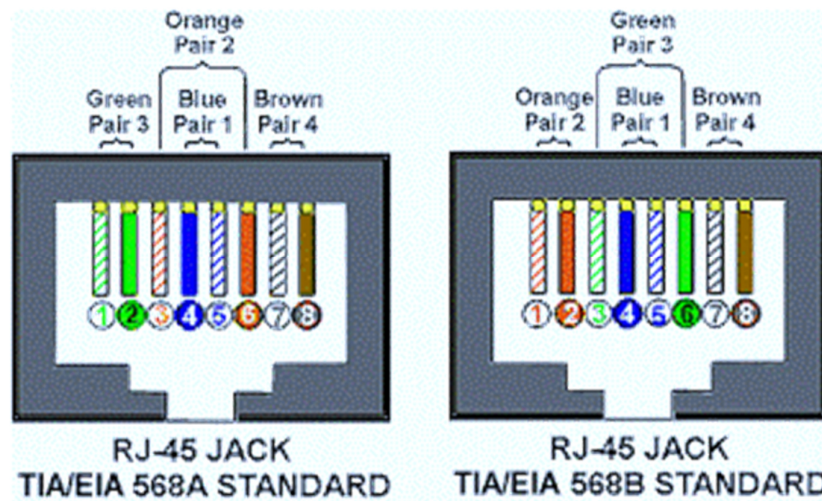


Figura 10.3.5: Conectorización cable UTP con norma T568A y T568B

Los cables de fibra óptica son terminados en el área de trabajo en conectores dobles, es decir, que permiten la terminación de dos hilos de fibra.

La figura 10.3.6, en la parte superior muestra una roseta o caja con el terminador de fibra óptica y en la parte inferior muestra distintos conectores de fibra óptica.



Figura 10.3.6: Distintos tipos de conectores de fibra óptica

Tipos de Conectores de Fibra Óptica

Los conectores de fibra óptica tienen distintos formatos e inclusive diferentes procesos de armado. Entre los tipos de conectores más usados se pueden enumerar los siguientes:

Conector FC

Son las siglas de Conector de Ferrule (Ferrule Connector). Fue el primer conector óptico con Ferrule¹ cerámico, desarrollado por Nippon Telephone and Telegraph. Su uso está cayendo en favor de los conectores SC y LC.

Es un conector roscado con una fijación muy resistente a vibraciones, por ello se utiliza en aplicaciones sometidas a movimiento. También se utiliza en los instrumentos de precisión (como los OTDR) y es muy popular en CATV.

Se usa en fibras monomodo. Sus pérdidas de inserción alcanzan los 0,3 dB.

Conector ST

Son las siglas de Punta Recta (Straight Tip). Desarrollado en EEUU por AT&T y utilizado en entornos profesionales como redes corporativas, así como en el ámbito militar.

Es similar en forma al conector japonés FC, pero su ajuste es similar al de un conector BNC (montura en bayoneta).

Se utiliza en fibras multimodo. Sus pérdidas de inserción rondan los 0,25 dB.

Conector LC

Son las siglas de Conector Lucent (Lucent Connector) o Conector Pequeño (Little Connector). Es un desarrollo de Lucent Technologies que vio la luz en 1997.

Ajuste similar a un RJ45 (tipo push and pull). Más seguro y compacto que el SC, así que permite incluso mayores densidades de conectores en racks, paneles y FTTH.

Se usa tanto en fibras monomodo y multimodo. Pérdidas de 0,10 dB.

Conector SC

Son las siglas de Conector de Suscriptor (Suscriptor Connector) o Conector Cuadrado (Square Connector). Desarrollado por Nipón Telegraph and Telephone, su cada vez menor coste de fabricación lo ha convertido en el más popular.

Ajuste rápido a presión. Es compacto, permitiendo integrar gran densidad de conectores por instrumento. Se utiliza en FTTH, telefonía, televisión por cable, etc.

Apto para fibras monomodo y multimodo. Pérdidas de 0,25 dB.

ANSI/TIA/EIA 568-C.2: Balanced Twisted-Pair Cabling Components (Componentes de cableados UTP)

Este estándar especifica las características de los componentes del cableado,

¹ Es un conector de cerámica prepulida

incluyendo parámetros mecánicos, eléctricos y de transmisión. Las características que forman parte de estas notas, son las características de transmisión, las cuales están desarrolladas en el capítulo 5 (Medios de Transmisión), concretamente en el punto 5.1.1 dedicado al desarrollo del par trenzado.

ANSI/TIA/EIA 568-C.3 Optical Fiber Cabling Components (Componentes de cableado de Fibra Óptica)

Este estándar especifica las características de los componentes y los parámetros de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica (cables, conectores, etc.), para fibras multimodo de 50/125 μm y 62.5/125 μm y fibras monomodo. Todo lo que hace a la evolución de la fibra óptica, sus características principales, uso y modos de transmisión, fueron desarrollados en el capítulo 5 (Medios de Transmisión), concretamente en el punto 5.1.3 dedicado al desarrollo de la fibra óptica.

A continuación, se va a hacer hincapié en algunos aspectos particulares que son definidos por el estándar. Según ANSI/TIA/EIA 568-B.3 los cables de fibra óptica deben cumplir con los siguientes requerimientos (Tabla 10.3.7):

Tabla 10.3.7: Requerimientos mínimos para las prestaciones de una fibra óptica

Tipo de cable	Longitud de onda	Máxima atenuación (dB/km)	Minima capacidad de transmisión de información (MHz . km)
Multimodo de 50/125 μm	850	3.5	500
	1300	1.5	500
Multimodo de 62.5/125 μm	850	3.5	160
	1300	1.5	500
Monomodo de interior	1310	1.0	N/A
	1550	1.0	N/A
Monomodo de exterior	1310	0.5	N/A
	1550	0.5	N/A

Los cables de fibra óptica admitidos por ANSI/TIA/EIA 568-B.3 son multimodo de 50/125 μm y 62.5/125 μm y fibras monomodo.

Los cables para interiores deben soportar un radio de curvatura de 25 mm. Los cables de 2 o 4 hilos de interior, al momento de tenderlos, deben soportar una radio de curvatura de 50 mm bajo una tensión de 222 N (50 lbf)². Todos los cables deben soportar un radio de curvatura de 10 veces el diámetro externo del cable sin tensión y 15 veces el diámetro externo bajo la tensión de tendido.

Los cables para exterior deben tener protección contra el agua y deben soportar una tensión³ de tendedo mínima de 2670 N (600 lbf). Todos los cables de exterior deben soportar un radio de curvatura de 10 veces el diámetro externo del cable sin tensión

² N (Newton) sistema de medida de la fuerza, $N = (kg \times m) / s^2$ dónde “m” es la masa y “s” es segundo. lbf (libra fuerza), la libra fuerza es una unidad de fuerza, $1 \text{ lbf} = 4,448222 \text{ newtons } (kg \cdot m/s^2)$

³ La tensión de un cable se puede medir con una herramienta llamada “dinamómetro”

y 15 veces bajo la tensión de tendido. Los conectores para fibras monomodo deben ser de color azul. El estándar tomo como ejemplo el conector 568SC, pero admite cualquier otro que cumpla las especificaciones mínimas.

Los conectores de fibra utilizan 2 “hilos” de fibra (ya que la transmisión sobre fibra es generalmente unidireccional. Cada hilo de fibra se termina en un conector, que deben estar claramente marcados como “A” y “B” respectivamente.

Las cajas de conexión de fibra en las áreas de trabajo deben tener como mínimo 2 conectores, y deben permitir un radio de curvatura mínimo de 25 mm.

Novedades de la norma ANSI/TIA/EIA 568-D con respecto a la 568-C

El "Cableado genérico de telecomunicaciones para las instalaciones del cliente" fue desarrollado por el Subcomité de cableado de edificios comerciales TIA TR-42.1 y publicado originalmente en septiembre de 2015. Se identificó que varias fórmulas de la Norma no se reproducían correctamente y el documento se revisó y reafirmó en diciembre, 2015. Los cambios significativos con respecto a la edición anterior incluyen:

- ✓ Se requiere cableado de categoría 5e o superior para todas las implementaciones de cableado de par trenzado balanceado genérico
- ✓ Se requiere cableado de clasificación OM3 o superior para todas las implementaciones de cableado de fibra óptica multimodo genérico
- ✓ El recuento mínimo de fibra para implementaciones de cableado de fibra óptica multimodo y monomodo genérico ha cambiado de una fibra a dos fibras por puerto / canal
- ✓ Se ha agregado cableado coaxial de banda ancha como un medio reconocido
- ✓ La información sobre la polaridad de la fibra óptica y las pruebas de fibra óptica se ha trasladado a TIA-568.3-D
- ✓ Los requisitos para el cableado de oficinas abiertas (es decir, puntos de consolidación, conjuntos de tomacorrientes de telecomunicaciones multiusuario) se han trasladado a esta norma.
- ✓ El radio de curvatura interior mínimo para cable de cable de par trenzado balanceado se ha aumentado a cuatro veces el diámetro total del cable.
- ✓ El radio de curvatura interior mínimo para el cable de fibra óptica se especifica como 25 mm (1 pulgada)
- ✓ Un nuevo anexo proporciona pautas sobre caminos compartidos y cubiertas compartidas para cableado de par trenzado balanceado
- ✓ Se incorporaron los contenidos de TIA-568-C.0-1 (referencias actualizadas) y TIA-568-C.0-2 (actualizaciones generales)

10.4. ANSI/TIA/EIA-569 Espacios y canalizaciones para telecomunicaciones

Este estándar provee especificaciones para el diseño de las instalaciones y la infraestructura edilicia necesaria para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales, a través de tuberías, registros, pozos, trincheras, canales, entre otros, para su buen funcionamiento y desarrollo del futuro. El propósito es estandarizar sobre el diseño y la construcción de edificios con sus respectivas canalizaciones que puedan soportar todo el cableado de telecomunicaciones.

En marzo de 2013 entró en vigencia la revisión “C” de la recomendación, conocida como ANSI/TIA/EIA-569-C “Telecommunications Pathways and Spaces”, donde se quita expresamente la referencia de “Edificios comerciales” y se lo convierte en una recomendación genérica.

Este estándar tiene en cuenta tres conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

- Los edificios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las remodelaciones son comunes, y deben ser tenidas en cuentas desde el momento del diseño. Este estándar reconoce que existirán cambios y los tiene en cuenta en sus recomendaciones para el diseño de las canalizaciones de telecomunicaciones.
- Los sistemas de telecomunicaciones son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las tecnologías y los equipos de telecomunicaciones pueden cambiar dramáticamente. Este estándar reconoce este hecho siendo tan independiente como sea posible de proveedores y tecnologías de equipo.
- Telecomunicaciones es más que “voz y datos”. El concepto de Telecomunicaciones también incorpora otros sistemas tales como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido. De hecho, telecomunicaciones incorpora todos los sistemas que transportan información en los edificios.

El estándar identifica seis componentes en la infraestructura edilicia:

- Instalaciones de Entrada
- Sala de Equipos
- Canalizaciones de “Montantes” (“Back-bone”)
- Cuarto de Telecomunicaciones
- Canalizaciones horizontales
- Áreas de trabajo

Por cuestiones que tienen que ver con los contenidos de las asignaturas que se guían de estas notas, sólo se va a desarrollar una parte del estándar, y ésta tiene que ver con los siguientes componentes: canalizaciones de “Montantes” o verticales, canalizaciones horizontales y cuarto de telecomunicaciones.

10.4.1. Canalizaciones Horizontales

Las rutas por dónde se pueden distribuir los cables de las señales débiles (datos, voz, video, control de acceso, alarma e incendio) son definidas por el estándar como sigue: ducto bajo piso, piso falso, tubo conduit, bandeja para cable, rutas de techo falso, rutas perimetrales.

Ducto bajo piso

- Consiste en la distribución de ductos empotrados en concreto en profundidad de 2.5" y 4"
- Forma rectangular viene en varios tamaños sencillas, dobles o triples



Figura 10.4.1.1: Ducto bajo piso

Piso falso

- Consiste en paneles modulares de piso apoyados por pedestales usados en cuartos de equipos.

Tipos:

- Suspendidos.
- Posición Libre, sostenidos solo por pedestales.
- CornerLock, sostenidos por las esquinas.



Figura 10.4.1.2: Piso falso

Tubo Conduit (conducto)

La utilización de tubo conduit es una opción a considerar. Si elige este tipo de ducto tenga en cuenta que la norma establece que ninguna sección deberá ser mayor de 30 metros o contener más de dos ángulos de 90 grados sin una caja de inspección. Respecto a la caja de inspección (usada para localizar y dirigir los cables), debe tener un tamaño mínimo de 8 veces el diámetro del tubo. Deben ser colocadas en una sección accesible y recta del conduit, no debe usarse para empalme de cables o en lugares donde existan ángulos y no deberían ser menores de 50 x 75 x 64 mm

Es recomendable usar tubo conduit en los siguientes casos:

- Las localizaciones de salida son permanentes
- La densidad de cableado es baja
- No se requiere flexibilidad, PVC rígido



Figura 10.4.1.3: Tubo conduit

Bandejas para cables

- Estructura rígida para contener cables para telecomunicaciones.
- La altura mínima de acceso debe ser de 30 cm sobre la misma (del techo a la bandeja)
- Distintos tipos: canal, escalera, base sólida, fondo ventilado, espina, ducto cerrado, entre otras.



Figura 10.4.1.4: Bandejas para cables

Rutas de techo falso o cielorraso

- Las láminas del cielorraso son móviles y colocadas en una altura máxima de 3.60 metros sobre el piso
- Aéreas de techo falso inaccesibles no deben ser utilizadas como rutas de distribución
- El alambre o barra de soporte del techo falso no debe ser el medio de soporte de los cables a menos que esté diseñado específicamente con ese propósito
- El cable no debe caer directamente sobre las láminas del techo falso



Figura 10.4.1.5: Rutas de techo falso

Rutas perimetrales

- Ductos para superficies: empotrado Superficie.
- Ducto Empotrados: integradas en las paredes
- Ducto Tipo Moldura: Rodapiés, Zócalos
- Ducto Multi-canal: diferentes sistemas (con tabiques separadores)

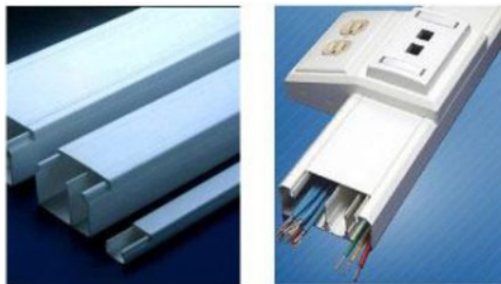


Figura 10.4.1.6: Rutas perimetrales, por ejemplo, el cable canal

10.4.2. Canalizaciones Vertical

- Pueden ser canalizaciones dentro y entre edificios

✓ Canalización dentro del edificio:

- Consiste en tubería conduit, mangas y ranuras.
- Conecta la entrada de servicios a los cuartos de telecomunicaciones.
- No deben colocarse en los cubos de los elevadores.
- Se debe disponer de un conduit de 4" por cada 5000 mts cuadrados de espacio utilizable más dos conduit adicionales para crecimiento o respaldo.
- Deben estar apropiadamente equipados con bloqueos contra fuego

✓ Canalización entre edificios:

- Interconexión de edificios tal como en ambientes tipo campus. Por ejemplo, las dependencias de la Quinta Agronómica de la Universidad Nacional de Tucumán
- Clasificación:
 - Subterráneos: Las canalizaciones subterráneas consisten en un sistema de ductos y cámaras de inspección. Los ductos deben tener un diámetro mínimo de 100 mm (4 "). No se admiten más de dos quiebres de 90 grados.
 - Directamente enterrada: En estos casos, los cables de telecomunicaciones quedan enterrados. Es importante que los cables dispongan, en estos casos, de las protecciones adecuadas (por ejemplo, anti-roedor).
 - Aéreo: Algunas consideraciones a tener en cuenta al momento de tender cables aéreos: Apariencia del edificio y las áreas circundantes; legislación aplicable; separación requerida con cableados aéreos eléctricos
 - Túnel: La ubicación de las canalizaciones dentro de túneles debe ser planificada de manera que permita el correcto acceso al personal de mantenimiento, y también la separación necesaria con otros servicios.
- Resistente a la corrosión.
- Las rutas metálicas deben prever descarga a tierra

- La separación con la instalación eléctrica debe respetar los estándares aplicables
- Pueden ser verticales u horizontales

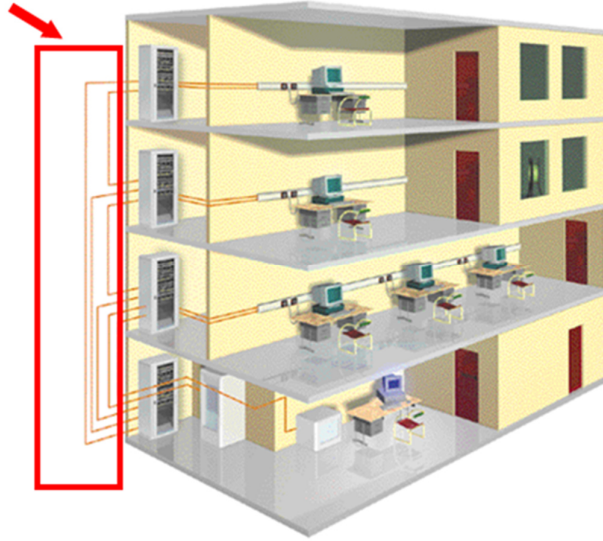


Figura 10.4.2.1: Canalizaciones verticales

10.5. Certificación

La certificación es un proceso por el cual se miden todos los enlaces instalados, se inspeccionan las instalaciones, se revisan los procedimientos seguidos en el diseño y la ejecución y se emite un certificado que hace constar la adecuación a las normas aplicables del sistema de cableado evaluado.

La certificación puede ser realizada por recursos internos, por el proveedor que realizó la instalación, por otro proveedor, por un consultor externo o por el fabricante del sistema de cableado (en este último caso, directamente, o a través de una empresa instaladora acreditada).

Cuando la certificación la realiza el fabricante del sistema, generalmente se accede a garantías extendidas sobre el desempeño del sistema. La garantía extendida es provista por el mismo fabricante. Esto representa un respaldo mayor al que puede otorgar el proveedor local.

Durante la etapa de certificación se realizan ensayos de cada uno de los enlaces, utilizando equipos adecuados. Un equipo se conecta en un extremo del enlace (por

ejemplo, en el rack de terminación del cableado horizontal) y el restante, en el otro extremo (por ejemplo, en el área de trabajo). Los equipos se ajustan para la categoría del cable y el tipo de ensayo (“enlace” (link) o “canal” (channel)).

Automáticamente se miden los diferentes parámetros establecidos por las recomendaciones, según la categoría del cable. Los resultados se almacenan y luego se imprimen. Un ejemplo de un ensayo se muestra en la Figura 10.5.1. Se puede ver en esta figura que todos los parámetros se encuentran dentro de los límites admisibles, por lo que el enlace es adecuado.

Finalmente, cabe aclarar que las certificaciones las hacen las personas, no los instrumentos. Es decir, una certificación no se limita al resultado de los ensayos de los enlaces. Una certificación es un documento extendido por una persona, o una Empresa, que “certifica” que “algo es cierto”. En este caso, que se han cumplido con las recomendaciones de cableado estructurado.

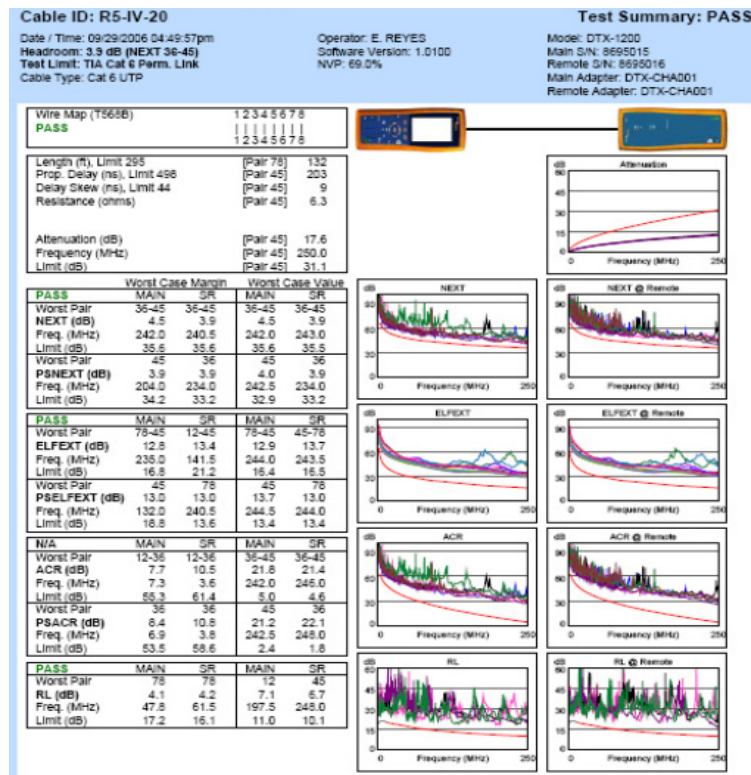


Figura 10.5.1: Informe de certificación de puestos

10.6. Etiquetado: TIA/EIA 606-A

En las instalaciones de cableado estructurado es absolutamente necesario contar con una buena documentación de todos los componentes instalados. Esta

documentación para ser efectiva debe de ir acompañada de un correcto etiquetado de dichos componentes, de tal manera que su localización sea rápida y precisa, facilitando al mismo tiempo las labores de mantenimiento y de búsqueda de averías en su caso. Las normas que recogen la forma de identificar y etiquetar los componentes de una instalación de cableado estructurado son:

- TIA/EIA 606-A
- ISO/IEC 14763-1
- EN 50174-1

Las normas ISO/IEC 14763-1 y EN 50174-1 dejan al instalador libertad para las tareas de identificación y etiquetado. Las normas TIA/EIA 606-A por el contrario fijan reglas precisas para ser cumplidas por el instalador.

Las normas TIA/EIA que regulan la señalización y etiquetado de los diferentes elementos de una instalación de cableado estructurado son las TIA/EIA 606-A, publicadas en 2002. Estas normas distinguen entre cuatro posibles casos, dependiendo de las dimensiones de la infraestructura de cableado estructurado, y para cada uno de los cuatro casos se indica la forma de etiquetar los diferentes elementos:

- Clase 1: Para sistemas que están en un único edificio y que tienen solamente un cuarto de telecomunicaciones, de donde parten todos los cables hacia las zonas de trabajo. En este tipo de sistemas es necesario etiquetar los enlaces de cableado horizontal y la barra principal de puesta a tierra del cuarto de telecomunicaciones (TMGB).
- Clase 2: Para sistemas que están en un único edificio pero que se extienden por varias plantas, existiendo por tanto varios cuartos de telecomunicaciones. En este tipo de sistemas es necesario etiquetar lo mismo que en los de Clase 1 y además es necesario etiquetar los cables de backbone y los múltiples elementos de conexión y puesta a tierra. La gestión de este etiquetado puede ser realizada de forma manual o mediante un software preparado al efecto.
- Clase 3: Para sistemas de campus, donde existen varios edificios y cableado de backbone entre edificios. Es necesario etiquetar los mismos elementos que en los sistemas de Clase 2 y además los edificios y cableado de backbone de campus.
- Clase 4: Para sistemas que están formados por la unión de varios sistemas de campus. Es necesario etiquetar lo mismo que en los sistemas de clase 3 y además los diferentes sitios del sistema y se recomienda identificar el cableado inter-campus, como por ejemplo las conexiones de tipo MAN o WAN

Observe la siguiente Figura 10.6.1:



Figura 10.6.1: Etiquetado clase 2

El significado del ejemplo mostrado en la fotografía anterior es el siguiente:

1CB15: Planta primera, rack C, panel de parcheo B, toma 15.

Se puede deducir que la etiqueta anterior corresponde a una instalación de clase 2, ya que hace referencia a la planta del edificio donde se encuentra, pero no hace referencia al edificio, por haber uno solo.

Para una instalación de clase 3, en la cual existen varios edificios y hay cableado de backbone de campus, la etiqueta tendría la forma siguiente (Figura 10.6.2):

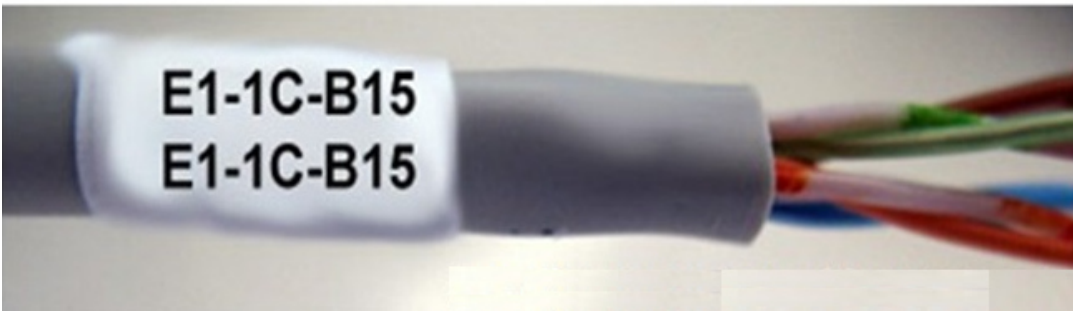


Figura 10.6.2: Etiquetado clase 3

En este caso, el código inicial E1 significa Edificio 1, mientras al igual que en el caso anterior, 1C significa planta primera, rack C y B15 significa panel de parcheo B, toma 15.

En la siguiente fotografía (Figura 10.6.3), se muestra un ejemplo práctico de etiquetado en el cableado horizontal. Se observa con claridad que todos los enlaces permanentes que parten desde el distribuidor de planta hacia las diferentes tomas de telecomunicaciones están etiquetados.

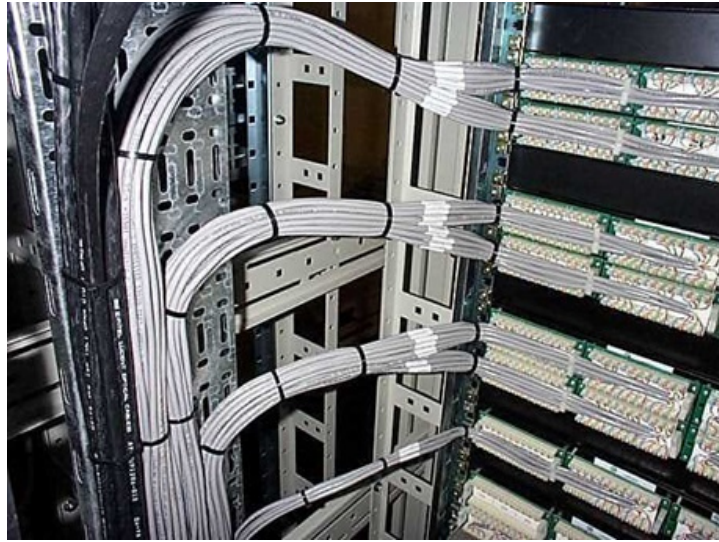


Figura 10.6.3: Etiquetado de cables en un cableado horizontal

Por último, en las siguientes figuras (10.6.3 y 10.6.4) se muestran cuáles son los elementos que deben ser etiquetados, tanto en los cuartos de telecomunicaciones como en las áreas de trabajo

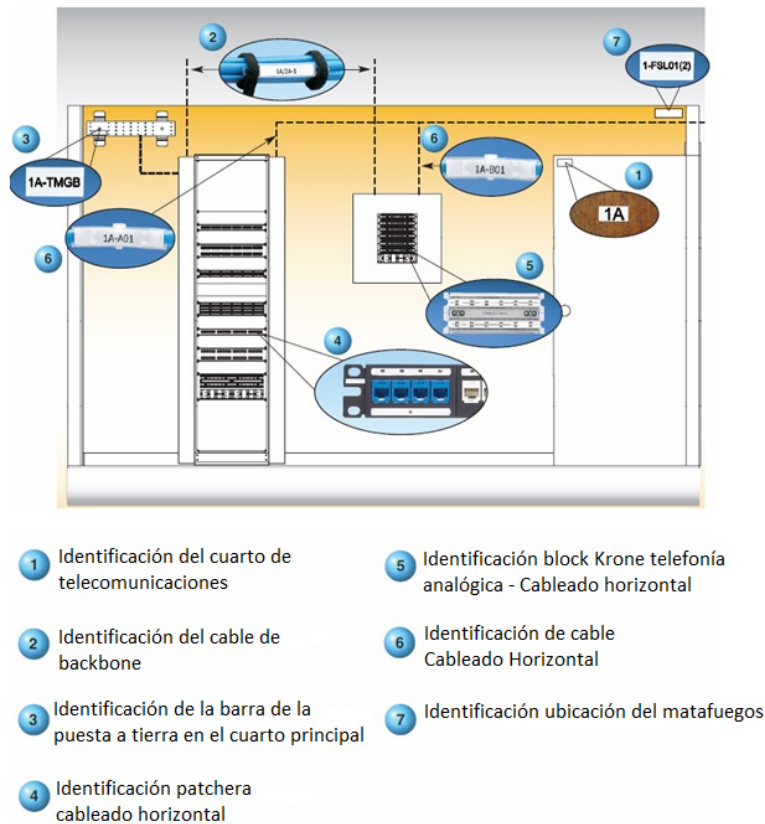
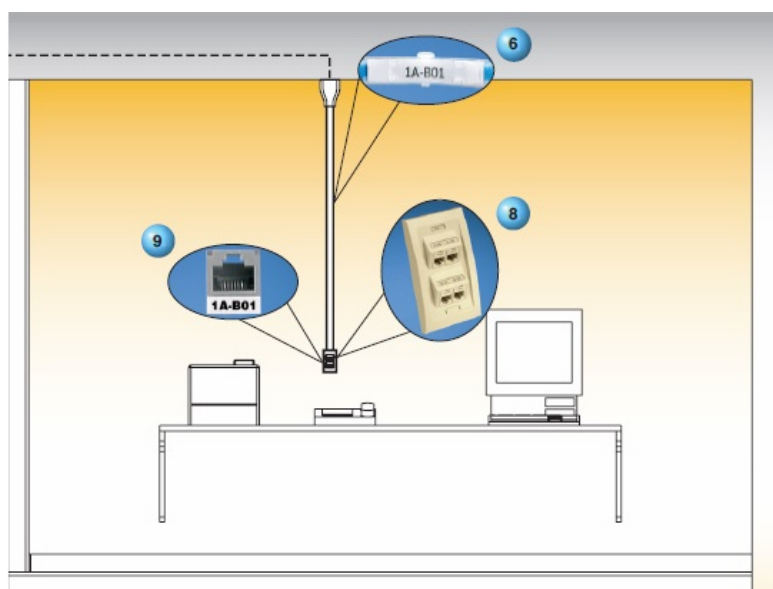


Figura 10.6.3: Etiquetas en el cuarto de telecomunicaciones



- 6 Identificación de cable - Cableado horizontal
- 8 Identificación del enchufe Cableado horizontal
- 9 Identificación de conector - Cableado horizontal