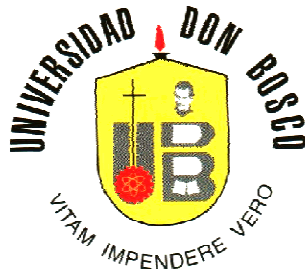


**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**CRITERIOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES
ELÉCTRICAS CON CABLEADO ESTRUCTURADO**

Trabajo de graduación para optar al grado de
INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:
JUAN ORLANDO MEJÍA MARTÍNEZ

ASESORADO POR:
ING. ERICK BLANCO GUILLÉN

ENERO - 2008
SOYAPANGO EL SALVADOR CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

LIC. MARIO RAFAEL OLMOS ARGUETA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. GODOFREDO GIRÓN

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. ERICK BLANCO GUILLÉN

JURADO EVALUADOR

ING. WILFREDO MONROY MORALES

ING. HECTOR OSVALDO ROMERO AMAYA

ING. CARLOS ALEXANDER LOPEZ BARILLAS

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

“CRITERIOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
CON CABLEADO ESTRUCTURADO”

ING. WILFREDO MONROY MORALES

JURADO

ING. HECTOR ROMERO AMAYA

JURADO

ING. CARLOS LOPEZ BARILLAS

JURADO

ING. ERICK BLANCO GUILLÉN

ASESOR

ING. CARLOS ORLANDO AZUCENA

TUTOR

AGRADECIMIENTOS.

A JEHOVÁ DIOS

Por ser un padre amoroso que me ha dado la oportunidad de vivir y el conocimiento exacto para contar con los valores necesarios para afrontar los problemas con confianza, realismo y optimismo. Así como también permitirme salud y capacidad mental y física con la cual puedo ahora culminar este éxito académico. Infinitas gracias.

A MIS PADRES:

Que siempre me apoyaron incondicionalmente y que con grandes esfuerzos económicos hicieron posible que pudiera terminar mi carrera universitaria, este triunfo es para recompensar todo su esfuerzo.

A MI NOVIA:

Lisette, por su apoyo incondicional y su comprensión en las buenas y malas, dándome ánimos para seguir adelante. Siendo mí brazo derecho y ángel de la guarda.

A MI ASESOR Y TUTOR

Por tenerme paciencia durante estos 8 meses que duro el trabajo de graduación, compartir su conocimiento y guiarme por un buen camino.

A UN AMIGO

Gracias a Tomas por su apoyo y consejos que me ayudaron a seguir adelante.

A JMTELCOM

Que siempre mostraron mucha disponibilidad para colaborar con el trabajo de graduación, evacuando dudas, compartiendo su amplio conocimiento y experiencia sobre cableado estructurado.

Gracias a todas las personas que de alguna forma colaboraron en el trabajo de graduación

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
Introducción.....	i
Capítulo 1. FUNDAMENTOS DE REDES	1
1.1 Conceptos generales sobre redes	2
1.1.1 ¿Qué es una red?	2
1.1.2 Propósito de instalar una red de computadoras	2
1.1.3 Dispositivos de hardware	5
1.2 Historia de las redes de datos	7
1.3 La importancia del ancho de banda	9
1.3.1 Medidas del ancho de banda digital	10
1.4 El modelo de referencia OSI	11
1.5 Dispositivos de red	14
1.5.1 Repetidores.....	14
1.5.2 Concentradores (Hubs).....	15
1.5.3 Tarjetas de interfaz de red	16
1.5.4 Puentes (Bridges)	17
1.5.5 Conmutador (Switch)	18
1.5.6 Enrutador (Router)	19
1.6 Dispositivos de seguridad	20
1.6.1 Firewall.....	20
1.6.2 Servidores AAA.....	20
1.7 Dispositivos inalámbricos	21
1.7.1 NIC inalámbricas.....	21
1.7.2 Puntos de acceso inalámbricos	21
1.7.3 Puentes inalámbricos.....	21
1.8 Clasificación de las redes.....	21
1.8.1 Según su área geográfica.....	21
1.8.1.1 Redes de área local (LAN)	21
1.8.1.2 Redes de área metropolitana (MAN)	22
1.8.1.3 Redes de área amplia (WAN).....	23

1.8.2	Según su topología	24
1.8.2.1	Topología en bus	25
1.8.2.2	Topología estrella	26
1.8.2.3	Topología en anillo.....	27
1.8.2.4	Topología en árbol.....	29
1.8.2.5	Topología en malla completa.....	29
1.8.2.6	Topología en malla parcial.....	30
1.9	Fundamentos sobre protocolos.....	31
1.9.1	Protocolo ATM	34
1.9.2	Protocolo FDDI.....	39
1.9.3	Protocolo HDLC	41
1.9.4	Protocolo PPP.....	46
1.9.5	Protocolo token ring	49
1.9.6	Protocolo Ethernet	50
1.9.7	Protocolo frame relay.....	54
1.9.8	Protocolo IEEE 802.11.....	56
1.9.9	Protocolo RDSI	58
 Capítulo 2. FUNDAMENTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO		63
2.1	Origen del cableado estructurado	64
2.2	Definición de cableado estructurado.....	65
2.3	Evolución de los sistemas de cableado	65
2.4	Cuándo se justifica instalar un cableado estructurado.	67
2.5	Inconvenientes de improvisar una red	68
2.6	Tipos de cableado estructurado.....	69
2.6.1	Características de la categoría 5 y 5e	70
2.7	Aplicaciones del cableado estructurado.....	72
2.8	Redes estructuradas vrs. Redes convencionales	72
2.9	Cableado estructurado vrs redes inalámbricas, un mito pasado de moda.....	74
2.10	Componentes de un sistema con cableado estructurado.....	76
2.11	Escalabilidad	79
2.12	Punto de demarcacion	81
2.13	Tipos de cables a utilizar en cableado estructurado.....	82
2.13.1	Cable UTP (Par Trenzado sin Blindaje).....	82
2.13.2	Cable STP (Par Trenzado Blindado).	84
2.13.3	Cable de fibra óptica.	87
2.14	Fuentes de ruido en medios de cobre.....	99

2.15	Tipos de diafonía.....	101
2.16	Normas de pruebas de cables	102
2.17	Herramientas utilizadas en instalaciones con cableado estructurado	105
2.17.1	Herramientas de pelar y cortar	105
2.17.2	Herramientas de terminación.....	106
2.17.3	Herramientas de diagnóstico	107
2.17.4	Herramientas de soporte de instalación	109
2.18	Accesorios para cableado estructurado.....	111
2.19	Enlaces de microondas	115
 Capítulo 3. NORMAS PARA LA INSTALACIÓN DE CABLEADO ESTRUCTURADO		120
3.1	Normas aplicables al cableado estructurado	121
3.2	Breve resumen de las normas para cableado estructurado	122
3.3	ANSI/TIA/EIA-568 Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales.....	123
3.3.1	Cableado horizontal	123
3.3.1.1	Consideraciones a la hora de seleccionar el cableado horizontal	123
3.3.1.2	Consideraciones de diseño para el cableado horizontal	124
3.3.1.3	Topología del cableado horizontal.....	124
3.3.1.4	Distancias permitidas en el cableado horizontal.....	124
3.3.1.5	Medios reconocidos en el cableado horizontal.....	125
3.3.1.6	Características mecánicas de los cables para cableado horizontal.....	125
3.3.1.7	Características eléctricas de los cables para cableado horizontal	126
3.3.1.8	Características de transmisión para la fibra óptica.....	127
3.3.1.9	Características físicas de los cables de fibra óptica.....	127
3.3.1.10	Conectores para los cables de fibra óptica.....	128
3.3.1.11	Empalmes en la fibra óptica	129
3.3.1.12	Salidas de telecomunicaciones	129
3.3.1.13	Prácticas de instalación	129
3.3.2	Cableado vertical	130
3.3.2.1	Consideraciones a la hora de seleccionar un cableado vertical.....	130
3.3.2.2	Topología del cableado vertical	130
3.3.2.3	Cables reconocidos para el cableado vertical	131

3.3.2.4	Selección del medio para el cableado vertical.....	131
3.3.2.5	Distancias para el cableado vertical	131
3.3.2.6	Conexión cruzada principal y punto de entrada	132
3.3.2.7	Conexiones cruzadas	132
3.3.3	Área de trabajo	132
3.3.3.1	Consideraciones para el cableado de las áreas de trabajo.....	132
3.3.3.2	Salidas de telecomunicaciones del área de trabajo	133
3.3.3.3	Adaptaciones comunes en el área de trabajo	133
3.3.4	Manejo del cable.....	133
3.3.5	Como evitar interferencia electromagnética	133
3.3.6	Cuarto de telecomunicaciones.....	134
3.3.6.1	Diseño del cuarto de telecomunicaciones	135
3.3.6.2	Cantidad de cuartos de telecomunicaciones	135
3.3.6.3	Altura del cuarto de telecomunicaciones.....	135
3.3.6.4	Ductos del cuarto de telecomunicaciones.....	135
3.3.6.5	Puertas del cuarto de telecomunicaciones.....	136
3.3.6.6	Polvo y electricidad estática.....	136
3.3.6.7	Control ambiental del cuarto de telecomunicaciones	136
3.3.6.8	Cielos falsos del cuarto de telecomunicaciones.....	136
3.3.6.9	Prevención de inundaciones.....	136
3.3.6.10	Pisos del cuarto de telecomunicaciones.....	137
3.3.6.11	Iluminación.....	137
3.3.6.12	Localización del cuarto de telecomunicaciones	137
3.3.6.13	Potencia del cuarto de telecomunicaciones	137
3.3.6.14	Seguridad del cuarto de telecomunicaciones	138
3.3.6.15	Tamaño del cuarto de telecomunicaciones	138
3.3.6.16	Disposición de equipos	138
3.3.6.17	Paredes del cuarto de telecomunicaciones.....	139
3.3.6.18	Funciones del cuarto de telecomunicaciones.....	139
3.4	ANSI/TIA/EIA-569 Espacios y canalizaciones para telecomunicaciones en edificios	
comerciales	140
3.4.1	Instalaciones de entrada.....	141
3.4.2	Sala de Equipos.....	141
3.4.3	Canalizaciones del cableado vertical.....	142
3.4.3.1	Canalizaciones externas entre edificios	142
3.4.3.1.1	Canalizaciones Subterráneas.....	142

3.4.3.1.2	Canalizaciones directamente enterradas	143
3.4.3.1.3	Cableado vertical aéreo	143
3.4.3.1.4	Canalizaciones en túneles	143
3.4.3.2	Canalizaciones internas	143
3.4.3.2.1	Canalizaciones verticales	143
3.4.3.2.2	Canalizaciones horizontales	144
3.4.4	Canalizaciones horizontales	144
3.4.4.1	Tipos de canalizaciones	144
3.4.4.1.1	Ductos bajo piso	144
3.4.4.1.2	Ductos bajo piso elevado	145
3.4.4.1.3	Ductos aparentes	146
3.4.4.1.4	Bandejas	146
3.4.4.2	Secciones de las canalizaciones	148
3.5	ANSI/EIA/TIA 606 Regula y sugiere los métodos para la administración de los sistemas de telecomunicaciones	148
3.6	ANSI/J-STD-607 Tierras y aterrizaje para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales	149
3.6.1	TMGB (Barra principal de tierra para telecomunicaciones)	149
3.6.2	TGB (Barras de tierra para telecomunicaciones)	151
3.6.3	TBB (Cableado vertical de tierras)	152
 Capítulo 4. CRITERIOS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO		153
4.1	Necesidades del comprador del sistema de cableado estructurado	154
4.2	Consideraciones técnicas y económicas	155
4.3	Criterios de diseño	157
4.3.1	Consideraciones de diseño	157
4.3.2	Consideraciones arquitectónicas	158
4.3.3	Ubicación del cuarto de telecomunicaciones	159
4.3.4	Ubicación y dimensionamiento de las medidas de una sala de equipos	161
4.3.5	Instalación de los equipos en el rack	162
4.3.6	Etiquetado de los sistemas de telecomunicaciones	162
4.3.7	Consideraciones para el tendido del cable	168
4.3.8	Aspectos importantes a la hora de la certificación del cableado	169

4.4 Costo-beneficio de hacer el cableado con un sistema estructurado	171
4.5 Sistema de tierra para telecomunicaciones	175
4.6 Mantenimiento preventivo de los sistemas de cableado estructurado	177
4.7 Fallas mas comunes que se dan en los sistemas de cableado estructurado.....	177
4.8 Sistemas POE (Power over Ethernet).....	180
4.9 Ejemplo de instalación de cableado estructurado de un local	181
4.10 Especificaciones tecnicas	190
Conclusiones	200
Recomendaciones.....	202
Glosario	204
Referencias	218
ANEXO 1 Accesorios para cableado estructurado	221
ANEXO 2 Diametro y sección de los cables AWG	235
ANEXO 3 Manual de instalaciones de puesta a tierra	236
ANEXO 4 Instalacion electrica con cableado estructurado.....	252
ANEXO 5 Empresas que ofrecen venta y/o servicios de cableado estructurado	258
ANEXO 6 Precios de materiales	262

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente en el diseño de los circuitos eléctricos de las viviendas e industrias únicamente nos centrábamos en lo que conocemos como instalaciones residenciales e industriales, donde en la instalación eléctrica de un edificio o centro comercial únicamente contemplaba el cableado para toma corrientes, luminarias, conexión de motores, diseño de subestaciones, redes de tierra, etc. Pero en la actualidad hemos visto que a los edificios se les ha ido dotando de distintos servicios de mayor nivel tecnológico. Así, se les ha dotado de aire acondicionado, suministro eléctrico de emergencia, puertas automatizadas, megafonía, seguridad, video conferencia, telefax, servicios multimedia, redes de ordenadores; hasta llegar a edificios que cuentan con un sistema de gestión centralizado, que tienen la posibilidad de interconexión entre ellos, y se les dota de una infraestructura de comunicaciones (voz, datos, textos, imágenes), por lo que empezamos a hablar de edificios inteligentes o racionalizados.

Estas tecnologías se están utilizando en: hospitales, hoteles, recintos feriales y de exposiciones, áreas comerciales, edificios industriales, universidades, viviendas, etc. Por lo que se hace necesario el empleo de un sistema de cableado estructurado avanzado capaz de soportar todas las necesidades de comunicación, los cuales una vez instalados forman parte del edificio al igual que la instalación eléctrica.

Los sistemas de cableado estructurado constituyen una plataforma universal por donde se transmiten tanto voz como datos e imágenes y constituyen una herramienta imprescindible para la construcción de edificios modernos o la modernización de los ya construidos. Ofrece soluciones integrales a las necesidades en lo que respecta a la transmisión confiable de la información, por medios sólidos; de voz, datos e imagen.

La instalación de cableado estructurado debe respetar las normas de construcción internacionales más exigentes como la norma ANSI/TIA/EIA-568A que es el estándar de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales, la ANSI/TIA/EIA-569 que especifica los espacios y canalizaciones para telecomunicaciones en edificios

comerciales, ANSI/TIA/EIA-606 que regula y sugiere los métodos para la administración de los sistemas de telecomunicaciones, ANSI/TIA/EIA-607 que norma las tierras y aterrizajes para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales y las normas eléctricas nacionales , para obtener así el mejor desempeño y seguridad en los sistemas eléctricos y de comunicaciones. Por estas razones es que se ha decidido contar con un documento que pueda servir de orientación a personal técnico y a estudiantes de cualquiera de las ramas de ingeniería, en especial a los estudiantes de eléctrica y computación que son los que más se van a ver involucrados en instalaciones con cableado estructurado.

Capítulo 1

FUNDAMENTOS DE

REDES

Capítulo 1

FUNDAMENTOS DE REDES

1.1 Conceptos generales sobre redes

1.1.1 ¿Qué es una red?

Una red es un conjunto de dos o más computadoras interconectadas, con el fin de compartir archivos, directorios, la conexión a Internet, impresoras y otros recursos que se pueden considerar de utilidad común para un grupo de usuarios.

La más simple de las redes es una caja de conexiones y un cable, que permite compartir la misma impresora a varios usuarios. Con este sistema, sólo hay un usuario que puede enviar trabajos de impresión en cada momento.

Los conectores serie o paralelo ofrecen un modo económico de montar una red, pero tienen capacidades limitadas de impresión y transferencia de archivos. Para montar una red multiusuario, realmente útil, hacen falta tarjetas de interfaz de red (NICs = Network Interface Cards) y sistemas de cableado

1.1.2 Propósito de instalar una red de computadoras

Las redes en general, consisten en "compartir recursos", y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipo estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario. Un segundo objetivo consiste en proporcionar una alta fiabilidad, al contar con fuentes alternativas de suministro. Por ejemplo todos los archivos podrían duplicarse en dos o tres máquinas, de tal manera que si una de ellas no se encuentra disponible, podría utilizarse una de las otras copias. Además, la presencia de múltiples CPU significa que si una de ellas deja de funcionar, las otras pueden ser capaces de encargarse de su trabajo, aunque se tenga un rendimiento global menor. Otro objetivo es el ahorro económico. Las computadoras pequeñas tienen una mejor relación costo / rendimiento, comparada con la ofrecida por las máquinas grandes.

Las cuales son, a grandes rasgos, diez veces más rápidas que el más rápido de los microprocesadores, pero su costo es mucho mayor.

La respuesta a por qué podría desear establecer una red de computadoras parece obvia, pero las múltiples razones para hacerlo ayudan a aportar alguna luz sobre lo que es una red. Entre las funciones de una red de computadoras, encontramos:

➤ **Programas y archivos compartidos.**

Se pueden adquirir versiones para red de muchos paquetes de software populares, con un ahorro bastante considerable si se compara con su costo al comprar copias con licencia individual. Los programas y sus archivos de datos se almacenan en el servidor de archivos, de forma que puedan acceder a ellos muchos usuarios de la red. Al comprar los programas, sólo necesita adquirir licencias para el número de usuarios que van a utilizar la aplicación simultáneamente (cuando una persona deja de usar el programa, el «testigo» de la licencia queda disponible para otro usuario).

➤ **Recursos de la red compartidos.**

Entre los recursos de la red se encuentran las impresoras en sus diversas versiones y los dispositivos de almacenamiento. Es fácil justificar el costo de la adquisición de impresoras de calidad o dispositivos de almacenamiento masivo cuando un gran número de usuarios puede acceder simultáneamente a ellos mediante la red.

➤ **Bases de datos compartidas.**

Las redes son plataformas ideales para aplicaciones de bases de datos e información compartida. Cuando se implementan funciones de bloqueo de registros, varios usuarios pueden acceder simultáneamente a archivos de bases de datos. El bloqueo de registros asegura que los usuarios no podrán editar a la vez un mismo registro, o sobrescribir las modificaciones realizadas por otra persona.

➤ **Expansión económica de una base de PCs.**

Las redes ofrecen una forma económica de expandir el número de computadoras en una organización. Se pueden conectar puestos de trabajo de bajo costo, sin discos duros, para usuarios de la red que accedan a recursos de servidores de altas prestaciones o compartan impresoras sofisticadas y otros periféricos.

➤ **Posibilidad de trabajo en grupo.**

Hay un tipo de software denominado *groupware* (software en grupo) que está diseñado para soportar el método de interacción de grupos de personas en una organización, ya sea compartiendo correo electrónico o trabajando en proyectos específicos. Con el software en grupo, las personas ya no tienen que estar organizadas en grupos físicos (es decir, departamentos). Puede formar grupos de personas pertenecientes a áreas geográficamente dispersas, como, por ejemplo, personas de grupos de ventas dispersas por todo el país que comparten archivos comunes. También resulta más fácil enviar mensajes y correo electrónico a grupos de usuarios.

➤ **Gestión centralizada.**

Las redes pueden ayudar a consolidar la administración de las mismas. Lo que antes eran servidores departamentales pueden concentrarse en un único lugar, donde resulta mucho más fácil realizar las actualizaciones del hardware, las copias de seguridad del software y el mantenimiento y protección del sistema. Los responsables de departamento no pierden el control de sus servidores con esta distribución. De hecho, el mantenimiento se realiza en un departamento central de «sistemas de información», mientras que los responsables de departamentos mantienen el control de la supervisión del servidor. Esto les permite gestionar las políticas de acceso para las personas que administran, o para personas ajenas a su departamento a las que deseen dar acceso al servidor.

➤ **Seguridad.**

Un sistema operativo de red tiene que implementar mecanismos sofisticados de seguridad, que comienzan por el procedimiento de conexión. Sólo las personas autorizadas con cuentas pueden acceder a los sistemas, y las cuentas pueden adaptarse de varias formas para restringir el acceso a un horario específico o sobre ciertos equipos. Algunos sistemas operativos de red implementan técnicas de cifrado para evitar cualquier posibilidad de que las claves de acceso de los usuarios puedan ser detectadas cuando circulan por el cableado.

➤ **Interconectividad.**

Las redes modernas son vistas como plataformas a las que se puede conectar cualquier tipo de computadora, independientemente del sistema operativo, y dar acceso al sistema a prácticamente cualquier usuario. La Mayoría de sistemas operativos de red soportan protocolos estándar de interconexión de redes como el TCP/IP en sus servidores, lo que permite interconectar redes más allá de sus redes departamentales individuales existentes. El soporte del protocolo TCP/IP implica que muchos sistemas operativos de red pueden interactuar con prácticamente cualquier otro sistema operativo cliente o servidor, incluyendo sistemas UNIX, servidores Novell, servidores y clientes Windows NT y clientes Windows.

1.1.3 Dispositivos de hardware

Servidores

Son computadoras con grandes capacidades (ver figura 1); que se utilizan para gestionar el sistema de archivos de la red, dar servicio a las impresoras, controlar las comunicaciones, entre otras actividades; donde el sistema operativo de la red está cargado en su disco duro, junto con las herramientas de administración del sistema y las utilidades del usuario.

La tarea de un servidor es procesar las peticiones realizadas por la estación de trabajo. Estas peticiones pueden ser de acceso a disco, a colas de impresión o de comunicaciones con otros dispositivos. La recepción, gestión y realización de estas peticiones puede requerir un tiempo considerable, que se incrementa de forma proporcional al número de estaciones de trabajo activas en la red. Como el servidor gestiona las peticiones de todas las estaciones de trabajo, su carga puede ser muy pesada; se puede entonces llegar a una congestión, el tráfico puede ser tan elevado que podría impedir la recepción de algunas peticiones enviadas.

Es por ello que cuanto mayor es la red, resulta más importante tener un servidor con elevadas prestaciones como por ejemplo: grandes cantidades de memoria de acceso aleatorio (RAM) para optimizar los accesos a disco y mantener las colas de impresión y el rendimiento del procesador, para ello deben combinarse factores

como: velocidad, estados de espera, tamaño del canal, el tamaño del bus y la memoria caché, entre otros.¹

Además, un servidor puede dedicarse o emplearse para desarrollar las tareas específicas de un servidor vistas anteriormente; o puede ser no dedicado porque además de realizar su trabajo como servidor también lo hace como estación de trabajo.

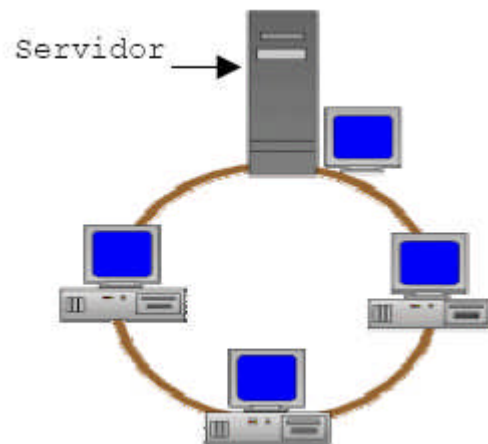


Figura 1 Servidor

Estaciones de trabajo

Son computadoras independientes, que tienen la capacidad de conectarse a un servidor y en la mayoría de los casos entre ellas mismas, con el fin de recuperar información o utilizar algún dispositivo que se encuentre disponible. Las estaciones de trabajo pueden conectarse a varios servidores, para ello, deben encontrarse debidamente configurados.

Existen dos tipos de terminales:

- **Terminales tontas:** son estaciones de trabajo que se conectan únicamente al servidor y dependen exclusivamente de este, al no estar encendido el servidor, éstas no pueden trabajar y utilizan el espacio de almacenamiento así como los recursos disponibles en el servidor.

¹ <http://monografias.com/redesdecomputadoras/tutorial.htm>

- **Terminales inteligentes:** son estaciones de trabajo consideradas sistemas inteligentes; se encargan de sus propias tareas de procesamiento y cuando es necesario se conectan a la red, así que, cuanto mayor y más rápido sea el equipo es mejor.

1.2 Historia de las redes de datos

Las redes de datos se desarrollaron como consecuencia de que las agencias del gobierno y las empresas necesitaban intercambiar información electrónica a grandes distancias. En ese momento, las microcomputadoras no estaban conectadas como terminales a las computadoras centrales, de modo que no había forma de compartir datos eficazmente entre las microcomputadoras.

Parece claro que, compartir datos mediante el uso de un disquete no es la forma más eficaz y barata de dirigir un negocio. Cada vez que se modificaba un archivo, debía compartirse de nuevo con todos los demás que lo necesitaran. Si dos personas modificaban el archivo y después intentaban compartirlo, uno de los dos conjuntos de cambios se perdía.

Las empresas necesitaban una solución que resolviera los siguientes problemas:

- Cómo evitar la duplicidad de equipamiento y recursos.
- Cómo comunicarse de forma eficaz.
- Cómo configurar y administrar una red.

Las empresas se dieron cuenta de que la tecnología de red podía incrementar la productividad al tiempo que suponía un ahorro de dinero. Las redes se extendieron casi tan rápidamente como se introducían nuevas tecnologías de red y productos. En la década de los 80, las redes vivieron una tremenda expansión, aunque los primeros intentos de desarrollo de una red fueron caóticos.

Las tecnologías de red que surgieron a mediados de la década de los 80 fueron creadas con variedad de hardware y software. Las empresas que se dedicaban a la creación de hardware y software para redes utilizaban sus propios estándares, desarrollados en respuesta a la competencia de otras empresas. En consecuencia, muchas de las nuevas tecnologías de red eran incompatibles con las demás. Cada vez era más difícil para las redes que utilizaban especificaciones diferentes

comunicarse entre sí, lo que requería a menudo eliminar el equipamiento antiguo y sustituirlo por uno nuevo.

Una primera solución fue la creación de los estándares LAN (red de área local). Como los estándares LAN proporcionaban un conjunto abierto de pautas para la creación de hardware y software de red, la capacidad de mezclar y emparejar equipos de distintos fabricantes facilitó la estabilidad en la implementación LAN.

A medida que aumentó el uso de las computadoras en las empresas, se hizo obvio que, incluso las LAN eran insuficientes. Antes de que las LAN fueran creadas, había necesidad de mover la información eficaz y rápidamente, no sólo dentro de la empresa, sino también de una empresa a otra. La solución fue la creación de las MAN (red de área metropolitana) y las WAN (red de área amplia). Como las WAN pueden conectar redes de usuario sobre áreas geográficas muy grandes, hacen posible que las empresas puedan comunicarse entre sí a grandes distancias.

A mediados de los ochenta, los usuarios de computadoras comenzaron a compartir datos (archivos) mediante un modulator-demodulator (módem) conectado con otra computadora, a lo que se conocía como comunicación por marcación o punto a punto. Ese concepto se fue extendiendo gracias al uso de computadoras que eran el punto central de comunicación en una conexión por marcación. En este tipo de conexión, para que cinco personas se conectaran simultáneamente, se necesitaban cinco módems conectados a cinco líneas telefónicas independientes.

Desde la década de los 60 y hasta la de los 90, el Departamento de defensa de Estados Unidos (DoD, Department of Defense) desarrolló unas WAN grandes y fiables por razones militares y científicas. Esa tecnología era diferente a la de la comunicación punto a punto. Permitía la conexión de varias computadoras utilizando diferentes rutas. La propia red determinaba cómo mover los datos de una computadora a otra. En lugar de poder comunicar con sólo una computadora en cada momento, muchas computadoras pueden ser alcanzadas utilizando la misma conexión. Al final, WAN del DoD se convirtió en Internet.

1.3 La importancia del ancho de banda

El ancho de banda se define como la cantidad de información que puede fluir a través de una conexión de red en un periodo de tiempo dado.

➤ **El ancho de banda es finito**

Independientemente del medio utilizado para construir la red, el ancho de banda está limitado por la capacidad de la red para transportar información. El ancho de banda está limitado, tanto por las leyes de la física como por las tecnologías empleadas para colocar información en el medio.

➤ **El ancho de banda no es libre**

Es posible comprar equipamiento para una LAN que proporcione un ancho de banda casi ilimitado durante mucho tiempo. Para las conexiones WAN, casi siempre es necesario comprar ancho de banda a un proveedor de servicios. En ambos casos, una comprensión del ancho de banda y los cambios en la demanda para un ancho de banda durante un periodo de tiempo dado, pueden ahorrar a una persona o una empresa una cantidad de dinero significativa. Un administrador de redes necesita tomar las decisiones correctas acerca de qué clases de equipamiento y servicios adquirir.

➤ **El ancho de banda es un factor clave para analizar el rendimiento de la red y diseñar nuevas redes.**

Un profesional de las redes debe entender el tremendo impacto del ancho de banda y del rendimiento en el desarrollo y el diseño de una red. La información fluye como una cadena de bits desde una computadora a otra a través del mundo. Internet son billones de billones de bits que representan cantidades de información masivas circulando de un lado a otro por todo el mundo en segundos, o en menos tiempo.

La demanda de ancho de banda es siempre creciente. En cuanto aparecen nuevas tecnologías e infraestructuras de red, se crean nuevas aplicaciones que se benefician de la mayor capacidad. La distribución por la red de contenido multimedia, incluyendo flujos de datos de vídeo y audio, requiere enormes cantidades de ancho de banda. Los sistemas de telefonía IP que se están instalando en sustitución de los sistemas de voz tradicionales, suponen mayor necesidad de ancho de banda.

1.3.1 Medidas del ancho de banda digital

El ancho de banda es la medición de la cantidad de información que puede fluir desde un lugar hacia otro en un periodo de tiempo determinado. Existen dos usos comunes del término ancho de banda: uno se refiere a las señales analógicas y el otro, a las señales digitales.

Unidad de ancho de banda	Abrev.	Equivalencia
Bits por segundo	bps	1 bps = unidad fundamental de ancho de banda
Kilobits por segundo	kbps	1 kbps = 1.000 bps = 10^3 bps
Megabits por segundo	Mbps	1 Mbps = 1.000.000 bps = 10^6 bps
Gigabits por segundo	Gbps	1 Gbps = 1.000.000.000 bps = 10^9 bps

Tabla 1 unidades típicas del ancho de banda

Algunos medios típicos	Ancho de banda	Máx. Distancia física
Cable coaxial de 50 ohmios (Ethernet 10Base2, ThinNet)	10-100 Mbps	185m
Cable coaxial de 75 ohmios (Ethernet 10Base5, ThickNet)	10-100 Mbps	500m
Cable de par trenzado no blindado de categoría 5 (UTP) (Ethernet 10BaseT)	10 Mbps	100m
Cable de par trenzado no blindado de categoría 5 (UTP) (Ethernet 100Base-TX)(Fast Ethernet)	100 Mbps	100m
Fibra óptica multimodo (62,5/125um) Fibra óptica 100Base-FX	100 Mbps	2.000m
Fibra óptica monomodo (núcleo de 10um) Fibra óptica 1000Base-LX	1000 Mbps (1.000 Gbps)	3.000m
Otras tecnologías en proceso de investigación	2400 Mbps (2.400 Gbps)	40km = 40.000m
Inalámbrico	10 Mbps	100m

Tabla 2 Ancho de banda digital máximo posible, para algunos medios comunes de conexión de redes

1.4 El modelo de referencia OSI

El modelo de referencia OSI (Open system interconnection) es el modelo principal para las comunicaciones por red. Aunque existen otros modelos, en la actualidad la mayoría de los fabricantes de redes relacionan sus productos con el modelo de referencia OSI, especialmente cuando desean enseñar a los usuarios cómo utilizar sus productos. Los fabricantes consideran que es la mejor herramienta disponible para enseñar a enviar y recibir datos a través de una red.

El modelo de referencia OSI permite que los usuarios vean las funciones de red que se producen en cada capa. Más importante aún, el modelo de referencia OSI es un marco que se puede utilizar para comprender cómo viaja la información a través de una red. Además, puede usar el modelo de referencia OSI para visualizar cómo la información o los paquetes de datos viajan desde los programas de aplicación (por ej., hojas de cálculo, documentos, etc.), a través de un entorno de red (por ej., cables, etc.), hasta otro programa de aplicación ubicado en otro computador de la red, aún cuando el remitente y el receptor tengan distintos tipos de red.

En el modelo de referencia OSI, hay siete capas numeradas, cada una de las cuales ilustra una función de red particular. La división de la red en siete capas presenta las siguientes ventajas:

- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas y sencillas.
- Normaliza los componentes de red para permitir el desarrollo y el soporte de los productos de diferentes fabricantes.
- Permite a los distintos tipos de hardware y software de red comunicarse entre sí.
- Impide que los cambios en una capa puedan afectar las demás capas, de manera que se puedan desarrollar con más rapidez.
- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas para simplificar el aprendizaje.

Las siete capas del modelo de referencia OSI son:

Capa 7: La capa de aplicación

La capa de aplicación es la capa OSI más cercana al usuario. Proporciona servicios de red, como acceso e impresión de los ficheros para las aplicaciones del usuario. Difiere de otras capas en que no proporciona servicio a ninguna otra capa OSI, sino sólo a las aplicaciones externas al modelo OSI. Ejemplos de dichas aplicaciones son los programas de hoja de cálculo y los procesadores de texto. La capa de aplicación establece la disponibilidad de socios de comunicación deseados. También sincroniza y establece un acuerdo en los procedimientos para la recuperación de errores e integridad en el control de datos.

Capa 6: La capa de presentación

La capa de presentación asegura que la información que se envía a la capa de aplicación de un sistema se va a poder leer por la capa de aplicación de otro sistema. Si es necesario, La capa de presentación traduce múltiples formatos de datos empleando un formato común. Una de las tareas más importante de esta capa es el cifrado y el descifrado. Los estándares gráficos comunes de la capa 6 son PICT, TIFF y JPEG. Ejemplos de los estándares de esta capa que rigen la presentación del sonido y las películas son MIDI y MPEG.

Capa 5: La capa de sesión

Como su nombre indica, la capa de sesión establece, administra y finaliza las sesiones entre dos computadoras de comunicación. La capa de sesión proporciona sus servicios a la capa de presentación. También sincroniza el diálogo entre las capas de presentación de las dos *computadoras* y administra el intercambio de datos. Además de regular la sesión, la capa de sesión ofrece abastecimiento para una eficiente transferencia de datos, clase de servicio y, excepcionalmente, informa de problemas en las capas de sesión, presentación y aplicación.

Capa 4: La capa de transporte

La capa de transporte segmenta los datos del sistema de la *computadora* remitente y los reordena en un flujo de datos en el sistema de la *computadora* receptora. El límite entre la capa de transporte y la capa de sesión puede imaginarse como el límite entre los protocolos de aplicación y los de flujo de datos. Mientras que las capas de

aplicación, presentación y sesión se preocupan por los temas de la aplicación, las cuatro capas inferiores se preocupan por los temas del transporte de datos.

La capa de transporte intenta proporcionar un servicio de transporte de datos que proteja a las capas superiores de los detalles de la implementación del transporte. Específicamente, lograr un transporte fiable entre dos *computadoras* es el objetivo de la capa de transporte. Al proporcionar un servicio de comunicación, la capa de transporte establece, mantiene y finaliza adecuadamente los circuitos virtuales. Para suministrar un servicio fiable, se emplea la detección y recuperación de errores en el transporte y la información en el control del flujo.

Capa 3: La capa de red

La capa de red es una capa compleja que proporciona conectividad y una selección de ruta entre dos computadoras que pueden estar ubicadas en redes geográficamente separadas. Además, la capa de red se ocupa del direccionamiento lógico.

Capa 2: La capa de enlace de datos

La capa de enlace de datos proporciona un tránsito de datos fiable a través de un enlace físico. De este modo, la capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico (lo contrario a lógico), de la topología de la red, del acceso a la red, de la notificación de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo.

Capa 1: La capa física

La capa física define las especificaciones eléctricas, mecánicas, procedimentales y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas finales. Características como niveles de tensión, velocidad de los datos, distancias máximas de transmisión, conectores físicos y otros atributos similares, se definen mediante las especificaciones de la capa física.

Comunicaciones de igual a igual.

Para que los paquetes de datos viajen desde el origen hasta el destino, cada capa del modelo OSI del origen debe comunicarse con la misma capa del destino. Esta forma de comunicación se llama comunicación de igual a igual. Durante este proceso, los protocolos de cada capa intercambian información, llamada unidad de

datos del protocolo (PDU, *Protocol Data Unit*), entre las capas iguales. Cada capa de comunicación de la computadora de origen se comunica con una PDU específica de capa y con su capa igual de la computadora de destino.

1.5 Dispositivos de red

El equipamiento conectado directamente a un segmento de red se denomina dispositivo. Los dispositivos se dividen en dos clasificaciones.

- **Dispositivos de usuario final.** Incluyen computadoras, impresoras, escáneres y otros dispositivos que proporcionan servicios directamente al usuario.
- **Dispositivos de red.** Abarcan todos los dispositivos que conectan los dispositivos de usuario final para permitir que se comuniquen.

Los dispositivos de red proporcionan el transporte de los datos que deben ser transferidos entre dispositivos de usuario final. Los dispositivos de red extienden las conexiones por cable, concentran las conexiones, convierten los formatos de los datos y administran las transferencias de datos. Ejemplos de dispositivos que realizan estas funciones son los repetidores, los concentradores (*hubs*), los puentes, los conmutadores (*switches*) y los enrutadores (*routers*).

1.5.1 Repetidores

Los repetidores son dispositivos de red que existen en la capa 1, la capa física, del modelo de referencia OSI. Para comenzar a comprender cómo funciona un repetidor, es importante comprender primero, que un dato abandona el origen y se traslada por la red, transformándose en pulsos de luz (en el caso de la fibra óptica) o eléctricos (en el caso del cobre) que pasan por los medios de red. Esos pulsos se llaman señales. Cuando las señales abandonan una estación de transmisión, están limpias y son fácilmente reconocibles. Sin embargo, la longitud del cable deteriora y debilita las señales mientras pasan por los medios de red. El propósito de un repetidor es regenerar y reenviar las señales de red a nivel de bits para hacer posible que éstas viajen largas distancias por los medios.

El término repetidor originalmente se refería a un dispositivo de puerto "in"² único y a un dispositivo de puerto "out"³ único. Pero actualmente también existen los repetidores de puertos múltiples. Los repetidores se clasifican como dispositivos de capa 1 en el modelo OSI, porque actúan sólo a nivel de bits y no se consideran en ninguna otra información.

1.5.2 Concentradores (Hubs)

El propósito de un *hub* (o concentrador) es regenerar y reenviar señales de red. Las características de un *concentrador* son similares a las de un repetidor. Un *concentrador* es un punto de conexión común para los dispositivos de una red, como muestra la figura 2. Normalmente, los *concentradores* conectan segmentos de una LAN. Un *concentrador* contiene múltiples puertos. Cuando un paquete llega a un puerto, es copiado en los otros puertos para que todos los segmentos de la LAN puedan ver todos los paquetes.

Como los *concentradores* y los repetidores tienen características similares, a los *concentradores* también se les conoce como **repetidores multipuerto**. La diferencia está en el número de cables que se conectan al dispositivo. Mientras que un repetidor normalmente sólo tiene dos puertos, un *concentrador* generalmente tiene de cuatro a veinte puertos, o más, como muestra la figura 3. Un repetidor recibe en un puerto y repite en otro, pero un *concentrador* recibe en un puerto y transmite en el resto.

Las propiedades más importantes de los *concentradores* son las siguientes:

- Amplifican las señales.
- Propagan las señales a través de la red.
- No requieren filtrado.
- Se utilizan como puntos de concentración de la red.

Los *concentradores* crean un punto de conexión central para el medio cableado. También incrementan la capacidad de la red permitiendo que cualquier cable pueda fallar sin desestabilizar la red entera. Esto difiere de la topología en bus, donde si

² In: significa entrada

³ Out: significa salida

falla un solo cable, toda la red se ve afectada. Los *concentradores* se consideran dispositivos de la capa 1 porque sólo regeneran la señal y la repiten en todos los puntos.

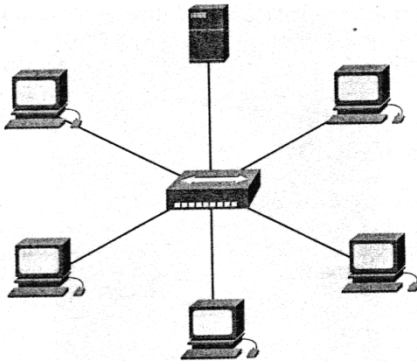


Figura 2.

Concentrador, como punto de conexión



Figura 3.

Los Concentradores tienen múltiples puertos

1.5.3 Tarjetas de interfaz de red

Las tarjetas de interfaz de red (NIC) están consideradas como dispositivos de la capa 2 porque cada una de ellas tiene un código único, denominado dirección de control de acceso al medio (MAC, *Media Access Control*). Dicha dirección controla la comunicación de datos para la computadora en la LAN. Las NIC controlan el acceso de la computadora al medio. La figura 4 muestra una NIC.

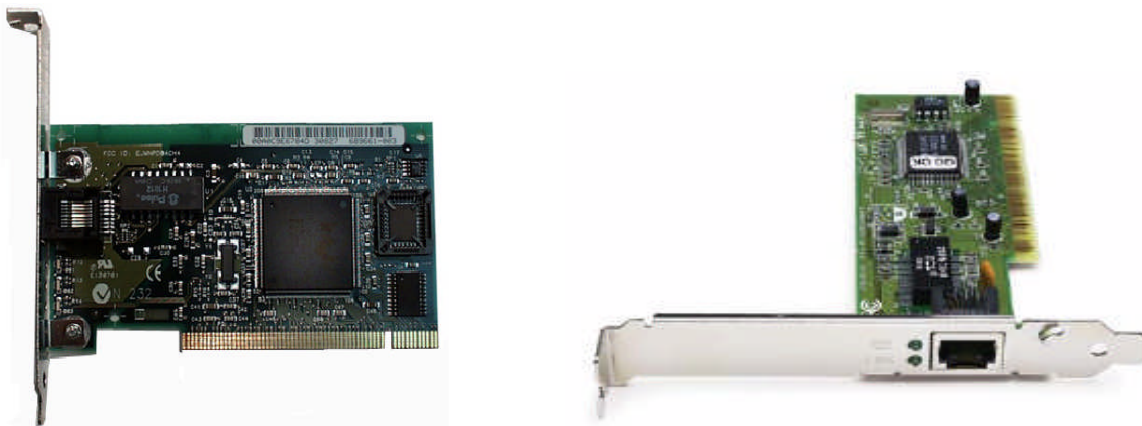


Figura 4. Tarjeta de red

1.5.4 Puentes (Bridges)

Un puente es un dispositivo de la capa 2 diseñado para crear dos o más segmentos LAN, cada uno de ellos con un dominio de colisión separado. Es decir, han sido diseñados para crear un ancho de banda más utilizable. El propósito de un puente es filtrar el tráfico de la LAN para mantener el tráfico local, permitiendo la conectividad con otras partes (segmentos) de la LAN para el tráfico que se dirige allí. Cada dispositivo de la red tiene una dirección MAC única en la NIC. El puente controla qué direcciones MAC tiene en cada lado del puente y toma sus decisiones basándose en la lista de direcciones MAC.

Los puentes filtran el tráfico de la red considerando sólo las direcciones MAC. Por tanto, pueden enviar rápidamente tráfico representando en cualquier protocolo de la capa de red. Como los puentes sólo toman en cuenta las direcciones MAC, no se ocupan de los protocolos de la capa de red.

Las propiedades más importantes de los puentes son las siguientes:

- Son más inteligentes que los *concentradores*, es decir, pueden analizar las tramas entrantes y enviarlas (o derivarlas) basándose en la información de direccionamiento.
- Recolectan y pasan paquetes entre dos o más segmentos de la LAN.
- Crean más dominios de colisión, permitiendo que más de un dispositivo pueda retransmitir simultáneamente sin provocar una colisión.
- Mantienen las tablas de direcciones MAC.

La figura 5 muestra cómo se simboliza un puente. La apariencia de los puentes varía mucho, dependiendo del tipo.



Figura 5. Puente.

Lo que define un puente es su filtrado de tramas de capa 2.

Para filtrar o distribuir selectivamente el tráfico de la red, los puentes construyen tablas con todas las direcciones MAC localizadas en un segmento de red y otras redes, y después las mapean a los puertos asociados.

El proceso es el siguiente:

Paso 1 Si los datos llegan por un medio de la red, un puente compara las direcciones MAC de destino transportadas por los datos con las direcciones MAC de sus tablas.

Paso 2 Si el puente determina que la dirección MAC de destino de los datos es del mismo segmento de red que el origen, no envía los datos a otros segmentos de la red. Este proceso se conoce como filtrado. Al llevar a cabo este proceso, los puentes pueden reducir significativamente la cantidad de tráfico entre los segmentos de red eliminando el tráfico innecesario.

Paso 3 Si el puente determina que la dirección MAC de destino de los datos no es la del segmento de red origen, envía los datos al segmento apropiado.

Paso 4 Si la dirección MAC de destino es desconocida para el puente, éste difunde los datos a todos los dispositivos de la red excepto aquel del que se reciben.

1.5.5 Conmutador (Switch)

Es un dispositivo de propósito especial diseñado, para resolver problemas de rendimiento en la red, debido a anchos de banda pequeños y embotellamientos (ver figura 6). El conmutador puede acelerar la salida de paquetes, reducir tiempo de espera y bajar el costo por puerto. Opera en la capa 2 del modelo OSI y reenvía los paquetes en base a la dirección MAC.

El conmutador segmenta económicamente la red, dentro de pequeños dominios de colisiones, obteniendo un alto porcentaje de ancho de banda para cada estación final.

Los conmutadores son dispositivos de la capa de enlace de datos que, al igual que los puentes, permiten interconectar múltiples segmentos LAN físicos en redes sencillas más grandes. De forma similar a los puentes, los *conmutadores* remiten e inundan el tráfico con base a las direcciones MAC. Como la conmutación se lleva a cabo en el hardware, es significativamente más rápido que la función de conmutación la realice un puente utilizando software.



Figura 6. Conmutador

1.5.6 Enrutador (Router)

Es un equipo de interconexión de redes que actúan a nivel de los protocolos de red (ver figura 7). Permite utilizar varios sistemas de interconexión mejorando el rendimiento de la transmisión entre redes. Su funcionamiento es más lento que los puentes pero su capacidad es mayor. Permiten, incluso, enlazar dos redes basadas en un protocolo, por medio de otra que utilice un protocolo diferente. Es una pasarela entre dos redes que asegura la comunicación a través de una red.

Los enrutadores toman decisiones lógicas, con respecto a la mejor ruta, para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirigen los paquetes hacia el segmento y el puerto de salida adecuados. Toman decisiones basándose en la densidad del tráfico y la velocidad de la conexión (ancho de banda o bandwidth).

Trabajar en la capa 3 permite al enrutador tomar decisiones basándose en las direcciones de red, en lugar de las direcciones MAC individuales de la capa 2. Los *enrutadores* son el dispositivo regulador de tráfico más importante en las redes grandes. Virtualmente, permiten que cualquier tipo de computadora se comuniquen con otra en cualquier parte del mundo.



Figura 7. Enrutador

1.6 Dispositivos de seguridad

Debido al incremento de las conexiones a Internet, así como a la proliferación de teletrabajadores y usuarios móviles accediendo a las redes empresariales desde sitios remotos, es de vital importancia el incremento de la seguridad en las redes. *Firewalls*⁴, servidores AAA y *concentradores* VPN son componentes o dispositivos relacionados con la seguridad de las redes.

1.6.1 Firewall

El término *firewall* se refiere a un programa *firewall* ejecutándose en un *enrutador* o a un servidor o un componente hardware independiente especial de una red. *Un firewall* protege los recursos de una red privada de los usuarios de otras redes.

Utilizar un firewall es como utilizar un oficial de tráfico para garantizar que sólo el tráfico válido puede entrar o salir de ciertas redes.

1.6.2 Servidores AAA

Un servidor AAA es un programa de servidor que manipula las solicitudes de usuario para acceder a una computadora y los recursos de la red. Un servidor AAA proporciona servicios de autenticación, autorización y contabilidad para una empresa. Estos servidores garantizan que sólo los usuarios autenticados pueden entrar en la red, que los usuarios sólo tienen acceso a los recursos que necesitan y que se registra todo lo que ellos hacen después de permitirles la entrada.

1.7 Dispositivos inalámbricos

Una LAN inalámbrica (WLAN, *Wireless LAN*) ofrece todas las características y ventajas de las tecnologías LAN tradicionales, como Ethernet, sin las limitaciones de los hilos o los cables. Entre los dispositivos de red inalámbricos comunes se incluyen las NIC inalámbricas, puntos de acceso inalámbricos y puentes inalámbricos.

⁴ Firewall: Enrutador o servidor de acceso diseñado como buffer entre cualquier red pública y red privada conectadas.

1.7.1 NIC inalámbricas

Todo cliente inalámbrico necesita una NIC inalámbrica o un adaptador cliente. Estos últimos están disponibles como tarjetas PCMCIA y PCI para proporcionar conectividad inalámbrica a estaciones de trabajo portátiles y de escritorio. Todos los adaptadores tienen antenas: las tarjetas PCMCIA las llevan integradas y las tarjetas PCI cuentan con una antena externa. Las antenas proporcionan el rango necesario para la transmisión y recepción de datos.

1.7.2 Puntos de acceso inalámbricos

El punto de acceso (AP, *Access Point*) o estación base es un transceptor⁵ LAN inalámbrico que puede actuar como un *concentrador* (punto central de una red inalámbrica independiente) o como un puente (punto de conexión entre redes inalámbricas y cableadas). Varios AP pueden suministrar funcionalidad incrementada, permitiendo que los usuarios inalámbricos naveguen libremente manteniendo una conectividad ininterrumpida con la red.

1.7.3 Puentes inalámbricos

Un puente inalámbrico proporciona una conectividad inalámbrica a alta velocidad (11 Mbps) y gran rango (más de 25 millas) entre redes Ethernet.

1.8 Clasificación de las redes

Es posible establecer una clasificación de las redes con base a su cobertura de servicio o en función de su tamaño, así como dependiendo de su localización geográfica. En este apartado se enfoca dicha clasificación tomando dos criterios; con base a su área geográfica y a su topología.

1.8.1 Según su área geográfica

1.8.1.1 Redes de área local (LAN)

Conocidas comúnmente por sus siglas en inglés LAN (Local Area Network); son redes de computadoras cuya extensión oscila entre 10 metros a 1 kilómetro, en vista

⁵ Transmisor y/o receptor

de su tamaño se emplean en oficinas, colegios y empresas pequeñas. Siendo sus velocidades de transmisión típicas las que van de 10 a 100 Mbps. Tienen baja latencia y baja tasa de errores.

Las LAN están constituidas por computadoras, tarjetas de interfaz de red, dispositivos periféricos, medios de red y dispositivos de red.

Las LAN permiten a las empresas que emplean tecnología de computación compartir local y eficazmente archivos e impresoras, y posibilitar las comunicaciones internas, como el correo electrónico. Unen entre sí datos, comunicaciones locales y equipos de computación. (Ver figura 8)

Las LAN están diseñadas para hacer lo siguiente:

- Operar dentro de una zona geográfica limitada.
- Permitir a muchos usuarios acceder a medios de gran ancho de banda.
- Proporcionar conectividad a tiempo completo a los servicios locales.
- Conectar físicamente dispositivos adyacentes.

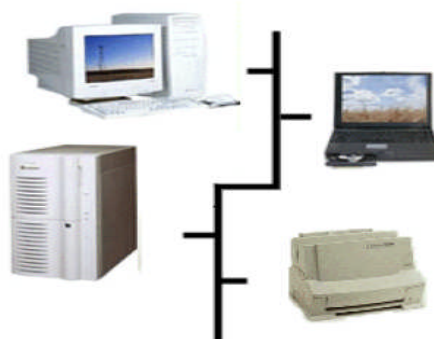


Figura 8 Red de área local (LAN)

1.8.1.2 Redes de área metropolitana (MAN)

Por sus siglas en inglés MAN (Metropolitan Area Network); son redes de computadoras de tamaño superior a una LAN, ya que suelen abarcar el tamaño de una ciudad. Son típicas en empresas y organizaciones que poseen distintas oficinas repartidas en una misma área metropolitana, por lo que, en su tamaño máximo, comprenden un área de 10 km².

Una MAN es una red que se extiende por un área metropolitana, como una ciudad o un área suburbana. Las MAN son redes que conectan LAN separadas por la distancia y que están ubicadas dentro de un área geográfica común. Por ejemplo, un banco con varias sucursales puede utilizar una MAN. (Ver figura 9)

Normalmente, un proveedor de servicios conecta dos o más sitios LAN utilizando líneas de comunicación privadas o servicios ópticos. Una MAN también puede crearse utilizando tecnología de puente inalámbrica por señales radiantes a través de áreas públicas. Los anchos de banda ópticos más grandes actualmente disponibles hacen de las MAN una opción más funcional y económicamente factible que en el pasado.

Las siguientes características diferencian a las MAN de las LAN y las WAN:

- Las MAN interconectan usuarios en un área o región geográfica más grande que la cubierta por una LAN, pero más pequeña que la cubierta por una WAN.
- Las WAN conectan redes en una ciudad formando una sola red grande (que entonces también puede ofrecer una conexión eficaz a una WAN).

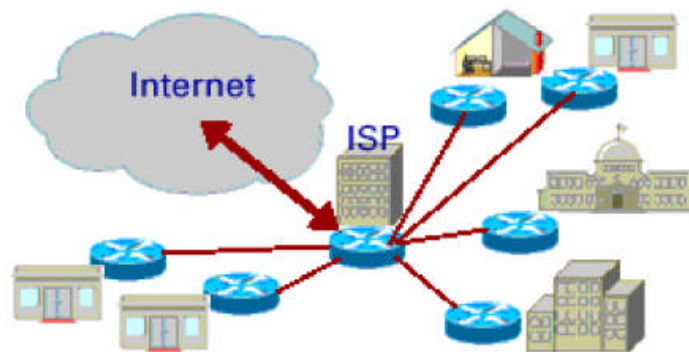


Figura 9. Red de área metropolitana (MAN)

1.8.1.3 Redes de área amplia (WAN)

Conocida como red WAN (Wide Area Network); las redes de área amplia conectan equipos distantes entre sí, su alcance global puede oscilar entre 100 y 1000 kilómetros. A diferencia de las redes LAN y MAN, este tipo de redes no tienen un administrador en particular, más bien son administradas por los mismos usuarios

quienes prestan sus recursos, por ejemplo dispositivos de interconexión como enrutadores, puentes, etc., para conectar redes privadas con el resto del mundo.

Las WAN interconectan LAN, que proporcionan acceso a las computadoras o servidores de archivos en otros lugares. Como las WAN conectan redes de usuario sobre un área geográfica grande, hace posible que las empresas puedan comunicarse a grandes distancias.

Mediante el uso de WAN es posible que computadoras, impresoras y otros dispositivos de una LAN se compartan con lugares distantes. Las WAN proporcionan comunicaciones instantáneas a través de grandes áreas geográficas. La posibilidad de enviar un mensaje instantáneo a alguien en cualquier lugar del mundo ofrece las mismas capacidades de comunicación que sólo eran posibles si las personas estaban en la misma oficina física. El software de colaboración ofrece acceso a los recursos y la información en tiempo real, permitiendo reuniones remotas en lugar de en persona. Las redes de área amplia también han creado una nueva clase de trabajadores denominada teletrabajadores; personas que no tienen que abandonar su casa para ir a trabajar.

Las WAN están diseñadas para hacer lo siguiente:

- Operar sobre grandes áreas geográficamente separadas.
- Permitir que los usuarios mantengan una comunicación en tiempo real con otros usuarios.
- Proporcionar recursos remotos a tiempo completo conectados a los servicios locales.
- Ofrecer servicios de correo electrónico, WWW, transferencia de archivos y comercio electrónico.

1.8.2 Según su topología

Al hablar de topología de red nos referimos a la forma en que se distribuyen los cables para conectarse con el servidor, la facilidad con que se tenderá el cable y el corte de todo el sistema de cableado. Esta topología es similar a un plano de la red dibujado en un papel, ya que se pueden tender cables a cada estación de trabajo y servidor de la misma.

Una topología de red define cómo están conectadas computadoras, impresoras, dispositivos de red y otros dispositivos. En otras palabras, una topología de red describe la disposición de los cables y los dispositivos, así como las rutas utilizadas para las transmisiones de datos. La topología influye enormemente en el funcionamiento de la red.

Las redes pueden tener una topología física y una topología lógica. La topología física se refiere a la disposición física de los dispositivos y los medios.

Las topologías físicas más comunes son las siguientes:

- Bus.
- Anillo.
- Estrella.
- Estrella extendida.
- Jerárquica.
- Malla.

1.8.2.1 Topología en bus

En esta topología de red el servidor y todas las estaciones están conectados a un cable general central que puede extenderse de cualquier forma por las paredes y techos de la instalación, todos los nodos comparten dicho cable y necesita acopladores en ambos extremos. Las señales y los datos van y vienen por el cable, asociados a una dirección destino; cada nodo verifica las direcciones de los paquetes que circulan por la red para ver si alguna coincide con la suya propia.

Esta topología usa una cantidad mínima de cable; el cual es muy fácil de instalar, ya que puede extenderse por un edificio en las mejores rutas posibles, de equipo en equipo. Sin embargo el cable central puede convertirse en un cuello de botella en entornos con un tráfico elevado, ya que todas las estaciones de trabajo lo comparten. Por lo tanto es difícil aislar los problemas de cableado en la red y determinar que estación o segmento de cable los origina, ya que todas las estaciones están en el mismo cable, una rotura de este, hará caer el sistema.

Con una topología en bus física, el segmento de cable principal debe finalizar con un terminador que absorba la señal cuando ésta alcanza el final de la línea o cable. Si

no hay un terminador, la señal eléctrica que representa los datos rebotará al otro extremo del cable, provocando errores en la red. (Ver figura 10)

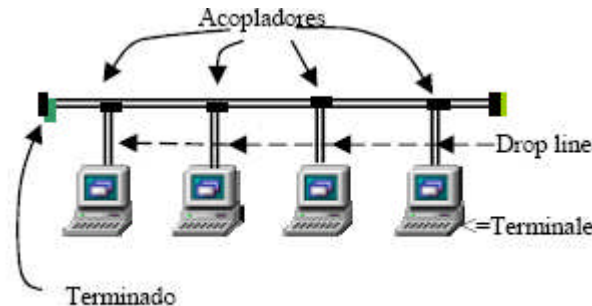


Figura 10 Topología en bus

1.8.2.2 Topología estrella

La topología en estrella es la topología física más frecuente en las LAN.

Una vez instalada, la topología en estrella se parece a los rayos de una rueda de bicicleta. La topología en estrella está constituida por un punto de conexión central que es un dispositivo (como un *concentrador*, un *conmutador* o un *enrutador*) donde se encuentran todos los segmentos de cable. Cada una de las computadoras de la red está conectada al dispositivo central con su propio cable. (Ver figura 11 y figura 12).

Aunque la implementación de una topología en estrella física es más costosa que la de la topología en bus física, sus ventajas contrarrestan ese coste adicional. Como cada computadora está conectada al dispositivo central con su propio cable, cuando este cable tiene un problema, sólo esa computadora se ve afectada; el resto de la red permanece operativa. Esta ventaja es extremadamente importante y debido a ella casi todas las nuevas LAN que se diseñan tienen una topología en estrella física.

Un punto de conexión central podría ser deseable para la seguridad o el acceso restringido, pero esto también es un importante inconveniente de la topología en estrella. Si falla el dispositivo central, la red entera se desconecta.

Cuando una red en estrella se expande para incluir un dispositivo de red adicional conectado al dispositivo de red principal, se conoce como topología en **estrella extendida** (ver figura 13).



Figura 11 Topología en estrella

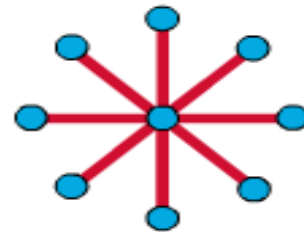


Figura 12 Topología en estrella

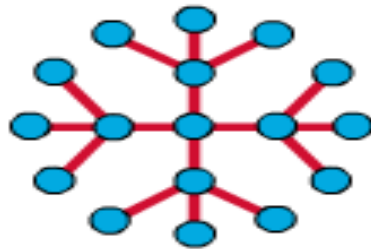


Figura 13 Topología en estrella extendida

1.8.2.3 Topología en anillo

A diferencia de la topología en bus física, la topología en anillo no tiene principio o fin que deba terminarse de forma acoplada. Los datos se transmiten en un sentido, al contrario que en la topología en bus lógica. Una trama viaja alrededor del anillo, parando en todos los nodos. Si un nodo quiere transmitir los datos, tiene permiso de añadir esos datos, así como la dirección de destino, a la trama.

Ésta continúa entonces viajando por el anillo hasta encontrar el nodo de destino, que extrae los datos de la trama. La ventaja de utilizar este tipo de método es que no hay colisiones de los paquetes de datos.

Hay dos tipos de anillos:

- Anillo simple.
- Anillo doble.

En un **anillo simple** (ver figura 14), todos los dispositivos de la red comparten un solo cable y los datos viajan en una única dirección. Cada dispositivo espera su turno para enviar datos por la red.

En esta topología existe un nodo principal que es el encargado de gestionar conflictos entre los diferentes nodos, para evitar la colisión de tramas de información. Sin embargo, cuando uno de los nodos de la red falla, afecta toda la red, y es necesario corregir la falla haciendo uso de un conector especial que se emplea para desconectar el nodo averiado y así permitir que la red siga funcionando adecuadamente.

El esquema de cableado que emplea este tipo de topología es mas económico que el de la topología estrella y además es fácilmente expandible ya que se pueden conectar más nodos a la red, siempre y cuando, se interrumpa la operabilidad de esta mientras se hace la instalación de nuevos nodos. Para ello debe tomarse en cuenta que se requiere de dos pasos; desconectar el nodo para removerlo y luego reinstalarlo en un nuevo lugar. Es así como este tipo de red puede extenderse a largas distancias con un costo de cableado similar al de la topología de bus.



Figura 14 Topología en anillo simple

En un **anillo doble**, dos anillos permiten que los datos se envíen en ambas direcciones, como muestra la figura 15. Esta configuración crea redundancia (tolerancia a fallos), lo que significa que si uno de los anillos falla, los datos pueden transmitirse por el otro. Además, si ambos anillos fallan, una "reiniciación" en el fallo puede devolver la topología a un anillo.

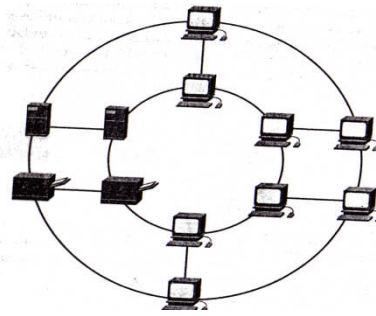


Figura 15 Topología en anillo doble

1.8.2.4 Topología en árbol

Esta topología es una variante de la topología estrella, ya que se emplea el dispositivo central de esta última para que en uno de sus puertos se conecte otro dispositivo de la misma índole. Permitiendo con esto que las redes crezcan o sean distribuidas de acuerdo al diseño de las instalaciones de un edificio o campus. Sin embargo no es posible hacer crecer este tipo de red de forma indefinida; ya que sólo pueden existir pocos puntos intermedios entre cualquier par de nodos en la red. (Ver figura 16).

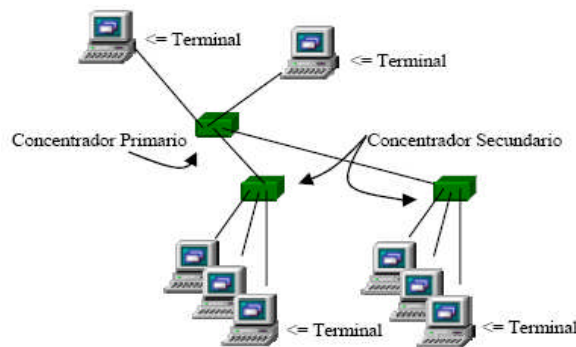


Figura 16. Topología en árbol

1.8.2.5 Topología en malla completa

La topología en malla completa conecta todos los dispositivos (nodos) con todos los demás para conseguir redundancia y tolerancia a fallos, como muestra la figura 17. El cableado en una topología en malla completa tiene diferentes ventajas e inconvenientes. La ventaja es que cada nodo está conectado físicamente con todos los demás, creándose una conexión redundante. Si falla cualquiera de los enlaces, la

información puede fluir por otros muchos enlaces para alcanzar su destino. El principal inconveniente es que para algo más que un pequeño número de nodos, la cantidad de medios para los enlaces y el número de conexiones en las líneas puede ser abrumador. La implementación de una topología en malla completa es costosa y compleja. Normalmente se implementa en WAN entre enrutadores.

La topología en malla se utiliza cuando no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones, por ejemplo, en los sistemas de control de una central nuclear. De modo que, como puede observar en el gráfico, cada computadora tiene sus propias conexiones con las demás computadoras.

Esto también se refleja en el diseño de la Internet, que tiene múltiples rutas hacia cualquier ubicación.



Figura 17 Topología en malla completa.

1.8.2.6 Topología en malla parcial

En una topología en malla parcial, al menos uno de los dispositivos mantiene múltiples conexiones con otros sin estar conectado por completo, como muestra la figura 18. Una topología en malla parcial todavía proporciona redundancia al contar con varias rutas alternativas. Si una ruta no se puede utilizar, los datos toman otra diferente, aunque sea más larga. La topología en malla parcial se utiliza en muchos *enlaces principales* de telecomunicaciones, así como en Internet.

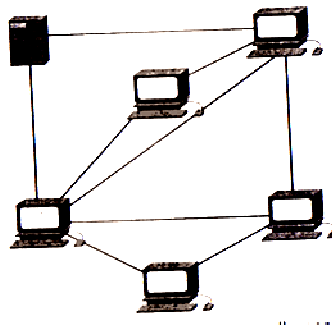


Figura 18. Topología en malla parcial.

1.9 Fundamentos sobre protocolos.

Protocolo de red o también **protocolo de comunicación** es el conjunto de reglas que especifican el intercambio de datos u órdenes durante la comunicación entre las entidades que forman parte de una red.

En informática y telecomunicaciones, un protocolo es una convención, o estándar, o acuerdo entre partes que regulan la conexión, la comunicación y la transferencia de datos entre dos sistemas. En su forma más simple, un protocolo se puede definir como las reglas que gobiernan la semántica (significado de lo que se comunica), la sintaxis (forma en que se expresa) y la sincronización (quién y cuándo transmite) de la comunicación.

Los protocolos pueden estar implementados bien en hardware (tarjetas de red), software (drivers), o una combinación de ambos.

Propiedades típicas

Al hablar de protocolos no se puede generalizar, debido a la gran amplitud de campos que cubren, tanto en propósito, como en especificidad. No obstante, la mayoría de los protocolos especifican una o más de las siguientes propiedades:

- Detección de la conexión física sobre la que se realiza la conexión (cableada o sin cables)
- Pasos necesarios para comenzar a comunicarse.
- Negociación de las características de la conexión.
- Cómo se inicia y cómo termina un mensaje.
- Formato de los mensajes.
- Qué hacer con los mensajes erróneos o corruptos (corrección de errores)
- Cómo detectar la pérdida inesperada de la conexión, y qué hacer en ese caso.
- Terminación de la sesión de conexión.
- Estrategias para asegurar la seguridad (autenticación, cifrado).

Estandarización

Los protocolos que son implementados en sistemas de comunicación que tienen un amplio impacto, suelen convertirse en estándares, debido a que la comunicación e intercambio de información es un factor fundamental en numerosos sistemas, y para asegurar tal comunicación se vuelve necesario copiar el diseño y funcionamiento a partir del ejemplo pre-existente. Esto ocurre tanto de manera informal como deliberada.

Existen consorcios empresariales, que tienen como propósito precisamente el de proponer recomendaciones de estándares que se deben respetar para asegurar la interoperabilidad de los productos.

Niveles de abstracción

En el campo de las redes informáticas, los protocolos se pueden dividir en varias categorías, una de las clasificaciones más estudiadas es la OSI.

Según la clasificación OSI, la comunicación de varios dispositivos se puede estudiar dividiéndola en 7 niveles, que son expuestos desde su nivel más alto hasta el más bajo:

Nivel	Nombre	Categoría
Capa 7	<u>Nivel de aplicación</u>	Aplicación
Capa 6	<u>Nivel de presentación</u>	
Capa 5	<u>Nivel de sesión</u>	
Capa 4	<u>Nivel de transporte</u>	
Capa 3	<u>Nivel de red</u>	Transporte

Capa 2	<u>Nivel de enlace de datos</u>	de datos
Capa 1	<u>Nivel físico</u>	

Tabla 3. Capas del modelo OSI

Los protocolos de cada capa tienen una interfaz bien definida. Una capa generalmente se comunica con la capa inmediata inferior, la inmediata superior, y la capa del mismo nivel en otras computadoras de la red. Esta división de los protocolos ofrece abstracción en la comunicación.

Una aplicación (capa nivel 7) por ejemplo, solo necesita conocer como comunicarse con la capa 6 que le sigue, y con otra aplicación en otra computadora (capa 7). No necesita conocer nada entre las capas de la 1 y la 5. Así, un navegador web (HTTP, capa 7) puede utilizar una conexión Ethernet o PPP (capa 2) para acceder a la Internet, sin que sea necesario cualquier tratamiento para los protocolos de este nivel más bajo. De la misma forma, un enrutador sólo necesita de las informaciones del nivel de red para enrutar paquetes, sin que importe si los datos en tránsito pertenecen a una imagen para un navegador web, un archivo transferido vía FTP o un mensaje de correo electrónico.

Ejemplos de protocolos

Capa 1: Nivel físico

- ✚ Cable coaxial, Cable de fibra óptica, Cable de par trenzado, Microondas, Radio.

Capa 2: Nivel de enlace de datos

- ✚ Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM, HDLC, PPP, Frame relay, IEEE 802.11, RDSI.

Capa 3: Nivel de red

✚ ARP, RARP, IP (IPv4, IPv6), X.25, ICMP, IGMP, NetBEUI, IPX, Appletalk.

Capa 4: Nivel de transporte

✚ TCP, UDP, SPX.

Capa 5: Nivel de sesión

✚ NetBIOS, RPC, SSL.

Capa 6: Nivel de presentación

✚ ASN.1.

Capa 7: Nivel de aplicación

✚ SNMP, SMTP, NNTP, FTP, SSH, HTTP, SMB/CIFS, NFS, Telnet, IRC, ICQ, POP3, IMAP.

En nuestro estudio nos limitaremos a los protocolos de la capa 2 por ser los que están mas cerca la capa física, es decir los mas cercanos a lo que corresponde al cableado, estos se presentan con mayor detalle a continuación:

1.9.1 Protocolo ATM

El **modo de transferencia asíncrona** o **Asynchronous Transfer Mode (ATM)** es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.

- **Breve historia de ATM**

La primera referencia del ATM tiene lugar en los años 60 cuando un norteamericano de origen oriental perteneciente a los laboratorios Bell describió y patentó un modo

de transferencia no síncrono. Sin embargo el ATM no se hizo popular hasta 1988 cuando se decidió que sería la tecnología de conmutación de las futuras redes de banda ancha.

Los representantes de EEUU y algún otro país proponían un tamaño de celdas grande de unos 128 bytes. Sin embargo para los representantes de los países europeos el tamaño ideal de las celdas era de 16 bytes, y señalaban que un tamaño de celda de 128 bytes provocaría retardos inaceptables de hasta 85 ms. Este retardo no permitiría la transmisión de voz con cierto nivel de calidad a la vez que obligaba a instalar canceladores de eco. Después de muchas discusiones y ante la falta de acuerdo se tomó una decisión salomónica: “Ni para unos ni para otros 48 bytes será el tamaño de la celda”. Para la cabecera se tomó un tamaño de 5 bytes. Un extraño número primo 53 (48+5) sería el tamaño definitivo, en octetos, de las células ATM. Un número que tuvo la virtud de no satisfacer a nadie, pero que suponía un compromiso de todos los grupos de interés y evitaba una ruptura de consecuencias imprevisibles.

Descripción del proceso ATM

Con esta tecnología, a fin de aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión, sean estos de cable o radioeléctricos, la información no es transmitida y conmutada a través de canales asignados en permanencia, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitud constante y que pueden ser enrutadas individualmente mediante el uso de los denominados *canales virtuales* y *trayectos virtuales*.

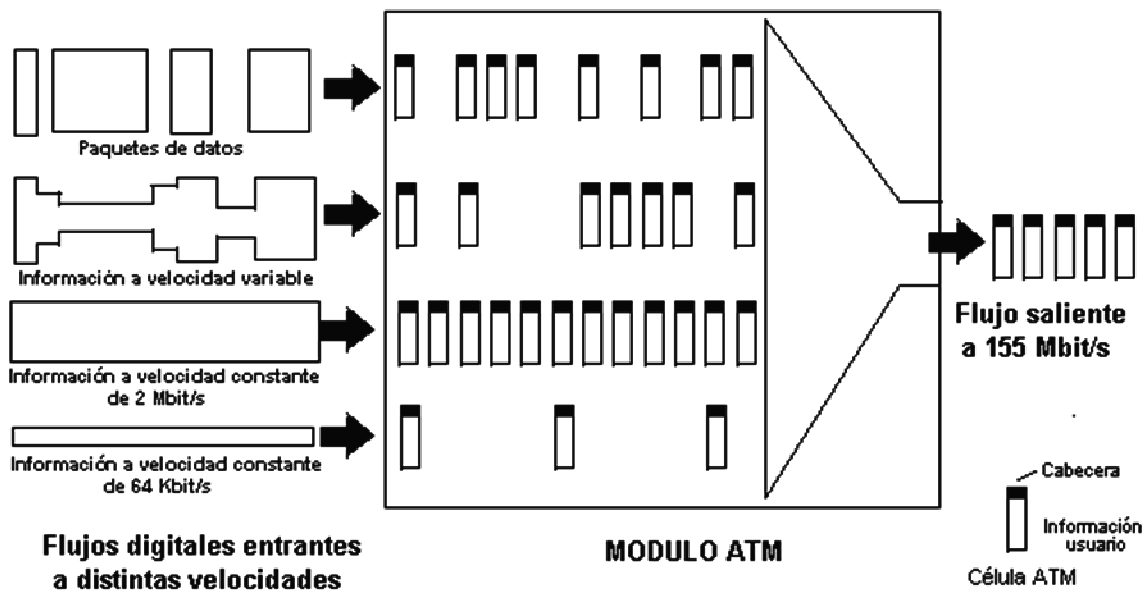


Figura 19. Diagrama simplificado del proceso ATM

En la figura 19 se ilustra la forma en que diferentes flujos de información, de características distintas en cuanto a velocidad y formato, son agrupados en el denominado módulo ATM para ser transportados mediante grandes enlaces de transmisión a velocidades de 155 o 622 Mbit/s.

En el terminal transmisor, la información es escrita byte a byte en el campo de información de usuario de la celda y a continuación se le añade la cabecera.

En el extremo distante, el receptor extrae la información, también byte a byte, de las celdas entrantes y de acuerdo con la información de cabecera, la envía donde ésta le indique, pudiendo ser un equipo terminal u otro módulo ATM para ser encaminada a otro destino. En caso de haber más de un camino entre los puntos de origen y destino, no todas las celdas enviadas durante el tiempo de conexión de un usuario serán necesariamente encaminadas por la misma ruta, ya que en ATM todas las conexiones funcionan sobre una base virtual.

Formato de las celdas ATM

Son estructuras de datos de 53 bytes compuestas por dos campos principales:

1. **Encabezado**, sus 5 bytes tienen tres funciones principales: identificación del canal, información para la detección de errores y si la célula es o no utilizada. Eventualmente puede contener también corrección de errores, número de secuencia.
2. **Payload**, tiene 48 bytes fundamentalmente con datos del usuario y protocolos AAL⁶ que también son considerados como datos del usuario.

Dos de los conceptos más significativos del ATM, canales virtuales y rutas virtuales, están materializados en dos identificadores en el encabezamiento de cada célula (VCI y VPI) ambos determinan el enrutamiento entre computadoras. El estándar define el protocolo orientado a conexión que las transmite y dos tipos de formato de celda:

- NNI (Interfaz red a red) El cual se refiere a la conexión de conmutadores ATM en redes privadas
- UNI (Interfaz usuario a red) este se refiere a la conexión de un conmutador ATM de una empresa pública o privada con un terminal ATM de un usuario normal, siendo este último el más utilizado.

Encaminamiento

ATM ofrece un servicio orientado a conexión, en el cual no hay un desorden en la llegada de las celdas al destino. Esto lo hace gracias a los caminos o rutas virtuales (VP) y los canales o circuitos virtuales (VC). En el caso de ATM, los caminos virtuales (VP), son los caminos que siguen las celdas entre dos enrutadores ATM pero este camino puede tener varios canales virtuales (VC).

⁶ AAL son protocolos que se utilizan para meter un tipo de señal determinada dentro de una red.

En el momento de establecer la comunicación con una calidad de servicio deseada y un destino, se busca el camino virtual que van a seguir todas las celdas. Este camino no cambia durante toda la comunicación, así que si se cae un nodo la comunicación se pierde. Durante la conexión se reservan los recursos necesarios para garantizarle durante toda la sesión la calidad del servicio al usuario.

Cuando una celda llega a un encaminador, éste le cambia el encabezado según la tabla que posee y lo envía al siguiente con un VPI y/o un VCI nuevo.

La ruta inicial de encaminamiento se obtiene, en la mayoría de los casos, a partir de tablas estáticas que residen en los conmutadores. También podemos encontrar tablas dinámicas que se configuran dependiendo del estado de la red al comienzo de la conexión; éste es uno de los puntos donde se ha dejado libertad para los fabricantes. Gran parte del esfuerzo que están haciendo las compañías está dedicando a esta área, puesto que puede ser el punto fundamental que les permita permanecer en el mercado en un futuro.

Perspectiva de la tecnología ATM

El modo de transferencia asíncrona fue la apuesta de la industria tradicional de las telecomunicaciones por las comunicaciones de banda ancha. Se planteó como herramienta para la construcción de redes de banda ancha (B-ISDN) basadas en conmutación de paquetes en vez de la tradicional conmutación de circuitos. El despliegue de la tecnología ATM no ha sido el esperado por sus promotores. Las velocidades para las que estaba pensada (hasta 622 Mbps) han sido rápidamente superadas; no está claro que ATM sea la opción más adecuada para las redes actuales y futuras, de velocidades del orden del gigabit. ATM se ha encontrado con la competencia de las tecnologías provenientes de la industria de la Informática, que con proyectos tales como la VoIP parece que ofrecen las mejores perspectivas de futuro.

1.9.2 Protocolo FDDI

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) es un conjunto de estándares ISO y ANSI para la transmisión de datos en redes de computadoras de área local (LAN) mediante cable de fibra óptica. Se basa en la arquitectura token ring y permite una comunicación tipo Full Duplex. Dado que puede abastecer a miles de usuarios, una LAN FDDI suele ser empleada como cableado vertical para una red de área amplia (WAN).

También existe una implementación de FDDI en cables de hilo de cobre conocida como CDDI.

Funcionamiento

Una red FDDI utiliza dos arquitecturas token ring, una de ellas como apoyo en caso de que la principal falle. En cada anillo, el tráfico de datos se produce en dirección opuesta a la del otro. Empleando uno solo de esos anillos la velocidad es de 100 Mbps y el alcance de 200 km, con los dos la velocidad sube a 200 Mbps pero el alcance baja a 100 km. La forma de operar de FDDI es muy similar a la de token ring, sin embargo, el mayor tamaño de sus anillos conduce a que su latencia sea superior y más de una trama puede estar circulando por un mismo anillo a la vez.

FDDI se diseñó con el objeto de conseguir un sistema de tiempo real con un alto grado de fiabilidad. Se consideró como un objetivo de diseño la transmisión virtualmente libre de errores. Es por esto, entre otras cosas, que se optó por la fibra óptica como medio para el FDDI. Además se especificó que la tasa de error total del anillo completo FDDI no debiera exceder un error cada 10^9 bits (es decir, un error por gigabit) con una tasa de pérdida de paquetes de datos que tampoco excediese 10^9 . En el caso que se produzca un fallo en una estación o que se rompa un cable, se evita automáticamente la zona del problema, sin la intervención del usuario, mediante lo que se conoce como “curva de retorno” (wrapback). Esto ocurre cuando el anillo FDDI detecta un fallo y direcciona el tráfico hacia el anillo secundario de modo que pueda reconfigurar la red. Todas las estaciones que se encuentran

operando correctamente se mantienen en línea e inalteradas. Tan pronto como se corrige el problema, se restaura el servicio en dicha zona.

Características

La red FDDI tiene un ciclo de reloj de 125 MHz que le permite al usuario obtener una velocidad máxima de transmisión de datos de 100 Mbps. Ahora bien, la tasa de bits que la red es capaz de soportar efectivamente puede superar el 95% de la velocidad de transmisión máxima. Con FDDI es posible transmitir una trama de red, o diversas tramas de tamaño variable de hasta 4500 bytes durante el mismo acceso.

Las especificaciones de FDDI permiten que existan un máximo de 500 estaciones FDDI (conexiones físicas) directamente sobre cada anillo paralelo. Las estaciones FDDI utilizan una dirección de 45 bytes, definida por la IEEE.

El cable de fibra multimodo con un diámetro exterior del núcleo de 62.5 micrones (um) y un diámetro exterior del revestimiento de 125 um (62.5/125) es el tipo de medio con el que empezó a operar la red FDDI. Esto se debe a que el estándar FDDI especifica las características de estación a estación y de cable de planta sobre la base del cable 62.5/125 para proporcionar un puerto de referencia común que permite verificar si existe conformidad.

Las empresas que producen y diseñan estos productos como AT&T, DEC, etc., recomiendan la fibra 62.5/125. También cabe la posibilidad de utilizar otros tipos de cables de fibra óptica incluidos 100/140, 82.5/128 y 50/125. Existe una cantidad importante de fibra oscura 50/125 que ya se encuentra instalada en numerosas zonas. Este tipo de fibra es muy común en Europa y el lejano Oriente, especialmente en Japón.

Especificaciones

FDDI especifica la capa física y la capa de enlace de datos del modelo OSI, pero no es una sola especificación, sino un conjunto de 4 especificaciones aisladas, cada una de ellas con una función específica. Juntas, estas especificaciones tienen la capacidad de proveer alta velocidad de conexión entre las capas superiores tales

como TCP/IP y un medio como el cableado de fibra óptica. Las cuatro especificaciones de FDDI son:

- La especificación MAC (Media Access Control) define cómo se accede al medio, incluyendo el formato de la trama, manejo del token, direccionamiento, algoritmos para el cálculo del valor de CRC (control de redundancia cíclica), y mecanismos de recuperación de errores.
- La especificación PHY (Physical Layer Protocol) define los procedimientos de codificación y decodificación de datos, requerimientos de temporización (clocking), y el entramado, entre otras funciones.
- La especificación PMD (Physical-Medium Dependent) define las características del medio de transmisión, incluyendo enlaces de fibra óptica, niveles de potencia, tasas de error de bit, componentes ópticos y conectores.
- La especificación SMT (Station Management) define la configuración de estaciones FDDI, configuración de anillo, características de control de anillo, incluyendo inserción y extracción, inicialización, aislamiento de errores, planificación y estadísticas de colección.

1.9.3 Protocolo HDLC

HDLC (High-Level Data Link Control) es un protocolo de comunicaciones de datos punto a punto entre dos elementos basado en el ISO 3309. Proporciona recuperación de errores en caso de pérdida de paquetes de datos, fallos de secuencia y otros. Este es un protocolo de propósito general, que opera a nivel de enlace de datos. Este ofrece una comunicación confiable entre el trasmisor y el receptor.

Es el protocolo más importante para el enlace de datos. No solo porque es el más utilizado, sino porque además es la base para otros protocolos importantes de esta capa, en los que se usan formatos similares e iguales procedimientos a los que se usan en HDLC.

Características básicas del HDLC

HDLC define tres tipos de estaciones, dos configuraciones del enlace y tres modos de operación para la transferencia de los datos.

Los tres tipos de estaciones son:

- **Estación primaria:** se caracteriza porque tiene la responsabilidad de controlar el funcionamiento del enlace. Las tramas generadas por la primaria se denominan órdenes.
- **Estación secundaria:** funciona bajo el control de la estación primaria. Las tramas generadas por la estación secundaria se denominan respuestas. La primaria establece un enlace lógico independiente para cada una de las secundarias presentes en la línea.
- **Estación combinada:** es una mezcla entre las características de las primarias y las secundarias. Una estación de este tipo puede generar tanto órdenes como respuestas.

Las dos posibles configuraciones del enlace son:

- **Configuración no balanceada:** está formada por una estación primaria y una o más secundarias. Permite transmisión full-duplex y semi-duplex.
- **Configuración balanceada:** consiste en dos estaciones combinadas. Permite igualmente transmisión full-duplex o semi-duplex.

Los tres modos de transferencia de datos son:

- **Modo de respuesta normal (NRM, Normal Response Mode):** se utiliza en la configuración no balanceada. La estación primaria puede iniciar la transferencia de datos a la secundaria, pero la secundaria solo puede transmitir datos usando respuestas a las órdenes emitidas por la primaria.
- **Modo balanceado asíncrono (ABM, Asynchronous Balanced Mode):** se utiliza en la configuración balanceada. En este modo cualquier estación

combinada podrá iniciar la transmisión sin necesidad de recibir permiso por parte de la otra estación combinada.

- **Modo de respuesta asíncrono (ARM, Asynchronous Response Mode):** se utiliza en la configuración no balanceada. La estación secundaria puede iniciar la transmisión sin tener permiso explícito por parte de la primaria. La estación primaria sigue teniendo la responsabilidad del funcionamiento de la línea, incluyendo la iniciación, la recuperación de errores, y la desconexión lógica.

El modo de respuesta normal suele usarse en líneas con múltiples conexiones y en enlaces punto a punto, mientras que el modo balanceado asíncrono es el más utilizado de los tres modos; debido a que en modo balanceado asíncrono no se necesitan hacer sondeos, la utilización de los enlaces punto a punto con full-duplex es más eficiente con este modo. El modo de respuesta asíncrono solo se usa en casos muy particulares.

Estructura

HDLC usa transmisión **síncrona**. Todos los intercambios se realizan a través de tramas, HDLC utiliza un formato único de tramas que es válido para todos los posibles intercambios: datos e información de control.

En la tabla 4 se muestra la estructura de una trama HDLC. Al campo de delimitación, de dirección y de control, que preceden al campo de información se denominan cabecera. La FCS⁷ junto con el otro campo de delimitación final que está a continuación del campo de datos de denomina *cola*.

Los campos de delimitación están localizados en los dos extremos de la trama, y ambos corresponden a la siguiente combinación de bits 01111110. Se puede usar un único delimitador como final y comienzo de la siguiente trama simultáneamente. A ambos lados de la interfaz entre el usuario y la red, los receptores estarán continuamente intentando detectar esta secuencia para sincronizarse con el comienzo de la trama.

⁷ Secuencia de comprobación de trama

Cuando se recibe una trama, la estación seguirá intentando detectar esa misma secuencia para determinar así el final de la trama. Como se usa la secuencia 01111110 en la delimitación de las tramas, es necesario el uso del procedimiento denominado inserción de bits. Por el cual, el emisor cuando deba enviar una cadena que contenga una secuencia de cinco bits en 1 insertará inmediatamente después del quinto 1 un 0. El receptor, tras la detección del delimitador de comienzo, monitorizará la cadena de bits recibida, de tal manera que cuando aparezca una combinación de cinco 1 seguidos, el sexto bit se examinará. Si dicho bit es 0, se eliminará sin más. Si el sexto bit es un 1 y el séptimo es un 0, la combinación se considera como un delimitador. Si los bits sexto y séptimo son ambos igual a 1 se interpreta como una indicación de cierre generada por el emisor.

Flag	Dirección	Control	Información	FCS	Flag (comienzo de la trama siguiente)
8 bits	8 bits	8 or 16 bits	Longitud variable, 0 o más bits, múltiplos de 8	16 bits	8 bits

Tabla 4. Estructura de una trama HDLC

Cada dato que se envía, es encapsulado en una trama HDLC, esto añadiéndole un encabezado y una cola. El encabezado contiene una dirección HDLC y un campo de control HDLC. La cola contiene un campo de CRC (cyclic redundancy check).

Cada trama es separada por un delimitador o bandera con valor hexadecimal 7E. Este flag o bandera se puede utilizar para identificar el inicio de la siguiente trama.

Existen tres tipos de trama (DL_PDU): trama de información que transportan los datos del usuario, de supervisión y de gestión (o no numeradas). El orden de inyección de las tramas en el medio de transmisión es LSB (primero el bit menos significativo).

Las tramas de supervisión se utilizan para el reconocimiento de tramas, control de flujo y control de errores (siempre que no sea posible hacerlo mediante las tramas de información).

Existen cuatro subtramas:

Reconocimiento Positivo: RR N Reconoce las tramas hasta la N-1 e indica que la próxima trama que espera recibir es la N.

Si tiene el bit P (poll/sondeo) activado indica que la estación primaria está sondeando a la estación secundaria.

Si tiene el bit F activado y es después de una selección, indica que el secundario está listo para recibir datos del primario. Si no es después de una selección, la estación secundaria indica a la primaria que no tiene más tramas que transmitir. Normalmente la estación secundaria envía tramas de información hasta que se le acaban los datos y entonces envía una trama RR con F activado para indicar finalización.

Reconocimiento Positivo: No Listo Para Recibir: RNR N Reconoce las tramas hasta la N-1 e indica que ahora mismo no puede recibir más tramas.

Si tiene el bit P activado sirve para seleccionar la estación secundaria que recibirá los datos, indicando que la estación primaria no va a recibir datos.

Si tiene el bit F activado sirve para que la estación secundaria indique a la estación primaria que no está listo para recibir datos.

Rechazo: REJ N Reconoce las tramas hasta la N-1 e indica que a partir de la trama N hay que retransmitir.

Selective Reject: Rechazo Selectivo: SREJ N Indica que la trama N no llegó correctamente y debe ser retransmitida.

Campo de Dirección

El campo de dirección identifica a la estación secundaria que ha transmitido o que va a recibir la trama. Este campo no se usa en enlaces punto a punto. El mismo tiene normalmente 8 bits, puede usarse también un formato ampliado en el que la dirección tendrá un múltiplo de 7 bits. El bit menos significativo de cada octeto será respectivamente 1 o 0, si es o no el último octeto del campo de dirección. Los 7 bits restantes de cada octeto formarán la dirección propiamente dicha.

Campo de control

En HDLC se definen tres tipos de tramas, cada una con formato diferente para el campo de control. Las tramas de información (tramas-I) transportan los datos generados por el usuario. Las tramas de supervisión (tramas-S) proporcionan el mecanismo ARQ cuando la incorporación de las confirmaciones en las tramas-I no es factible. Las tramas no numeradas (Tramas- N) proporcionan funciones complementarias para controlar el enlace.

Campo de información

El campo de información solo está presente en las tramas- I y en algunas tramas N. Este campo puede contener cualquier secuencia de bits, con la única restricción que el número de bits sea igual a un múltiplo entero de 8. La longitud de este campo es variable y siempre será menor que un valor máximo predefinido.

Campo para la secuencia de comprobación de la trama

La secuencia de comprobación de la trama (FCS, Frame Check Sequence) es un código para la detección de errores calculado a partir de los bits de la trama excluyendo los delimitadores.

1.9.4 Protocolo PPP

Point-to-point Protocol, es decir, *Protocolo punto a punto*, es un protocolo de nivel de enlace estandarizado. Por tanto, se trata de un protocolo asociado a la pila TCP/IP de uso en Internet. Más conocido por su acrónimo: **PPP**.

Descripción

El protocolo PPP permite establecer una comunicación a nivel de enlace entre dos computadoras. Generalmente, se utiliza para establecer la conexión a Internet de un particular con su proveedor de acceso a través de un modem telefónico. Ocasionalmente también es utilizado sobre conexiones de banda ancha.

Además del simple transporte de datos, PPP facilita dos funciones importantes:

- **Autenticación.** Generalmente mediante una clave de acceso.

- **Asignación dinámica de IP.** Los proveedores de acceso cuentan con un número limitado de direcciones IP y cuentan con más clientes que direcciones. Naturalmente, no todos los clientes se conectan al mismo tiempo. Así, es posible asignar una dirección IP a cada cliente en el momento en que se conectan al proveedor. La dirección IP se conserva hasta que termina la conexión por PPP. Posteriormente, puede ser asignada a otro cliente.

PPP también tiene otros usos, por ejemplo se ha venido utilizando para conectar a trabajadores desplazados de sus oficinas a través de un centro de acceso remoto de su empresa. Aunque esta aplicación se está abandonando en favor de las redes privadas virtuales, más seguras.

Trama PPP

Una trama PPP esta basada en HDLC. Tiene un mínimo de 6 bytes y un máximo indeterminado. La trama HDLC con PPP es:

Bandera	Dirección	Control	Protocolo	Datos	FCS	Bandera
0x7e	0xFF	0x03	2 bytes	Longitud variable. Puede llevar relleno.	2 o 4 bytes	0x7e

Tabla 5. Trama punto a punto

Nota: 0x7e son 8 bits en notación hexadecimal.

La dirección siempre es 0xFF que es la dirección de difusión estandar de todos los destinos. En PPP no hay direcciones individuales de cada estación dado que sólo hay dos. El campo control vale 0x03, que corresponde con tramas de usuario no numeradas en HDLC.

El campo FCS (Frame Check Sequence) es una secuencia de comprobación de trama. Se utiliza para detectar errores en la transmisión de la trama. El transmisor calcula el CRC⁸ del contenido de la trama y lo coloca en el campo FCS. El receptor calcula el CRC de la trama que recibe y lo compara con el valor que hay en el FCS.

⁸ CRC: Comprobación de redundancia cíclica

Si los valores son distintos, hay bits erróneos en la trama, por lo que se descarta. Si el campo FCS es de 2 bytes se usa un CRC de 16 bits. Si el campo FCS es de 4 bytes, se usa un CRC de 32 bits.

PPP consta de las siguientes fases:

1. **Establecimiento de conexión.** Durante esta fase, una computadora contacta con la otra y negocian los parámetros relativos al enlace usando el protocolo LCP. Este protocolo es una parte fundamental de PPP. Usando LCP se negocia el método de autenticación a utilizar, el tamaño de los datagramas, números mágicos para usar durante la autenticación.
2. **Autenticación.** No es obligatorio. Existen dos protocolos de autenticación. El más básico e inseguro es PAP, aunque no se recomienda dado que manda el nombre de usuario y la contraseña en claro. Un método más avanzado y preferido por muchos es CHAP, en el cual la contraseña se manda cifrada.
3. **Configuración de red.** En esta fase se negocian parámetros dependientes del protocolo de red que se esté usando. PPP puede llevar muchos protocolos de red al mismo tiempo y es necesario configurar individualmente cada uno de estos protocolos. Para configurar un protocolo de red se usa el protocolo NCP correspondiente. Por ejemplo, si la red es IP, se usa el protocolo IPCP para asignar la dirección IP del cliente y sus servidores DNS.
4. **Transmisión.** Durante esta fase se manda y recibe la información de red. LCP se encarga de comprobar que la línea está activa durante periodos de inactividad. Obsérvese que PPP no proporciona cifrado de datos.
5. **Terminación.** La conexión puede ser finalizada en cualquier momento y por cualquier motivo.

PPP tiene todas las propiedades de un protocolo de nivel de enlace:

- Garantía de recepción.
- Recepción ordenada.

Para ello utiliza la técnica de ventana deslizante.

1.9.5 Protocolo token ring

Arquitectura de red desarrollada por IBM en los años 70's con topología lógica en anillo y técnica de acceso de paso de testigo. Token ring se recoge en el estándar IEEE 802.5. En desuso por la popularización de Ethernet; no obstante, determinados escenarios, tales como bancos, siguen empleándolo.

El Token es una trama que circula por el anillo en su único sentido de circulación. Cuando una estación desea transmitir y el Token pasa por ella, lo toma. Éste sólo puede permanecer en su poder un tiempo determinado (10 ms). Tienen una longitud de 3 bytes y consiste en un delimitador de inicio, un byte de control de acceso y un delimitador de fin.

Método de acceso al medio

El acceso al medio es determinista por el paso de testigo o *token passing*, como en Token_Bus o FDDI, a diferencia de otras redes de acceso no determinístico (como Ethernet). Un *token* (testigo) es pasado de computadora en computadora, y cuando una de ellas desea transmitir datos, debe esperar la llegada del *token* vacío, el cual tomará e introducirá los datos a transmitir, y enviará el *token* con los datos al destino. Una vez que la computadora destino recibe el *token* con los datos, lo envía de regreso a la computadora que lo envió con los datos, con el mensaje de que los datos fueron recibidos correctamente, y se libera de computadora en computadora hasta que otra máquina desee transmitir, y así se repetirá el proceso.

El *token* pasa de máquina en máquina en un mismo sentido, esto quiere decir que si una computadora desea emitir datos a otro cliente que está detrás, el testigo deberá dar toda la vuelta hasta llegar al destino.

Características principales

- Utiliza una topología lógica en anillo, aunque por medio de una unidad de acceso de estación múltiple (MSAU), la red puede verse como si fuera una estrella.
- Utiliza cable especial apantallado, aunque el cableado también puede ser par trenzado.
- La longitud total de la red no puede superar los 366 metros.
- Estas redes alcanzan una velocidad máxima de transmisión que oscila entre los 4 y los 16 Mbps. *Posteriormente el High Speed Token Ring (HSTR) elevó la velocidad a 100 Mbps.

1.9.6 Protocolo Ethernet

Ethernet es el nombre de una tecnología de redes de computadoras de área local basada en tramas de datos. El nombre viene del concepto físico de *ether*. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama del nivel de enlace de datos del modelo OSI. Ethernet se refiere a las redes de área local y dispositivos bajo el estándar IEEE 802.3 que define el protocolo CSMA/CD, aunque actualmente se llama Ethernet a todas las redes cableadas que usen el formato de trama descrito más abajo, aunque no tenga CSMA/CD como método de acceso al medio.

Ethernet es popular porque permite un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación. Estos puntos fuertes, combinados con la amplia aceptación en el mercado y la habilidad de soportar virtualmente todos los protocolos de red populares, hacen a Ethernet la tecnología ideal para la red de la mayoría de usuarios de la informática actual.

Formato de la trama de Ethernet

Trama de Ethernet						
Preámbulo	SOF	Destino	Origen	Tipo	Datos	FCS
7 bytes	1 byte	6 bytes	6bytes	2 bytes	46 a 1500 bytes	4 bytes

Tabla 6. Formato de la trama de Ethernet

Preámbulo

Un campo de 7 bytes (56 bits) con una secuencia de bits usada para sincronizar y estabilizar el medio físico antes de iniciar la transmisión de datos. El patrón del preámbulo es:

10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010

Estos bits se transmiten en orden, de izquierda a derecha.

SOF (Start Of Frame) Inicio de Trama

Campo de 1 byte (8 bits) con un patrón de 1s y 0s alternados y que termina con dos 1s consecutivos. El patrón del SOF es: 10101011. Indica que el siguiente bit será el bit más significativo del campo de dirección MAC de destino.

Aunque se detecte una colisión durante la emisión del preámbulo o del SOF, el emisor debe continuar enviando todos los bits de ambos hasta el fin del SOF.

Dirección de destino

Campo de 6 bytes (48 bits) que especifica la dirección MAC de tipo EUI-48 hacia la que se envía la trama. Esta dirección de destino puede ser de una estación, de un grupo *multicast* o la dirección de *broadcast* de la red. Cada estación examina este campo para determinar si debe aceptar el paquete.

Dirección de origen

Campo de 6 bytes (48 bits) que especifica la dirección MAC de tipo EUI-48 desde la que se envía la trama. La estación que deba aceptar el paquete conoce por este campo la dirección de la estación origen con la cual intercambiará datos.

Tipo

Campo de 2 bytes (16 bits) que identifica el protocolo de red de alto nivel asociado con el paquete o, en su defecto, la longitud del campo de datos. La capa de enlace de datos interpreta este campo.

Datos

Campo de 46 a 1500 Bytes de longitud. Cada Byte contiene una secuencia arbitraria de valores. El campo de datos es la información recibida del nivel de red (la carga útil). Este campo, también incluye los H3 y H4 (cabeceras de los niveles 3 y 4), provenientes de niveles superiores.

FCS (Frame Check Sequence - Secuencia de Verificación de Trama)

Campo de 32 bits (4 bytes) que contiene un valor de verificación CRC (Control de Redundancia Cíclica). El emisor calcula este CRC usando todo el contenido de la trama y el receptor lo recalcula y lo compara con el recibido a fin de verificar la integridad de la trama.

Métodos para calcular el número de secuencia de verificación de trama

- Verificación por redundancia cíclica.
- Paridad bidimensional: Coloca a cada uno de los bytes en un arreglo bidimensional y realiza chequeos verticales y horizontales de redundancia sobre el mismo creando así un byte extra con un número par o impar de 1s binarios.
- Checksum (suma de verificación) de Internet: Agrega los valores de todos los bits de datos para obtener una suma.

Tecnología y velocidad de Ethernet

Hace ya mucho tiempo que Ethernet consiguió situarse como el principal protocolo del nivel de enlace. Ethernet 10Base2 consiguió, ya en la década de los 90s, una gran aceptación en el sector. Hoy por hoy, 10Base2 se considera como una "tecnología de legado" respecto a 100BaseT. Hoy los fabricantes ya desarrollaron adaptadores capaces de trabajar tanto con la tecnología 10baseT como la 100BaseT y esto ayuda a una mejor adaptación y transición.

Las tecnologías Ethernet que existen se diferencian en estos conceptos:

- Velocidad de transmisión
 - Velocidad a la que transmite la tecnología.
- Tipo de cable
 - Tecnología del nivel físico que usa la tecnología.
- Longitud máxima
 - Distancia máxima que puede haber entre dos nodos adyacentes (sin estaciones repetidoras).
- Tipología
 - Determina la forma de actuar de los puntos de enlace centrales. Éstos pueden ser conectores T (hoy sólo usados con las tecnologías más antiguas), concentradores (con la tipología de estrella de difusión) o conmutadores (con la tipología de estrella conmutada).

Hardware comúnmente usado en una red Ethernet

Los elementos de una red Ethernet son: los nodos de red y el medio de interconexión. Los nodos de red pueden clasificarse en dos grandes grupos: Equipo Terminal de Datos (DTE) y Equipo de Comunicación de Datos (DCE). Los DTE son dispositivos de red que generan o que son el destino de los datos: como las PCs, las estaciones de trabajo, los servidores de archivos, los servidores de impresión; todos son parte del grupo de las estaciones finales. Los **DCE** son los dispositivos de red intermediarios que reciben y retransmiten las tramas dentro de la red; pueden ser: enrutadores, conmutadores (switch), concentradores (hub), repetidores o interfaces de comunicación, ej.: un módem o una tarjeta de interface.

Presente y futuro de Ethernet

Ethernet se planteó en un principio como un protocolo destinado a cubrir las necesidades de las redes LAN. A partir de 2001 Ethernet alcanzó los 10 Gbps lo que dio mucha más popularidad a la tecnología. Dentro del sector se planteaba a ATM como la total encargada de los niveles superiores de la red, pero el estándar 802.3

(Ethernet Gigabit 10) se ha situado en una buena posición para extenderse al nivel WAN

1.9.7 Protocolo frame relay

Frame Relay o (*Frame-mode Bearer Service*) es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas. Consiste en una forma simplificada de tecnología de conmutación de paquetes que transmite una variedad de tamaños de tramas o marcos ("*frames*") para datos, perfecto para la transmisión de grandes cantidades de datos.

La técnica frame relay se utiliza para un servicio de transmisión de voz y datos a alta velocidad que permite la interconexión de redes de área local separadas geográficamente a un costo menor.

Ofrece mayores velocidades y rendimiento, a la vez que provee la eficiencia de ancho de banda que viene como resultado de los múltiples circuitos virtuales que comparten un puerto de una sola línea. Los servicios de frame relay son confiables y de alto rendimiento. Son un método económico de enviar datos, convirtiéndolo en una alternativa a las líneas dedicadas. El frame relay es ideal para usuarios que necesitan una conexión de mediana o alta velocidad para mantener un tráfico de datos entre localidades múltiples y distantes.

Frame relay proporciona conexiones entre usuarios a través de una red pública, del mismo modo que lo haría una red privada punto a punto, esto quiere decir que es orientado a la conexión.

Las conexiones pueden ser del tipo permanente, o conmutadas. Por ahora solo se utiliza la permanente. De hecho, su gran ventaja es la de reemplazar las líneas privadas por un sólo enlace a la red.

El uso de conexiones implica que los nodos de la red son conmutadores, y las tramas deben llegar ordenadas al destinatario, ya que todas siguen el mismo camino a través de la red, puede manejar tanto tráfico de datos como de voz.

Al contratar un servicio frame relay, contratamos un ancho de banda determinado en un tiempo determinado. A este ancho de banda se le conoce como CIR (*Committed Information Rate*). Esta velocidad, surge de la división de Bc (*Committed Burst*), entre Tc (el intervalo de tiempo). No obstante, una de las características de frame relay es su capacidad para adaptarse a las necesidades de las aplicaciones, pudiendo usar una mayor velocidad de la contratada en momentos puntuales, adaptándose muy bien al tráfico en ráfagas, pero en media en el intervalo Tc no deberá superarse la cantidad estipulada Bc.

Para realizar control de congestión de la red, frame relay activa unos bits, que se llaman FECN (*forward explicit congestion notification*), BECN (*backward explicit congestion notification*) y DE (*Discard Eligibility*). Para ello utiliza el protocolo LAPF, un protocolo de nivel de enlace que mejora al protocolo LAPD.

FECN se activa, o lo que es lo mismo, se pone en 1, cuando hay congestión en el mismo sentido que va la trama. BECN se activa cuando hay congestión en el sentido opuesto a la transmisión. DE igual a 1 indica que la trama será descartable en cuanto haya congestión. Se utiliza el llamado algoritmo del cubo agujereado, de forma que se simulan 2 cubos con un agujero en el fondo: Por el primero de ellos pasan las tramas con un tráfico inferior a CIR, el que supera este límite pasa al segundo cubo, por el que pasará el tráfico inferior a CIR+EIR (y que tendrán DE=1). El que supera este segundo cubo es descartado. En cada nodo hay un gestor de tramas, que decide, en caso de congestión, a quien notificar, si es leve avisa a las estaciones que generan más tráfico, si es severa le avisa a todos. Siguiendo el algoritmo anterior, podríamos descartar en el peor de los casos el tráfico que pasa a través del segundo cubo. Este funcionamiento garantiza que se cumplen las características de la gestión de tráfico.

Por otro lado, no lleva a cabo ningún tipo de control de errores o flujo, ya que delega ese tipo de responsabilidades en capas superiores, obteniendo como resultado una notable reducción del tráfico en la red, aumentando significativamente su rendimiento. Esta delegación de responsabilidades también conlleva otra

consecuencia, y es la reducción del tamaño de su cabecera, necesitando de menor tiempo de proceso en los nodos de la red y consiguiendo de nuevo una mayor eficiencia. Esta delegación de control de errores en capas superiores es debido a que frame relay trabaja bajo redes digitales en las cuales la probabilidad de error es muy baja.

Aplicaciones y beneficios:

- Reducción de complejidad en la red. Conexiones virtuales múltiples son capaces de compartir la misma línea de acceso.
- Equipo a costo reducido. Se reduce las necesidades del “hardware” y el procesamiento simplificado ofrece un mayor rendimiento por su dinero.
- Mejoramiento del desempeño y del tiempo de respuesta. Conectividad directa entre localidades con pocos atrasos en la red. Mayor disponibilidad en la red. Las conexiones a la red pueden redirigirse automáticamente a diversos cursos cuando ocurre un error.
- Se pueden utilizar procedimientos de Calidad de Servicio (QoS) basados en el funcionamiento frame relay.
- Tarifa fija. Los precios no son sensitivos a la distancia, lo que significa que los clientes no son penalizados por conexiones a largas distancias.
- Mayor flexibilidad. Las conexiones son definidas por los programas. Los cambios hechos a la red son más rápidos y a menor costo si se comparan con otros servicios.

1.9.8 Protocolo IEEE 802.11

El protocolo **IEEE 802.11** o **WI-FI** es un estándar de protocolo de comunicaciones del IEEE que define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. En general, los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local.

La familia 802.11 actualmente incluye seis técnicas de transmisión por modulación que utilizan todos los mismos protocolos.

El estándar original de este protocolo data de 1997, era el **IEEE 802.11**, tenía velocidades de 1 hasta 2 Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2,4 GHz. En la actualidad no se fabrican productos sobre este estándar. El término IEEE 802.11 se utiliza también para referirse a este protocolo al que ahora se conoce como "802.11legacy." La siguiente modificación apareció en 1999 y es designada como **IEEE 802.11b**, esta especificación tenía velocidades de 5 hasta 11 Mbps, también trabajaba en la frecuencia de 2,4 GHz. También se realizó una especificación sobre una frecuencia de 5 GHz que alcanzaba los 54 Mbps, era la **802.11a** y resultaba incompatible con los productos de la b y por motivos técnicos casi no se desarrollaron productos. Posteriormente se incorporó un estándar a esa velocidad y compatible con el b que recibiría el nombre de **802.11g**. En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación **b** y de la **g** . El siguiente paso se dará con la norma **802.11n** que sube el límite teórico hasta los 600 Mbps. Actualmente ya existen varios productos que cumplen un primer borrador del estándar N con un máximo de 300 Mbps (80-100 estables). La seguridad forma parte del protocolo desde el principio y fue mejorada en la revisión 802.11i. Otros estándares de esta familia (c-f, h-j, n) son mejoras de servicio y extensiones o correcciones a especificaciones anteriores. El primer estándar de esta familia que tuvo una amplia aceptación fue el 802.11b. En 2005, la mayoría de los productos que se comercializan siguen el estándar 802.11g con compatibilidad hacia el 802.11b.

Los estándares 802.11b y 802.11g utilizan bandas de 2,4 gigahercios (GHz) que no necesitan de permisos para su uso. El estándar 802.11a utiliza la banda de 5 GHz. El estándar 802.11n hará uso de ambas bandas, 2,4 GHz y 5 GHz. Las redes que trabajan bajo los estándares 802.11b y 802.11g pueden sufrir interferencias por parte de hornos microondas, teléfonos inalámbricos y otros equipos que utilicen la misma banda de 2,4 GHz.

1.9.9 Protocolo RDSI

Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN en inglés) como: es una red que procede por evolución de la red digital integrada (RDI) y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto de interfaces normalizados.

Se puede decir entonces que es una red que procede por evolución de la red telefónica existente, que al ofrecer conexiones digitales de extremo a extremo permite la integración de multitud de servicios en un único acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir y del equipo terminal que la genere.

En el estudio de la RDSI se han definido unos llamados *puntos de referencia* que sirven para delimitar cada elemento de la red. Estos son llamados R, S, T, U y V, siendo el U el correspondiente al par de hilos de cobre del bucle telefónico entre la central y el domicilio del usuario, es decir, entre la central y la terminación de red TR1.

El concepto de RDSI se introduce mejor considerándolo desde distintos puntos de vista:

Principios de la RDSI

1. Soporte de aplicaciones, tanto de voz como de datos, utilizando un conjunto de aplicaciones estándar.
2. Soporte para aplicaciones conmutadas y no conmutadas. RDSI admite tanto conmutación de circuitos como conmutación de paquetes. Además, RDSI proporciona servicios no conmutados con líneas dedicadas a ello.
3. Dependencia de conexiones de 64 Kbps RDSI proporciona conexiones de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes a 64 kbps. Este es el bloque de construcción fundamental de la RDSI.

4. Inteligencia en la red. Se espera que la RDSI pueda proporcionar servicios sofisticados por encima de la sencilla situación de una llamada de circuito conmutado.
5. Arquitectura de protocolo en capas. Los protocolos para acceso a la RDSI presentan una arquitectura de capas que se puede hacer corresponder con la del modelo OSI.
6. Variedad de configuraciones. Es posible más de una configuración física para implementar RDSI. Esto permite diferencias en políticas nacionales, en el estado de la tecnología, y en las necesidades y equipos existentes de la base de clientes.

La interfaz del usuario

El usuario tiene acceso a la RDSI mediante un interfaz local a un flujo digital con una cierta velocidad binaria y un ancho de banda determinado. Hay disponibles flujos de varios tamaños para satisfacer diferentes necesidades. Por ejemplo un cliente residencial puede requerir sólo capacidad para gestionar un teléfono o un terminal de videotexto. Una oficina querrá sin duda conectarse a la a RDSI a través de una centralita (PBX) digital local, y requerirá un flujo de mucha más capacidad.

Canales RDSI

El flujo digital entre la central y el usuario RDSI se usa para llevar varios canales de comunicación. La capacidad del flujo, y por tanto el número de canales de comunicación, puede variar de un usuario a otro. Para la transferencia de información y señalización se han definido los siguientes canales:

- **Canal B:** es el canal básico de usuario. Es un canal a 64 Kbps para transporte de la información generada por el terminal de usuario. Se puede usar para transferir datos digitales, voz digital codificada, o una mezcla de tráfico de baja velocidad, incluyendo datos digitales y voz digitalizada descodificada a la velocidad antes mencionada de 64 Kbps Puede subdividirse en subcanales, en cuyo caso todos

ellos deben establecerse entre los mismos extremos subcriptores. Puede soportar las siguientes clases de conexiones:

- **Conmutación de circuitos:** El usuario hace una llamada y se establece una conexión de circuito conmutado con otro usuario de la red, con unos recursos dedicados. Cabe destacar que el diálogo de establecimiento de la llamada no tiene lugar en el canal B, sino en el D, que se define a continuación.
 - **Conmutación de paquetes:** el usuario se conecta a un nodo de conmutación de paquetes y los datos se intercambian con otros usuarios. Los recursos no son dedicados.
 - **Permanentes:** no requiere un protocolo de establecimiento de llamada. Es equivalente a una línea alquilada. Se contrata un canal fijo, permanente.
- **Canal D:** es un canal de señalización a 16 ó 64 Kbps Sirve para dos fines. Primero, lleva información de señalización para controlar las llamadas de circuitos conmutados asociadas con los canales B. Además el canal D puede usarse para conmutación de paquetes de baja velocidad mientras no haya esperando información de señalización.
- **Canales H:** son canales destinados al transporte de flujos de información de usuario a altas velocidades, superiores a 64 Kbps

En la RDSI están definidos los siguientes canales H:

- H0 Velocidad 384 Kbps (equivalente a 6B).
- H10 Velocidad 1472 Kbps (equivalente a 23B).
- H11 Velocidad 1536 Kbps (equivalente a 24B).
- H12 Velocidad 1920 Kbps (equivalente a 30B).

Acceso Primario

El acceso primario está destinado a usuarios con requisitos de capacidad mayores, tales como oficinas con centralita (PBX) digital o red local (LAN). Debido a las diferencias en las jerarquías de transmisión digital usadas en distintos países, no es posible lograr un acuerdo en una única velocidad de los datos.

Estados Unidos, Japón y Canadá usan una estructura de transmisión basada en 1.544 Mbps, mientras que en Europa la velocidad estándar es 2.048 Mbps. Típicamente, la estructura para el canal de 1.544 Mbps es 23 canales B más un canal D de 64 Kbps y, para velocidades de 2.048 Mbps, 30 canales B más un canal D de 64 Kbps

Portadores

- **Modo circuito:** son las funciones que se necesitan para establecer, mantener, y cerrar una conexión de circuito conmutado en un canal de usuario. Esta función corresponde al control de una llamada en redes de telecomunicaciones de conmutación de circuitos existentes.
- **Modo paquete:** son las funciones que se necesitan para establecer una conexión de circuito conmutado en un nodo de conmutación de paquetes RDSI.
 - Servicio Portador de Llamada Virtual.
 - Servicio Portador de Circuito Virtual Permanente.

Arquitectura de Protocolos

Desde el punto de vista del estándar OSI, una pila RDSI consta de tres protocolos:

- Capa física
- Capa de enlace, o data link layer (DLL)
- Capa de red, o network layer (el protocolo RDSI, propiamente dicho)

Desde el punto de vista del interfaz con el usuario, se incluyen sobre la capa de red protocolos para Interacción usuario-red y protocolos para interacción usuario-usuario.

Conexiones RDSI

RDSI proporciona tres tipos de servicios para comunicaciones extremo a extremo.

1. **Circuitos conmutados sobre el canal B:** la configuración de red y protocolos para conmutación de circuitos implican usuario y la red de establecimiento y cierre de llamadas, y para acceso a las instalaciones de la red
2. **Conexiones permanentes sobre canal B:** un periodo de tiempo indefinido después de la suscripción. No existe establecimiento y liberación de llamada sobre canal D.
3. **Conmutación de paquetes proporcionado por RDSI.**

Numeración

Una dirección RDSI puede utilizarse para:

- Identificar un terminal específico dentro de una línea digital RDSI.
- Identificar un punto de acceso al servicio de red en un entorno OSI.
- Identificar un punto de acceso al servicio de red en un entorno no conforme al modelo OSI.

Capítulo 2

FUNDAMENTOS DE

CABLEADO

ESTRUCTURADO

Capítulo 2

FUNDAMENTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

2.1 Origen del cableado estructurado

Los sistemas telefónicos, eléctricos y de computación se desarrollaron por vías totalmente separadas.

Las empresas superponían instalaciones en forma anárquica en función de la demanda de nuevos usuarios y la incorporación de nuevos equipamientos.

Cada proveedor de equipos realizaba la instalación de cables que más le convenía y éste no podía utilizarse por los otros fabricantes, lo cual dificultaba al cliente el cambio de proveedor, ya que el nuevo equipamiento no era compatible con el cableado existente y lo obligaba a comprar al anterior proveedor o cambiar toda la red.

El profundo avance de la tecnología ha hecho que hoy sea posible disponer de servicios que eran inimaginables años atrás. En lo referente a informática y telecomunicaciones, resulta posible utilizar hoy servicios de vídeo conferencia, consultar bases de datos remotas en línea, transferir en forma instantánea documentos de un computador a otro ubicado a miles de kilómetros, desde el computador de la oficina, el correo electrónico, para mencionar solamente algunos de los servicios de aparición más creciente, que coexisten con otros ya tradicionales, como la telefonía, FAX, etc.

Sin embargo, para poder disponer de estas prestaciones desde todos los puestos de trabajo ubicados en un edificio de oficinas se hace necesario disponer, además del equipamiento (hardware y software), de las instalaciones físicas (sistemas de cableado) necesarias.

Los diversos servicios antes mencionados plantean varias clases de cableado. Si a ello le sumamos que permanentemente aparecen nuevos productos y servicios, con requerimientos muchas veces diferentes, resulta claro que, realizar el diseño de una instalación eléctrica moderna para un edificio de oficinas, pretendiendo que dicho

cableado tenga una vida útil de varios años y soporte la mayor cantidad de servicios existentes y futuros posibles, no es una tarea fácil.

Para completar el panorama, se debe tener en cuenta que la magnitud de la obra requerida para llegar con cables a cada uno de los puestos de trabajo de un edificio es considerable, implicando un costo nada despreciable en materiales y mano de obra.

Si el edificio se encuentra ya ocupado, como ocurre en la mayoría de los casos, se deben tener en cuenta además las alteraciones y molestias ocasionadas a los ocupantes del mismo.

Para intentar una solución a todas estas consideraciones (que reflejan una problemática mundial) surge el concepto de lo que se ha dado en llamar “**cableado estructurado**”.

2.2 Definición de cableado estructurado

Un sistema de cableado estructurado es una forma ordenada y planeada de realizar cableados que permiten conectar teléfonos, equipo de procesamiento de datos, computadoras personales, conmutadoras, redes de área local (LAN) y equipo de oficina entre sí. Al mismo tiempo, permite conducir señales de control como son: sistemas de seguridad y acceso, control de iluminación, control ambiental, etc. El objetivo primordial es proveer de un sistema total de transporte de información a través de un medio común.

Un sistema de cableado estructurado es la infraestructura de cable destinada a transportar, a lo largo y ancho de un edificio, las señales que genera un emisor de algún tipo de señal hasta el correspondiente receptor.

2.3 Evolución de los sistemas de cableado

A principios de la década de los 80's, cuando las computadoras se comenzaron a enlazar a fin de intercambiar información, se usaron muchos modelos de cableado diferentes. Algunas compañías construyeron sus sistemas basados en cable coaxial. Otras pensaron que el bi-coaxial u otros tipos trabajarían mejor.

Con esos cables tenían que seguirse ciertos parámetros a fin de hacer funcionar el sistema. Se tenían que usar cierto tipo de conectores, se tuvieron que establecer longitudes máximas de tendido, y fueron necesarias topologías particulares. (Topología en estrella, anillo, bus, árbol, malla; detallas en el capítulo 1).

A través de la definición de cada aspecto de sus sistemas, los fabricantes "encerraban" a los consumidores dentro de sistemas que eran propiedad privada de cada quien. El sistema de un fabricante no trabajaba con el de otro, ni utilizaba cualquier otro tipo de cable. Si un consumidor decidía cambiar sistemas, no solo necesitaba comprar nueva electrónica y programación, sino que también necesitaba cambiar el cableado.

Localizar fallas en sistemas privados era muy difícil y tardado, comparado con los actuales sistemas de cableado estructurado. Un problema en cualquier estación de trabajo podía traer la caída del sistema completo, sin dejar Indicio al administrador de la red, de donde pudo haber ocurrido el problema. Eventualmente se encontraba la causa del problema, tal como una conexión rota. Una vez terminadas las reparaciones, se levantaba el sistema de nuevo en línea. El proceso podía durar horas o días, dejando a los usuarios paralizados. Con tales sistemas, los traslados, adiciones, o cambios eran también difíciles. Cada vez que se agregaba una nueva máquina, se tenía que instalar cable nuevo e insertarlo en el anillo, o anexarlo a la línea. Aún más, pudiera tenerse que dar de baja el sistema completo para agregar un nuevo usuario.

Estos factores contribuyeron a aumentar la frustración entre los administradores de redes, quienes constantemente buscaban formas más fáciles de mantener sus redes, reducir los tiempos fuera de servicio, y bajar costos. De hecho, los estudios han mostrado que hasta un 70% de las caídas de red en un sistema privado no estructurado, es atribuible al cableado.

El sistema de cableado telefónico complementó el problema de los sistemas privados. Como parte de su acuerdo operativo para 1984, AT&T ya no se hizo responsable del cableado al interior de las instalaciones del cliente y desde entonces, el proveedor del servicio mantiene el sistema solo hasta el punto de acometida.

Más allá de este punto, el mantenimiento y actualización del sistema telefónico, fue responsabilidad del cliente.

Como resultado, los administradores de redes tenían problemas, dos sistemas de cableado distintos que demandan total y particular atención. El deseo de un sistema que pudiera usarse para cualquier aplicación, sin los consecuentes problemas y dolores de cabeza de los sistemas anteriores, creció exponencialmente hasta la llegada del cableado estructurado.

Los sistemas de cableado de lugares utilizados para servicios de telecomunicaciones, han experimentado una constante evolución con el correr de los años. Los sistemas de cableado para teléfonos fueron en una oportunidad especificados e instalados por las compañías de teléfonos, mientras que el cableado para datos estaba determinado por los proveedores del equipo de computación. Después de la división de la compañía AT&T en los Estados Unidos, se hicieron intentos para simplificar el cableado, mediante la introducción de un enfoque más universal. A pesar de que estos sistemas ayudaron a definir las pautas relacionadas con el cableado, no fue sino hasta la publicación de la norma sobre tendido de cables en edificios ANSI/EIA/TIA-568 en 1991, que estuvieron disponibles las especificaciones completas para guiar en la selección e instalación de los sistemas de cableado.

2.4 Cuándo se justifica instalar un cableado estructurado.

Se recomienda instalar un cableado estructurado cuando se dese contar con las siguientes características:

- *Tener una red confiable.* El cableado, es el medio físico que interconecta la red y si no se tiene bien instalado se pone en riesgo el buen funcionamiento de la misma.
- *Una solución de largo plazo para la integración de redes.* (desde 2 hasta 20 años), esto significa hacer las cosas bien desde el principio, el cableado estructurado garantiza que pese a las innovaciones de los fabricantes de tecnología, éstos buscan que el cableado estructurado no se altere, ya que una

vez que se instala se convierte en parte del edificio. La media de uso que se considera para un cableado estructurado es de 10 años pudiendo llegar hasta 20.

- *Cuando el número de dispositivos de red que se va a conectar justifique la instalación de un cableado estructurado para su fácil administración y confiabilidad en el largo plazo (de 10 dispositivos de red en adelante).* Si hablamos de una pequeña oficina (menos de 10 dispositivos de red), puede ser que la inversión que representa hacer un cableado estructurado no se justifique y por tanto se puede optar por un cableado más informal instalado de la mejor manera posible.

2.5 Inconvenientes de improvisar una red

Al improvisar una red se pueden presentar uno o varios de los inconvenientes que se presentan a continuación:

- Desempeño muy lento de algunos puntos de la red, o inclusive tiene caídas de servicio.
- Posibles colisiones de información.
- Nula planeación de crecimiento.
- Fácil acceso a poder alterar el cableado (no existen placas de pared debidamente instaladas, ni tampoco un área restringida dedicada a bloquear el acceso a personas no autorizadas a la parte medular del cableado, el closet de comunicaciones).
- Convivencia de cable de varios tipos tales como: cables eléctricos, telefónicos, coaxiales, pares apantallados, pares si apantallar con diferente número de conductores, etc.
- Deficiente o nulo etiquetado del cable, lo que impide su uso para una nueva función incluso dentro del mismo sistema.
- Imposibilidad de aprovechar el mismo tipo de cable para equipos diferentes.
- Peligro de interferencias, averías y daños personales, al convivir en muchos casos los cables de transmisión de datos con los de suministro eléctrico.
- Coexistencia de diferentes tipos de conectores.

- Trazados diversos de los cables a través del edificio. Según el tipo de conexión hay fabricantes que eligen la estrella, otros el bus, el anillo o diferentes combinaciones de estas topologías.
- Posibilidad de accidentes. En diversos casos la acumulación de cables en el cielo falso ha provocado su derrumbamiento.
- Recableado por cada traslado de un terminal, con el subsiguiente coste de materiales y sobre todo de mano de obra.

2.6 Tipos de cableado estructurado

Los cableados estructurados se dividen por categorías y por tipo de materiales que se utilizan. La categoría en la que se dio a conocer el cableado estructurado es 5, pero al día de hoy existen categorías superiores, categoría 5 mejorada "5e", categoría 6 y categoría 7, éstas se miden en función de su máxima capacidad de transmisión. A continuación se detallan las categorías disponibles.

Categoría 1: Esta categoría consiste en elementos básicos de telecomunicación y en cables de circuitos electrónicos de potencia limitada, usualmente llamados "Nivel 1". Transmisión lenta de datos, hasta 1 Mbps. Este tipo de componentes no debe ser utilizado en sistemas de cableado estructurado.

Categoría 2: Consiste en cables especificados hasta 1MHz, usualmente llamados "Nivel 2". Empleado para transmisión de voz y datos (en forma lenta) 4 Mbps. Este tipo de componentes no debe ser utilizado en sistemas de cableado estructurado.

Categoría 3: Esta define los parámetros de transmisión hasta 16MHz, 10 Mbps. Entre las principales aplicaciones de los cables de categoría 3 encontramos: voz, Ethernet y token ring. Los componentes de categoría 3 representan el mínimo desempeño para cables de 100 Ohm en sistemas de cableado de par de hilos trenzado de naturaleza estructural.

Categoría 4: El cable UTP categoría 4 tiene la capacidad de soportar comunicaciones en redes de computadoras a velocidades de 20Mbps a 20MHz. El largo máximo es de 90 metros, sin necesidad de repetidor.

Categoría 5: El cable UTP categoría 5, es el más usado hoy en día en redes de área local (LAN), con la capacidad de sostener comunicaciones a 100 Mbps. La categoría 5 define los parámetros de transmisión hasta 100MHz. Entre las principales aplicaciones de los cables de categoría 5 encontramos: voz, Ethernet, Token Ring, Fast Ethernet 100Base-TX, ATM 155 Mbps, ATM 622 Mbps y Gigabit Ethernet.

Categoría 5 mejorada (5e): La categoría 5e define los parámetros de transmisión hasta 100MHz, hasta 165 Mbps. La diferencia fundamental con la categoría 5 normal es el agregar nuevas pruebas de certificación de manera de asegurar el soporte directo de la tecnología Gigabit Ethernet. Entre las principales aplicaciones de los cables de categoría 5 mejorada encontramos: voz, Ethernet 10Base-T, Token Ring, 100VG AnyLan, Fast Ethernet 100Base-TX, ATM 155 Mbps, ATM 622 Mbps y Gigabit Ethernet.

Categoría 6: Esta ha sido liberada el mes de junio del 2002 y define como pruebas de certificación las mismas que la categoría 5e pero siendo más estricta en sus valores límites, además por una petición del IEEE las pruebas aumentaron de 200MHz que era la tasa de transmisión original a 250MHz. La categoría es tan estricta en sus pruebas que aún no hay soluciones para la construcción personal de cables cortos de conexión los cuales solo pueden ser fabricados en laboratorios (fábricas) especializadas.

2.6.1 Características de la categoría 5 y 5e

- **Tamaño:** El menor diámetro de los cables de par trenzado no blindado permite aprovechar más eficientemente las canalizaciones y los armarios de distribución.
- **Peso:** El poco peso de este tipo de cable con respecto a los otros tipos de cable facilita el tendido.
- **Flexibilidad:** La facilidad para curvar y doblar este tipo de cables permite un tendido más rápido así como el conexionado de las salidas de telecomunicaciones y las regletas. El radio de doblado del cable no debe ser menor a cuatro veces el diámetro del cable. Para par trenzado de cuatro pares categoría 5 el radio mínimo de doblado es de 2.5 cm.

- **Impedancia característica:** La impedancia característica es igual 100 ohm + 15 % desde 1MHz hasta la frecuencia más elevada referida (16, 20 ó 100MHz) de una categoría particular.
- **Instalación:** Debido a la amplia difusión de este tipo de cables, existen una gran variedad de suministradores, instaladores y herramientas que abaratan la instalación y puesta en marcha.
- **Integración:** Los servicios soportados por este tipo de cable incluyen:
Red de Área Local ISO 802.3 (Ethernet) y ISO 802.5 (Token Ring)
 - ✓ Telefonía analógica
 - ✓ Telefonía digital
 - ✓ Terminales síncronos
 - ✓ Terminales asíncronos
 - ✓ Líneas de control y alarmas
- **Parámetros Eléctricos:** Los parámetros eléctricos que se miden son:
 - ✓ Atenuación en función de la frecuencia (dB)
 - ✓ Impedancia característica del cable (Ohm)
 - ✓ Acoplamiento del punto más cercano (NEXT- dB)
 - ✓ Relación entre Atenuación y Crosstalk (ACR- dB)
 - ✓ Capacitancia (pf/m)
 - ✓ Resistencia en DC (Ohm/m)
 - ✓ Velocidad de propagación nominal (% en relación C, C = 300,000 Km/s)
- **Certificación:** Cuando se certifica una instalación con base a la especificación de "**Categoría 5 y 5e**" se hace de Punta a Punta y se garantiza por escrito.

2.7 Aplicaciones del cableado estructurado

Las técnicas de cableado estructurado se aplican en:

- Edificios donde la densidad de puestos informáticos y teléfonos es muy alta: oficinas, centros de enseñanza, tiendas, edificios inteligentes, etc.
- Donde se necesite gran calidad de conexionado así como una rápida y efectiva gestión de la red: hospitales, fábricas automatizadas, centros oficiales, edificios alquilados por plantas, aeropuertos, terminales, hoteles, etc.

2.8 Redes estructuradas vrs. Redes convencionales

Para ver las diferencias entre redes estructuradas y las redes convencionales se menciona lo siguiente:

Redes convencionales. Como se puede observar el diseño de la red se hace al construir el edificio y según hagan falta modificaciones se irán colocando cajas interiores, según lo crea oportuno el proyectista y sin ninguna estructura definida. Todo ello tiene el inconveniente de que no siempre tenemos una caja cerca y el cableado hasta la caja, cada instalador la hace por donde lo cree más conveniente, teniendo así el edificio infinidad de diferentes trazados para el cableado.

Además de todo ello para cada traslado de un solo teléfono tenemos que recablear de nuevo y normalmente dejar el cable que se da de baja sin desmontar, siendo este inutilizable de nuevo muchas veces por no saber y otras por la incompatibilidad de distintos sistemas con un cable.

Pero el mayor problema se encuentra cuando queremos integrar varios sistemas en el mismo edificio. En este caso tendremos además de la red telefónica, la red eléctrica, la red informática, así como la de seguridad o de control de servicios técnicos. Todo ello con el gran inconveniente de no poder usar el mismo cable para varios sistemas distintos ya sea por interferencias entre los mismos o bien porque los instaladores no saben utilizarlo. Los cables están por lo general sin identificar y sin etiquetar.

Desventajas de las redes convencionales:

- Diferentes trazados de cableado.
- Reinstalación para cada traslado.
- Cable viejo acumulado y no reutilizable.
- Incompatibilidad de sistemas.
- Interferencias por los distintos tipos de cables.
- Mayor dificultad para localización de averías.

Redes estructuradas. A diferencia de una red convencional, en el cableado estructurado, como su mismo nombre indica, la red se estructura (o divide en tramos), para estudiar cada tramo por separado y dar soluciones a cada tramo independientemente sin que se afecten entre sí.

En el tipo de cableado estructurado se han resuelto muchos de los problemas citados en el apartado anterior, como por ejemplo el poder reutilizar el cable para distintos sistemas así como poder compartirlo entre si, sin interferencias. También tenemos que al tratarse de un mismo tipo de cable se instala todo por el mismo trazado (dentro de lo posible) no hace falta una nueva instalación para efectuar un traslado de equipo, siempre que se haya dimensionado bien la red, lo cual trae como consecuencia que no existan cables viejos inutilizables.

Ventajas del cableado estructurado:

- Trazados homogéneos.
- Fácil traslados de equipos.
- Convivencia de distintos sistemas sobre el mismo soporte físico.
- Transmisión a altas velocidades para redes.
- Mantenimiento mucho más rápido, económico y sencillo.

2.9 Cableado estructurado vrs redes inalámbricas, un mito pasado de moda

Con el avance de las nuevas tecnologías, las actuales tendencias y demás adelantos de vanguardia, son muchas las especulaciones y posiciones con relación al futuro de los sistemas de cableado estructurado, comparados con las soluciones de red y comunicaciones inalámbricas. Lo que muchos no se han detenido a pensar, es verdaderamente hasta qué punto ambas soluciones son rivales, y más allá de esto, qué tanto pueden fácilmente complementarse, de acuerdo con las bondades que ofrece cada una.

El cableado, por su parte, se constituye como la plataforma o mejor aún, la autopista sobre la cual viajan cada uno de los datos de diversa índole de una compañía que suministra suficiente desempeño para mantener comunicada la red de manera tal que cualquier servicio de voz, datos, vídeo, audio, tráfico de Internet, seguridad, control y monitoreo esté disponible desde y hacia cualquier punto de conexión de la construcción.

Esto es posible distribuyendo cada servicio a través del edificio por medio de un cableado estructurado compuesto de cables de cobre o fibra óptica. Esta infraestructura está diseñada para maximizar la velocidad y eficiencia. Y es precisamente esta función vital, lo que le exige y por supuesto, le concede al cableado estructurado la característica más importante a la hora de transportar la información crítica de la empresa: **la seguridad.**

Un sistema de cableado estructurado es un diseño de arquitectura abierta ya que es independiente de la información que se trasmite a través de él. También es confiable porque en caso de un daño o desconexión, la falla se limita sólo a la sección dañada, y no afecta al resto de la red. De igual forma, las redes basadas en cableados estructurados son más robustas frente a interferencias y condiciones adversas y externas, ya que se instalan en un medio autónomo y flexible a cambios.

Con la moda de las instalaciones inalámbricas en todo tipo de construcciones y edificios, son reiterativas las preguntas: ¿Cuál será el futuro de los sistemas de cableado estructurado? , ¿Es inminente su desaparición?

Contrario a lo que muchas personas opinan, quizá por desconocimiento o por simple credulidad popular, los sistemas de cableado estructurado son cada vez más

relevantes para la implementación de proyectos de comunicaciones, siendo los sistemas inalámbricos un servicio complementario que supe otro tipo de necesidades. Así, son diversos los requerimientos que enfrenta una compañía en el área de comunicaciones y conectividad, pero son tal vez la velocidad y la calidad con que se recibe y se envía la información las características que más demandan las personas a la hora de acceder a la red. Un sistema de servicios o productos Wireless¹ tiene como función principal suministrar acceso de servicios de red a través de sistemas de comunicaciones sin cables a zonas específicas que requieran movilidad.

Pensar en construir un sistema de comunicaciones a partir de soluciones inalámbricas es completamente imposible, máxime si consideramos que el medio que utiliza una solución Wireless para funcionar es el aire, es decir, un medio compartido por todo tipo de construcciones y sistemas, lo que dificulta la rapidez con la que un usuario puede acceder a la red. Debido a que estos sistemas están compartiendo su medio con indeterminados equipos o usuarios y para garantizar el acceso rápido y eficiente es necesario acudir a construcciones de cableado.

De otro lado, es clave tener en cuenta que el Wireless es importante en áreas especiales como por ejemplo, salas de junta, salones de conferencia, cafeterías y bibliotecas, donde es un requerimiento tener movilidad, y cuestiones como la velocidad y el ancho de banda pasan a un segundo plano.

Lo más importante al planificar e implementar una red de comunicaciones para una compañía es asegurarse de que la velocidad, seguridad y eficiencia serán las características más sobresalientes del sistema, esto se logra con la adecuada instalación de un sistema de cableado estructurado, y si de manera alternativa, las necesidades son primordialmente de movilidad en ciertos espacios de la compañía, el Wireless es una buena respuesta a esta demanda.

¹ Wíreless significa inalámbrico. Ver glosario para detalles

2.10 Componentes de un sistema con cableado estructurado

En conjunto, a todo el cableado de un edificio se llama SISTEMA y a cada parte en la que se subdivide se llama SUBSISTEMA. Se llama estructurado porque obedece a esta estructura definida.

Existen varios tipos de cableado estructurados según la aplicación en que se usen. Las variaciones de unas a otras son, el tipo de componentes utilizados según el ambiente donde se utilizan, como por ejemplo cables y elementos especiales para ambientes ácidos o húmedos.

Los componentes de un sistema con cableado estructurado son:

- a) Cableado horizontal
- b) Cableado vertical(backbone)
- c) Cuarto de telecomunicaciones.
- d) Cuarto de Equipo
- e) Cuarto de entrada de servicios.
- f) Sistema de Puesta a Tierra.

a) Cableado horizontal

Se emplea el término horizontal pues es la parte del sistema de cableado que corre de manera horizontal entre los pisos y techos de un edificio.

Son los cables usados para unir cada área de trabajo con el panel de conexión; lugar donde se centraliza todo el cableado del edificio. Todo el cableado horizontal deberá ir canalizado por conducciones adecuadas. En la mayoría de los casos se eligen para esta función las llamadas canaletas que nos permiten de una forma flexible trazar los recorridos adecuados desde el área de trabajo hasta el panel de conexión. Las canaletas van desde el panel de conexión hasta las salidas de telecomunicaciones de cada uno de los puestos de la red. Se podría dividir en dos tipos dependiendo del uso que se le dé:

- **Las de distribución:** recorren las distintas zonas del edificio y por ellas van los cables de todas las salidas de telecomunicaciones.

- **Las finales:** llevan tan solo los cables de cada una de las salidas de telecomunicaciones.

El sistema de cableado horizontal incluye:

- A. Los cables de empalme de interconexión que comprenden la terminación de conexión horizontal entre diferentes vías.
- B. Cable que se extiende desde la toma hasta el rack (Cable Horizontal).
- C. Salida de telecomunicaciones.
- D. El cable perteneciente al área de trabajo.

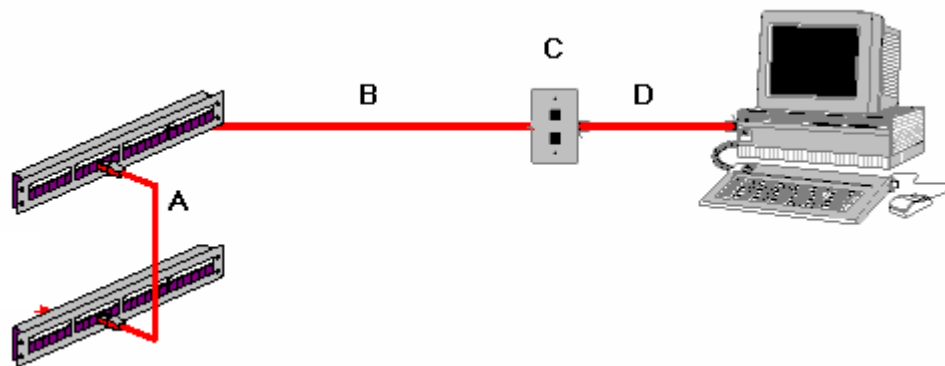


Figura 20. Esquema del cableado horizontal

Es muy conveniente que el panel de conexión junto con los dispositivos de interconexión centralizada como concentradores, cables cortos de conexiones, enrutadores, fuentes de alimentación, etc., estén encerrados en un armario de comunicaciones. De esta forma se aíslan del exterior y por lo tanto de su manipulación "accidental". También facilita el mantenimiento al tenerlo todo en un mismo lugar.

b) Cableado vertical (backbone)

El propósito del cableado vertical es proporcionar interconexiones entre cuartos de entrada de servicios de edificio, cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones. El cableado vertical incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos. El cableado vertical incluye medios de transmisión (cable), puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas.

c) Cuarto de telecomunicaciones

Un cuarto de telecomunicaciones es el área en un edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones. El espacio del cuarto de comunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas que no sean de telecomunicaciones. El cuarto de telecomunicaciones debe ser capaz de albergar equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y cableado de interconexión asociado.

El diseño de cuartos de telecomunicaciones debe considerar, además de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable, alarmas, seguridad, audio y otros sistemas de telecomunicaciones.

No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que pueda haber en un edificio.

d) Cuarto de equipos

Los cuartos de equipos son considerados de manera diferente que los cuartos de telecomunicaciones debido a la naturaleza o complejidad de los equipos que ellos contienen. Todas las funciones de los cuartos de telecomunicaciones deben ser provistas por los cuartos de equipos.

El cuarto de equipo es un espacio centralizado de uso específico para equipo de telecomunicaciones tal como central telefónica, equipo de cómputo y/o conmutador de video. Varias o todas las funciones de un cuarto de telecomunicaciones pueden proporcionarse por un cuarto de equipo. Los cuartos de equipo se consideran distintos de los cuartos de telecomunicaciones por la naturaleza, costo, tamaño y/o complejidad del equipo que contienen. Los cuartos de equipo incluyen espacio de trabajo para personal de telecomunicaciones. Todo edificio debe contener un cuarto de telecomunicaciones o un cuarto de equipo.

e) Cuarto de entrada de servicios.

El cuarto de entrada de servicios consiste en la entrada de los servicios de telecomunicaciones al edificio, incluyendo el punto de entrada a través de la pared y continuando hasta el cuarto o espacio de entrada. El cuarto de entrada puede incorporar el cableado vertical que conecta a otros edificios en situaciones de campus.

f) Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra establecido en el estándar ANSI/TIA/EIA-607 es un componente importante de cualquier sistema de cableado estructurado moderno. No sólo posibilitará la transmisión de (voz, datos, audio, video) sin riesgo de interferencias, mediante un sistema de tierra electrostática; sino que protegerá los equipos electrónicos que se encuentren en dicho cableado.

2.11 Escalabilidad

Si una LAN puede ajustarse en tamaño al crecimiento futuro, se dice que es escalable. Es importante planificar con anticipación al estimar el número de recorridos de cable y derivaciones de cable en un área de trabajo. Siempre es más fácil ignorar los cables extra instalados que no tenerlos cuando se los necesita.

Además de sacar los cables extra en el área del cableado vertical para el crecimiento futuro, también es práctica común extraer un cable adicional para cada estación de trabajo para su uso futuro. Esto protege contra los pares que puedan fallar durante la instalación, y también contribuye a la expansión.

Escalabilidad del cableado vertical.

Para determinar cuánto cableado extra de cobre extraer, hay que determinar primero el número de recorridos necesarios, y luego añadir algunos más, alrededor del 20 por ciento.

Un modo de obtener esta capacidad de reserva es usar cableado y equipamiento de fibra óptica en el cableado vertical de construcción. La actualización del equipo de terminación (insertando controladores y láseres más rápidos, por ejemplo) puede ajustar el crecimiento de la fibra.

Escalabilidad del área de trabajo

Aunque podría ser obvio que cada área de trabajo necesita un cable para voz y otro para datos, otros dispositivos pueden necesitar una conexión para el sistema de voz o el de datos. Las impresoras de red, las máquinas de fax, las PC portátiles u otro usuario del área de trabajo pueden requerir sus propias derivaciones de cable de red. Cuando los cables estén situados, utilice placas de pared multipuerto sobre los *conectores*. Además, use conectores codificados por color para que sea más fácil identificar los tipos de circuitos. Las normas de la administración requieren que cada circuito debe estar claramente etiquetado para ayudar en las conexiones y en la resolución de problemas.

Una nueva tecnología que se está haciendo popular es voz sobre Protocolo Internet (VoIP, *Voice over Internet Protocol*). Esta tecnología permite a los teléfonos especiales usar redes de datos al situar las llamadas de teléfono. Una gran ventaja de esta tecnología es la capacidad para evitar los cargos de costosas llamadas de larga distancia usando este servicio en las conexiones de redes existentes. Otros dispositivos, tales como impresoras y computadoras, pueden conectarse en el teléfono IP. El teléfono IP se convierte así en un concentrador o un conmutador (switch) para el área de trabajo. Incluso si estos tipos de conexiones están planificados, deben instalarse cables suficientes para permitir el crecimiento. Especialmente considerando que la telefonía IP y el tráfico de vídeo IP pueden compartir en el futuro los cables de red.

Para acomodar las necesidades cambiantes de los usuarios de las oficinas, se recomienda proporcionar al menos un cable libre para la toma del área de trabajo. Las oficinas pueden cambiar de un solo usuario a espacios multiusuarios. En estos casos, un área de trabajo puede llegar a ser ineficaz si sólo se hubiera sacado un conjunto de cables de comunicaciones. Hay que asumir que cada área de trabajo pueda acomodar en el futuro múltiples usuarios.

2.12 Punto de demarcación

El punto de demarcación (*demarc*), proporciona el punto en el que el cableado exterior conecta con el cableado vertical del interior del edificio. Representa el límite entre la responsabilidad del proveedor del servicio y la del cliente. En muchos edificios, está cerca del punto de presencia (POP, *Point Of Presence*) para otras utilidades, como la electricidad y el agua.

El proveedor del servicio es responsable de todo desde el *demarc* a la instalación del proveedor del servicio. Todo a partir del *demarc* del edificio es responsabilidad del cliente.

La operadora local de teléfonos comúnmente es requerida para terminar el cableado dentro de los 15 metros (49,2 pies) adentro del edificio, y para proporcionar la protección de la tensión primordial. Usualmente esto se instala por el proveedor del servicio.

Las normas de la estructura y el tamaño del espacio del *demarc* están basados en el tamaño del edificio. En edificios de más de 2000 metros cuadrados útiles, se recomienda un recinto cerrado dedicado a ello.

Para establecer un espacio de punto de demarcación existen las siguientes reglas:

- Deje una cantidad de madera contrachapada de 1 m² por cada área de 20m² (215,3 pies) de espacio de planta.
- Las superficies donde se monta el hardware de distribución deben estar cubiertas con madera contrachapada ignífuga², o de madera contrachapada pintada con dos capas de pintura retardante del fuego.
- La madera contrachapada o las cubiertas del equipo del acabado deben ser de color naranja para indicar el punto de demarcación.

² Ignífuga/o se refiere a materiales que sirven para proteger contra el fuego.

2.13 Tipos de cables a utilizar en cableado estructurado.

Cada tipo de cable tiene sus ventajas e inconvenientes; no existe un tipo ideal. Las principales diferencias entre los distintos tipos de cables radican en el ancho de banda permitido, consecuentemente en el rendimiento máximo de transmisión, su grado de inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y la relación entre la atenuación de la señal y la distancia recorrida³.

Algunos factores que se deben tener en cuenta a la hora de elegir un cable para una red son:

- Velocidad de transmisión que se quiere conseguir.
- Distancia máxima entre computadoras que se van a conectar.
- Nivel de ruido e interferencias habituales en la zona que se va a instalar la red.

La norma 568-A reconoce tres cables diferentes para cableado estructurado, los cuales son:

- **Cable UTP (Unshielded Twisted Pair o Par Trenzado sin Blindaje).**
- **Cable STP (Shielded Twisted Pair o Par Trenzado Blindado).**
- **Cable de fibra óptica de modo simplemonomodo ó multimodo.**

2.13.1 Cable UTP (Par Trenzado sin Blindaje).

Está formado por 4 pares trenzados individualmente y entre sí, de cable de cobre AWG⁴ 24, de 100 ohm de impedancia y aislamiento de polietileno; es el más universalmente utilizado.

Es un cable sin recubrimiento metálico externo, por lo que es sensible a las interferencias (ver figura 21). Cada uno de los 8 hilos de cobre individuales del cable UTP está revestido de un material aislante. Además, cada par de hilos está trenzado. Este tipo de cable cuenta sólo con el efecto de cancelación que producen los pares trenzados de hilos para limitar la degradación de la señal que causan la EMI y la RFI⁵, que compensa las inducciones electromagnéticas producidas por las líneas del mismo cable.

³ <http://cables/conectores.com.arg.htm>

⁴ Ver diámetro y sección de los cables AWG en la tabla del anexo 2

⁵ EMI significa interferencia electromagnética y RFI interferencia de radiofrecuencia

Para reducir aún más la diafonía entre los pares en el cable UTP, la cantidad de trenzados en los pares de hilos varía. El cable UTP debe seguir especificaciones precisas con respecto a cuánto trenzado se permite por unidad de longitud del cable. Es importante guardar la numeración de los pares, ya que de lo contrario el efecto del trenzado no será eficaz, disminuyendo sensiblemente, o incluso impidiendo, la capacidad de transmisión.

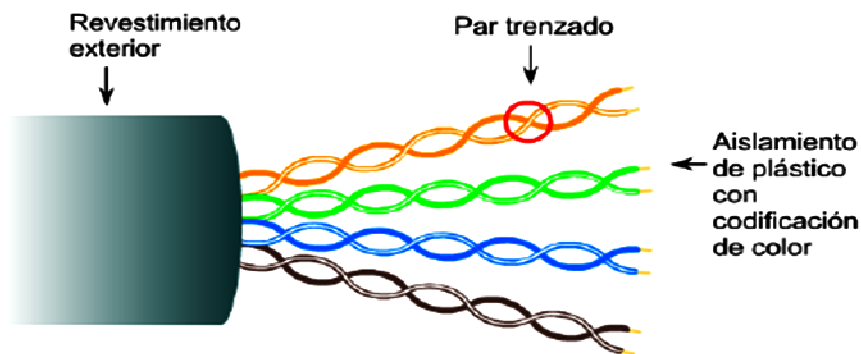


Figura 21. Cable UTP

Las ventajas más importantes del cable UTP son:

- Soporta un amplio rango de sistemas y protocolos.
- Fácil reubicación de dispositivos.
- Bajo Costo. Cuesta menos por metro que cualquier otro tipo de cableado para LAN.
- Velocidad y tasa de transferencia: 10-100-1000 Mbps (según la calidad y categoría del cable).
- Menor tamaño. Debido a que su diámetro externo es tan pequeño, el cable UTP no llena los conductos para el cableado tan rápidamente como sucede con otros tipos de cables. Esto puede ser un factor sumamente importante a tener en cuenta, en especial si se está instalando una red en un edificio antiguo.

- Además, si se está instalando el cable UTP con un conector RJ-45, las fuentes potenciales de ruido de la red se reducen enormemente y prácticamente se garantiza una conexión sólida y de buena calidad.
- Permite mayor flexibilidad y un radio de curvatura menor.

En una época, el cable de par trenzado se consideró más lento para transmitir datos que otros tipos de cables. Sin embargo, hoy en día ya no es así. De hecho, en la actualidad, se considera que el cable de par trenzado es el más rápido entre los medios basados en cobre.

Desventajas del cable UTP

- El cable UTP es más susceptible al ruido eléctrico y a la interferencia que otros tipos de cables.
- La distancia que puede abarcar la señal sin el uso de repetidores es menor para UTP que para los cables coaxiales y de fibra óptica.

2.13.2 Cable STP (Par Trenzado Blindado).

Los sistemas de par trenzado blindado, fueron desarrollados originalmente por IBM para usarse con sus sistemas token ring y estaban basados nominalmente hasta para 20MHz, a la fecha, se refiere a los cables STP, como IBM tipo 1. Cuando fue desarrollado primeramente para 16MHz, 20MHz era un ancho de banda más que suficiente. Sin embargo el sistema STP, tenía mucho más alto rendimiento del originalmente publicado.

La norma 568-A ahora acepta STP-A, la cual extiende estos sistemas para tasas de hasta 300MHz. De hecho, un sistema STP-A de cableado estructurado apropiadamente instalado, puede llevar una señal Token Ring de 16 Mbps y una de imagen de banda ancha a 550MHz simultáneamente.

El cable de par trenzado blindado (STP) combina las técnicas de blindaje, cancelación y trenzado de cables.

Cada par de hilos está envuelto en un papel metálico (ver figura 22). Los dos pares de hilos están envueltos juntos en una trenza o papel metálico. Generalmente es un cable de 150 ohmios. Según se especifica para el uso en instalaciones de redes

Token Ring, el STP reduce el ruido eléctrico dentro del cable como, por ejemplo, el acoplamiento de par a par y la diafonía. El STP también reduce el ruido electrónico desde el exterior del cable, como, por ejemplo, la interferencia electromagnética (EMI) y la interferencia de radiofrecuencia (RFI).

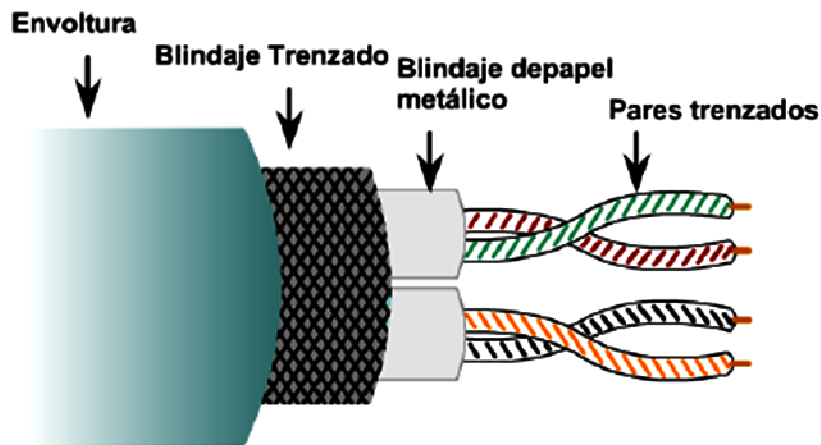


Figura 22. Cable STP

Las ventajas más importantes del cable STP son:

- El cable STP brinda mayor protección ante toda clase de interferencias externas.
- Limita el escape de EMI (interferencia electromagnética) del cable al ambiente.
- Velocidad y tasa de transferencia 0-100 Mbps

Desventajas del cable STP

- Instalación más difícil que el UTP.
- Costo más alto que el UTP.
- Aumenta el tamaño y el radio de curvatura del cable.
- Los canales individuales dentro de un apantallamiento aún sufren diafonía entre uno y otro.

Características:

- 0.63 mm (22 AWG) (Diámetro estándar de cable).
- 150 ohm de impedancia característica.

Un nuevo híbrido de UTP con STP tradicional se denomina UTP apantallado (ScTP), conocido también como par trenzado de papel metálico.

El ScTP (Ver figura 23) consiste, básicamente, en cable UTP envuelto en un blindaje de papel metálico. ScTP, como UTP, es también un cable de 100 Ohm. Muchos fabricantes e instaladores de cables pueden usar el término STP para describir el cable ScTP. **Es importante entender que la mayoría de las referencias hechas a STP hoy en día se refieren en realidad a un cable de cuatro pares apantallado. Es muy improbable que un verdadero cable STP sea usado durante un trabajo de instalación de cable.**

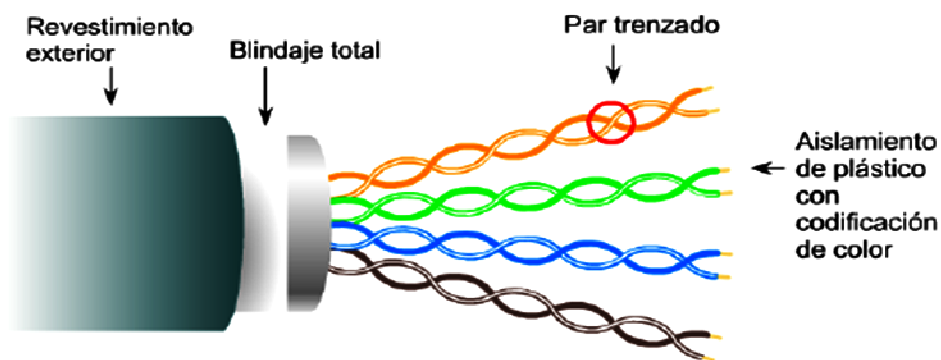


Figura 23. Cable ScTP conocido hoy en día como STP

Los materiales metálicos de blindaje utilizados en STP y ScTP deben estar conectados a tierra en ambos extremos. Si no están adecuadamente conectados a tierra o si hubiera discontinuidades en toda la extensión del material del blindaje, el STP y el ScTP se pueden volver susceptibles a graves problemas de ruido. Son susceptibles porque permiten que el blindaje actúe como una antena que recoge las señales no deseadas. Sin embargo, este efecto funciona en ambos sentidos. El blindaje no sólo evita que ondas electromagnéticas externas produzcan ruido en los cables de datos sino que también minimiza la irradiación de las ondas electromagnéticas internas. Estas ondas podrían producir ruido en otros dispositivos. Los cables STP y ScTP no pueden tenderse sobre distancias tan largas como las de otros medios de redes (tales como el cable coaxial y la fibra óptica) sin que se amplifique la señal. El uso de aislamiento y blindaje adicionales aumenta de manera

considerable el tamaño, peso y costo del cable. Además, los materiales de blindaje hacen que las terminaciones sean más difíciles y aumentan la probabilidad de que se produzcan defectos de mano de obra. Sin embargo, el STP y el ScTP todavía desempeñan un papel importante, especialmente en Europa o en instalaciones donde exista mucha EMI y RFI cerca de los cables.

2.13.3 Cable de fibra óptica.

En general, un cable de fibra óptica se compone de cinco partes (ver figura 24). Estas partes son: el núcleo, el revestimiento, un amortiguador, un material de refuerzo y un revestimiento exterior.

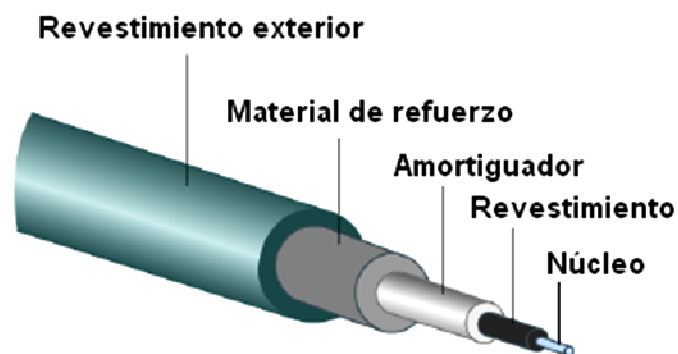


Figura 24. Partes que componen un cable de fibra óptica.

El núcleo es el elemento que transmite la luz y se encuentra en el centro de la fibra óptica. Todas las señales luminosas viajan a través del núcleo. El núcleo es, en general, vidrio fabricado de una combinación de dióxido de silicio (sílice) y otros elementos. Este vidrio tiene un índice de refracción menor hacia el borde externo del núcleo. De esta manera, el área externa del núcleo es ópticamente menos densa que el centro y la luz puede viajar más rápidamente en la parte externa del núcleo. Se utiliza este diseño porque un rayo de luz que sigue un modo que pasa directamente por el centro del núcleo no viaja tanto como un rayo que sigue un modo que rebota en la fibra. Todos los rayos deberían llegar al extremo opuesto de la fibra al mismo tiempo. Entonces, el receptor que se encuentra en el extremo de la fibra, recibe un fuerte flash de luz y no un pulso largo y débil.

Alrededor del núcleo se encuentra el revestimiento. El revestimiento también está fabricado con sílice pero con un índice de refracción menor que el del núcleo. Los rayos de luz que se transportan a través del núcleo de la fibra se reflejan sobre el límite entre el núcleo y el revestimiento a medida que se mueven a través de la fibra por reflexión total interna.

Alrededor del revestimiento se encuentra un material amortiguador que es generalmente de plástico. El material amortiguador ayuda a proteger al núcleo y al revestimiento de cualquier daño. Existen dos diseños básicos para cable. Son los diseños de cable de amortiguación estrecha y de tubo libre. Los cables con amortiguación estrecha tienen material amortiguador que rodea y está en contacto directo con el revestimiento. La diferencia más práctica entre los dos diseños está en su aplicación. El cable de tubo suelto se utiliza principalmente para instalaciones en el exterior de los edificios mientras que el cable de amortiguación estrecha se utiliza en el interior de los edificios.

El material de refuerzo rodea al amortiguador, evitando que el cable de fibra óptica se estire cuando los encargados de la instalación tiran de él. El material utilizado es, en general, Kevlar, el mismo material que se utiliza para fabricar los chalecos a prueba de bala.

El último elemento es el revestimiento exterior. El revestimiento exterior rodea al cable para así proteger la fibra de abrasión, solventes y demás contaminantes.

Aplicaciones de la fibra óptica

Algunas de las aplicaciones de la fibra óptica son:

- **Internet.** El servicio de conexión a Internet por *fibra óptica*, derriba la mayor limitación del ciberespacio: su exasperante lentitud. La fibra óptica hace posible navegar por Internet a una velocidad de dos millones de bit por segundo, impensable en el sistema convencional, en el que la mayoría de usuarios se conecta a 28.000 ó 33.600 bps.
- **Redes.** La fibra óptica se emplea cada vez más en la comunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia. Una ventaja de los sistemas

de fibra óptica es la gran distancia que puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor para recuperar su intensidad. En la actualidad, los repetidores de fibra óptica están separados entre sí unos 100 km. Los amplificadores de fibra óptica recientemente desarrollados pueden aumentar todavía más esta distancia.

- **Telefonía.** Con motivo de la normalización de interfaces existentes, se dispone de los sistemas de transmisión por fibra óptica para los niveles de la red de telecomunicaciones públicas en una amplia aplicación, contrariamente para sistemas de la red de abonado (línea de abonado), hay ante todo una serie de consideraciones.
- **Otras aplicaciones.** Las fibras ópticas también se emplean en una amplia variedad de sensores, que van desde termómetros hasta giroscopios. Su potencial de aplicación en este campo casi no tiene límites, porque la luz transmitida a través de las fibras es sensible a numerosos cambios ambientales, entre ellos la presión, las ondas de sonido y la deformación, además del calor y el movimiento. Las fibras pueden resultar especialmente útiles cuando los efectos eléctricos podrían hacer que un cable convencional resultara inútil, impreciso o incluso peligroso. También se han desarrollado fibras que transmiten rayos láser de alta potencia para cortar y taladrar materiales. La aplicación más sencilla de las fibras ópticas es la transmisión de luz a lugares que serían difíciles de iluminar de otro modo, como la cavidad perforada por la turbina de un dentista.

Tipos de fibra óptica

Ningún diseño de fibra satisface todos los requerimientos operacionales. Por razones económicas los fabricantes han concentrado sus esfuerzos en tres tipos de fibras:

a) Multimodo a índice escalonado

b) Multimodo a índice gradual

c) Modo único o monomodo

Para poder obtener los índices de refracción distintos entre la corteza y núcleo de la fibra tales que satisfagan las condiciones de guía de luz se agrega impurezas al

silicio, tales como el flúor y óxido de fósforo y el óxido de germanio que aumentan el índice de refracción.

La fibra tipo modo único que es la que menores pérdidas presenta se han logrado con silicio puro en el núcleo y con la corteza dopada de flúor, asegurando un rebote sin pérdida.

a) Fibra multimodo a índice escalonado.

Son aquellas en las cuales el valor del índice de refracción en el núcleo permanece siempre constante y mayor que el valor del revestimiento. Como se conoce en la fabricación de una fibra un núcleo cilíndrico de vidrio o plástico con índice de refracción n_1 es cubierta por una corteza igualmente de vidrio o plástico con un índice de refracción menor n_2 . Una fibra que esté constituido por un núcleo de vidrio y corteza de plástico se le denomina fibra PCS (Plástico Cid Silica). Se pueden obtener elevados n_A ⁶ con este tipo de fibras que además se caracterizan por tener un diámetro de núcleo ancho, elevada atenuación y pequeño ancho de banda. Lo importante de este tipo de fibra es que al ser elevado el n_A , permite el uso de LED como emisor de superficie de bajo costo, así como conectores baratos.

b) Fibras multimodo a índice gradual.

Este tipo de fibra consiste de un núcleo cuyo índice de refracción varía con la distancia a lo largo del eje con el objetivo de disminuir los efectos de la dispersión modal. Al igual que la fibra de índice escalón, el núcleo esta rodeado por el vidrio del revestimiento de menor índice refractivo.

Las fibras de índice gradual ofrecen una buena aceptación de luz y ancho de banda, mejor de las ofrecidas por las fibras a índice escalón. Otras características ofrecidas son:

- Diámetro del núcleo moderado
- Bajo n_A
- Atenuación moderada.

⁶ n_A se refiere al índice de refracción del aire

El ancho de banda mejorado se debe a la estructura especial de la fibra que permite un índice de refracción distribuido.

Los Diodos de Emisión de Luz Infrarroja (LED) o los Emisores de Láser de Superficie de Cavity Vertical (VCSEL) son dos tipos de fuentes de luz utilizadas normalmente con fibra multimodo. Se puede utilizar cualquiera de los dos. Los LED son un poco más económicos de fabricar y no requieren tantas normas de seguridad como los láser. Sin embargo, los LED no pueden transmitir luz por un cable a tanta distancia como los láser. La fibra multimodo puede transportar datos a distancias de hasta 2000 metros (6.560 pies).

c) Fibra monomodo de dispersión desplazada

La fibra monomodo consta de las mismas partes que una multimodo. El revestimiento exterior de la fibra monomodo es, en general, de color amarillo. La mayor diferencia entre la fibra monomodo y la multimodo es que la monomodo permite que un solo modo de luz se propague a través del núcleo de menor diámetro de la fibra óptica. El núcleo de una fibra monomodo tiene de ocho a diez micrómetros de diámetro. Los más comunes son los núcleos de nueve micrómetros.

La marca 9/125 que aparece en el revestimiento de la fibra monomodo indica que el núcleo de la fibra tiene un diámetro de 9 micrómetros y que el revestimiento que lo envuelve tiene 125 micrómetros de diámetro.

En una fibra monomodo se utiliza un láser infrarrojo como fuente de luz. El rayo de luz que el láser genera, ingresa al núcleo en un ángulo de 90 grados.

Como consecuencia, los rayos de luz que transportan datos en una fibra monomodo son básicamente transmitidos en línea recta directamente por el centro del núcleo.

Esto aumenta, en gran medida, tanto la velocidad como la distancia a la que se pueden transmitir los datos. Por su diseño, la fibra monomodo puede transmitir datos a mayores velocidades (ancho de banda) y recorrer mayores distancias de tendido de cable que la fibra multimodo. La fibra monomodo puede transportar datos de LAN a una distancia de hasta 3000 metros. Aunque esta distancia se considera un estándar, nuevas tecnologías han incrementado esta distancia. La fibra multimodo

sólo puede transportar datos hasta una distancia de 2000 metros. Las fibras monomodo y el láser son más costosos que los LED y la fibra multimodo.

Debido a estas características, la fibra monomodo es la que se usa con mayor frecuencia para la conectividad entre edificios.

Ventajas de las fibras ópticas

- Mayor capacidad debido al ancho de banda mayor disponible en las frecuencias ópticas.
- Pueden transmitir a velocidades mucho más altas de lo que emisores y transmisores actuales lo permiten, son éstos los que limitan la velocidad de transmisión.
- Gran flexibilidad, el radio de curvatura puede ser inferior a 1 cm, lo que facilita su instalación.
- Gran ligereza, el peso es del orden de algunos gramos por kilómetro, lo que resulta unas nueve veces menos que el de un cable convencional.
- Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas.
- Gran seguridad: la intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía luminosa en recepción, además, no radia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad.
- Inmunidad a interferencia estática debida a las fuentes de ruido.
- Una atenuación lineal no muy pequeña, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios.
- Resistencia a extremos ambientales. Son menos afectadas por líquidos corrosivos, gases y variaciones de temperatura.
- Seguridad en cuanto a instalación y mantenimiento. Las fibras de vidrio y los plásticos no son conductores de la electricidad, se pueden usar cerca de líquidos y gases volátiles.

Desventajas de la fibra óptica

- Pérdidas en los cables por absorción de luz, la cual puede ser convertida en calor.
- Pérdidas por dispersión. Luz difractada que escapa por la cubierta al chocar contra una irregularidad del vidrio en el proceso de fabricación.
- Su mayor desventaja es su coste de producción superior al resto de los tipos de cable, debido a necesitarse el empleo de vidrio de alta calidad y la fragilidad de su manejo en producción.
- La terminación de los cables de fibra óptica requiere un tratamiento especial que ocasiona un aumento de los costos de instalación.

Otros componentes ópticos

La mayoría de los datos que se envían por una LAN se envían en forma de señales eléctricas. Sin embargo, los enlaces de fibra óptica utilizan luz para enviar datos. Hace falta algún elemento para convertir la electricidad en luz y, en el otro extremo de la fibra, para convertir la luz nuevamente en electricidad. Esto significa que se requiere un transmisor y un receptor.

El transmisor recibe los datos que se deben transmitir desde los conmutadores y enrutadores. Estos datos tienen forma de señales eléctricas. El transmisor convierte las señales electrónicas en pulsos de luz equivalentes.

Existen dos tipos de fuentes de luz que se utilizan para codificar y transmitir los datos a través del cable:

1. **Un diodo emisor de luz (LED)** que produce luz infrarroja con longitudes de onda de 850 nanómetros o 1310 nanómetros. Se utilizan con fibra multimodo en las LAN. Para enfocar la luz infrarroja en el extremo de la fibra, se utilizan lentes.
2. **Amplificación de la luz por radiación** por emisión estimulada (LASER) una fuente de luz que produce un fino haz de intensa luz infrarroja, generalmente, con longitudes de onda de 1310 nanómetros o 1550 nanómetros. Los láseres se usan con fibra monomodo para las grandes distancias de los cableados

verticales de universidades y WAN. Se debe tener sumo cuidado a fin de evitar daños a la vista.

Cada una de estas fuentes de luz puede ser encendida y apagada muy rápidamente para así enviar datos (unos y ceros) a un elevado número de bits por segundo. En el otro extremo de la fibra óptica conectada al transmisor se encuentra el receptor. El receptor funciona casi como una célula fotoeléctrica en una calculadora a energía solar. Cuando la luz llega al receptor, se genera electricidad. La primera tarea del receptor es detectar el pulso de luz que llega desde la fibra. Luego, el receptor convierte el pulso de luz nuevamente en la señal eléctrica original tal como ingresó al transmisor al otro extremo de la fibra. Ahora, la señal nuevamente adquiere la forma de cambios de nivel de tensión. La señal está lista para ser enviada por el cable de cobre al dispositivo electrónico receptor, como por ejemplo, un computador, conmutador o enrutador. Los dispositivos semiconductores que se utilizan generalmente como receptores con enlaces de fibra óptica reciben el nombre de diodos p-intrínsecos-n (fotodiodos PIN).

Los fotodiodos PIN están fabricados para ser sensibles a 850; 1310 ó 1550 nanómetros de luz que el transmisor genera al otro extremo de la fibra. Cuando un pulso de luz de la longitud de onda adecuada da en el fotodiodo PIN, éste rápidamente genera una corriente eléctrica de tensión apropiada para la red. Cuando la luz deja de iluminar el fotodiodo PIN, éste deja de generar tensión al instante. Esto genera cambios de tensión que representan los unos y ceros de los datos en el cable de cobre. Hay conectores unidos a los extremos de las fibras de modo que éstas puedan estar conectadas a los puertos del transmisor y del receptor.

El tipo de conector que se usa con mayor frecuencia con la fibra multimodo es el conector suscriptor (conector SC, ver figura 25). En una fibra monomodo, el conector de punta recta (ST, ver figura 26) es el más frecuentemente utilizado.

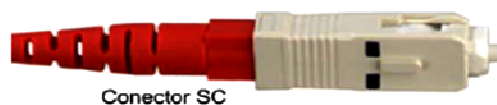


Figura 25. Conector suscriptor (SC)

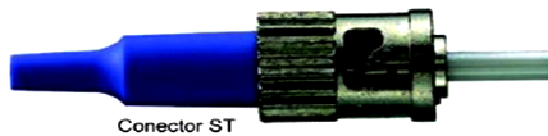


Figura 26. Conector de punta recta (ST)

Además de los transmisores, receptores, conectores y fibras que siempre son necesarios en una red óptica, a menudo también se ven repetidores y paneles de conexión de fibra. Los repetidores son amplificadores ópticos que reciben pulsos de luz atenuante que recorren largas distancias y los convierte a su forma, fuerza y sincronización originales. Las señales restauradas pueden entonces enviarse hasta el receptor que se encuentra en el extremo final de la fibra.

Los paneles de conexión de fibra son similares a los paneles de conexión que se usan con el cable de cobre. Estos paneles aumentan la flexibilidad de una red óptica permitiendo que se realicen rápidos cambios en la conexión de los dispositivos, como por ejemplo, conmutadores o enrutadores con distintos tendidos de fibra o enlaces de cable disponibles.

Señales y ruido en las fibras ópticas

El cable de fibra óptica no se ve afectado por las fuentes de ruido externo que causan problemas en los medios de cobre porque la luz externa no puede ingresar a la fibra salvo en el extremo del transmisor. El manto está cubierto por un material amortiguador y una chaqueta exterior que impide que la luz entre o abandone el cable.

Además, la transmisión de la luz en la fibra de un cable no genera interferencia que afecte la transmisión en cualquier otra fibra. Esto significa que la fibra no tiene el problema de diafonía que sí tienen los medios de cobre. De hecho, la calidad de los enlaces de fibra óptica es tan buena que los estándares recientes para Gigabit y 10 Gigabit Ethernet establecen distancias de transmisión que superan el tradicional alcance de 2 kilómetros de la Ethernet original. La transmisión por fibra óptica permite que se utilice el protocolo de Ethernet en las redes de área metropolitana (MANs) y en las redes de área amplia (WAN).

Aunque la fibra es el mejor de todos los medios de transmisión a la hora de transportar grandes cantidades de datos a grandes distancias, la fibra también

presenta dificultades. Cuando la luz viaja a través de la fibra, se pierde parte de la energía de la luz. Cuanto mayor es la distancia a la que se envía una señal a través de una fibra, más fuerza pierde la señal. Esta atenuación de la señal se debe a diversos factores implícitos en la naturaleza de la fibra en sí. El factor más importante es la dispersión. La dispersión de la luz dentro de una fibra se produce por defectos microscópicos en la uniformidad (distorsiones) de la fibra que reflejan y dispersan parte de la energía de la luz.

La absorción es otra causa de pérdida de la energía de la luz. Cuando un rayo de luz choca algunos tipos de impurezas químicas dentro de una fibra, estas impurezas absorben parte de la energía. Esta energía de la luz se convierte en una pequeña cantidad de calor. La absorción hace que la señal luminosa sea más débil. Otro factor que causa atenuación en la señal luminosa son las irregularidades o asperezas de fabricación en el límite entre el núcleo y el revestimiento. Se pierde potencia en la señal luminosa debido a que la reflexión interna total no es perfecta en el área áspera de la fibra. Cualquier imperfección microscópica en el espesor o simetría de la fibra reducirá la reflexión interna total y el revestimiento absorberá parte de la energía de la luz.

La dispersión de un destello de luz también limita las distancias de transmisión de una fibra. Dispersión es el término técnico para la difusión de los pulsos de luz a medida que viajan a través de la fibra (ver figura 27)

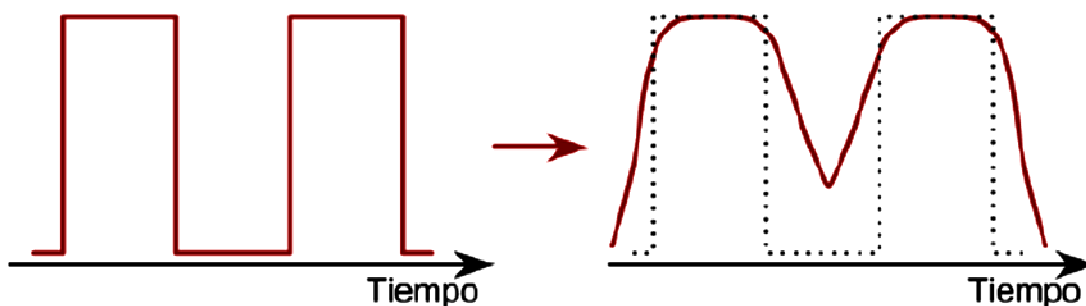


Figura 27. Dispersión de los pulsos de luz que viajan a través de la fibra

La fibra multimodo de índice gradual está diseñada para compensar las diferentes distancias que los distintos modos de luz deben recorrer en un núcleo de gran diámetro. La fibra monomodo no presenta el problema de trayectos múltiples que una

señal luminosa puede recorrer. Sin embargo, la dispersión cromática es una característica de tanto la fibra multimodo como la monomodo. Cuando las longitudes de onda de la luz viajan a través del vidrio a velocidades levemente distintas a las de otras longitudes de onda, se produce la dispersión cromática. Es por eso que un prisma separa las longitudes de onda de la luz. Lo ideal es que la fuente de luz láser o LED emita luz de una sola frecuencia. Entonces, la dispersión cromática no sería un problema.

Lamentablemente, los láser y, en especial, los LED generan una gama de longitudes de onda de modo que la dispersión cromática limita la distancia hasta que se pueden alcanzar en una fibra. Si se transmite una señal a una distancia demasiado grande, lo que comenzó como un pulso brillante de energía de luz llegará al receptor dispersa, difusa y débil. El receptor no podrá diferenciar un uno de un cero.

Instalación, cuidado y prueba de la fibra óptica

Una de las causas principales de la atenuación excesiva en el cable de fibra óptica es la instalación incorrecta. Si se estira o curva demasiado la fibra, se pueden producir pequeñas fisuras en el núcleo que dispersan los rayos de luz. Al curvar demasiado la fibra se puede cambiar el ángulo de incidencia de los rayos de luz que llegan al límite entre el núcleo y el revestimiento. Entonces, el ángulo de incidencia del rayo será menor que el ángulo crítico para la reflexión interna total. En lugar de reflejarse siguiendo la zona del dobléz, parte de los rayos de luz se refractarán en el revestimiento y se perderán.

Para evitar que la curvatura de la fibra sea demasiado pronunciada, generalmente, se introduce la fibra a un tipo de tubo instalado que se llama interducto. El interducto es mucho más rígido que la fibra y no se puede curvar de forma pronunciada, de modo que la fibra en el interducto tampoco puede curvarse en exceso. El interducto protege la fibra, hace que sea mucho más sencillo el tendido y asegura que no se exceda el radio de la curvatura (límite de curva) de la fibra.

Una vez que se ha tendido la fibra, se debe cortar y pulir adecuadamente los extremos de la fibra para asegurarse de que estén lisos. Se utiliza un microscopio o un instrumento de prueba con una lupa incorporada para examinar el extremo de la fibra y verificar que tenga la forma y pulido correctos. Entonces, con cuidado, se fija

el conector al extremo de la fibra. Los conectores incorrectamente instalados, empalmes no apropiados y el empalme de dos cables de diferentes tamaños de núcleo reducirán drásticamente la fuerza de la señal luminosa.

Una vez que el cable de fibra óptica y los conectores han sido instalados, los conectores y los extremos de las fibras deben mantenerse totalmente limpios. Los extremos de las fibras deben cubrirse con cubiertas protectoras para evitar daños. Cuando éstas cubiertas se retiran, antes de conectar la fibra a un puerto en un conmutador o enrutador, se deben limpiar los extremos de las fibras. Se deben limpiar los extremos de la fibra con paño especial sin pelusa para limpiar lentes, humedecido con alcohol isopropílico puro. Los puertos de fibra de un conmutador o enrutador también deben mantenerse cubiertos cuando no se encuentran en uso y limpiarse con paño especial para limpiar lentes y alcohol isopropílico antes de realizar la conexión. La suciedad en los extremos de una fibra disminuirá gravemente la cantidad de luz que llega al receptor.

La dispersión, absorción, difusión, incorrecta instalación y los extremos de fibra sucios son factores que disminuyen la fuerza de la señal luminosa y se conocen como ruido de fibra. Antes de usar un cable de fibra óptica, es importante probarlo para asegurarse de que suficiente luz llegue al receptor para que éste pueda detectar los ceros y los unos en la señal.

Es de suma importancia probar los enlaces de fibra y se deben mantener registros de los resultados de estas pruebas. Se utilizan varios tipos de equipo de prueba para fibra óptica. Dos de los instrumentos más importantes son los medidores de pérdida óptica y los reflectómetros ópticos de dominio de tiempo (OTDR). Estos medidores prueban el cable óptico para asegurar que el cable cumpla con los estándares TIA para la fibra. También verifican que la pérdida de potencia del enlace no este por debajo del presupuesto de pérdida del enlace óptico. Los OTDR pueden brindar mucha información detallada de diagnóstico sobre el enlace de fibra. Pueden utilizarse para detectar las fallas de un enlace cuando se produce un problema.

2.14 Fuentes de ruido en medios de cobre

El ruido consiste en cualquier energía eléctrica en el cable de transmisión que dificulte que un receptor interprete los datos enviados por el transmisor. En la actualidad, la certificación TIA/EIA-568-B de un cable exige que se hagan pruebas de varios tipos de ruido.

La diafonía es la transmisión de señales de un hilo a otro circundante. Cuando cambia la tensión en un hilo, se genera energía electromagnética. El hilo transmisor irradia esta energía como una señal de radio de un transmisor. Los hilos adyacentes del cable funcionan como antenas que reciben la energía transmitida, lo que interfiere con los datos transmitidos en esos hilos. Las señales de cables diferentes pero circundantes también pueden causar diafonía. Cuando la diafonía es provocada por una señal de otro cable, se conoce como acoplamiento de diafonía. La diafonía es más destructiva a frecuencias de transmisión elevadas.

Los instrumentos de prueba de cables miden la diafonía aplicando una señal de prueba a un par de hilos. El analizador de cables mide la amplitud de las señales diafónicas no deseadas inducidas sobre los otros pares de hilos del cable.

Los cables de par trenzado están diseñados para aprovechar los efectos de la diafonía para minimizar el ruido. En los cables de par trenzado, se utiliza un par de hilos para transmitir una señal. El par de hilos está trenzado de tal modo que cada hilo experimenta una diafonía similar. Como una señal de ruido en un hilo aparecerá en forma idéntica en el otro hilo, es fácil detectar este ruido y filtrarlo en el receptor. Trenzar un par de hilos en un cable, contribuye además a reducir la diafonía en las señales de datos o de ruido provenientes de un par de hilos adyacentes. En las categorías de UTP más altas, hacen falta más trenzas en cada par de hilos del cable para minimizar la diafonía a frecuencias de transmisión elevadas. Al colocar conectores en los extremos de los cables UTP, se debe minimizar el destrenzado de los pares de hilos (*ver figura 28 y figura 29, para observar la forma correcta e incorrecta de colocar los conectores*) para asegurar una comunicación confiable en la LAN.



Figura 28

Conector correcto. Los hilos están sin trenzar solo en el trecho necesario para unir el conector



Figura 29

Conector defectuoso. Los hilos están sin trenzar en un trecho demasiado largo.

2.15 Tipos de diafonía

Existen tres tipos distintos de diafonía:

1. **Paradiafonía (NEXT)**
2. **Telediafonía (FEXT)**
3. **Paradiafonía de suma de potencia (PSNEXT)**

La **paradiafonía** (NEXT, ver figura 30) se computa como la relación entre la amplitud de tensión de la señal de prueba y la señal diafónica, medida en el mismo extremo del enlace. Esta diferencia se expresa como un valor negativo en decibelios (dB).

Los números negativos bajos indican más ruido, de la misma forma en que las temperaturas negativas bajas indican más calor. Tradicionalmente, los analizadores de cables no muestran el signo de menos que indica los valores NEXT negativos. Una lectura NEXT de 30 dB (que en realidad indica -30 dB) indica menos ruido NEXT y una señal más limpia que una lectura NEXT de 10 dB.

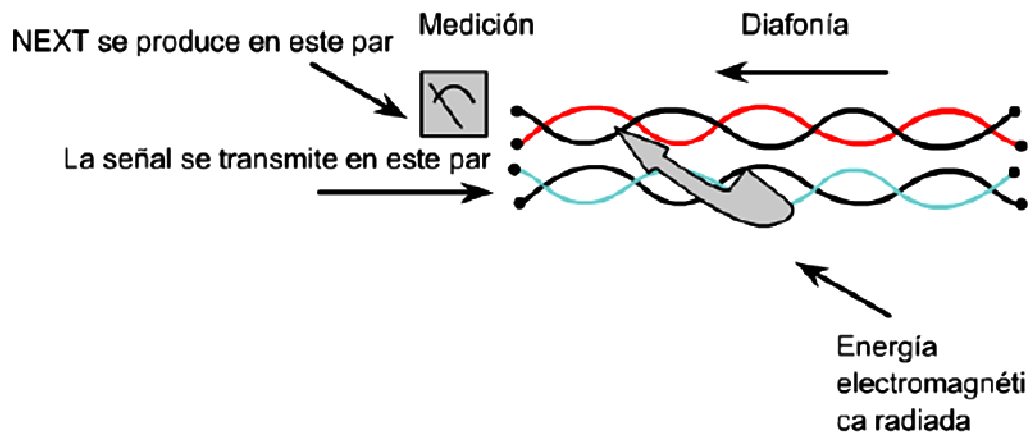


Figura 30. Generación de paradiafonía

El NEXT se debe medir de par en par en un enlace UTP, y desde ambos extremos del enlace. Para acortar los tiempos de prueba, algunos instrumentos de prueba de cables permiten que el usuario pruebe el desempeño NEXT de un enlace utilizando un intervalo de frecuencia mayor que la especificada por el estándar TIA/EIA. Las mediciones resultantes quizás no cumplan con TIA/EIA 568-B, y pasen por alto fallas en el enlace. Para verificar el correcto desempeño de un enlace, NEXT se debe medir desde ambos extremos del enlace con un instrumento de prueba de buena calidad. Este es también un requisito para cumplir con la totalidad de las especificaciones para cables de alta velocidad.

Debido a la atenuación, la diafonía que ocurre a mayor distancia del transmisor genera menos ruido en un cable que la NEXT. A esto se le conoce como **telediafonía** (ver figura 31), o FEXT. El ruido causado por FEXT también regresa a la fuente, pero se va atenuando en el trayecto. Por lo tanto, FEXT no es un problema tan significativo como NEXT.

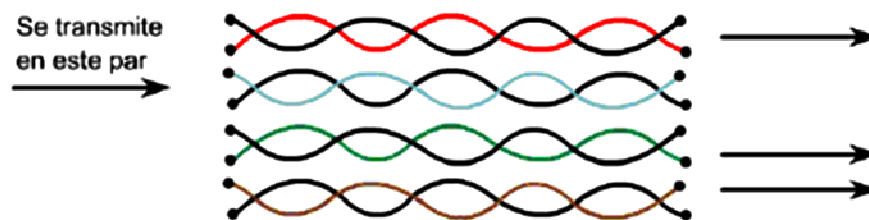


Figura 31. Generación de telediafonía (FEXT)

La Paradiafonía de suma de potencia (PSNEXT, ver figura 32) mide el efecto acumulativo de NEXT de todos los pares de hilos del cable. PSNEXT se calcula para cada par de hilos con base a los efectos de NEXT de los otros tres pares. El efecto combinado de la diafonía proveniente de múltiples fuentes simultáneas de transmisión puede ser muy perjudicial para la señal. En la actualidad, la certificación TIA/EIA-568-B exige esta prueba de PSNEXT.

Algunos estándares de Ethernet, como 10BASE-T y 100 BASE-TX, reciben datos de un solo par de hilos en cada dirección. No obstante, para las tecnologías más recientes como 1000 BASE-T, que reciben datos simultáneamente desde múltiples pares en la misma dirección, las mediciones de suma de potencias son pruebas muy importantes.

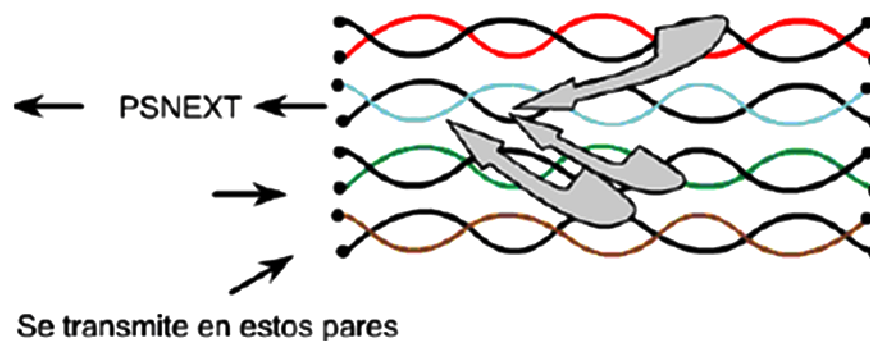


Figura 32. Generación de paradiafonía de suma de potencia (PSNEXT)

2.16 Normas de pruebas de cables

La norma TIA/EIA-568-B especifica diez pruebas que un cable de cobre debe pasar si ha de ser usado en una LAN Ethernet moderna de alta velocidad. Se deben probar todos los enlaces de cables a su calificación más alta aplicable a la categoría de cable que se está instalando.

Los diez parámetros de prueba principales que se deben verificar para que un enlace de cable cumpla con los estándares TIA/EIA son:

1. Mapa de cableado
2. Pérdida de inserción
3. Paradiafonía (NEXT)
4. Paradiafonía de suma de potencia (PSNEXT)

5. Telediafonía del mismo nivel (ELFEXT)
6. Telediafonía del mismo nivel de suma de potencia (PSELFEXT)
7. Pérdida de retorno
8. Retardo de propagación
9. Longitud del cable
10. Sesgo de retardo

El estándar de Ethernet especifica que cada pin de un conector RJ-45 debe tener una función particular. Una NIC (tarjeta de interfaz de red) transmite señales en los pines 1 y 2, y recibe señales en los pines 3 y 6 (ver figura 33).

Los hilos de los cables UTP deben estar conectados a los correspondientes pines en cada extremo del cable.

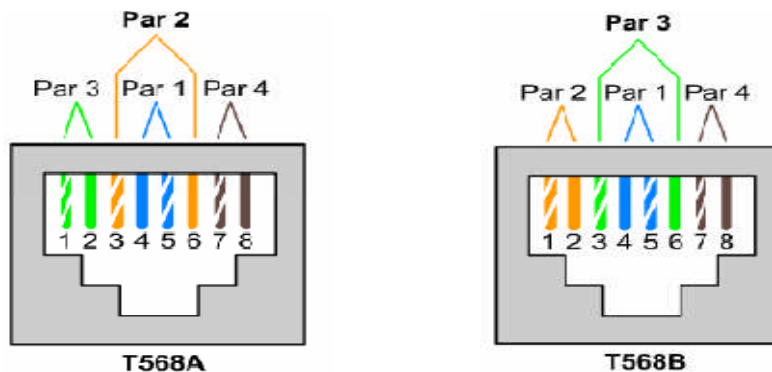


Figura 33. Conector RJ-45 con su respectiva conexión de pines

El mapa de cableado (ver figura 34) asegura que no existan circuitos abiertos o cortocircuitos en el cable. Un circuito abierto ocurre cuando un hilo no está correctamente unido al conector. Un cortocircuito ocurre cuando dos hilos están conectados entre sí.

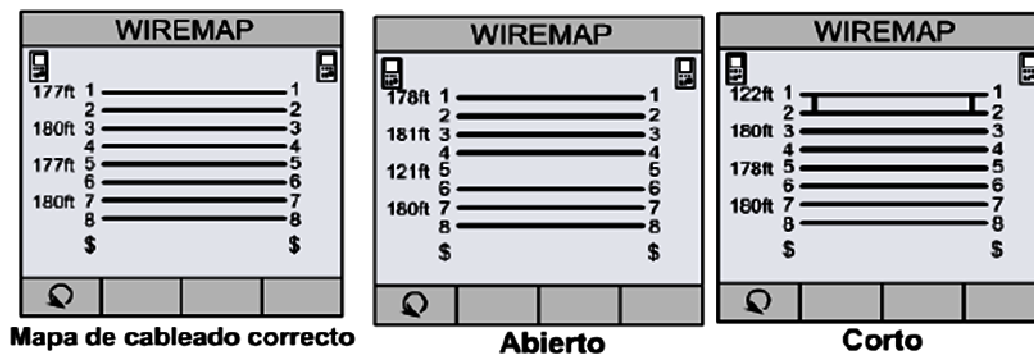


Figura 34. Mapa de cableado que se observa en el probador de cable

El mapa del cableado verifica además que la totalidad de los ocho cables estén conectados a los pines correspondientes en ambos extremos del cable (ver figura 35). Son varias las fallas de cableado que el mapa de cableado puede detectar.

La falla de par invertido ocurre cuando un par de hilos está correctamente instalado en un conector, pero invertido en el otro conector (ver figura 36). Si el hilo blanco/naranja se termina en el pin 1 y el hilo naranja se termina en el pin 2 en uno de los extremos de un cable, pero de forma invertida en el otro extremo, entonces el cable tiene una falla de par invertido.

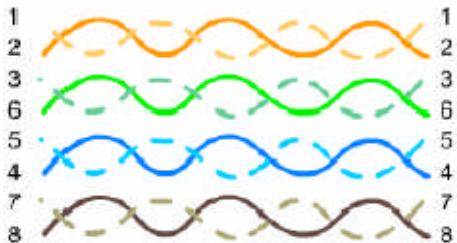


Figura 35. Cableado correcto

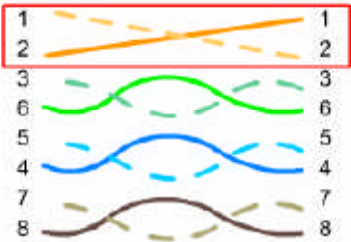


Figura 36. Falla de cableado de par invertido

Una falla de cableado de par dividido ocurre cuando un hilo de un par se cruza con un hilo de un par diferente (ver figura 37). Esta mezcla entorpece el proceso de cancelación cruzada y hace el cable más susceptible a la diafonía y la interferencia.

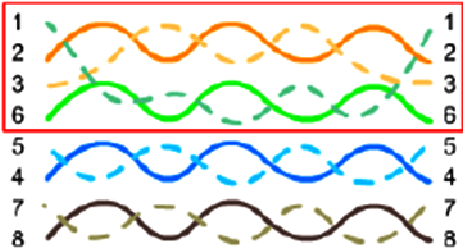


Figura 37. Falla de cableado de par dividido

Las fallas de cableado de pares transpuestos se producen cuando un par de hilos se conecta a pines completamente diferentes en ambos extremos (ver figura 38).

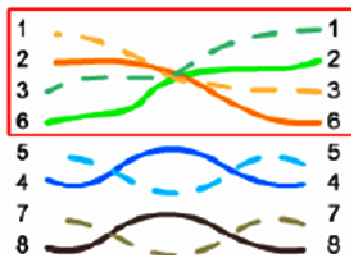


Figura 38. Falla de cableado de par transpuesto

2.17 Herramientas utilizadas en instalaciones con cableado estructurado.

Como en cualquier trabajo, las herramientas del oficio son lo que a menudo marca la diferencia entre un trabajo duro con resultados mediocres y un trabajo sencillo con resultados destacados.

2.17.1 Herramientas de pelar y cortar

Las herramientas de pelar se usan para cortar la cubierta y el aislamiento del cable. La herramienta de pelado de cables (ver figura 39) se utiliza para quitar la cubierta exterior de los cables de cuatro pares. También puede usarse con la mayoría de cables coaxiales. La herramienta presenta una hoja de corte ajustable para acomodarse a cables con cubiertas de diferente grosor. El cable es insertado en la herramienta, y luego esta se retuerce alrededor del cable.

La hoja corta sólo a través de la cubierta exterior, permitiendo al instalador simplemente tirar de la cubierta para mostrar los pares trenzados.

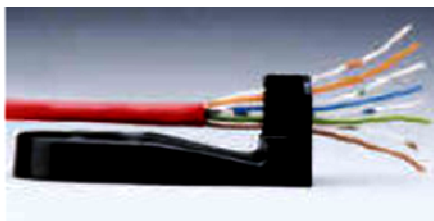


Figura 39. Cortadora de cable UTP

Las tijeras de electricista y el conjunto de cuchillas de cable (ver figura 40) también pueden usarse para eliminar la cubierta de los cables grandes, como los que entran al edificio. Esta cuchilla es afilada, así que tenga cuidado al usarla. Es recomendable

usar guantes al trabajar con ella, preferiblemente guantes que resistan e impidan la lesión si la cuchilla resbala.

Las tijeras pueden usarse para cortar cables individuales, quitar la cubierta de cables menores y eliminar el aislamiento de cables individuales.



Figura 40. Tijeras de electricista y cuchilla para pelar cable.

2.17.2 Herramientas de terminación

Las herramientas de terminación están diseñadas para cortar y terminar tipos específicos de cable. Entre las herramientas de terminación están el crimping y las herramientas de impacto.

Crimping

La herramienta de crimping (ver figura 41) realiza una operación de prensado y corte de hilos para fijar los hilos flexibles del cable a los contactos. Además, permiten el uso de conectores RJ-45 y RJ-11 normales.

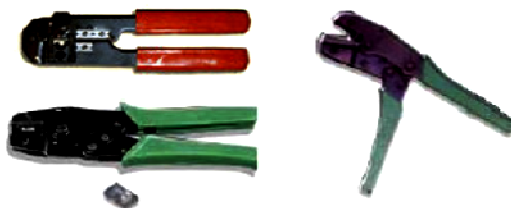


Figura 41. Herramientas para crimping

Herramienta de impacto

Es empleada para presionar las puntas de los cables con el conector mediante presión o impacto, posee un resorte que se puede graduar para dar distintas presiones de trabajo y sus puntas pueden ser cambiadas para permitir la conexión con otros conectores.



Figura 42. Herramienta de impacto

2.17.3 Herramientas de diagnóstico

Adaptador modular

A veces es necesario acceder a los hilos aislados dentro de una toma o un conector de telecomunicaciones. El adaptador modular se usa para proporcionar acceso a estos cables (ver figura 43). Un cable de línea común se conecta a los adaptadores y luego a los *conectores*.

El técnico puede usar un ohmímetro u otros dispositivos de prueba sin tener que desensamblar los *conectores*. Los adaptadores modulares vienen en configuraciones de tres pares y de cuatro pares.

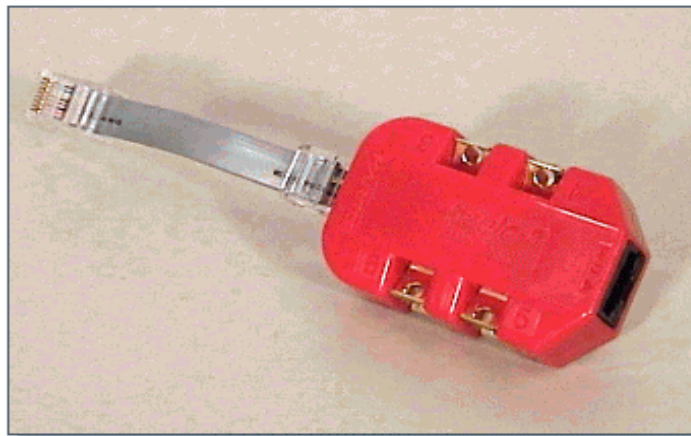


Figura 43. Adaptador modular

Localizar de tuberías de metal, tacos de madera o vigas

Para localizar tuberías de metal, tacos de madera o vigas, u otra infraestructura oculta tras una pared o bajo un suelo, se utilizan sensores de madera y de metal. Esto debería hacerse antes de taladrar para cualquier proyecto de cableado.

Un sensor de metal de escaneo profundo puede encontrar trozos de metal, conductos, tuberías de cobre, líneas eléctricas, refuerzos de acero, líneas telefónicas, líneas de cable, clavos y otros objetos metálicos.

Esta herramienta puede escanear generalmente a través de hasta 15 cm (unas 6 pulgadas) de superficie no metálica, como hormigón, madera o remates de vinilo. Identifica la ubicación y la profundidad de la tubería o el refuerzo de acero con una exactitud de unos 30 cm (12 pulgadas, aproximadamente).

Probadores de cables

Herramienta ideal para controlar los cableados (no para certificar) por parte del técnico instalador. De bajo costo y fácil manejo, esta herramienta permite detectar fácilmente: cables cortados o en cortocircuito, cables corridos de posición, etc. Además viene provisto de accesorios para controlar cable coaxial (BNC) y cables cortos de conexión (RJ45).



Figura 44. Probadores de cable

Probadores de cables para certificación

Un analizador de cables de buena calidad, similar a la serie Fluke DSP-4000 o Fluke OMNIScanner2 puede realizar todas las mediciones de prueba requeridas para las certificaciones Cat 5, Cat 5e y Cat 6, tanto para enlaces permanentes como en el

canal. La figura 43 muestra el Analizador de Cable Fluke DSP-4100 con un adaptador Canal/Tráfico DSP-LIA013 para Cat 5e.



Figura 45. Probador de cables para certificación

2.17.4 Herramientas de soporte de instalación

Entre las herramientas que se utilizan para el tendido del cable se encuentran las siguientes:

La rueda de medición.

Se utiliza para estimar la longitud del recorrido de un cable (ver figura 46). La rueda tiene un contador montado en el lado. Un instalador simplemente hace rodar la rueda por el camino del cable. Cuando se alcanza el fin, el contador indica la distancia.



Figura 46. Rueda de medición

Cinta pesca cables.

Las cintas pesca cables están diseñadas para simplificar la recuperación de cables perdidos en una pared. La cinta pesca cable que se observa en la Figura 47, puede pasarse a través de paredes y conductos. Primero se extiende la cinta pesca cable

hasta el punto deseado o algún sitio conveniente. Luego se asegura el cable al extremo de la cinta pesca cable. Al tirar de la cinta pesca cable y enrollarla en el carrete de almacenamiento, se recupera el cable.

Para trabajos de cableado es más seguro utilizar una cinta pesca cable de fibra de vidrio que una de acero. La mayoría de los instaladores de cable tienden una cuerda junto con el cable. Esto ofrece la posibilidad de tender cables adicionales en un futuro. El cable puede ser atado a la cuerda de tracción y arrastrarlo a lo largo del trayecto en vez de tener que usar la cinta pesca cable nuevamente.



Figura 47. Cinta pesca cable

Poleas

Las poleas se utilizan en recorridos de cable largos y abiertos para sostener cables y evitar que se arrastren sobre superficies que puedan dañar la funda del cable. También se usan en superficies que puedan dañarse por el arrastre del cable sobre ellas. Se emplean en recorridos rectos del cable para sostener su peso y reducir la fricción de la tracción.

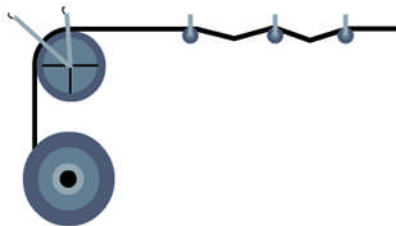


Figura 48. Poleas

2.18 Accesorios para cableado estructurado

Canaletas

Las canaletas son tubos metálicos o plásticos que conectados de forma correcta proporcionan al cable una segunda pantalla o protección.



Figura 49. Canaletas y accesorios para canaletas

Conectores

Son los que se utilizan en la salida de telecomunicaciones, en el panel de conexión y en los equipos activos. Algunos conectores están compuestos por ocho contactos de tipo deslizante dispuestos en fila y recubiertos por una capa fina de oro de aproximadamente 50um para dar una menor pérdida por reflexión estructural a la hora de operar con el conector macho.

Facilitan la tarea de conectar y desconectar, permitiendo cambiar equipo o cableado rápidamente. Existen conectores para los diferentes tipos de cable, por ejemplo: conectores para cable coaxial, para cables de par trenzado y para fibra óptica.



Figura 50. Conectores

Cables cortos de conexión

Son los cables que se arman para interconectar los paneles de conexión con los equipos activos y las salidas de telecomunicaciones con el equipo del usuario. Son cables directos uno a uno con conectores en ambos extremos y hechos con cable UTP flexible por facilidad de manejo. Es recomendable certificar este cable corto de conexión por separado para garantizar un buen funcionamiento de la red. La fabricación se debe hacer con cables y conectores de muy buena calidad o de lo contrario adquirirlos de fábrica, que ya vienen debidamente probados. Para la Categoría 5e, no se deben fabricar los cables cortos de conexión, sino adquirirlos de fábrica.

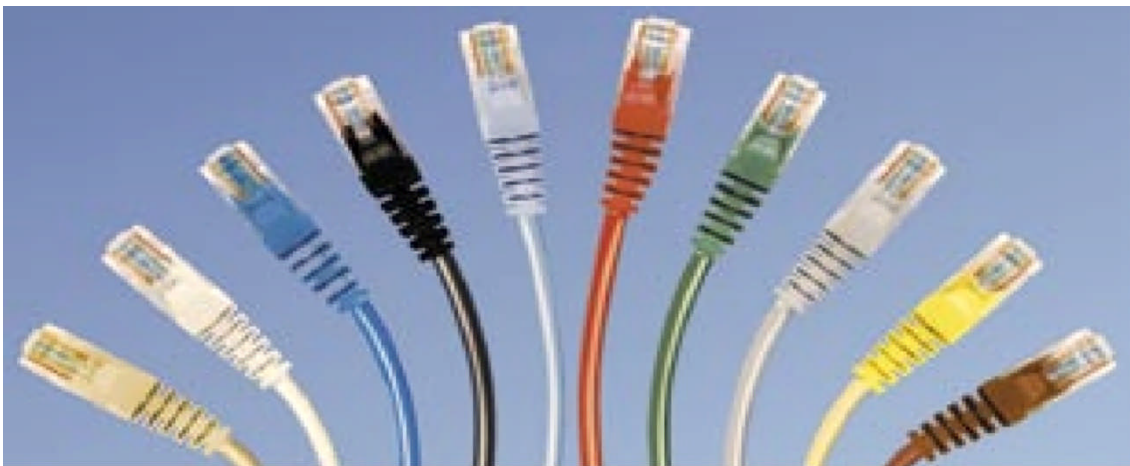


Figura 51. Cables cortos de conexión de diferentes colores

Panel de conexión

Es un arreglo de conectores hembra RJ 45 que se utiliza para realizar conexiones cruzadas (diferente a cable cruzado) entre los equipos activos y el cableado horizontal. Permite un gran manejo y administración de los servicios de la red, ya que cada punto de conexión del panel de conexión maneja el servicio de una salida de telecomunicaciones. Se adquieren panel de conexión para armar, es decir, que solo viene el troquel para que cada uno de los conectores sea instalado, o viene armado de fábrica, en cuyo caso sólo es necesario ponchar el cable. Se encuentran en presentación de 12, 24, 48, 96 puertos.



Figura 52. Panel de conexión



Figura 53. Panel de conexión para fibra óptica

Conector macho RJ 45.

Su utilización está orientada principalmente hacia los cables cortos de conexión. Posee también ocho contactos y un recubrimiento en oro. Al igual que a los otros tipos de conectores, al conector RJ 45 se le exige una muy buena calidad en los contactos y en la instalación, ya que es en estos dos elementos donde más problemas se presenta en la puesta en marcha y durante la operación normal.



Figura 54. Conectores machos RJ-45

Rack de comunicaciones

Es un gabinete necesario y recomendado para instalar el panel de conexión y los equipos activos proveedores de servicios. Posee unos soportes para conectar los equipos con una separación estándar de 19". Debe estar provisto de ventiladores y

extractores de aire, además de conexiones adecuadas de energía. Hay modelos abiertos y otros más costosos cerrados y con puerta panorámica para supervisar el funcionamiento de los equipos activos y el estado de las conexiones cruzadas. También existen otros modelos que son para sujetar en la pared, estos no son de gran tamaño, generalmente de 60 cm de altura y con posibilidad de ser cerrados o abiertos.



Figura 55. Diferentes rack de comunicaciones

Salida de telecomunicaciones

Es la conexión en la cual se le entrega al usuario el servicio de datos, voz, video, control entre otros. Consta de uno o varios conectores hembra RJ 45 o modular de ocho pines. Puede instalarse sobre la pared y dentro de ella, para lo cual se utiliza con una cubierta. Se encuentra en presentación sencilla, doble o cuádruple.



Figura 56. Diferentes tipos de salida de telecomunicaciones

2.19 Enlaces de microondas

La ingeniería de microondas tiene que ver con todos aquellos dispositivos, componentes y sistemas que trabajen en el rango de frecuencias de 300 MHz a 300 GHz. Debido a tan amplio margen de frecuencias, tales componentes encuentran aplicación en diversos sistemas de comunicación.

Básicamente un enlace vía microondas consiste en tres componentes fundamentales:

1. El transmisor
2. El receptor
3. El canal

El transmisor es el responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para transmitir. **El receptor** es el encargado de capturar la señal transmitida y llevarla de nuevo a señal digital. **El canal** representa un camino abierto entre el transmisor y el receptor.

El factor limitante de la propagación de la señal en enlaces microondas es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y el receptor, además esta distancia

debe estar libre de obstáculos. Otro aspecto que se debe señalar es que en estos enlaces, el camino entre el receptor y el transmisor debe tener una altura mínima sobre los obstáculos en la vía, para compensar este efecto se utilizan torres para ajustar dichas alturas.

Estructura general de un radioenlace por microondas.

➤ **Equipos**

Un radioenlace esta constituido por equipos terminales y repetidores intermedios. La función de los repetidores es salvar la falta de visibilidad impuesta por la curvatura terrestre y conseguir así, enlaces superiores al horizonte óptico.

Los repetidores pueden ser:

- Activos
- Pasivos

En los repetidores pasivos o reflectores.

- No hay ganancia
- Se limitan a cambiar la dirección del haz radioelectrónico.

Antenas y torres de microondas.

La distancia cubierta por enlaces microondas puede incrementarse con el uso de repetidoras, las cuales amplifican y redireccionan la señal, es importante destacar que los obstáculos de la señal pueden evitarse a través de reflectores pasivos.

La señal de microondas transmitidas es distorsionada y atenuada mientras viaja desde el transmisor hasta el receptor, estas atenuaciones y distorsiones son causadas por una pérdida de potencia dependiente a la distancia, reflexión y refracción debido a obstáculos y superficies reflectoras, y a pérdidas atmosféricas.

Internet por microondas

Recientemente algunas empresas que se dedican a ofrecer servicios de comunicación, están incursionando en un prometedor sistema para transmisión de Internet a través de microondas.

El nuevo sistema inalámbrico logra increíbles velocidades de transmisión y recepción de datos del orden de los 2048 kbps y promete convertirse en corto tiempo en una opción al alcance de muchos bolsillos.

La información viaja a través del aire de forma similar a la tecnología de la radio.

¿Cómo funciona este servicio?

El servicio utiliza una antena que se coloca en la terraza del edificio o la casa del cliente y un módem especial que interconecta la antena con la computadora. La comunicación entre el módem especial y la computadora se realiza a través de una tarjeta de red, la cual deberá estar integrada a la computadora.

La comunicación se realiza a través de ondas electromagnéticas de alta frecuencia (microondas), que operan en las bandas de 3,5 y 28 GHz, y viajan a través de espacio libre.

La nueva tecnología inalámbrica trabaja bien en ambientes de ciudades congestionadas, ambientes suburbanos y ambientes rurales, al sobreponerse a los problemas de instalación de líneas terrestres, problemas de alcance de señal, instalación y tamaño de antena requeridos por los usuarios.

Las etapas de comunicación son:

1. Cuando el usuario final accesa a un navegador de internet instalado en su computadora y solicita alguna información o teclea una dirección electrónica, se genera una señal digital que se envía a través de la tarjeta de red hacia el módem especial.
2. El módem especial convierte la señal digital a formato analógico (la modula) y la envía por medio de un cable coaxial a la antena.
3. La antena se encarga de radiar, en el espacio libre, la señal en forma de ondas electromagnéticas (microondas).
4. Las ondas electromagnéticas son captadas por la radio base de la empresa que le brinda el servicio, esta radio base a su vez la envía hacia el nodo central por medio de un cable de fibra óptica.

5. El nodo central valida el acceso del cliente a la red, y realiza otras acciones como facturación del cliente y monitoreo del desempeño del sistema.
6. Finalmente el nodo central dirige la solicitud a hacia Internet y una vez que localiza la información se envía la señal de regreso a la computadora del cliente. Este proceso se lleva acabo en fracciones de segundo.

¿Qué necesitas para conectarte?

1. Contratar los servicios de una compañía que brinde el servicio en tu localidad.
2. El siguiente equipo que te proporciona la empresa con la que contrates el servicio: antena aerea, módem especial y un concentrador (aparato que te permite conectar más de una computadora).
3. Una computadora PC, Mac o Laptop con una velocidad superior a los 100Mhz, 25Mb de espacio libre en disco duro y 32Mb en memoria RAM.
4. Una tarjeta de red Ethernet con conector 10/100 baseT.
5. Un navegador de Internet instalado en tu computadora, como por ejemplo internet explorer, netscape, opera o el de tu elección.

¿Qué ventajas tiene?

- Permite acceder a videoconferencias en tiempo real.
- Alta calidad de señal.
- Conexión permanente.
- Permite la comunicación entre equipos de cómputo que se encuentren en diferentes edificios.

¿Qué desventajas presenta?

- Para uso doméstico, el costo económico del servicio resulta muy elevado. Se tiene que cubrir un costo de instalación y una mensualidad seis veces más alta que la solicitada para un acceso vía línea telefónica o cable.
- Por ahora la cobertura al igual que en el caso del acceso vía cable módem, sólo está habilitada para unas cuantas ciudades.
- Finalmente podemos decir que por el momento, las empresas que ofrecen este servicio se dedican principalmente al mercado empresarial, pero en un

futuro muy cercano podemos esperar que éste servicio de acceso a la red a través de radiofrecuencia se difunda con más vigor a los usuario hogareños a través de un costo más accesible.

Capítulo 3

Normas para la

Instalación de cableado

estructurado

Capítulo 3

Normas para la Instalación de cableado estructurado

3.1 Normas aplicables al cableado estructurado

La Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias de Electrónica (EIA) son asociaciones industriales que desarrollan y publican una serie de normas sobre el cableado estructurado para voz y datos para las LAN.

Tanto la TIA como la EIA están acreditadas por el Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI) para desarrollar normas para la industria de las telecomunicaciones. Muchas de las normas están clasificadas ANSI/TIA/EIA. Los distintos comités y subcomités de TIA/EIA desarrollan normas para fibra óptica, equipo terminal del usuario, equipo de red, comunicaciones inalámbricas y satelitales.

Normas TIA/EIA

Aunque hay muchas normas y suplementos, los que se enumeran en la figura 57 son los que los instaladores de cableado utilizan con más frecuencia.

TIA/EIA-568-B.1	Estándar de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales - Requisitos generales
TIA/EIA-568-B.2	Componentes de cableado de par trenzado
TIA/EIA-568-B.3	Componentes de cableado de fibra óptica
TIA/EIA-568-B	Estándares de cableado
TIA/EIA-569-A	Estándar para edificios comerciales, para recorridos y espacios de telecomunicaciones
TIA/EIA-570-A	Estándar de cableado para telecomunicaciones residenciales y comerciales menores
TIA/EIA-606	Estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales
TIA/EIA-607	Requisitos de conexión a tierra y conexión de telecomunicaciones para edificios comerciales.

Figura 57. Normas TIA/EIA para cableado estructurado

3.2 Breve resumen de las normas para cableado estructurado

- ✚ **TIA/EIA-568-A:** Esta antigua norma para cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales especificaba los requisitos mínimos de cableado para telecomunicaciones, la topología recomendada y los límites de distancia, las especificaciones sobre el rendimiento de los aparatos de conexión y medios, y los conectores y asignaciones de pines.
- ✚ **TIA/EIA-568-B:** La actual norma de cableado especifica los requisitos sobre componentes y transmisión para los medios de telecomunicaciones. La norma TIA/EIA-568-B se divide en tres secciones diferentes: 568-B.1, 568-B.2 y 568-B.3.
 - **TIA/EIA-568-B.1** especifica un sistema genérico de cableado para telecomunicaciones para edificios comerciales que admite un entorno de múltiples proveedores y productos.
 - *TIA/EIA-568-B.1.1* es una enmienda que se aplica al radio de curvatura del cable de conexión UTP de 4 pares y par trenzado apantallado (STP) de 4 pares.
 - **TIA/EIA-568-B.2** especifica los componentes de cableado, transmisión, modelos de sistemas y los procedimientos de medición necesarios para la verificación del cableado de par trenzado.
 - *TIA/EIA-568-B.2.1* es una enmienda que especifica los requisitos para el cableado de Categoría 6.
 - **TIA/EIA-568-B.3** especifica los componentes y requisitos de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica.
- ✚ **TIA/EIA-569-A:** La norma para recorridos y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales especifica las prácticas de diseño y construcción dentro de los edificios y entre los mismos, que admiten equipos y medios de telecomunicaciones.
- ✚ **TIA/EIA-606-A:** La norma de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales incluye normas para la rotulación del cableado. Las normas especifican que cada unidad de terminación de

hardware debe tener una identificación exclusiva. También describe los requisitos de registro y mantenimiento de la documentación para la administración de la red.

- ✚ **TIA/EIA-607-A:** Las normas sobre requisitos de conexión a tierra y conexión de telecomunicaciones para edificios comerciales admiten un entorno de varios proveedores y productos diferentes, así como las prácticas de conexión a tierra para varios sistemas que pueden colocarse en las instalaciones del cliente. La norma especifica los puntos exactos de interfaz entre los sistemas de conexión a tierra y la configuración de la conexión a tierra para los equipos de telecomunicaciones. La norma también especifica las configuraciones de la conexión a tierra y de las conexiones necesarias para el funcionamiento de estos equipos.

3.3 ANSI/TIA/EIA-568 Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales

3.3.1 Cableado horizontal

El cableado horizontal incluye:

- Las salidas de telecomunicaciones en el área de trabajo.
- Cables y conectores de transición instalados entre las salidas del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.
- Paneles y cables cortos de conexión utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones.

3.3.1.1 Consideraciones a la hora de seleccionar el cableado horizontal

- Debe acomodar varias aplicaciones de usuario; para minimizar los cambios requeridos cuando las necesidades evolucionan.
- Es necesario evitar colocar los cables de cobre muy cerca de fuentes potenciales de emisiones electromagnéticas (EMI).

3.3.1.2 Consideraciones de diseño para el cableado horizontal

Los costos en materiales, mano de obra e interrupción de labores al hacer cambios en el cableado horizontal pueden ser muy altos. Para evitar estos costos, el cableado horizontal debe ser capaz de manejar una amplia gama de aplicaciones de usuario. La distribución horizontal debe ser diseñada para facilitar el mantenimiento y la relocalización de áreas de trabajo.

El diseñador también debe considerar incorporar otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable, control ambiental, seguridad, audio, alarmas y sonido al seleccionar y diseñar el cableado horizontal.

3.3.1.3 Topología del cableado horizontal

- El cableado horizontal debe seguir una topología en estrella.
- Cada toma/conector de telecomunicaciones del área de trabajo debe conectarse a una interconexión en el cuarto de telecomunicaciones.
- El cableado horizontal en una oficina debe terminar en un cuarto de telecomunicaciones ubicado en el mismo piso que el área de trabajo servida.
- Los componentes eléctricos específicos de la aplicación (como dispositivos acopladores de impedancia) no se instalarán como parte del cableado horizontal; cuando se necesiten, estos componentes se deben colocar fuera de la salida de telecomunicaciones.
- El cableado horizontal no debe contener más de un punto de transición entre cable horizontal y cable plano.
- No se permiten empalmes de ningún tipo en el cableado horizontal.

3.3.1.4 Distancias permitidas en el cableado horizontal

Sin importar el medio físico, la distancia horizontal máxima no debe exceder 90 m. La distancia se mide desde la terminación mecánica del medio en la interconexión horizontal en el cuarto de telecomunicaciones hasta la salida de telecomunicaciones en el área de trabajo.

Además se recomiendan las siguientes distancias:

- Se separan 10 m para los cables del área de trabajo y los cables del cuarto de telecomunicaciones (cables cortos de conexión, y cables de equipo).
- Los cables cortos de conexión que conectan el cableado horizontal con los equipos o los cables del cableado vertical en las instalaciones de interconexión no deben tener más de 6 m de longitud.
- En el área de trabajo, se recomienda una distancia máxima de 3 m desde el equipo hasta la salida de telecomunicaciones.

3.3.1.5 Medios reconocidos en el cableado horizontal

- Cables de par trenzado sin blindar (UTP) de 100 ohm y cuatro pares
- Cables de par trenzado blindados (STP) de 150 ohm y cuatro pares
- Cables de fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm y dos fibras.

El cable coaxial de 50 ohm aún está reconocido como un cable que se puede encontrar en instalaciones existentes; no se recomienda para las nuevas instalaciones de cableado y se espera que sea eliminado en la próxima revisión de esta norma. Se pueden emplear cables híbrido formados de más de uno de los cables anteriormente reconocidos dentro de un mismo recubrimiento, siempre que cumplan con las especificaciones.

Los cables reconocidos para el cableado horizontal deben tener 4 pares trenzados balanceados, sin malla (UTP). Los conductores de cada par deben tener un diámetro de 22 AWG a 24 AWG (Ver en ANEXO 2 Diámetro y sección de los cables AWG).

3.3.1.6 Características mecánicas de los cables para cableado horizontal

- El diámetro de cada cable no puede superar los 1.22 mm
- Los cables deben ser de 4 pares únicamente. No se admite para el cableado horizontal cables de más o menos pares. (Notar que si se admiten cables “multipares” para el cableado vertical)
- El diámetro completo del cable debe ser menor a 6.35mm

- Debe admitir una tensión de 400 Newton
- Deben permitir un radio de curvatura de 25.4 mm (1") sin que los forros de los cables sufran ningún deterioro

Los colores de los cables deben ser los siguientes:

Par 1: Azul-Blanco,	Azul	(W-BL)(BL)
Par 2: Naranja-Blanco,	Naranja	(W-O)(O)
Par 3: Verde-Blanco,	Verde	(W-G)(G)
Par4: Marrón-Blanco,	Marrón	(W-BR)(BR)



Figura 58. Colores de los cables según norma 568

3.3.1.7 Características eléctricas de los cables para cableado horizontal

- La resistencia “en continua” de cada conductor no puede exceder los 9.38 Ω por cada 100 m a 20 °C.
- La diferencia de resistencias entre dos conductores del mismo par no puede superar en ningún caso un 5%
- La capacitancia mutua de cualquier par de cables, medida a 1 KHz no puede exceder los 6.6 nF en 100 m de cable para categoría 3 y 5.6 nF en 100 m de cable para categoría 5e.
- La capacitancia desbalanceada, entre cualquier cable y tierra, medida a 1 KHz, no puede exceder los 330 pF en 100 m de cable.
- La impedancia característica del cable debe ser de 100 Ω +/- 15% en el

rango de las frecuencias de la categoría del cable.

3.3.1.8 Características de transmisión para la fibra óptica

Según la norma ANSI/TIA/EIA 568-B.3 Las cables de fibra óptica deben cumplir con los siguientes requerimientos:

Tipo de cable	Longitud de onda	Máxima atenuación (dB/km)	Mínima capacidad de transmisión de información (MHz . km)
Multimodo de 50/125 μ m	850	3.5	500
	1300	1.5	500
Multimodo de 62.5/125 μ m	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

Tabla 7. Características de transmisión para la fibra óptica

3.3.1.9 Características físicas de los cables de fibra óptica

Los cables de fibra óptica admitidos por ANSI/TIA/EIA 568-B.3 son multimodo de 50/125 μ m y 62.5/125 μ m 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). Todos los cables deben soportar un radio de curvatura de 10 veces el diámetro externo del cable sin tensión y 15 veces el diámetro externos bajo la tensión de tendido.

Los cables para exterior deben tener protección contra el agua y deben soportar una tensión de tenido 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 y 20 veces el diámetro externos bajo la tensión de tendido

3.3.1.10 Conectores para los cables de fibra óptica

De acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 568-B.3, los conectores para fibras multimodo deben ser de color **beige**. Los conectores para fibras monomodo deben ser de color **azul**.

La norma toma 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.

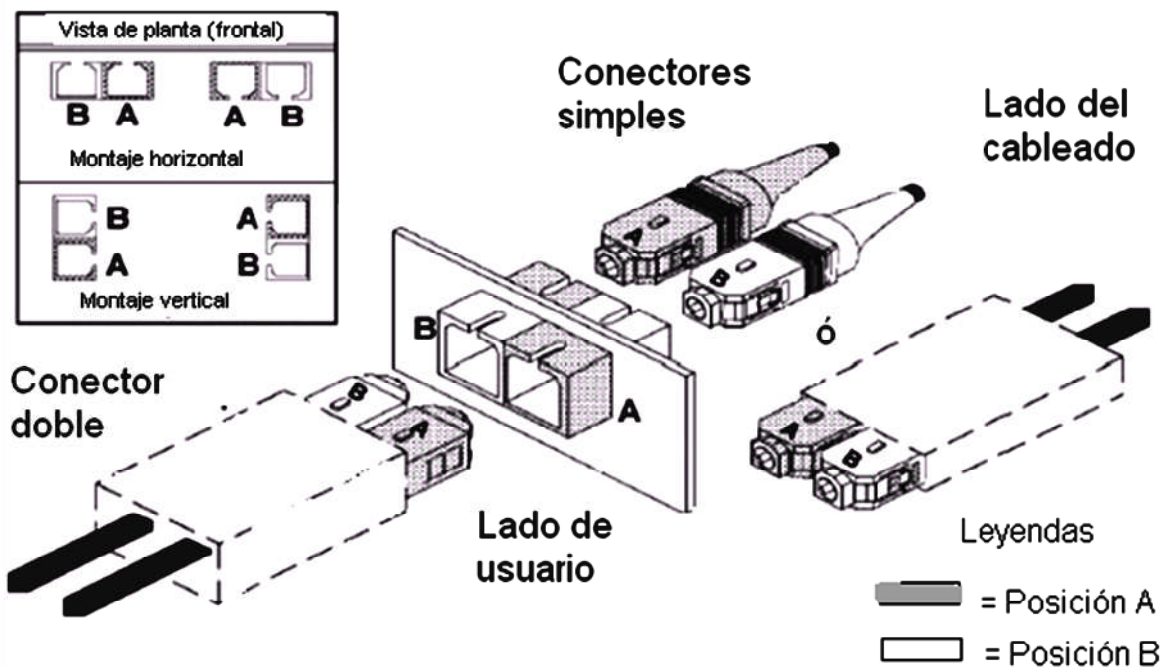


Figura 59. Configuración de la posición A y B de un conector 568SC

Los cables cortos de conexión de fibra pueden ser dobles (es decir, de 2 hilos) o simples.

Los conectores de los extremos de los cables de fibra no deben atenuar más de 0.75 dB

3.3.1.11 Empalmes en la fibra óptica

La norma ANSI/TIA/EIA 568-B.3 admite empalmes de fibra por fusión o mecánicos. En cualquiera de los casos, cada empalme no debe atenuar más de 0.3 dB

3.3.1.12 Salidas de telecomunicaciones

Se deben proveer un mínimo de dos salidas de telecomunicaciones para cada área de trabajo individual. Una se debe asociar con un servicio de voz y la otra con un servicio de datos.

Las dos salidas de telecomunicaciones se deben configurar de la siguiente forma:

1. Una salida de telecomunicaciones debe estar soportada por un cable UTP de 100 ohm y cuatro pares de categoría 5e o superior.
2. La segunda salida de telecomunicaciones debe estar soportada por uno de los siguientes medios como mínimo:
 - Cable UTP de 100 ohm y cuatro pares (se recomienda categoría 5e)
 - Cable STP de 150 ohm y cuatro pares
 - Cable de fibra óptica multimodo de 62.5/125 um y dos fibras

3.3.1.13 Prácticas de instalación

Se deben observar prácticas de instalación para garantizar el rendimiento inicial y continuo del sistema de cableado a través de su ciclo de vida.

3.3.2 Cableado vertical

3.3.2.1 Consideraciones a la hora de seleccionar un cableado vertical

- La vida útil del sistema de cableado vertical se planifica en varios periodos (típicamente, entre 3 y 10 años); esto es menor que la vida de todo el sistema de cableado de telecomunicaciones (típicamente, varias décadas).
- Antes de iniciar un periodo de planificación, se debe proyectar la cantidad máxima de cable vertical para el periodo; el crecimiento y los cambios durante ese período se deben acomodar sin necesidad de instalar cable vertical adicional.
- Se debe planear que la ruta y la estructura de soporte del cable vertical de cobre evite las áreas donde existan fuentes potenciales de emisiones electromagnéticas (EMI).

3.3.2.2 Topología del cableado vertical

- El cableado vertical deberá seguir la topología estrella convencional.
- Cada interconexión horizontal en un cuarto de telecomunicaciones está cableada a una interconexión principal o a una interconexión intermedia y de ahí a una interconexión principal con la siguiente excepción: Si se anticipan requerimientos para una topología de red bus o anillo, entonces se permite el cableado de conexiones directas entre los cuartos de telecomunicaciones.
- No debe haber más de dos niveles jerárquicos de interconexiones en el cableado vertical (para limitar la degradación de la señal debido a los sistemas pasivos y para simplificar los movimientos, aumentos o cambios).
- Las instalaciones que tienen un gran número de edificios o que cubren una gran extensión geográfica pueden elegir subdividir la instalación completa en áreas menores. En este caso, se excederá el número total de niveles de interconexiones.
- Las conexiones entre dos cuartos de telecomunicaciones pasarán a través de tres o menos interconexiones.
- Sólo se debe pasar por una conexión cruzada para llegar a la conexión cruzada principal.

- En ciertas instalaciones, la conexión cruzada del cableado vertical bastará para cubrir los requerimientos de conexiones cruzadas.
- Las conexiones cruzadas del cableado vertical pueden estar ubicadas en los cuartos de telecomunicaciones, los cuartos de equipos, o las instalaciones de entrada.
- No se permiten empalmes como parte del cableado vertical.

3.3.2.3 Cables reconocidos para el cableado vertical

- Cable vertical UTP de 100 ohm
- Cable STP de 150 ohm
- Cable de fibra óptica multimodo de 62.5/125 um y Cable de fibra óptica monomodo.

El cable coaxial de 50 ohm aún está reconocido para cableado vertical que se puede encontrar en instalaciones existentes; no se recomienda para las nuevas instalaciones de cableado.

3.3.2.4 Selección del medio para el cableado vertical

Los factores que deben tomarse en cuenta cuando se hace la elección son:

- Flexibilidad respecto a los servicios soportados
- Vida útil requerida para el cableado vertical
- Tamaño del lugar y población de usuarios

3.3.2.5 Distancias para el cableado vertical

Las distancias máximas dependen de la aplicación. Las que proporciona la norma están basadas en aplicaciones típicas para cada medio específico.

Para minimizar la distancia de cableado, la conexión cruzada principal debe estar localizada cerca del centro de un lugar. Las instalaciones que exceden los límites de distancia deben dividirse en áreas, cada una de las cuales pueda ser soportada por el cableado vertical.

Las interconexiones entre las áreas individuales se pueden llevar a cabo utilizando equipos y tecnologías normalmente empleadas para aplicaciones de área amplia.

3.3.2.6 Conexión cruzada principal y punto de entrada

La distancia entre la conexión cruzada principal y el punto de entrada debe ser incluida en los cálculos de distancia total cuando se requiera.

3.3.2.7 Conexiones cruzadas

En las conexiones cruzadas principal e intermedia, la longitud de los puentes y los cables cortos de conexión no deben exceder los 20 m.

3.3.3 Área de trabajo

El área de trabajo se extiende de la salida de telecomunicaciones o el final del sistema de cableado horizontal, hasta el equipo de la estación. El equipo de la estación puede incluir, pero no se limita a, teléfonos, terminales de datos y computadoras.

3.3.3.1 Consideraciones para el cableado de las áreas de trabajo

- El cableado de las áreas de trabajo generalmente no es permanente y debe ser fácil de cambiar.
- La longitud máxima del cable horizontal se ha especificado con el supuesto que el cable corto de conexión empleado en el área de trabajo tiene una longitud máxima de 3 m.
- Comúnmente se emplean cordones con conectores idénticos en ambos extremos.
- Cuando se requieran adaptaciones específicas a una aplicación en el área de trabajo, éstas deben ser externas a la salida de telecomunicaciones.

NOTA: Es importante tomar en cuenta los efectos de los adaptadores y los equipos empleados en el área de trabajo antes de diseñar el cableado para evitar una degradación del rendimiento del sistema de cableado de telecomunicaciones.

3.3.3.2 Salidas de telecomunicaciones del área de trabajo

Los ductos a las salidas del área de trabajo deben prever la capacidad de manejar tres cables. Las salidas del área de trabajo deben contar con un mínimo de dos conectores. Uno de los conectores debe ser del tipo RJ-45 bajo el código de colores de cableado T568A (recomendado) o T568B.

Algunos equipos requieren componentes adicionales en la salida del área de trabajo. Estos componentes no deben instalarse como parte del cableado horizontal, deben instalarse externos a la salida del área de trabajo. Esto garantiza la utilización del sistema de cableado estructurado para otros usos.

3.3.3.3 Adaptaciones comunes en el área de trabajo

- Un adaptador en "Y" para proporcionar dos servicios en un solo cable multipar.
- Un adaptador pasivo utilizado para convertir del tipo de cable del equipo al tipo de cable del cableado horizontal.
- Un adaptador activo para conectar dispositivos que utilicen diferentes esquemas de señalización.
- Un cable con pares transpuestos.

3.3.4 Manejo del cable

El destrenzado de pares individuales en los conectores y paneles de conexión debe ser menor a 1.25 cm. para cables UTP categoría 5. El radio de dobles del cable no debe ser menor a cuatro veces el diámetro del cable. Para par trenzado de cuatro pares categoría 5 el radio mínimo de dobles es de 2.5 cm.

3.3.5 Como evitar interferencia electromagnética

A la hora de establecer la ruta del cableado de los closets de alambrado a los nodos es una consideración primordial evitar el paso del cable por los siguientes dispositivos:

- Motores eléctricos grandes o transformadores (mínimo 1.2 metros).

- Cables de corriente alterna
 - ✓ Mínimo 13 cm. para cables con 2KVA o menos
 - ✓ Mínimo 30 cm. para cables de 2KVA a 5KVA
 - ✓ Mínimo 91cm. para cables con mas de 5KVA
- Luces fluorescentes y balastos (mínimo 12 centímetros). El ducto debe ir perpendicular a las luces fluorescentes y cables o ductos eléctricos.
- Intercomunicadores (mínimo 12 cm.)
- Equipo de soldadura.
- Aires acondicionados, ventiladores, calentadores (mínimo 1.2 metros).

3.3.6 Cuarto de telecomunicaciones

Un cuarto de telecomunicaciones es el área en un edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones. El espacio del cuarto de comunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas que no sean de telecomunicaciones. El cuarto de telecomunicaciones debe ser capaz de albergar equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y cableado de interconexión asociado.

El diseño de cuartos de telecomunicaciones debe considerar, además de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable, alarmas, seguridad, audio y otros sistemas de telecomunicaciones.

No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que pueda haber en un edificio.

El cuarto de equipo es un espacio centralizado de uso específico para equipo de telecomunicaciones tal como central telefónica, equipo de cómputo y conmutador de video.

Todas las funciones de un cuarto de telecomunicaciones pueden ser proporcionadas por un cuarto de equipo. Los cuartos de equipo se consideran distintos de los cuartos de telecomunicaciones por la naturaleza, costo, tamaño y complejidad del equipo que contiene.

Los cuartos de equipo incluyen espacio de trabajo para personal de telecomunicaciones. Todo edificio debe contener un cuarto de telecomunicaciones o un cuarto de equipo

Los cuartos de telecomunicaciones proporcionan varias funciones diferentes a los sistemas de cableado y a menudo son tratados como subsistemas diferentes dentro de la jerarquía de estos.

3.3.6.1 Diseño del cuarto de telecomunicaciones

El diseño de un cuarto de telecomunicaciones depende de:

- El tamaño del edificio.
- El espacio de piso a servir.
- Las necesidades de los ocupantes.
- Los servicios de telecomunicaciones a utilizarse.

3.3.6.2 Cantidad de cuartos de telecomunicaciones

Debe de haber un mínimo de un cuarto de telecomunicaciones por edificio, mínimo uno por piso, no hay máximo.

3.3.6.3 Altura del cuarto de telecomunicaciones

La altura mínima recomendada del cielo raso es de 2.6 metros.

3.3.6.4 Ductos del cuarto de telecomunicaciones

El número y tamaño de los ductos utilizados para acceder al cuarto de telecomunicaciones varía con respecto a la cantidad de áreas de trabajo, sin embargo se recomienda por lo menos tres ductos de 100 milímetros (4 pulgadas) para la distribución del cable vertical.

Los ductos de entrada deben de contar con elementos de retardo de propagación de incendio. Entre cuartos de telecomunicaciones de un mismo piso debe haber mínimo un conduit de 75 mm.

3.3.6.5 Puertas del cuarto de telecomunicaciones

La(s) puerta(s) de acceso debe(n) ser de apertura completa, con llave y de al menos 91 centímetros de ancho y 2 metros de alto. La puerta debe ser removible y abrir hacia afuera. La puerta debe abrir al ras del piso y no debe tener postes centrales.

3.3.6.6 Polvo y electricidad estática

Se debe evitar polvo y la electricidad estática utilizando piso de concreto, terrazo, loza o similar (no utilizar alfombra). De ser posible, aplicar tratamiento especial a las paredes pisos y cielos para minimizar el polvo y la electricidad estática.

3.3.6.7 Control ambiental del cuarto de telecomunicaciones

En cuartos que no tienen equipo electrónico la temperatura del cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse continuamente (24 horas al día, 365 días al año) entre 10 y 35 grados centígrados. La humedad relativa debe mantenerse menor a 85%. Debe de haber un cambio de aire por hora. En cuartos que tienen equipo electrónico la temperatura del cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse continuamente (24 horas al día, 365 días al año) entre 18 y 24 grados centígrados. La humedad relativa debe mantenerse entre 30% y 55%.

3.3.6.8 Cielos falsos del cuarto de telecomunicaciones

Se debe evitar el uso de cielos falsos en los cuartos de telecomunicaciones.

3.3.6.9 Prevención de inundaciones

Los cuartos de telecomunicaciones deben estar libres de cualquier amenaza de inundación. No debe haber tubería de agua pasando por (sobre o alrededor) el cuarto de telecomunicaciones.

De haber riesgo de ingreso de agua, se debe proporcionar drenaje de piso. De haber regaderas contra incendio, se debe instalar una canoa para drenar un goteo potencial de las regaderas.

3.3.6.10 Pisos del cuarto de telecomunicaciones

Los pisos de los cuartos de telecomunicaciones deben soportar una carga de 2.4 KPa.

3.3.6.11 Iluminación

Los cuartos deben de estar bien iluminados, se recomienda que la iluminación debe de estar a un mínimo de 2.6 m del piso terminado, las paredes y el techo deben de estar pintadas de preferencia de colores claros para obtener una mejor iluminación, también se recomienda tener luces de emergencia por si el foco se daña. Se debe proporcionar un mínimo equivalente a 540 lux medidos a un metro del piso terminado.

3.3.6.12 Localización del cuarto de telecomunicaciones

Con el propósito de mantener la distancia horizontal de cable promedio en 46 metros o menos (con un máximo de 90 metros), se recomienda localizar el cuarto de telecomunicaciones lo más cerca posible del centro del área a servir.

3.3.6.13 Potencia del cuarto de telecomunicaciones

Debe haber tomacorrientes suficientes para alimentar los dispositivos a instalarse en los rack. La norma establece que debe haber un mínimo de dos tomacorrientes dobles de 110 VAC. dedicados de tres hilos. Deben ser circuitos separados de 15 a 20 amperios. Estos dos tomacorrientes podrían estar dispuestos a 1.8 metros de distancia uno de otro. Considerar alimentación eléctrica de emergencia con activación automática. En muchos casos es deseable instalar un panel de control eléctrico dedicado al cuarto de telecomunicaciones. La alimentación específica de los dispositivos electrónicos se podrá hacer con UPS y regletas montadas en los rack. Separado de estos tomas deben haber tomacorrientes dobles para herramientas, equipo de prueba etc. Estos tomacorrientes deben estar a 15 cm. del nivel del piso y dispuestos en intervalos de 1.8 metros alrededor del perímetro de las paredes.

El cuarto de telecomunicaciones debe contar con una barra de puesta a tierra que a su vez debe estar conectada mediante un cable de mínimo 6 AWG con aislamiento verde al sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones.

3.3.6.14 Seguridad del cuarto de telecomunicaciones

Se debe mantener el cuarto de telecomunicaciones con llave en todo momento. Se debe asignar llaves a personal que esté en el edificio durante las horas de operación. Se debe mantener el cuarto de telecomunicaciones limpio y ordenado.

3.3.6.15 Tamaño del cuarto de telecomunicaciones

Debe haber al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo por piso y por áreas que no excedan los 1000 metros cuadrados. Instalaciones pequeñas podrán utilizar un solo cuarto de telecomunicaciones si la distancia máxima de 90 metros no se excede.

<u>Área a servir edificio normal</u>	<u>Dimensiones mínimas del cuarto de telecomunicaciones</u>
500 m ² o menos	3.0 m. x 2.2 m.
mayor a 500 m ² , menor a 800 m ²	3.0 m. x 2.8 m.
mayor a 800 m ² , menor a 1000 m ²	3.0 m. x 3.4 m.
<u>Área a Servir Edificio Pequeño</u>	<u>Utilizar para el alambrado</u>
100 m ² o menos	Montaje de pared o gabinete encerrado.
mayor a 500 m ² , menor a 800 m ²	Cuarto de 1.3 m. x 1.3 m. o Closet angosto de 0.6 m. x 2.6 m.

Tabla 8. Dimensiones mínimas de los cuartos de telecomunicaciones

Algunos equipos requieren un fondo de al menos 0.75 m.

3.3.6.16 Disposición de equipos

- Los racks deben contar con al menos 82 cm. de espacio de trabajo libre alrededor (al frente y detrás) de los equipos y paneles de telecomunicaciones.
- La distancia de 82 cm. se debe medir a partir de la superficie más salida del rack.
- La tornillería debe ser métrica.
- Se recomienda dejar un espacio libre de 30 cm. en las esquinas.

3.3.6.17 Paredes del cuarto de telecomunicaciones

Al menos dos de las paredes del cuarto deben tener láminas de plywood A-C de 20 milímetros de 2.4 metros de alto. Las paredes deben ser suficientemente rígidas para soportar equipo. Las paredes deben ser pintadas con pintura resistente al fuego, lavable, mate y de color claro.

3.3.3.18 Funciones del cuarto de telecomunicaciones

Un cuarto de telecomunicaciones tiene las siguientes funciones:

- La función principal de un cuarto de telecomunicaciones es la terminación del cableado horizontal en hardware de conexión compatible con el tipo de cable empleado.
- La conexión cruzada de las terminaciones de los cables horizontales y verticales mediante cables cortos de conexión permite una conectividad flexible cuando se extienden varios servicios a las salidas de telecomunicaciones de las áreas de trabajo. El hardware y cables cortos de conexión empleados para este propósito son llamados colectivamente conexión cruzada horizontal.
- Un cuarto de telecomunicaciones puede contener también las conexiones cruzadas intermedias o principales para diferentes porciones del sistema de cableado vertical.
- En ocasiones, las conexiones cruzadas de vertical a vertical en el cuarto de telecomunicaciones se emplean para unir diferentes cuartos de telecomunicaciones en una configuración anillo, bus, o árbol.
- Un cuarto de telecomunicaciones proporciona también un medio controlado para colocar los equipos de telecomunicaciones, hardware de conexión o cajas de uniones que sirven a una porción del edificio.
- En ocasiones, el punto de demarcación y los aparatos de protección asociados pueden estar ubicados en el cuarto de telecomunicaciones.

3.4 ANSI/TIA/EIA-569 Espacios y canalizaciones para telecomunicaciones en edificios comerciales

Esta norma 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 tenerse en cuenta desde el momento del diseño. Esta norma reconoce que el cambio ocurre y lo 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. Esta norma 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 de baja tensión que transportan información en los edificios.

Es de fundamental importancia entender que para que un edificio quede exitosamente diseñado, construido y equipado para soportar las necesidades actuales y futuros de los sistemas de telecomunicaciones, es necesario que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar de diseño arquitectónico.

El estándar identifica seis componentes en la infraestructura edilicia:

- Instalaciones de entrada
- Sala de equipos
- Canalizaciones del cableado vertical
- Armarios de telecomunicaciones
- Canalizaciones horizontales

- Áreas de trabajo.

3.4.1 Instalaciones de entrada

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 módems).

La norma recomienda que la ubicación de las “Instalaciones de entrada” sea un lugar seco, cercano a las canalizaciones del cableado vertical.

3.4.2 Sala de Equipos

Se define como el espacio dónde se ubican los equipos de telecomunicaciones comunes al edificio. Estos equipos pueden incluir centrales telefónicas (PBX), equipos informáticos (servidores), centrales de video, etc. Sólo se admiten equipos directamente relacionados con los sistemas de telecomunicaciones.

En el diseño y ubicación de la sala de equipos, se deben considerar:

- Posibilidades de expansión. Es recomendable prever el crecimiento en los equipos que irán ubicados en la sala de equipos, y prever la posibilidad de expansión de la sala.
- Evitar ubicar la sala de equipos en lugar dónde puede haber filtraciones de agua, ya sea por el techo o por las paredes
- Facilidades de acceso para equipos de gran tamaño.
- La estimación de espacio para esta sala es de 0.07 m² por cada 10 m² de área utilizable del edificio. (Si no se dispone de mejores datos, se puede estimar el área utilizable como el 75% del área total). En edificios de propósitos específicos, como hoteles y hospitales, el área utilizable es generalmente mucho más grande que el área efectiva de trabajo. En estos

casos, el cálculo puede hacerse en función del área efectiva de trabajo. En todos los casos, el tamaño mínimo recomendado de 13.5 m² (es decir, una sala de unos 3.7 x 3.7 m).

- Es recomendable que esté ubicada cerca de las canalizaciones verticales (cableado vertical), ya que a la sala de equipos llegan generalmente una cantidad considerable de cables desde estas canalizaciones.
- Otras consideraciones deben tenerse en cuenta, como por ejemplo:
 - ✓ Fuentes de interferencia electromagnética
 - ✓ Vibraciones.
 - ✓ Altura adecuada
 - ✓ Iluminación
 - ✓ Consumo eléctrico
 - ✓ Prevención de incendios
 - ✓ Aterrizaje.

3.4.3 Canalizaciones del cableado vertical

Se distinguen dos tipos de canalizaciones del cableado vertical: **Canalizaciones externas**, entre edificios y **Canalizaciones internas al edificio**.

3.4.3.1 Canalizaciones externas entre edificios

Las canalizaciones externas entre edificios son necesarias para interconectar “Instalaciones de entrada” de varios edificios de una misma corporación, en ambientes del tipo “campus”.

Se admiten, cuatro tipos de canalizaciones: Subterráneas, directamente enterradas, aéreas, y en túneles.

3.4.3.1.1 Canalizaciones Subterráneas

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.

3.4.3.1.2 Canalizaciones directamente enterradas

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).

3.4.3.1.3 Cableado vertical aéreo

Algunas consideraciones a tener en cuenta al momento de tender cableas aéreas:

- Apariencia del edificio y las áreas circundantes
- Legislación aplicable
- Separación requerida con cableados aéreos eléctricos.
- Protecciones mecánicas, carga sobre los puntos de fijación, incluyendo tormentas y vientos

3.4.3.1.4 Canalizaciones en túneles

La ubicación de las canalizaciones dentro de túneles debe ser planificada de manera que permitan el correcto acceso al personal de mantenimiento, y también la separación necesaria con otros servicios.

3.4.3.2 Canalizaciones internas

Las canalizaciones internas del cableado vertical, son las que vinculan las “instalaciones de entrada” con la “sala de equipos”, y la “sala de equipos” con los “armarios o salas de telecomunicaciones”.

Estas canalizaciones pueden ser ductos, bandejas, escalerillas porta cables, etc. Es muy importante que estas canalizaciones tengan los elementos “cortafuegos” de acuerdo a las normas corporativas y/o legales.

Las canalizaciones pueden ser físicamente verticales u horizontales.

3.4.3.2.1 Canalizaciones verticales

Se requieren para unir la sala de equipos con los armarios de telecomunicaciones o las instalaciones de entrada con la sala de equipos en edificios de varios pisos. Generalmente, en edificios de varios pisos, los armarios de telecomunicaciones se

encuentran alineados verticalmente, y una canalización vertical pasa por cada piso, desde la sala de equipos.

Estas canalizaciones pueden ser realizadas con ductos, bandejas verticales, o escalerillas porta cables verticales.

No se admite el uso de los ductos de los ascensores para transportar los cables de telecomunicaciones.

3.4.3.2.2 Canalizaciones horizontales

Si los armarios de telecomunicaciones no están alineados verticalmente, son necesarios tramos de canalizaciones horizontales. Estas canalizaciones pueden ser realizadas con ductos, bandejas horizontales, o escalerillas porta cables. Pueden ser ubicadas sobre el cielorraso, debajo del piso, o adosadas a las paredes.

3.4.4 Canalizaciones horizontales

Las “canalizaciones horizontales” son aquellas que vinculan los “armarios (o salas) de telecomunicaciones” con las “áreas de trabajo”. Estas canalizaciones deben ser diseñadas para soportar los tipos de cables recomendados en la norma TIA-568, entre los que se incluyen el cable UTP de 4 pares, el cable STP y la fibra óptica.

3.4.4.1 Tipos de Canalizaciones

La norma TIA-569 admite los siguientes tipos de canalizaciones horizontales:

3.4.4.1.1 Ductos bajo piso

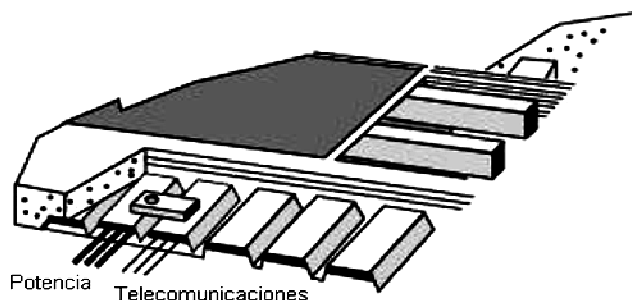


Figura 60. Ductos bajo el piso

En estos casos los ductos son parte de la obra civil. Bajo el piso se puede realizar una “malla” de ductos, disponiendo de líneas determinadas para telecomunicaciones, energía, etc. En las áreas de trabajo se dispone de puntos de acceso a los ductos bajo piso, utilizando accesorios.

Como regla general, debe preverse una sección de 650 mm^2 por cada área de trabajo de 3 puestos que alimente el ducto.

3.4.4.1.2 Ductos bajo piso elevado

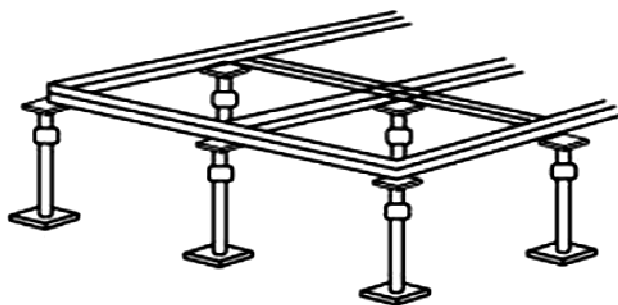


Figura 61. Ductos bajo piso elevado

Los “pisos elevados” consisten en un sistema de soportes sobre el que apoyan lozas generalmente cuadradas. Son generalmente utilizados en salas de equipos. Sin embargo pueden ser también utilizados para oficinas.

Debajo de este sistema de soportes puede ser instalado un sistema de ductos para cableado de telecomunicaciones, de energía, etc. No se recomienda tender cables “suelos” debajo del piso elevado.

Las lozas de los pisos elevados deben ser perforadas en los lugares correspondientes a las áreas de trabajo, y sobre éstas perforaciones se deben ubicar “torretas” u otro tipo de accesorios adecuados para la terminación de los cables. Existen varios tipos de estos accesorios, algunos de los cuales quedan a ras del piso.

3.4.4.1.3 Ductos aparentes

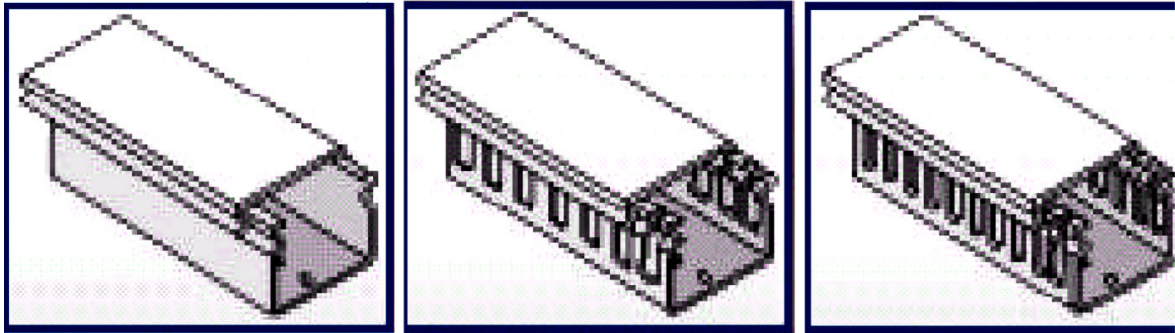


Figura 62. Ductos aparentes

Los ductos aparentes pueden ser metálicos o de PVC, rígidos en ambos casos. No se recomiendan ductos flexibles para las canalizaciones horizontales. Las características de estos ductos y de su instalación deben ser acordes a los requisitos arquitectónicos y edilicios.

Se recomienda que no existan tramos mayores a 30 metros sin puntos de registro e inspección, y que no existan más de dos quiebres de 90 grados en cada tramo.

3.4.4.1.4 Bandejas

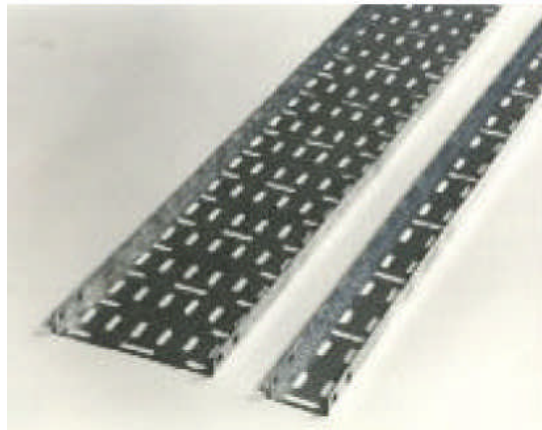


Figura 63. Bandejas porta cables

Las bandejas porta cables consisten en estructuras rígidas, metálicas o de PVC, generalmente de sección rectangular (en forma de U).

La base y las paredes laterales pueden ser sólidas o caladas. Las bandejas de este tipo pueden o no tener tapa.

Las bandejas se instalan generalmente sobre el cielorraso, aunque pueden ser instaladas debajo del cielorraso, o adosadas a las paredes.

➤ **Ductos sobre cielorraso**

Ductos sobre los cielorrasos pueden ser utilizados, siempre y cuando su acceso sea sencillo, por ejemplo, removiendo planchas livianas de cielorraso.

Los ductos o bandejas sobre cielorraso deben estar adecuadamente fijados al techo, por medio de colgantes. No se recomienda que estén directamente apoyadas sobre la estructura propia del cielorraso.

Los cables sobre cielorraso no pueden estar sueltos, apoyados directamente sobre el cielorraso, sino que deben estar dentro de ductos o bandejas.

➤ **Ductos perimetrales**

Los ductos perimetrales pueden utilizarse para llegar con el cableado horizontal hasta las áreas de trabajo, en caso de oficinas cerradas.

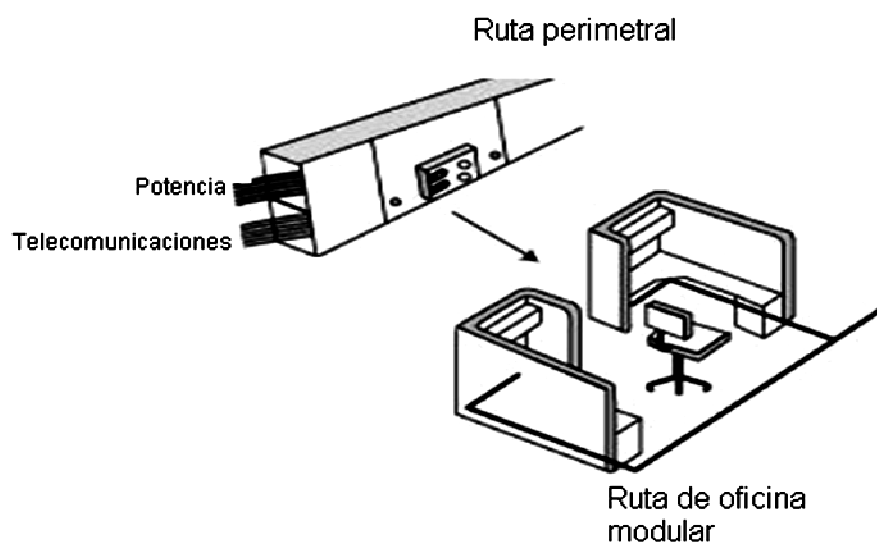


Figura 64. Ductos perimetrales

3.4.4.2 Secciones de las canalizaciones.

Las secciones de las canalizaciones horizontales dependen de la cantidad de cables que deben alojar y del diámetro externo de los mismos. En el diseño se debe recordar que cada área de trabajo debe disponer por lo menos de dos cables UTP (típicamente de diámetro entre 4.5 y 5.5 mm). Asimismo se debe tener en cuenta el crecimiento futuro, dejando espacio en las canalizaciones para cables adicionales.

En la tabla 9 se pueden calcular las secciones de canalizaciones necesarias en función de la cantidad de cables y su diámetro, para un factor de relleno estándar.

Las celdas de fondo blanco indican la cantidad de cables.

Diámetro interno de la canalización		Diámetro externo del cable (mm)				
(mm)	Denominación del ducto (pulgadas)	3,3	4,6	5,6	6,1	7,4
15,8	1/2	1	1	0	0	0
20,9	3/4	6	5	4	3	2
26,6	1	8	8	7	6	3
35,1	1 1/4	16	14	12	10	6
40,9	1 1/2	20	18	16	15	7
52,5	2	30	26	22	20	14
62,7	2 1/2	45	40	36	30	17
77,9	3	70	60	50	40	20

Tabla 9. Cantidad de cables UTP que se pueden alojar según el diámetro de la tubería

3.5 ANSI/EIA/TIA.606 Regula y sugiere los métodos para la administración de los sistemas de telecomunicaciones.

El propósito de esta norma es proporcionar un esquema de administración uniforme que sea independiente de las aplicaciones que se le den al sistema de cableado, las cuales pueden cambiar varias veces durante la existencia de un edificio. Esta norma establece guías para dueños, usuarios finales, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y administradores de la infraestructura de telecomunicaciones y

sistemas relacionados.

Para proveer un esquema de información sobre la administración del camino para el cableado de telecomunicación, espacios y medios independientes. Marcando con un código de color y grabando en estos los datos para la administración de los cables de telecomunicaciones para su debida identificación.

La tabla 10 muestra el código de color en los cables.

Color	Aplicación
NARANJA	Terminación central de oficina
VERDE	Conexión de red / circuito auxiliar
PURPURA	Conexión mayor / equipo de dato
BLANCO	Terminación de cable MC ¹² a IC
GRIS	Terminación de cable IC ¹³ a MC
AZUL	Terminación de cable horizontal
CAFÉ	Terminación del cable del campus
AMARILLO	Mantenimiento auxiliar, alarmas y seguridad
ROJO	Sistema de teléfono

Tabla 10 Código de color para el cableado de telecomunicaciones

3.6 ANSI/J-STD-607 Tierras y aterrizaje para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales

El propósito de este documento es brindar los criterios de diseño e instalación de las tierras y el sistema de aterrizaje para edificios comerciales, con o sin conocimiento previo acerca de los sistemas de telecomunicaciones que serán instalados. Esta norma incluye también recomendaciones acerca de las tierras y los sistemas de aterrizaje para las torres y las antenas. Asimismo, la norma prevé edificios compartidos por varias empresas, y ambientes con diversidad de productos de telecomunicaciones.

3.6.1 TMGB (Barra principal de tierra para telecomunicaciones)

Los aterrizajes para los sistemas de telecomunicaciones parten del aterrizaje principal del edificio (aterrizaje eléctrico, jabalinas, etc.). Desde este punto, se

¹² MC= Conector cruzado principal

¹³ IC= Conector cruzado intermedio

debe tender un conductor de tierra para telecomunicaciones hasta la “Barra principal de tierra para telecomunicaciones” (**TMGB** = “Telecommunications Main Grounding Busbar”).

Este conductor de tierra debe estar forrado, preferentemente de **color verde**, y debe tener una sección mínima de 6 AWG. Asimismo, debe estar correctamente identificado mediante etiquetas adecuadas. Es recomendable que el conductor de tierra de telecomunicaciones no sea ubicado dentro de canalizaciones metálicas. En caso de tener que alojarse dentro de canalizaciones metálicas, éstas deben estar eléctricamente conectadas al conductor de tierra en ambos extremos.

La barra principal de tierra para telecomunicaciones es el punto central de tierra para los sistemas de telecomunicaciones. Se ubica en las instalaciones de entrada, o en la sala de equipos. Típicamente hay una única barra principal de tierra para telecomunicaciones por edificio, y debe ser ubicada de manera de minimizar la distancia del conductor de tierra hasta el punto de aterramiento principal del edificio.

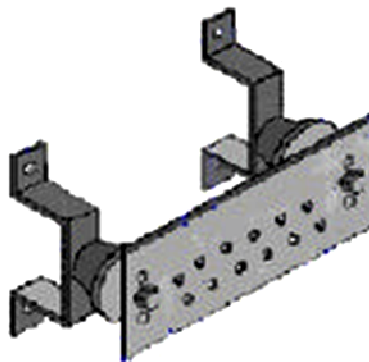


Figura 65. Barra principal de tierra para telecomunicaciones

La barra principal de tierra para telecomunicaciones debe ser una barra de cobre, con perforaciones roscadas según la norma NEMA. Debe tener como mínimo 6 mm de espesor, 100 mm de ancho y largo adecuado para la cantidad de perforaciones roscadas necesarias para alojar a todos los cables que lleguen desde las otras barras de tierra de telecomunicaciones.

Deben considerarse perforaciones para los cables necesarios en el momento del diseño y para futuros crecimientos.

Para la conexión de conductores del equipo de telecomunicaciones a la barra principal de tierra para telecomunicaciones se utilizará la soldadura exotérmica, la compresión, u otras conexiones de tipo de compresión irrevocables. Las afectaciones de dos agujeros son preferidas.

La barra principal de tierra para telecomunicaciones será aislada de su apoyo y con un mínimo de 50 mm de separación con la pared, para permitir el acceso a la parte de atrás de la barra colectora.

3.6.2 TGB (Barras de tierra para telecomunicaciones)

En la sala de equipos y en cada sala de telecomunicaciones debe ubicarse una "Barra de tierra para telecomunicaciones" (TGB= "Telecommunications Grounding Busbar").

Esta barra de tierra es el punto central de conexión para las tierras de los equipos de telecomunicaciones ubicadas en la sala de equipos.

De forma similar a la barra principal de tierra para telecomunicaciones, la barra de tierra para telecomunicaciones debe ser una barra de cobre, con perforaciones roscadas según la norma NEMA. Debe tener como mínimo 6 mm de espesor, 50 mm de ancho y largo adecuado para la cantidad de perforaciones roscadas necesarias para alojar a todos los cables que lleguen desde los equipos de telecomunicaciones cercanos y al cable de interconexión con la barra principal de tierra para telecomunicaciones. Deben considerarse perforaciones para los cables necesarios en el momento del diseñado y para futuros crecimientos.

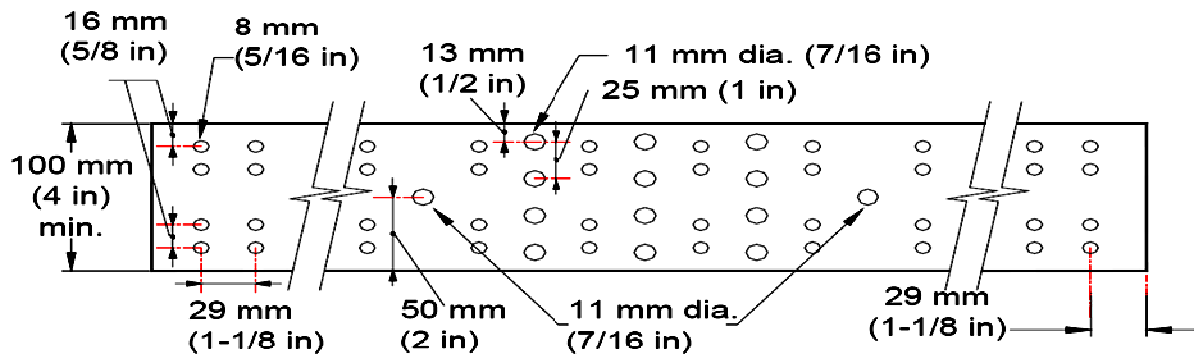


Figura 66. Barra de tierra colectora típica para equipo de telecomunicaciones

La barra de tierra para telecomunicaciones será aislada de su apoyo y con un mínimo de 50 mm de separación con la pared, para permitir el acceso a la parte de atrás de la barra colectora.

3.6.3 TBB (Cableado vertical de tierras)

Entre la barra principal de tierra (TMGB) y cada una de las barras de tierra para telecomunicaciones (TGB) debe tenderse un conductor de tierra, llamado TBB.

El cableado vertical de tierra es un conductor aislado, conectado en un extremo a la barra principal de tierra para telecomunicaciones y en el otro a una barra de tierra para telecomunicaciones, instalado dentro de las canalizaciones de telecomunicaciones. El diámetro mínimo de este cable es 6 AWG y no puede tener empalmes en ningún punto de su recorrido. Donde los empalmes sean necesarios, el número de empalmes debe ser un mínimo y ellos serán accesibles y localizados en espacios de telecomunicaciones. Los segmentos unidos de un cableado vertical de tierra serán con soldadura exotérmica y se deben usar conectores de tipo de compresión irrevocables, o equivalente. Todas las uniones serán adecuadamente sostenidas y protegidas del daño.

En el diseño de las canalizaciones se sugiere minimizar las distancias del cableado vertical de tierra (es decir, las distancias entre las barras de tierra de cada armario de telecomunicaciones y la barra principal de tierra de telecomunicaciones). Los conductores del cableado vertical de tierra serán instalados y protegidos del daño físico y mecánico.

Capítulo 4

**CRITERIOS DE DISEÑO
DE UN SISTEMA DE
CABLEADO
ESTRUCTURADO**

Capítulo 4

CRITERIOS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

4.1 Necesidades del comprador del sistema de cableado estructurado

La elección de un sistema de cableado es una tarea que exige, dada su complejidad, no sólo el conocimiento de las distintas tecnologías existentes de cableado, sino también conocimiento del negocio de la organización. El sistema de cableado adoptado debe resolver las necesidades de servicios en los próximos 10 ó 15 años, que es el período de vida medio de una instalación según lo especifica la norma ANSI/TIA/EIA 568. Este plazo de tiempo es superior a la duración prevista de los equipos que interconecta.

Cada sistema de cableado tiene sus propias características, no existe un esquema ideal. Una lista general de los factores que hay que considerar en el momento de especificar un sistema de cableado es:

- La estrategia en tecnologías de información del local.
- Si el área que va a ser cableada es nueva, está en fase de remodelación o va a tener que estar operativa durante la instalación.
- El número de usuarios que van a ser soportadas por el nuevo cableado.
- Servicios que debe soportar por puesto individual.
- Localización, diseño, tamaño y tipo del local.
- Grado de integración con los equipos actuales.
- Espacios existentes en techos, suelos y paredes para el tendido del cableado horizontal y vertical respectivamente, considerando instalaciones existentes, tales como de electricidad, aire acondicionado, etc.
- Disponibilidad de espacio para la localización de armarios y equipos de comunicaciones.
- Permanencia de tiempo previsto en el edificio.

- Nivel de prestaciones exigido al cableado.
- Número probable de reubicaciones y cambios de distribución del personal en el edificio.
- Requisitos de seguridad.
- Costos del cableado y su instalación.
- Determinar el diseño apropiado de la red de comunicaciones y los medios de transmisión a utilizarse:
 - ✓ Fibra/cobre (integrado)
 - ✓ Fibra (únicamente)
 - ✓ Cobre (únicamente)

4.2 Consideraciones técnicas y económicas.

Consideraciones técnicas

El sistema de cableado deberá cumplir con las normas de acuerdo al tipo de aplicación, por ejemplo ANSI/TIA/EIA 568 cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales, ANSI/TIA/EIA 569 espacios y canalizaciones para telecomunicaciones en edificios comerciales, ANSI/TIA/EIA 606 administración para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales, ANSI/TIA/EIA 607 tierras y aterrizajes para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales.

La instalación se realizará de acuerdo a las especificaciones de un proyecto de cableado el cual contendrá: memoria, planos, pliego de prescripciones técnicas y presupuesto. En los planos se especificarán los siguientes puntos:

- Informe de la situación actual del cableado, en caso que se trate de un rediseño.
- Localización de todos los puestos de conexión.
- Localización de los distintos repartidores y su conexión entre sí, así como con centralitas y otros equipos de comunicaciones.

- Rutas para el tendido del cable.

Así mismo dentro del proyecto se indicarán con claridad los siguientes aspectos:

- Número de puestos en cada área
- Número de tomas por puesto
- Posición y tipo de toma
- Espacios que hay que reservar para la instalación de los repartidores, incluyendo acceso y mantenimiento.
- Tipo de aplicaciones que puede soportar cada toma.

Algunos de estos aspectos se muestran en los planos que se encuentran mas adelante en el apartado 4.9.

Consideraciones económicas

En la actualidad existen una amplia gama de suministradores de sistemas de cableado estructurado, todos ellos con características técnicas similares. Un importante factor diferenciador es el costo de cada solución.

Los costos involucrados en un proyecto de cableado se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- Ingeniería.
- Materiales (cables, rosetas, repartidores, etc.).
- Dirección de obra.
- Tendido y puesta en funcionamiento.
- Certificación final.

Los costos de instalación de un nuevo sistema de cableado son elevados debido a las altas inversiones necesarias en materiales y los costos de mano de obra del tendido y la obra civil que pueda requerirse. Los sistemas de cableado estructurado requieren mayores inversiones que sistemas no estructurados debido

fundamentalmente a su topología en estrella y el sobredimensionamiento propio de cualquier precableado.

Un parámetro adecuado para comparar distintas ofertas es el costo por puesto, que se obtiene dividiendo el costo total de instalación entre el número de tomas dimensionadas.

Como regla general, la dirección de obra se realiza por personal ajeno a la empresa instaladora. Esta figura es el responsable de la dirección de proyecto así como de la gestión de las posibles variaciones que fueran necesarias durante la instalación.

4.3 Criterios de diseño

A continuación se recomiendan algunos criterios generales, que se han definido basándose en las normas citadas en el capítulo anterior. Por ejemplo para decidir la ubicación del cuarto de telecomunicaciones se ha partido del hecho de que no se debe exceder la longitud de 90 m entre la toma de usuario y el gabinete de telecomunicaciones. Para recomendar la colocación de los equipos en el rack se han considerado las distancias mínimas para evitar interferencia electromagnética y para el caso del etiquetado del equipo y accesorios se han tomado como base el etiquetado que utilizan algunas empresas mexicanas que se dedican a instalar cableado estructurado.

4.3.1 Consideraciones de diseño

A la hora de realizar el diseño de la instalación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Posibles generadores de interferencias para nuestra instalación. La fuente más usual de las interferencias suele ser el tendido eléctrico.
- Se debe tener en cuenta la densidad de puestos de trabajo o número de puestos/m². La densidad de puestos determina la instalación y si no se, puede calcular atendiendo a una serie de parámetros del edificio a cablear.
- También debemos saber dónde colocar los cuartos de distribución así como sus dimensiones y el equipamiento de los mismos.

- En este punto de la instalación debemos analizar el lugar de la colocación de los armarios racks de cada una de las estancias, para calcular la cantidad de canalizaciones y el tipo de las mismas, así como todos los accesorios necesarios.

4.3.2 Consideraciones arquitectónicas

Al evaluar las consideraciones arquitectónicas se pueden presentar dos situaciones: una edificación en fase de diseño, donde sea necesario dar recomendaciones a un arquitecto acerca de la infraestructura de telecomunicaciones de los edificios, o una edificación existente donde el diseñador está creando un sistema de distribución a partir de una infraestructura de telecomunicaciones establecida que incluye: salas de equipos, salas de piso, sistemas de distribución de medios.

El diseñador del sistema de cableado estructurado debe completar los cinco pasos siguientes para dar las recomendaciones sobre la infraestructura de telecomunicaciones del edificio al arquitecto en caso de un edificio nuevo y en caso de un edificio existente al personal relacionado al proyecto.

Pasos para diseñar un sistema de cableado estructurado:

1. Ubicar y determinar las medidas de una sala de equipos.
2. Diseñar un sistema de cableado estructurado (SCE¹⁴).
3. Diseñar salas de telecomunicaciones.
4. Seleccionar un método de distribución para determinar las rutas de los cables desde la sala de piso hasta los tomas o salidas de servicio.
5. Coordinar la colocación de entradas al edificio (acometidas) con un proveedor de servicios de telecomunicaciones.

¹⁴ SCE: Sistema de cableado estructurado

4.3.3 Ubicación del cuarto de telecomunicaciones

Una de las primeras decisiones que debe tomar al planificar su red es la colocación del cuarto de telecomunicaciones, ya que es allí donde deberá instalar la mayoría de los cables y los dispositivos de red como concentradores, enrutadores, conmutadores, etc.

A fin de determinar la ubicación del cuarto de telecomunicaciones, comience dibujando un plano de piso del edificio (a escala aproximada) y agréguele todos los dispositivos que estarán conectados a la red. A medida que hace esto, recuerde que los computadores no serán los únicos dispositivos que se deben conectar a la red, también hay que tener en cuenta las impresoras y los servidores de archivo.

Después de incorporar en el diseño todos los dispositivos que se conectarán a la red en un plano de piso, el siguiente paso es determinar cuántos cuartos de telecomunicaciones necesitará para brindar servicio al área que abarca la red. Tendrá que usar un plano del sitio para hacerlo.

Use un compás para trazar círculos que representen un radio de 50 m. a partir de cada ubicación del concentrador potencial. Cada uno de los dispositivos de red que dibuje en su plano deberá quedar dentro de uno de estos círculos. Después de trazar los círculos, vuelva a consultar el plano de piso. Hágase las siguientes preguntas: ¿Existen ubicaciones de los concentradores potenciales cuyas áreas de captación se superpongan sustancialmente?. De ser así, podría seguramente eliminar una de las ubicaciones del concentrador. ¿Existen ubicaciones del concentrador potencial cuyas áreas de captación puedan contener todos los dispositivos que se deban conectar a la red?. De ser así, una de estas ubicaciones puede servir de cuarto de telecomunicaciones de todo el edificio.

Si el área de captación de 100 metros del cuarto de telecomunicaciones de una topología en estrella simple no puede brindar suficiente cobertura para todos los dispositivos que se necesitan colocar en red, la topología en estrella se puede extender mediante repetidores. Su propósito es evitar los problemas de atenuación de señal y se denominan concentradores. Generalmente, cuando los repetidores o

concentradores se utilizan de esta manera, se ubican en cuartos de telecomunicaciones adicionales llamados unidades para distribución intermedia y se conectan a un concentrador central ubicado en otro cuarto de telecomunicaciones.

El concentrador principal de una topología en estrella extendida de LAN Ethernet generalmente se ubica en una parte central. Esta ubicación central es tan importante que, en un edificio alto generalmente se ubica en uno de los pisos intermedios del edificio.

Otro ejemplo de una LAN que requeriría probablemente más de un cuarto de telecomunicaciones sería la de un campus compuesto por varios edificios.

Interconexión de los cuartos de telecomunicaciones

Cuando existan 2 o más cuartos de telecomunicaciones en un mismo piso de oficinas, deben ser intercomunicados a través de tuberías (conduit) con un diámetro mínimo de 50.8 mm (ver figura 67), o por medio de escaleras portacables o ductos cuadrados embisagrados.

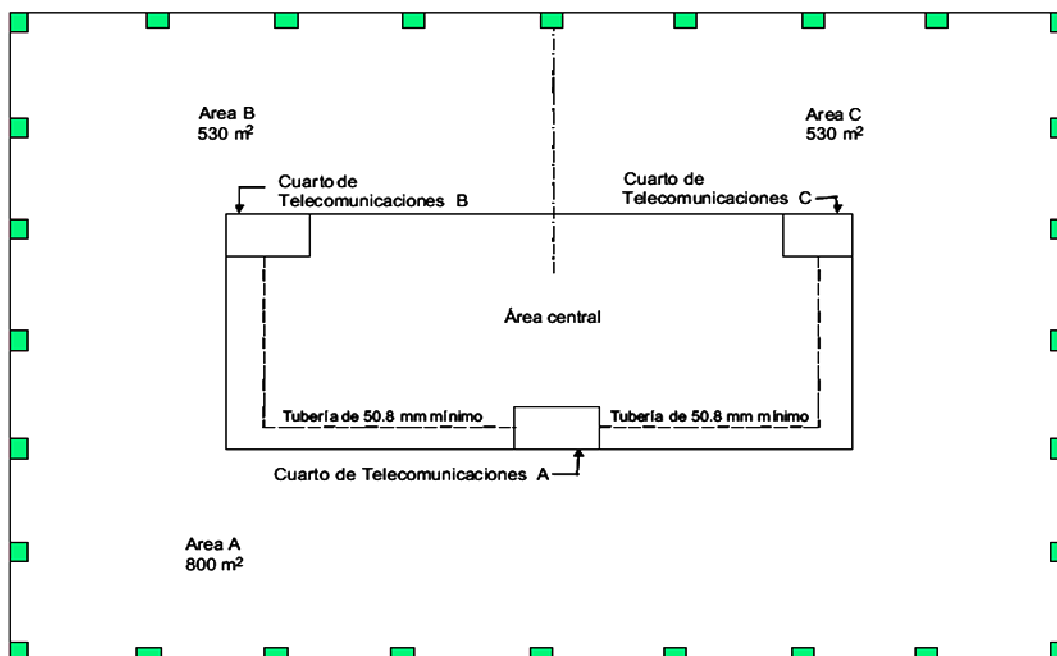


Figura 67. Conexión de diferentes cuartos de telecomunicaciones

4.3.4 Ubicación y dimensionamiento de las medidas de una sala de equipos

La sala de equipos es el espacio reservado para los equipos de comunicaciones compartidos por muchos usuarios. Esto incluye el campo principal de distribución y los aparatos de conmutación tales como PBX. Las grandes computadoras centrales pueden estar presentes también. Luego de la instalación, la sala de equipos es con frecuencia el sitio donde tiene lugar la administración rutinaria de los circuitos. En un edificio con varios inquilinos, puede haber una sala de equipos distinta para cada inquilino. A continuación se indican importantes recomendaciones a seguir, al momento diseñar la sala de equipos.

Al diseñar una sala de equipos, el diseñador del SCE debe proveer un área segura, bien iluminada y protegida del medio ambiente para el equipo y el personal que lo administra.

Se recomienda 0,07 m² de sala de equipos por cada 10 m² de espacio de área de trabajo. Debe destinarse un mínimo de 14 m² para la sala de equipos. Idealmente, la sala de equipos debería estar a un punto intermedio en el subsistema principal, pero usualmente se ubica en el sótano o en el primer piso.

Si la sala de equipos está situada en el sótano o sobre el primer piso, ubicarla lo más cerca posible del área de entrada de cables al edificio y de la interfaz con la red.

Generalmente es preferible situar el área de entrada donde sea más conveniente a lo largo de la planta baja. El área de entrada y la interfaz de red se sitúan normalmente a una distancia de no más de 15 m entre ellos. Por lo tanto, usualmente es fácil ubicar estos tres puntos (la sala de equipos, la interfaz de red, y el área de entrada) de modo que estén próximos entre sí.

También es importante localizar el acceso al tipo de conexión a tierra adecuado.

Es ventajoso ubicar los ascensores de servicio cerca de la sala de equipos, para facilitar el transporte de equipo pesado.

4.3.5 Instalación de los equipos en el rack

Es recomendable colocar ordenados de arriba abajo los elementos por el calor que disipan (los que más, arriba). También colocamos arriba la alimentación para que entre en contacto lo menos posible con los cables que llevan datos. Luego colocamos los paneles de conexión y lo interconectamos con cables cortos normalizados de categoría 5e.

Cada armario debemos dotarlo de elementos que permitan que los cables de conexión que interconectan los equipos no se presenten de una forma desordenada. Es una buena práctica de instalación utilizar pasacables horizontales y verticales.

4.3.6 Etiquetado de los sistemas de telecomunicaciones

Evite rotular los cables, los tomas de telecomunicaciones y los paneles de conexión con términos como "aula de matemáticas" o "aula de arte". Esto puede prestarse a confusiones, años más tarde, si alguna persona que no está familiarizada con esas descripciones, necesita realizar un trabajo que involucre los medios de cableado estructurado. En lugar de ello, use rótulos que sean comprensibles para alguien que deba trabajar en el sistema muchos años después.

La mayoría de los administradores de red incorporan números de habitaciones a la información rotulada. Asignan letras a cada cable que llega hasta una habitación. Algunos sistemas de rotulado, especialmente en redes muy grandes, también incorporan una codificación con color. Por ejemplo, un rótulo azul puede identificar el cableado horizontal solamente del armario para el cableado, mientras que un rótulo verde puede identificar el cableado del área de trabajo.

Coloque las conexiones de manera tal que los rótulos queden ordenados de forma ascendente. Esto facilita el diagnóstico y ubicación de los problemas cuando se presenten en el futuro. Finalmente, rotule los cables en cada extremo

Identificadores de canalizaciones

Cada canalización debe tener asignado un identificador único, el cual se utiliza como enlace para el registro de datos de la canalización correspondiente.

Este identificador debe ser marcado directamente en cada canalización o sobre sus respectivas etiquetas. En el caso de canalizaciones particionadas, tales como banco de ductos, a cada ducto se le debe asignar un identificador único.

Cuando una canalización está formada por la unión de dos o más ductos de diferente tipo o tamaño, cada ducto debe ser administrado de manera separada e independiente.

Las canalizaciones deben etiquetarse en los extremos que llegan a los espacios de telecomunicaciones. Se deben instalar etiquetas adicionales en posiciones intermedias, o regularmente espaciadas a lo largo de la canalización, de tal forma que permitan al personal de mantenimiento efectuar el seguimiento tanto físico como en dibujos y planos, de toda la trayectoria de la canalización.

En los puntos intermedios donde convergen tres o más canalizaciones (por ejemplo: cajas registros de lámina galvanizada), el extremo de cada canalización debe ser etiquetada con su respectivo identificador.

Identificadores de gabinetes o cajas que contengan accesorios de conexión

A cada gabinete o caja que contenga en su interior accesorios de conexión, tales como puntos de consolidación, salida multiusuarios y gabinetes de los distribuidores de cableado, se le debe asignar un identificador único que servirá para vincularse al registro de datos correspondiente. Se puede usar la siguiente nomenclatura para marcar los gabinetes de una forma que sea entendible para cualquier instalador de cableado estructurado

Identificador	GABXXX
Estructura	GAB = Gabinete. XXX = Número consecutivo.

Tabla 11. Nomenclatura recomendada para identificar los gabinetes

De preferencia la viñeta en el gabinete se debe colocar en el costado que queda libre de la pared, para tener mayor visibilidad y en la parte superior del mismo, tal como se ilustra en la figura 68.

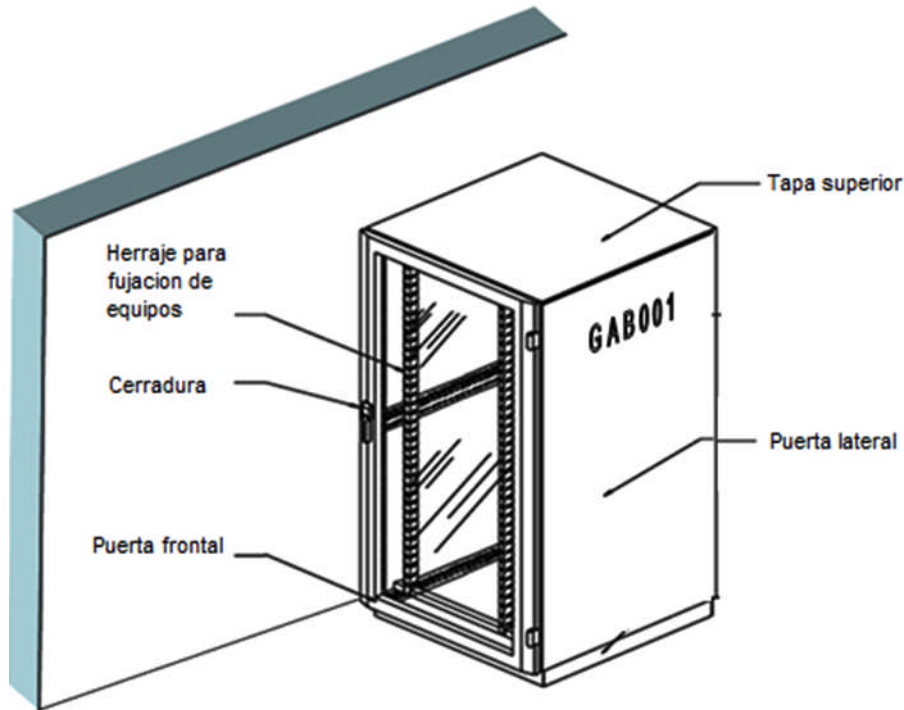


Figura 68. Ejemplo de etiquetado de los gabinetes

Etiquetas para el cableado principal del edificio.

El cableado principal debe marcarse utilizando etiquetas auto adheribles colocadas en diferentes tramos de la tubería, puede utilizarse la siguiente nomenclatura.

Identificador:	CPE XXX –[Tipo 1]-YYY[Tipo 2]
Estructura:	<p>CPE = Cable principal de edificio XXX = Número consecutivo [Tipo 1] = SCREBH, SCREB, ASP, ASPB, FO, etc. YYY = Capacidad en pares o conductores [Tipo 2] = P: pares, C: conductores ópticos</p>

Tabla 12. Nomenclatura recomendada para etiquetar el cableado principal del edificio

En la figura 69 se muestra como debe quedar la viñeta pegada en la tubería, donde entre sus características están que debe ser legible y autoadhesiva

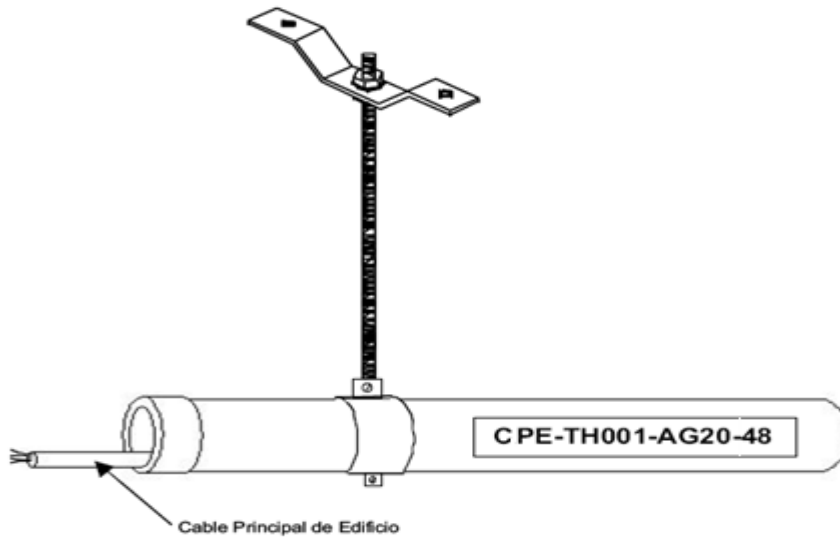


Figura 69. Ejemplo de etiquetado de los cables principales del edificio

Etiquetas para el cableado horizontal.

El cableado horizontal debe etiquetarse en ambos extremos y puede utilizarse la siguiente nomenclatura.

Identificador	CHX-STYYY-[Tipo1]-ZZZ[Tipo 2]
Estructura	CH = Cable horizontal. X = Número de segmento en el enlace. ST = Salida de telecomunicaciones. YYY = Número de la salida de telecomunicaciones a la que se interconecta. [Tipo1] = UTP, FTP, FO ZZZ = Capacidad en pares o conductores. [Tipo 2]= P: pares, C: conductores ópticos.

Tabla 13. Nomenclatura recomendada para etiquetar el cableado horizontal

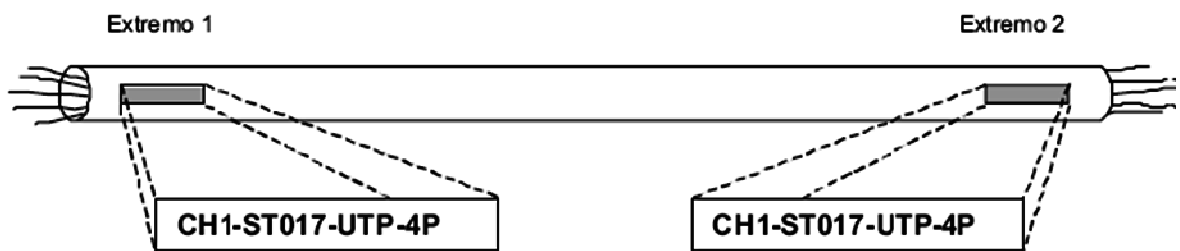


Figura 70. Ejemplo de etiquetado del cableado horizontal

Identificadores del sistema de tierra.

La barra principal del sistema de tierra de telecomunicaciones puede ser marcada o etiquetada conforme a su identificador especificado en la siguiente tabla.

Identificador	B[Tipo]STXXX
Estructura	B = Barra [Tipo] = P: Principal; S: Secundaria. ST = Sistema de tierra. XXX = Número consecutivo.

Tabla 14. Nomenclatura recomendada para etiquetar la TMGB

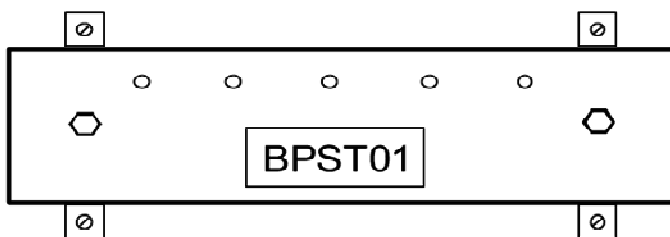


Figura 71. Forma de identificar las barras de tierra para telecomunicaciones

Etiquetas del sistema de tierra.

El conductor que conecta la barra principal con los electrodos del sistema de tierra del edificio, debe ser etiquetado en cada uno de sus extremos utilizando una etiqueta que contenga la leyenda mostrada en la figura 72. Estas etiquetas deben fijarse sobre el cable en localizaciones visibles, lo más cerca posible al punto de conexión, en cada uno de los extremos del conductor.

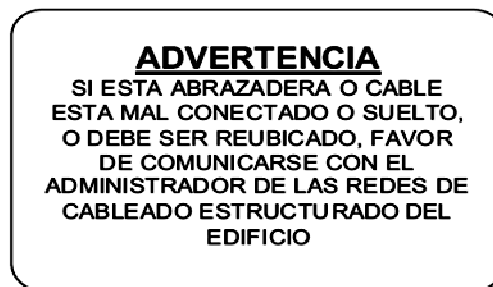


Figura 72. Etiqueta del conductor entre la barra principal del sistema de tierra y la tierra del edificio.

Toma de telecomunicaciones.

El identificador sugerido para las salidas o tomas de telecomunicaciones es el siguiente, el cual se puede observar en la figura 73.

Identificador	STXX/STYY
Estructura	STXX = Identificador de la salida/conector de telecomunicaciones con el número menor de los contenidos en la toma de telecomunicaciones. STYY = Identificador de la salida/conector de telecomunicaciones con el número mayor de los contenidos en la toma de telecomunicaciones.

Tabla 15. Nomenclatura recomendada para etiquetar las salidas de telecomunicaciones

Nota: Cuando en una toma de telecomunicaciones existan más de dos conectores, la toma se debe identificar únicamente utilizando el identificador de la salida/conector de telecomunicaciones menor y el identificador de la salida/conector de telecomunicaciones mayor.

Ejemplo: Para una salida de telecomunicaciones (STxxx) que tiene cuatro conectores con los siguientes identificadores: ST001, ST002, ST003 y ST004, su identificador es: ST001-ST004. Si los identificadores contenidos en una salida no son consecutivos, el identificador de la salida de telecomunicaciones debe contener todos los identificadores de los conectores/salida de telecomunicaciones separados con el signo “/”.

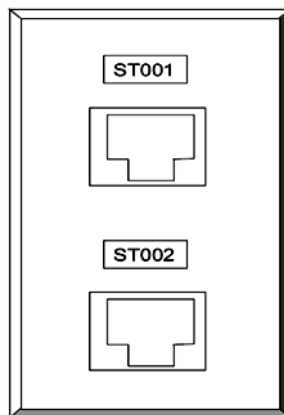


Figura 73. Ejemplo de etiquetado de las salidas de telecomunicaciones

Escalera porta cables.

Los accesorios también es recomendable etiquetarlos con un identificador único, para las escaleras porta cables se recomienda el siguiente código.

Identificador	EP XXX -[Material]-YYY
Estructura	EP = Escalera portacables. XXX = Número consecutivo. [Material]= AL: Aluminio. YYY = Ancho en mm.

Tabla 16. Nomenclatura recomendada para etiquetar las escaleras porta cables

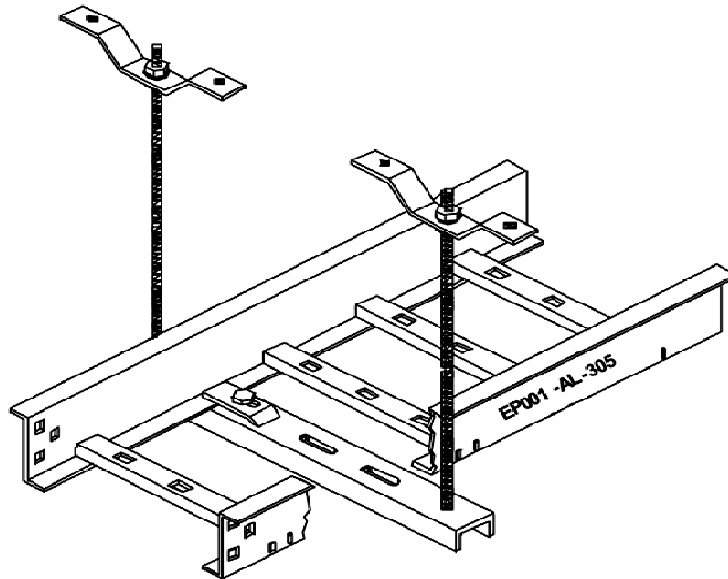


Figura 74. Ejemplo de etiquetado de las escaleras porta cables

4.3.7 Consideraciones para el tendido del cable

Se recomienda realizar las instalaciones de cableado con canalizaciones y accesorios comerciales que cumplan con la normativa correspondiente.

En este apartado debemos tener mucho cuidado con la distancia entre cables de información y cables eléctricos, guardando las distancias de seguridad que recomienda la norma TIA/EIA 568, citada en el capítulo 3 de este documento.

Para realizar un recorrido de acuerdo con la normativa realizamos los cruces con las líneas de alimentación siempre a 90°.

También se debe respetar el radio de curvatura mínimo, que para un cable UTP de categoría 6 es de 55 mm. A la hora de implementar las curvas del trazado del edificio se deben utilizar los accesorios necesarios, para que estos accesorios den mayor holgura a los cables al girar dentro de las canalizaciones.

En este apartado se debe demostrar que nuestra instalación cumple con el requisito, indispensable para conseguir una certificación positiva. Se analiza de forma individual la distancia máxima del enlace en la instalación. No se supera en ningún caso los 100 m., que es la distancia máxima. Esta distancia máxima se divide en 5 metros dentro del armario rack, 90 metros entre el armario y el punto de conexión, y 5 metros desde el punto de conexión al terminal a conectar.

4.3.8 Aspectos importantes a la hora de la certificación del cableado

En el apartado de certificación, que es el último a realizar en nuestra instalación, se distinguen dos bloques: el control visual y la certificación del cableado.

Control visual:

En el control visual, como su nombre indica, se procede a realizar una revisión de la instalación cuando ésta se encuentra en la última fase de realización.

Se controla, sobre todo, el tendido del cable y la realización correcta de las conexiones.

Certificación del cableado:

Cuando se realiza la certificación del cableado propiamente dicha se procede a realizar una prueba mediante un aparato certificador de la instalación, ya sea para cobre, fibra o combinación de éstos.

Con la certificación, el instalador se cerciora de que el sistema de cableado va a funcionar a pleno rendimiento.

Se certifican los enlaces y los puntos de conexión. Se debe comprobar que los cables cortos de conexión, rosetas, pach panel, etc. están certificados con la categoría exigida. Las certificaciones se suelen realizar por empresas diferentes a las que realizan los montajes, así que, como instaladores debemos comprobar que el aparato certificador ha sido revisado y que se realizan las certificaciones con los autotest apropiados de acuerdo con la normativa.

Toda la información se debe reflejar en un documento, con el procedimiento de control y las bases de datos de los cables y las redes.

Comprobación del cableado

La instalación de un sistema de cableado ha de pasar un plan de pruebas que asegure la calidad de la instalación y de los materiales empleados, en concreto, se comprobarán las especificaciones descritas en la memoria técnica.

Asimismo, se deben indicar la instrumentación utilizada, la metodología y condiciones de medida. Los resultados se presentan en un formato tabular con los puntos o tomas, así como los intermedios o de interconexión que se consideran representativos.

A continuación se describe una relación de las pruebas necesarias para llevar a cabo la certificación de una instalación:

Parámetros de medidas a realizar

Dentro de las especificaciones de certificación, las medidas a realizar para cada enlace serán las siguientes:

1. Parámetros primarios (Enlaces):

- Longitudes (ecometría)
- Atenuación
- Atenuación de paradiafonía (NEXT)
- Relación de Atenuación/Paradiafonía (ACR)

2. Parámetros secundarios

- Pérdidas de retorno
- Impedancia característica
- Resistencia óhmica en continua del enlace
- Nivel de ruido en el cable
- Continuidad
- Continuidad de masa

3. Otros parámetros

- Capacidad por unidad de longitud (pf/m)
- Retardo de propagación

4.4 Costo-beneficio de hacer el cableado con un sistema estructurado

Un sistema de cableado no estructurado hará que los costos se escalen continuamente, porque necesitará actualizaciones regularmente.

Un sistema de cableado estructurado requerirá menos actualizaciones y por ende, mantendrá los costos controlados. El costo inicial de un sistema de cableado estructurado puede resultar un poco más alto, pero éste hará ahorrar dinero durante la vida del sistema.

Para tener una idea mas clara tomemos de base la instalación de 20 computadoras en un cuarto de 8 m de largo por 4 m de ancho, el cual ya esta construido por lo que se utilizará canaleta plástica para los tomas de energía y salidas de telecomunicaciones. Para esta área nos dicen que no necesitan salidas de teléfono, por lo que solamente colocaremos salidas para datos en cada toma de telecomunicaciones. Analicemos los costos si la instalación la realizamos con cableado estructurado y una segunda alternativa que no implemente cableado estructurado.

Con cableado estructurado tenemos:

Para seguir las recomendaciones que da la norma ANSI/TIA/EIA 568 colocaremos dos salidas de telecomunicaciones por cada PC, con la finalidad de prever aplicaciones futuras como son telefonía normal o telefonía IP y tener la ventaja de conectar la PC a otra línea de red si por algún motivo se daña la que estamos usando.

Las normas establecen que para el área de trabajo se puede utilizar una única canalización para datos y energía siempre y cuando dicha canalización cuente con separadores internos, es decir sea especial para cableado estructurado¹⁵, esto nos ayuda a reducir costos de instalación. En la tabla 11 se muestra el detalle de lo que necesitamos para la instalación, aquí no se incluye los materiales para la instalación eléctrica ya que serán los mismos en ambos casos, a excepción de la canalización.

Con cableado estructurado				
Material	Precio Unitario	Cantidad	Unidad	Sub total
patch cord de 7' cat.6 marca ICC en colores varios	\$3,71	40	C/U	\$148,40
patch panel de 48 puertos cat.5e marca ICC	\$132,50	1	C/U	\$132,50
organizadores de 5 anillos con tapadera marca ICC de 1 RMS	\$35,00	8	C/U	\$280,00
cincho velcro de 12" color negro marca ICC	\$0,76	8	C/U	\$6,08
conector RJ45 cat.6 marca ICC en color varios	\$4,53	40	C/U	\$181,20
placa plástica de 2 puertos color blanca marca ICC	\$1,20	20	C/U	\$24,00
caja de montaje de 1.89" color blanco marca ICC	\$2,16	20	C/U	\$43,20
Cable UTP cat.5e marca CommScope color blanco	\$0,32	420	m	\$134,40
Jack de 8 pines marca ICC	\$0,41	40	C/U	\$16,40
Canaleta para cableado estructurado de 105x65 mm	\$14,00	12	2 m	\$168,00
Equipos activos				
Switch de 48 puertos	\$1.200,00	1		\$1.200,00
Costos de instalación				
Instalación de tomas eléctricos y de telecomunicaciones	\$20,00	20		\$400,00
certificación final	\$4,52	20		\$90,40
Total				\$2.824,58

Tabla 11. Costos de instalación utilizando cableado estructurado

Instalación sin cableado estructurado

La mayoría de las veces que se realiza una instalación no estructurada se pasan por alto algunas o todas las recomendaciones que las normas de cableado estructurado dan, para el ejemplo de estudio tenemos las siguientes diferencias:

¹⁵ Ver detalle de canalización en anexo 1

- Únicamente colocaremos una salida para cada PC, con lo que estamos obviando las aplicaciones futuras y no tenemos un cable de respaldo en caso se dañe el cable de red de alguna de las 20 PC.
- Los patch cord los fabrica el instalador, cuando la norma ANSI/TIA/EIA 568 recomienda que se deben comprar de fábrica.
- Se utiliza un switch y patch panel de 24, espacios pues no se ha previsto el crecimiento futuro, mientras que para el caso del cableado estructurado se han usado de 48 puertos.
- Se han utilizado conectores genéricos, lo que hace que su calidad y tiempo de vida sea menor, no están previstos para que duren 10 años o más.
- No se han utilizado los siguientes accesorios que sirven para dejar ordenada la instalación:
 - a. Organizadores de cables.
 - b. Cinchos plásticos

En la tabla 12 se muestra el detalle de los costos de instalación, se observa que se ha utilizado canalización diferente para potencia y datos.

Sin cableado estructurado				
Material	Precio Unitario	Cantidad	Unidad	Sub total
patch panel de 24 puertos cat.5e marca ICC	\$132,50	1	c/u	\$132,50
conector RJ45 genérico	\$2,00	60	c/u	\$120,00
placa plástica de 2 puertos genérica	\$1,00	20	c/u	\$20,00
caja de montaje de 1.89" genérica	\$1,89	20	c/u	\$37,80
Cable UTP cat.5e genérico	\$0,25	210	m	\$52,50
Jack de 8 pines genérico	\$0,30	40	c/u	\$12,00
Canaleta para cableado de red de 85x50 mm	\$13,50	12	2 m	\$162,00
Canaleta para cableado eléctrico de 85x50 mm	\$13,50	12	2 m	\$162,00
Equipos activos				
Switch de 24 puertos	\$1.000,00	1		\$1.000,00
Costos de instalación				
Instalación de tomas eléctricos	\$6,00	20		\$120,00
Instalación de tomas de telecomunicaciones	\$15,00	20		\$300,00
Total				\$2.118,80

Tabla 12. Costos de instalación no estructurada

De lo anterior podemos observar que para la instalación con cableado estructurado necesitamos invertir \$705.78 más. Pero antes de que decida cual alternativa elegir imagine que la instalación sin cableado estructurado se ha hecho en la sucursal de

un banco, donde las 20 computadoras necesitan estar conectadas a la red durante las horas laborales y que dos cables de red se han dañado precisamente un día de fin de mes, que los bancos pasan saturados, como únicamente se cuenta con una salida por cada PC, esto significaría prácticamente que dos empleados quedan sin computadora para atender a los clientes. Ahora agregué el hecho que pasados cinco años la gerente del banco decide incorporar telefonía IP en algunos de los puestos de trabajo, entonces se da cuenta que para hacer eso posible necesita invertir nuevamente \$2118.80 porque no se tomo en cuenta las aplicaciones futuras. ¿Entonces cual alternativa elegiría usted?

De lo anterior se puede observar que al diseñar una instalación con cableado estructurado se utilizan componentes de la mejor calidad lo que garantiza cero mantenimiento del cableado durante su vida útil, además no se va a tener que estar actualizando la instalación para que pueda soportar aplicaciones futuras, lo que nos permite recuperar la inversión hecha al finalizar los 15 años, que es el periodo de vida de un sistema de cableado estructurado.

Solamente el cinco por ciento de su inversión total en la red

El sistema de cableado estructurado representa uno de los componentes de menor costo de una red, constituyendo solamente un cinco por ciento del costo total. Considerando que el 70 por ciento de todos los problemas de un sistema pueden ser solucionados por el cinco por ciento de la inversión en el mismo, tiene mucho sentido el invertir en el mejor sistema de cableado estructurado disponible.

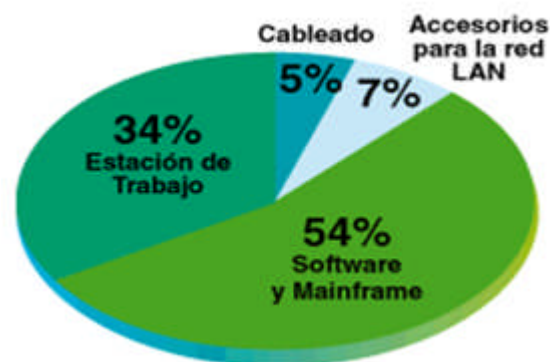


Figura 75. Porcentajes de inversión para implementar una red LAN

Duración de funcionamiento

Un sistema de cableado estructurado durará en promedio mucho más que cualquier otro componente de la red, según se muestra en la figura 76. Debido a este hecho, la elección de un sistema apropiado de cableado es un aspecto crítico del diseño de una red.

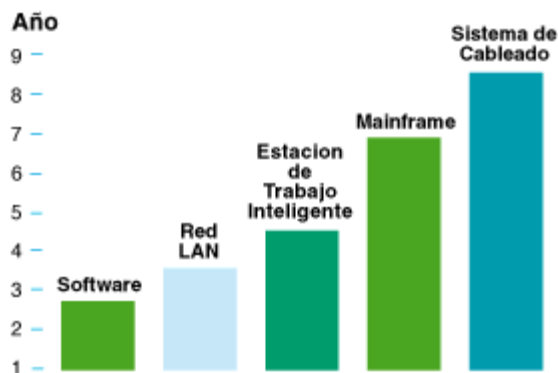


Figura 76. Vida útil de los componentes de una red

4.5 Sistema de tierra para telecomunicaciones

En los cuartos de telecomunicaciones y equipos, debe existir al menos una barra de cobre para poner a tierra los equipos, gabinetes o herrajes de los distribuidores de cableado, y las canalizaciones metálicas tales como: tubería (conduit), escalera portacables, ducto cuadrado embisagrado, entre otros.

El sistema de tierra del edificio debe cumplir con las especificaciones proporcionadas en el estándar J-STD-607-A. El valor óhmico del sistema de tierra para telecomunicaciones debe tener un valor de 3Ω como máximo ya que este valor es que la compañía de suministro eléctrico exige, para proteger los aparatos eléctricos. Pero si es posible tener un valor menor a este sería fabuloso, pues de esta manera estaríamos garantizando la seguridad de los equipos de telecomunicaciones ante cualquier descarga atmosférica. Obtener valores menores de 3Ω es bastante difícil, pero no imposible.

La TMGB se conecta a la red de tierra eléctrica tal como se muestra en la figura 77, según recomienda la norma TIA/EIA 607. Las características del conductor para unir,

la TMGB con la tierra del edificio, la TGB y el cableado vertical (TBB) se detallaron en el capítulo 3, en la sección que corresponde a la norma TIA/EIA 607.

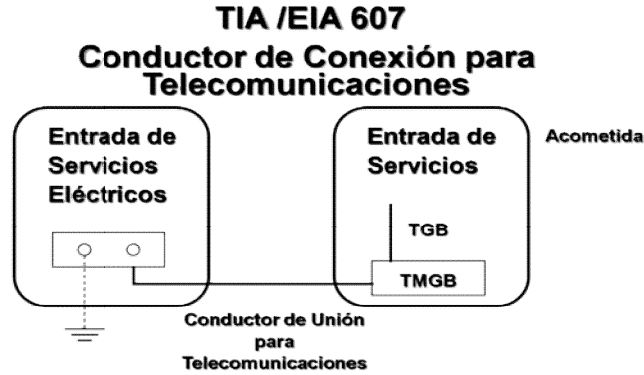


Figura 77. Conexión de la barra principal de tierra para telecomunicaciones

En la figura 78 se muestra la conexión de varios CT (cuartos de telecomunicaciones), un cuarto de equipo, la barra principal de tierra para telecomunicaciones y el sistema de tierra del sistema eléctrico.

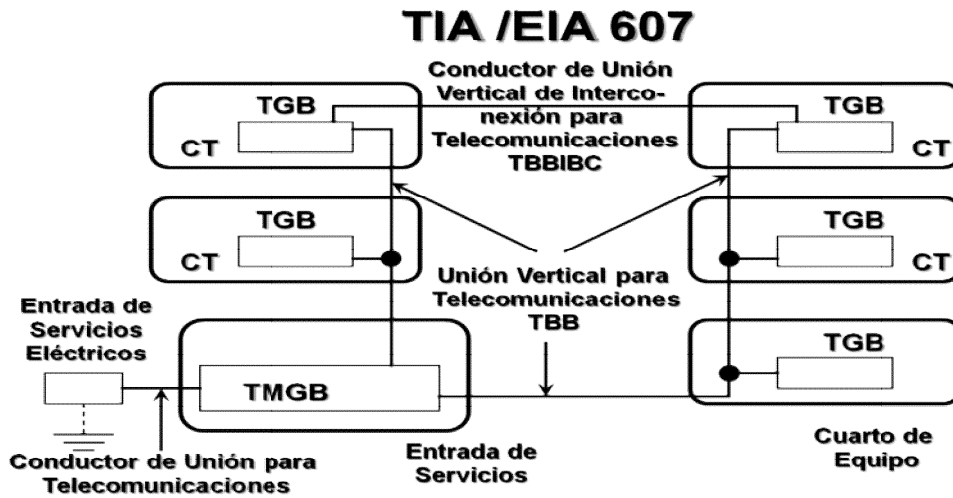


Figura 78. Sistema de tierra de varios cuartos de telecomunicaciones

4.6 Mantenimiento preventivo de los sistemas de cableado estructurado.

Una vez terminado el montaje de una red que se ha hecho respetando las normas establecidas y se ha procedido a la certificación del cableado estructurado, el mantenimiento del sistema es prácticamente nulo en condiciones normales.

Para el mantenimiento preventivo no hay una metodología establecida, pues como ya se dijo antes, si se certifica la instalación, el sistema de cableado estructurado debe durar 15 años sin ningún mantenimiento, pero si queremos podemos optar por dar una limpieza anual para quitar el polvo o suciedad pero es superficial, con gas comprimido, en puertos del panel y salidas. Para los equipos activos (conmutador, enrutadores) puede hacerse la limpieza 2 veces al año, aquí hay que destapar remover el polvo con gas comprimido, limpiar con contac cleaner 3m o similar y cerrar el equipo de nuevo, esto se hace en equipo de marca reconocida, ya que los equipos genéricos y bajos en precio no son convenientes.

4.7 Fallas más comunes que se dan en los sistemas de cableado estructurado.

Cuando se han utilizado materiales de primera clase, para los pasivos (cable, salidas, panel de conexión, cables cortos de conexión) los cableados no fallan, el 75% de los valores en una certificación de un cableado es el cable, si usa de mala calidad, le dará bajos rendimiento en las mediciones. Pero lo más común es por efectos externos, golpes, roedores y en estos casos es recomendable cambiar todo el cable dañado, no intentar hacer empalmes.

Otras fallas que pueden darse y afectar la red son las siguientes:

➤ **Caída de la red por variaciones de tensión o falta de energía eléctrica.**

Cuando el voltaje de la red baja demasiado o existe falta de suministro eléctrico, algunos dispositivos como enrutadores, concentradores, conmutadores dejan de funcionar provocando una caída de la red, para volver a restaurarlos es necesario desconectarlos por unos segundos de la energía eléctrica y luego conectarlos nuevamente, pero para evitar este tipo de inconvenientes es necesario que en el cuarto de telecomunicaciones cuente con fuentes de respaldo de energía eléctrica como son los UPS que traigan incorporado reguladores de voltaje.

➤ **Caída de la red por equipos dañados**

En algunas ocasiones cuando no se cuenta con las protecciones necesarias o un mal valor de la resistencia de tierra los equipos de telecomunicaciones pueden dañarse por descargas atmosféricas, provocando que la red deje de funcionar. Entre las partes que con mayor frecuencia se dañan están las fuentes de alimentación de los conmutadores, enrutadores, concentradores y los puertos de estos, en tal caso se procede a cambiar el equipo.

➤ **Conectividad intermitente de la red**

Puede darse que algunas PC tengan una conexión intermitente a la red, generalmente se dan con equipos que están más distantes del panel de control, esto es debido al cable torcido (doblado) es común que el instalador no desenrolló bien el cable y esto generó que se hicieran varios dobleces en el largo del cable, con los años este cable se tuesta y genera cortes en los hilos de cobre, generando así este problema, se resuelve cambiando el cable.

➤ **Congelamiento de la red por algunos segundos**

Otro problema que puede darse es en el cableado vertical, se debe de controlar la atenuación ya que el exceso de dobleces de los cables de fibra óptica hacen que se pierda la comunicación por pérdidas en el largo del cable, pueden dar problemas de pérdidas de paquetes, y esto genera que se congele la red por unos cuantos segundos, generando molestia en los usuarios, es difícil de encontrar este tipo de falla, ya que involucra toda la red, UTP, fibra, tarjetas de red, software, así que es necesario hacer una revisión de prueba y error, solución cambie el tramo de fibra.

➤ **Problemas de ancho de banda**

En la actualidad existen problemas que cada vez resultan más difíciles de detectar debido a que ya no están relacionados solamente con la continuidad, la longitud y el mapa de cableado. Ahora, problemas esquivos como la limitación del ancho de banda son mucho más comunes. Especialmente con la rápida adopción de las tecnologías Gigabit Ethernet y de Voz sobre IP (VoIP), las demandas de ancho de banda de cableado son mayores que nunca, y a eso se une la necesidad de

herramientas más sofisticadas para la solución de problemas. A continuación se presentan algunas indicaciones para la utilización de herramientas de redes para la solución de problemas de cableado actuales y corregir dificultades con mayor rapidez.

Paso # 1: Identificar el cable

Cuando no existe documentación, lo primero que hay que hacer es localizar los dos extremos del cable. Empiece en un dispositivo de red de la oficina y conecte una herramienta que pueda generar tonos digitales. Los tonos digitales limitan las pérdidas, eliminan el ruido de fondo y son seguros para las redes activas. En el panel de conexiones, utilice una sonda de tonos para comprobar los tonos de cada puerto del panel. Esta sonda digital genera una indicación audible y visual de la fuerza de la señal. Cuando se localiza el puerto con intensidad total de la señal, la sonda digital puede conectarse a ese puerto para obtener una confirmación del 100%.

Paso # 2: Cualificar el cableado

Una vez identificados ambos extremos del cable, utilice un cualificador de cableado para comprobar el ancho de banda del cable sospechoso. El cualificador comprueba los cables abiertos, en cortos, mapas de cableado, diafonías, fallos de impedancia, longitud del cableado y genera automáticamente una lista de velocidades compatibles (10, 100, 1000 o VoIP). Si alguno de los resultados muestra fallos, utilice el método de dos niveles para solucionar los resultados no cualificados (véase a continuación).

Paso # 3: Solución de problemas de resultados no cualificados

Las herramientas de cualificación también muestran las velocidades no compatibles. Cualquiera de esos resultados puede verse para identificar y solucionar el problema. En el primer nivel de información, el cualificador identificará si el fallo se debe a un defecto del mapa de cableado, a que es demasiado largo, o a un rendimiento pobre de la señal. En un segundo nivel, la herramienta indica el tipo y la ubicación del fallo. Por ejemplo, le indicará que hay un "fallo de conexión a 7,5 metros". Seguramente se trate de una toma o un conector defectuosos. O le dirá que hay un "fallo distribuido a

20 metros de distancia". Es probable que sea un cable de poca calidad, seguramente un cable de conexión de categoría 3.

➤ **Fallas producidas por empalmar cables.**

Cuando se empalman cables UTP, con el pasar del tiempo pueden producirse problemas de ruido, cuando se transportan datos por el cable el problema pasa desapercibido la mayoría de las veces a menos que coloquemos un cualificador de cableado para comprobar la diafonía, pero cuando se transportan señales de voz podemos darnos cuenta cuando hablamos por teléfono, ya que es posible escuchar la interferencia producida en la línea telefónica. El empalme de cables UTP también puede producir intermitencia de la red, debido a los cortes de hilo de cobre cuando se realiza el empalme, por estas razones cuando un cable se daña lo recomendable es cambiar el tramo entero. En caso que acudir a un empalme sea la única opción por aspectos económicos lo recomendable es usar un conector RJ45 macho y uno hembra, para disminuir en lo posible el ruido.

4.8 Sistemas PoE (Power over Ethernet)

Es una tecnología que permite la alimentación eléctrica de dispositivos de red a través de un cable UTP / STP en una red ethernet. POE se rige según la norma IEEE 802.3a y abre grandes posibilidades a la hora de dar alimentación a dispositivos tales como cámaras de seguridad, teléfonos o puntos de acceso inalámbricos.

Actualmente existen en el mercado varios dispositivos de red como conmutadores o concentradores que soportan esta tecnología. Para implementar PoE en una red que no dispone de dispositivos que la soporten directamente se usa una unidad base (con conectores RJ45 de entrada y de salida) con un adaptador de alimentación y una unidad terminal (también con conectores RJ45) con un cable de alimentación para que el dispositivo final obtenga la energía necesaria para su funcionamiento.

PoE se aprovecha de que el cobre puede conducir portadoras de carga eléctrica. Esto ofrece al cableado del piso una ventaja sobre las conexiones ópticas, ya que no sería posible suministrar energía al equipo terminal utilizando fibras ópticas.

En la versión actual, con una tensión de CC de 48 voltios por puerto, se suministra una salida de 15,4 watts. Dada la longitud máxima permitida del cable de 100 metros, parte de la tensión se pierde debido a la resistencia óhmica del cable de cobre, lo que significa que el equipo terminal conectado puede consumir un máximo de poco menos de 13 watts (o, para ser más exactos, 12,95 watts). Eso corresponde a un requisito de potencia máxima durante un funcionamiento continuo de 350 mA, si bien están permitidos 400 mA durante un corto período de tiempo cuando se enciende por primera vez el equipo.

El estándar PoE también establece un método conocido como "detección de potencia". Antes de que la unidad de alimentación encienda el equipo, comprueba, a través de la conexión de datos, si el equipo terminal conectado cumple la norma 802.3a. Al equipo sólo se le suministra energía en caso de que la respuesta recibida sea afirmativa. De este modo, se puede evitar el peligro de fundir la tarjeta de red del PC, por ejemplo.

Un cable Ethernet tiene ocho conductores a modo de pares trenzados, y cada uno de los cuatro pares puede transmitir señales simétricas. No obstante, una Ethernet de 10/100 MBit/s sólo utiliza los hilos 1, 2, 3 y 6. Con el estándar PoE se pretende, por tanto, que se utilice el resto de los cables para el suministro de CC. En un principio estaba previsto que los pares 4-5 se conectaran al polo positivo y los pares 7-8 al polo negativo de la fuente de tensión. De hecho, una adaptación del estándar significa ahora que pueda haber también una polaridad inversa.

En la PoE hay dos métodos de transmisión de energía: el primero utiliza los pares no usados del cable UTP, mientras que el segundo proporciona la energía a través de las líneas que transmiten también el tráfico de datos.

4.9 Ejemplo de instalación de cableado estructurado de un local.

Para aplicar las normas y conceptos explicados en los capítulos anteriores se presentan parte de los planos de una unidad médica nacional, mostrando únicamente los aspectos más importantes como son: ubicación del cuarto de telecomunicaciones y cuarto de equipo, diagrama unifilar del sistema telefónico, de

datos, sistema CCTV, sistema de sonido y el sistema de red de tierra, detallando cada uno a continuación:

Ubicación del cuarto de telecomunicaciones y cuarto de equipo

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores según indica la norma ANSI/TIA/EIA-568 y ANSI/TIA/EIA-569 todos los edificios deben contar con al menos un cuarto de telecomunicaciones y un cuarto de equipo.

El cuarto de telecomunicaciones se encuentra ubicado entre el eje 5 y 8 que se interceptan con el eje B, mientras que el cuarto de equipo se encuentra ubicado en la intersección del eje 3 y S, según se muestra en el plano de planta de ubicación del cuarto de telecomunicaciones, a partir de estos puntos se distribuye todo el cableado de la red de datos y telefonía para todo el edificio. En el plano se observa que en todos los lugares que existe un toma para datos también existe una salida para teléfono, para cumplir con la exigencia que especifica la norma ANSI/TIA/EIA-568, pero en los lugares donde existe un toma para teléfono no necesariamente debe ir un toma para datos, ya que la norma únicamente lo exige en el caso contrario.

Diagrama unifilar del sistema telefónico

En el plano que corresponde al diagrama unifilar del sistema telefónico se observa que aunque el patch panel 1 únicamente cuenta con 24 espacios se han colocado 30 pares de cable UTP, esto con la finalidad de proveer el crecimiento futuro y también para facilitar futuros reemplazos de cable dañado. También se ha previsto la aplicación de nuevas tecnologías como es la telefonía IP, por esa razón el tendido del cable telefónico se ha realizado cable UTP categoría 5e.

Diagrama unifilar del sistema de datos

En el plano que corresponde al diagrama unifilar del sistema de datos se muestra el uso de la fibra óptica con la finalidad de poder transportar la señal de datos a una mayor distancia sin la necesidad de colocar repetidores, pero para esto se hace necesario utilizar dos convertidores uno que transforma la señal proveniente del cable UTP para transportarla en la fibra óptica y el otro convertidor que hace lo contrario

para nuevamente transportar la señal en el cable UTP, siempre se observa que se ha previsto el crecimiento futuro, ya que ambos patch panel sobran varios espacios.

Diagrama unifilar del sistema CCTV

En el plano que corresponde al diagrama unifilar del circuito cerrado de televisión conocido comúnmente por CCTV, se observa que el circuito de CCTV es bastante sencillo ya que únicamente cuenta con 7 cámaras de vigilancia, un multiplexor¹⁶ y una PC para almacenar y ver las imágenes en tiempo real.

Diagrama unifilar del sistema de sonido

En el plano que corresponde al diagrama unifilar del sistema de sonido, se observa que esta compuesto por 52 bocinas de 8" con una impedancia de 8Ω y una potencia nominal de 100 Watt cada una. Para cada circuito se muestra el detalle de conexión, que en la mayoría de los casos corresponde a una combinación de serie y paralelo.

El sistema de red de tierra

En el plano de planta del sistema de red de tierra se muestra un segmento de la red de tierra, donde se ha considerado que el sistema de red de tierra tendrá un valor de 3 ohmios, estimándose conseguirse con una configuración de forma de malla compuesta por barras (1 barra por punto) copperweld de 5/8' x 10' unidas a un cable 4/0 THHN mediante soldadura exotérmica formando cuadros de 7m x 7m.

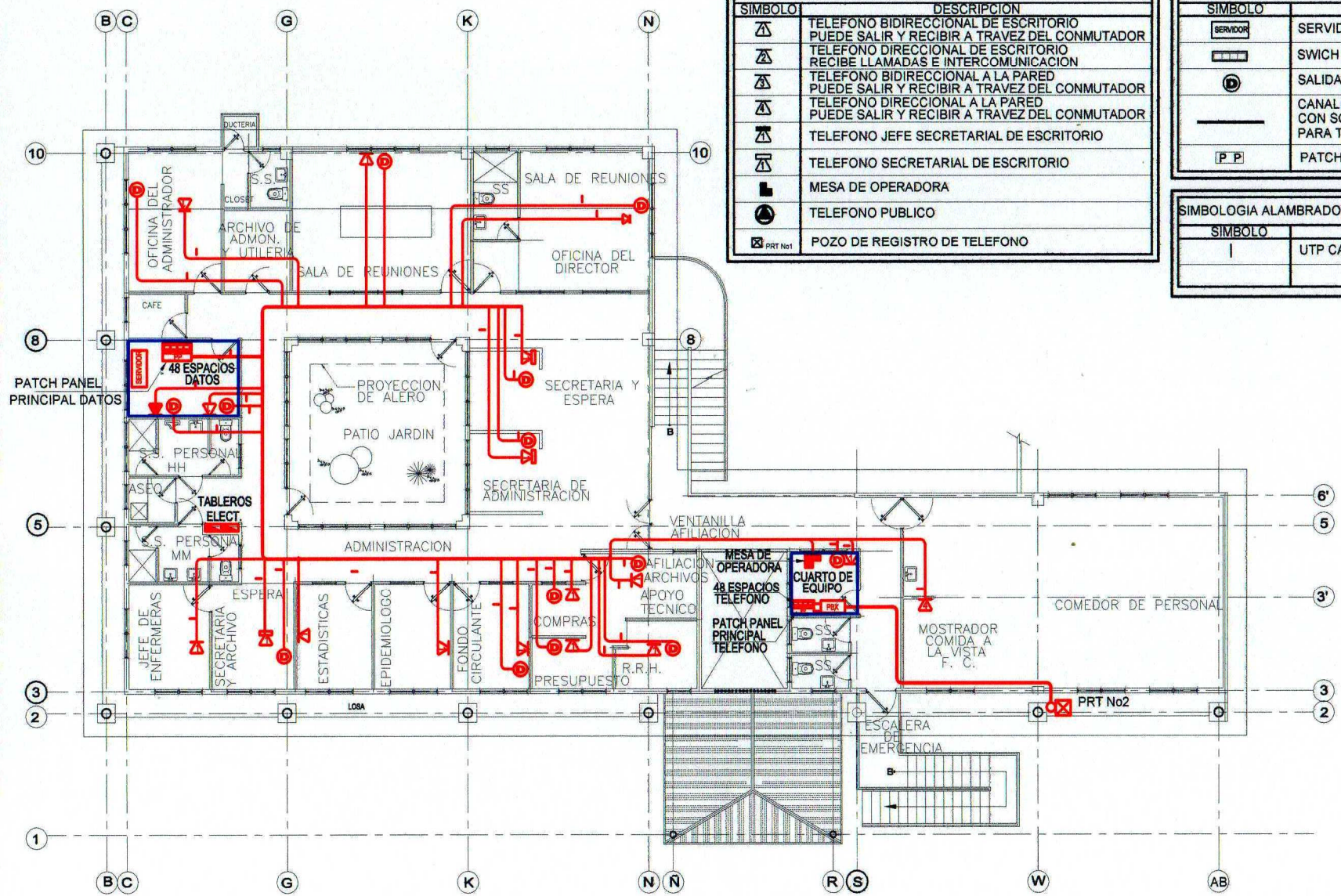
La red de tierra se ha extendido alrededor del edificio, siendo interconectada en las columnas del edificio. Se han utilizado Bus Bar de 4"x12"x1/4" para distribuir la polarización según el criterio de hacer las uniones de equipotencialidad en todas las instalaciones. En el cuarto de telecomunicaciones y cuarto de equipo también se han colocado bus bar de 4"x12"x1/4" para cumplir con la norma TIA/EIA 607 que especifica el sistema de tierra para telecomunicaciones, tal como se muestra en la figura 78 del apartado 4.5 de este documento.

¹⁶ Un multiplexor consiste en un aparato que recibe varias señales de entrada y las transforma en una sola señal de salida.

SIMBOLOGIA DEL SISTEMA TELEFONICO	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TELEFONO BIDIRECCIONAL DE ESCRITORIO PUEDE SALIR Y RECIBIR A TRAVEZ DEL CONMUTADOR
	TELEFONO DIRECCIONAL DE ESCRITORIO RECIBE LLAMADAS E INTERCOMUNICACION
	TELEFONO BIDIRECCIONAL A LA PARED PUEDE SALIR Y RECIBIR A TRAVEZ DEL CONMUTADOR
	TELEFONO DIRECCIONAL A LA PARED PUEDE SALIR Y RECIBIR A TRAVEZ DEL CONMUTADOR
	TELEFONO JEFE SECRETARIAL DE ESCRITORIO
	TELEFONO SECRETARIAL DE ESCRITORIO
	MESA DE OPERADORA
	TELEFONO PUBLICO
	POZO DE REGISTRO DE TELEFONO

SIMBOLOGIA DEL SISTEMA TELEFONICO	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	SERVIDOR DE LA RED
	SWICH DE DATOS
	SALIDA DE DATOS CON PUERTO JR45
	CANALIZACION DE TUBERIA DE PVC CON SOPORTES A CADA TRES M PARA TELEFONOS Y DATOS
	PATCH PANEL TELEFONO Y DATOS

SIMBOLOGIA ALAMBRADO TELEFONICO Y DATOS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	UTP CAT 5E 4 PARES



**CRITERIOS DE DISEÑO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON
CABLEADO ESTRUCTURADO**

CONTENIDO:

**UBICACION DEL CUARTO DE
TELECOMUNICACIONES**

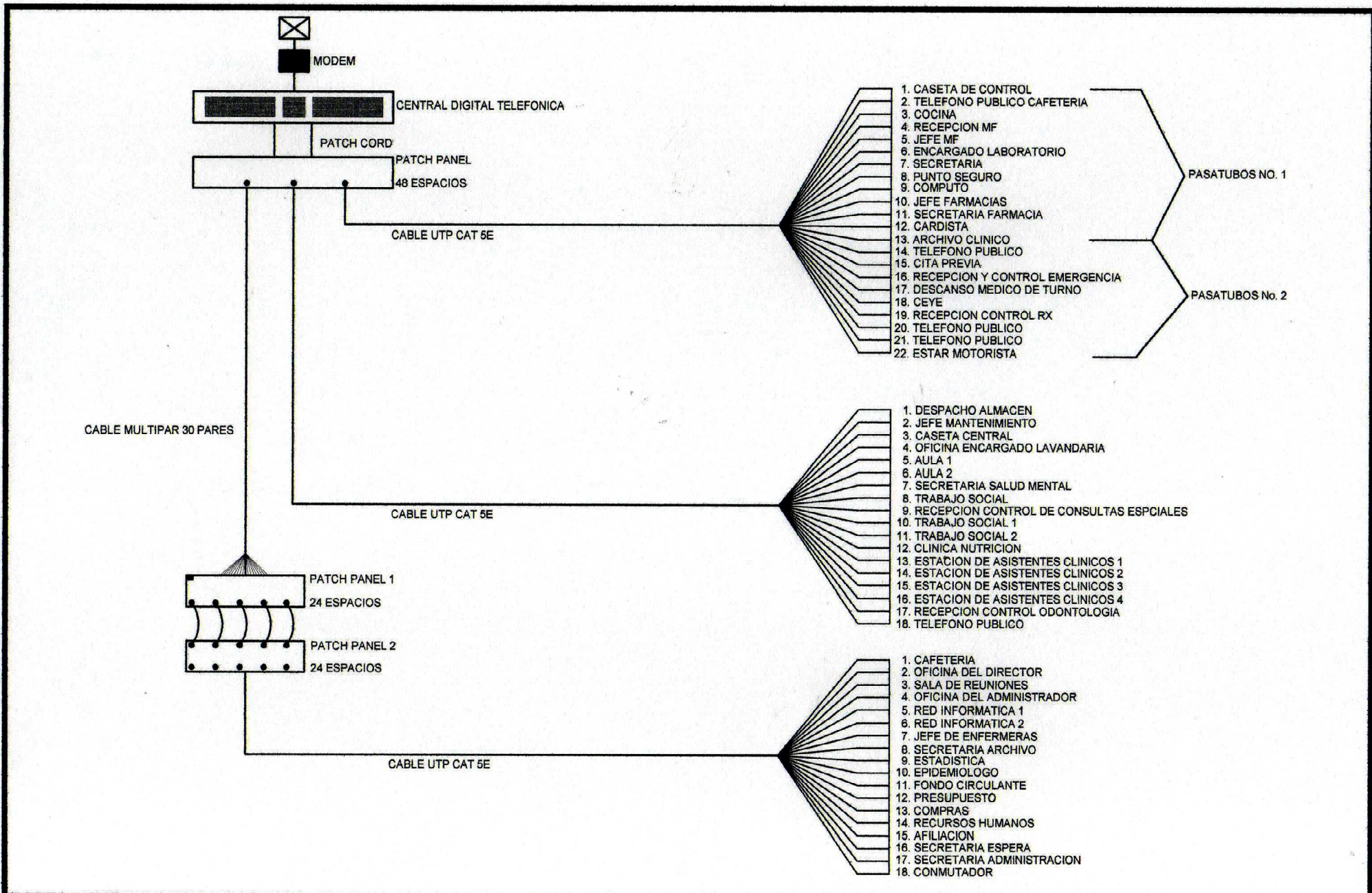
PRESENTA:
JUAN ORLANDO MEJÍA MARTÍNEZ

ASESOR:
ING. ERICK BLANCO

ESCALA:
1:200

FECHA:
DICIEMBRE/2007

No DE HOJA:
EL-01/06-181



**CRITERIOS DE DISEÑO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON
CABLEADO ESTRUCTURADO**

CONTENIDO:

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA TELEFÓNICO

PRESENTA:

JUAN ORLANDO MEJÍA MARTÍNEZ

ASESOR:

ING. ERICK BLANCO

ESCALA:

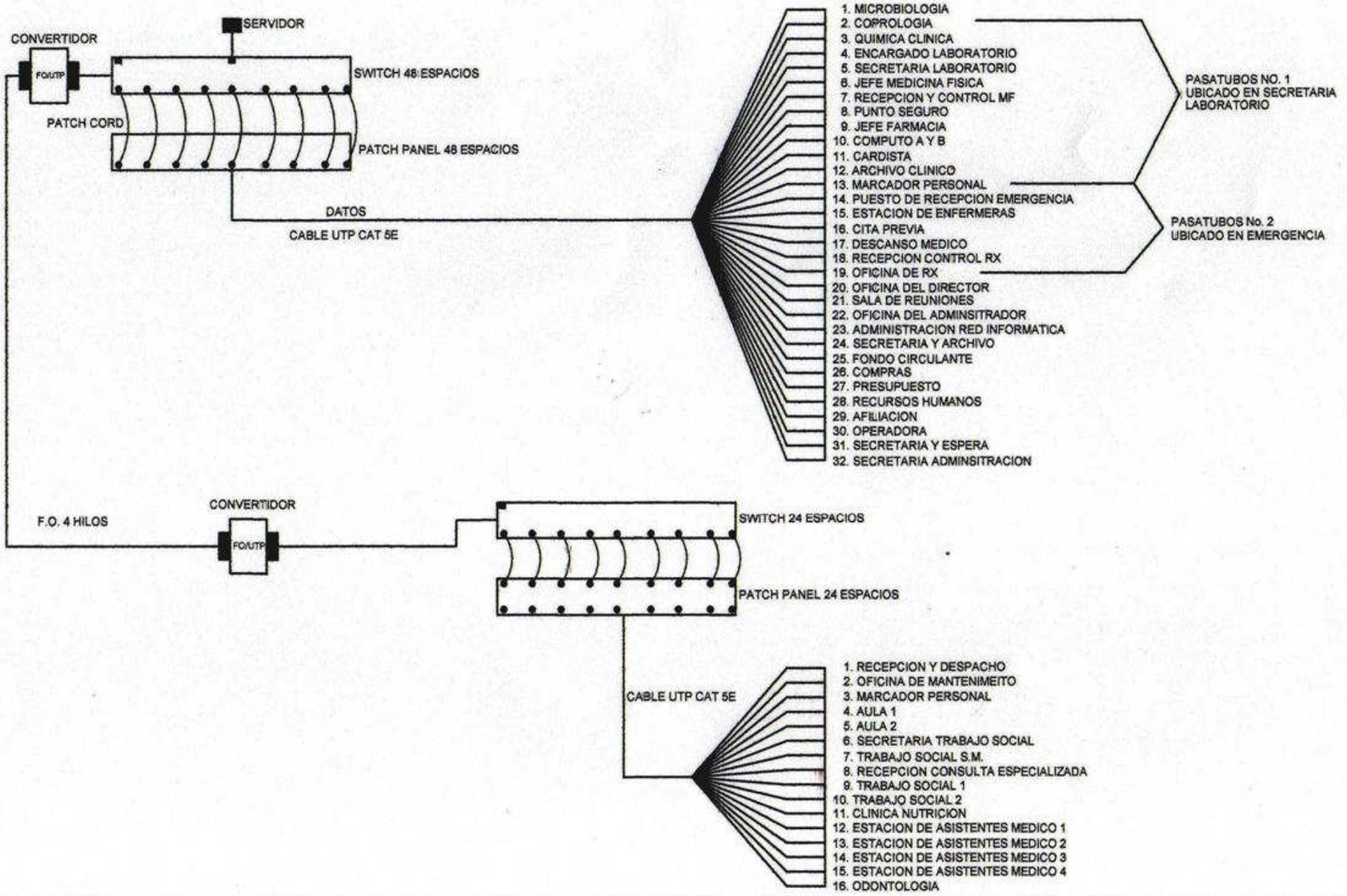
N/A

FECHA:

DICIEMBRE/2007

No DE HOJA:

EL-02/06-182



**CRITERIOS DE DISEÑO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON
CABLEADO ESTRUCTURADO**

CONTENIDO:

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE DATOS







PRESENTA:
JUAN ORLANDO MEJÍA MARTÍNEZ

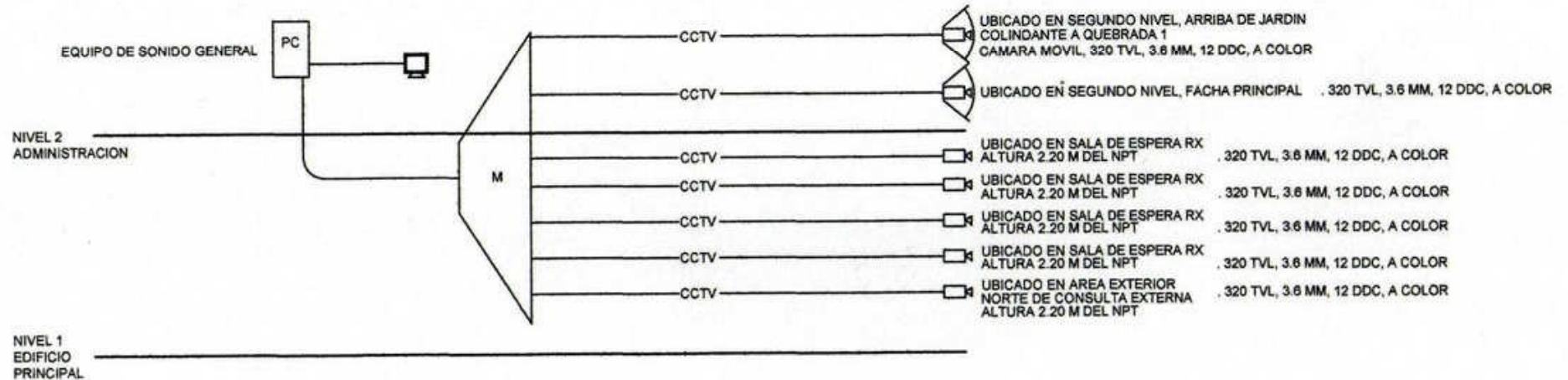
ASESOR:
ING. ERICK BLANCO

ESCALA: N/A

FECHA: DICIEMBRE/2007

No DE HOJA: EL-03/08-183

SIMBOLOGIA DEL SISTEMA DE CCTV	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	PROCESADORA DE DATOS
	MONITOR A COLOR DE 14" 360 TVL, NTSC/PAL
	ALTURA 2.20 M DEL NPT 320 TVL, 3.6 MM, 12 DDC, A COLOR
	CABLE COAXIAL 75 OHMS, RG-59, EN TECNODUCTO DE 3/4"
	MULTIPLEXOR DE 16 CANALES
	CAMARA MOVIL UBICADA EN SEGUNDO NIVEL 320 TVL, 3.6 MM, 12 DDC, A COLOR



CRITERIOS DE DISEÑO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON
CABLEADO ESTRUCTURADO

CONTENIDO:

DIAGRAMA UNIFILAR
DEL SISTEMA CCTV

PRESENTA:

JUAN ORLANDO MEJÍA MARTÍNEZ

ASESOR:

ING. ERICK BLANCO

ESCALA:

N/A

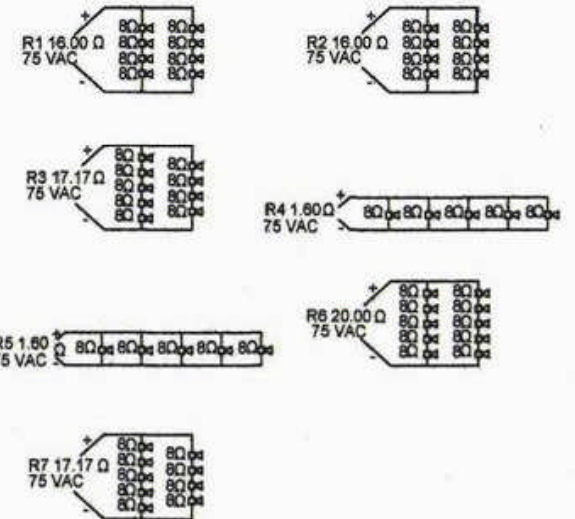
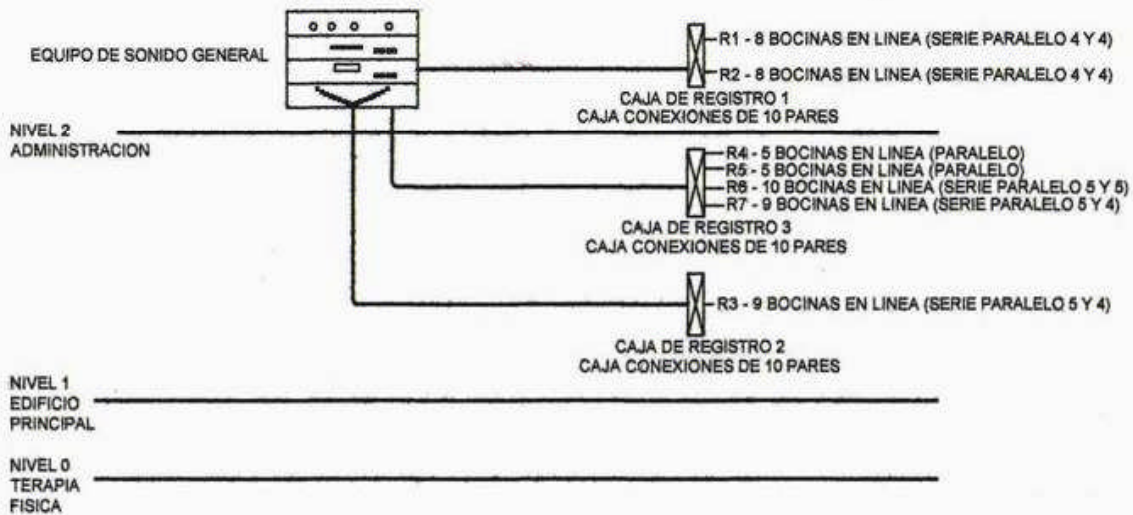
FECHA:

DICIEMBRE/2007

No DE HOJA:

EL-04/08-184

SIMBOLOGIA DEL SISTEMA DE SONIDO	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	SALIDA DE BOCINA TIPO DE INSTALACION DE EMPOTRAR
	SALIDA DE BOCINA TIPO DE INSTALACION SUPERFICIAL
	SALIDA DE BOCINA TIPO TROMPETA PARA INTEMPERIE
	AMPLIFICADOR GENERAL CD, RADIO AM FM, EQUALIZADOR
	AMPLIFICADOR DE BOCEO LOCAL
	CONTROL DE VOLUMEN DE BOCINA
	MICROFONO
	CAJA REGISTRO SISTEMA DE SONIDO
	CANALIZACION SISTEMA DE SONIDO EN TECNODUCTO DE 3/4"



DETALLE DE CONEXION DE BOCINAS POR CIRCUITO



CRITERIOS DE DISEÑO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON
CABLEADO ESTRUCTURADO

CONTENIDO:

DIAGRAMA UNIFILAR
DEL SISTEMA DE SONIDO

PRESENTA:

JUAN ORLANDO MEJÍA MARTÍNEZ

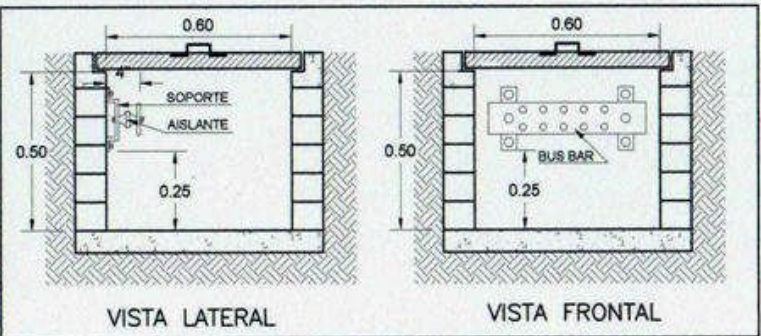
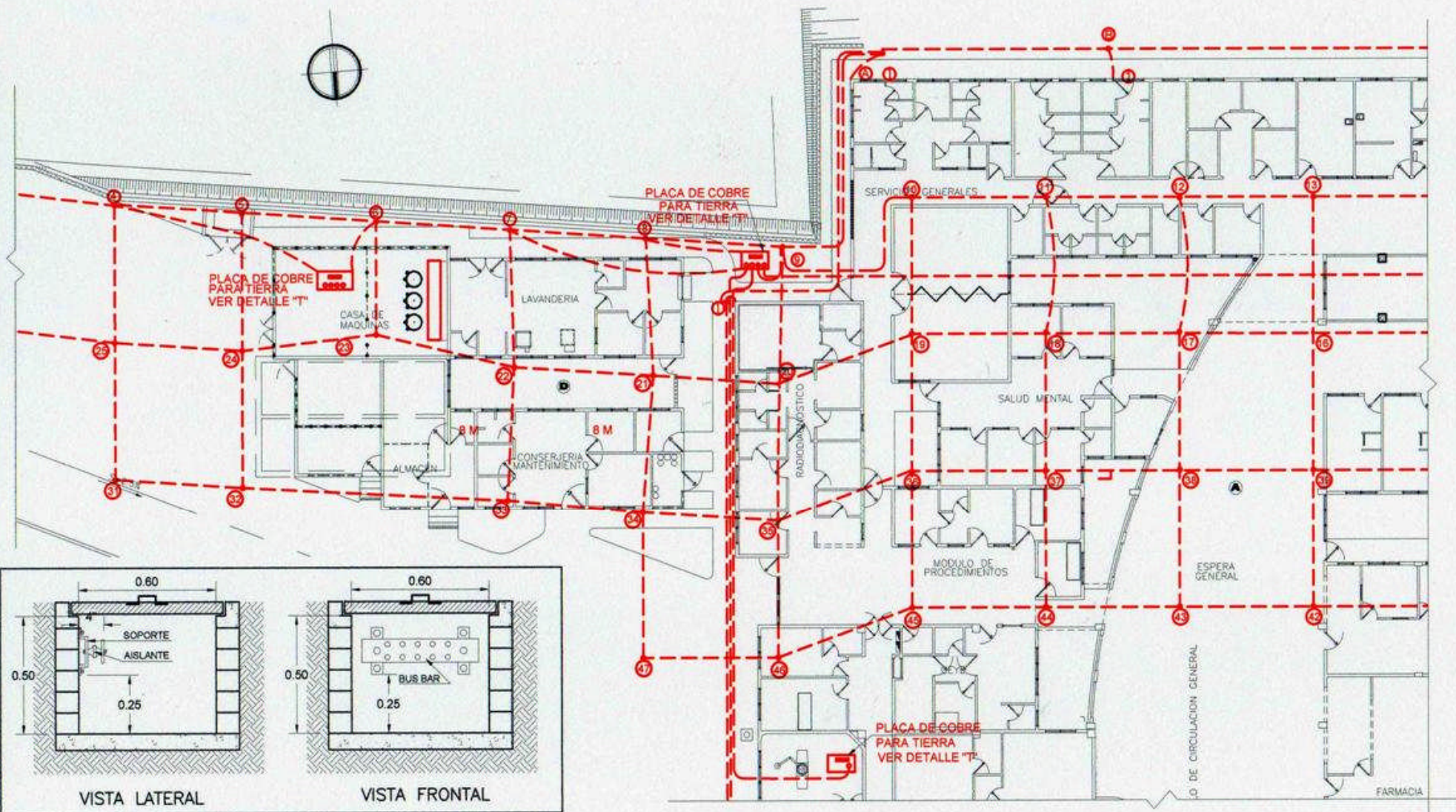
ABESOR:

ING. ERICK BLANCO

ESCALA:
N/A

FECHA:
DICIEMBRE/2007

No DE HOJA:
EL-05/06-185



DETALLE "T"
ESCALA 1:25



**CRITERIOS DE DISEÑO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON
CABLEADO ESTRUCTURADO**

CONTENIDO:
**SISTEMA DE RED DE
TIERRA**

PRESENTA:
JUAN ORLANDO MEJÍA MARTÍNEZ
ASESOR:
ING. ERICK BLANCO

ESCALA:
1:300
FECHA:
DICIEMBRE/2007
Nº DE HOJA:
EL-02/06-186

4.10 Especificaciones técnicas

Consideraciones generales del cableado estructurado

El sistema de cableado horizontal de voz y datos deberá ser mínimo categoría 5e, el cuál debe cumplir con las normas internacionales EIA/TIA-568 discutida en capítulos anteriores y los que se deriven de ellos, que normalizan a los sistemas de cableado estructurado.

El sistema de cableado propuesto se deberá considerar como una solución integral por lo que los componentes pasivos del cableado deberán ser de un solo fabricante (cables cortos de conexión, conectores RJ45, paneles de conexión y cable UTP, etiquetas, así como la fibra óptica), para asegurar el rendimiento óptimo del sistema en la transmisión de señales.

De acuerdo con las normas, la identificación se considerará importante para la buena administración y mantenimiento en cada parte que conforma al cableado estructurado. De tal forma que se requerirá la identificación en los cables cortos de conexión, en las placas modulares de montaje distinguiendo los servicios de voz de los de datos con colores o iconos, en los extremos del cable UTP horizontal, en los puertos de los paneles de conexión tanto de voz como de datos. Cada etiquetación se deberá hacer con identificadores apropiados para cada caso, que sean altamente legibles y que se mantengan permanentemente sin riesgo a deteriorarse por el paso del tiempo.

Cable UTP

El cable UTP para el cableado horizontal de voz y datos será categoría 5e como mínimo, deberá estar conformado de 4 pares (8 hilos) de conductores sólidos de cobre calibre 24 AWG. El cable debe permitir la transmisión de datos a altas velocidades (100Mbps, 155 Mbps, 1000 Mbps) y presentar un ancho de banda aprobada de 250 MHz, deberá soportar los siguientes estándares: LAN 100 BASE TX, ATM, Gigabit Ethernet, multimedia: audio, video analógico y digital.

El cable UTP debe tener un revestimiento aislante externo de PVC retardante al fuego, marcado con unidad de medida para fácil estimación de longitudes, la cubierta

exterior deberá contener además: nombre o marca de fabricante, categoría del cable, cumplimiento de normas EIA/TIA.

El cable UTP en cada par debe estar perfectamente acoplado para lograr una impedancia de operación de 100 ± 3 ohms.

La distancia máxima de tramos individuales de cable UTP hasta los jacks modulares RJ45 no debe exceder 90 m. de longitud total. Los tramos deben ser individuales.

Puede incluir un único punto de consolidación, punto de transición o salidas de múltiples usuarios.

Jack modular RJ45

La terminación mecánica de los cables horizontales en el área de trabajo será en conectores tipo jack modular RJ45 categoría 5e de 8 pines. El jack modular RJ45 deberá permitir configuraciones 568 A y 568 B. La conexión mecánica entre los 8 conductores del UTP horizontal y los 8 pines del jack RJ45 deberá ser en contactos con recubrimiento de plata (no estaño) y/o de capa de oro de 50 micro pulgadas en el área de contacto para proporcionar una conexión libre de corrosión en el transcurso del tiempo y proporcionar un desempeño confiable en ambientes hostiles (calor y frío extremo, humedad y exposición a sales).

Los Jack modulares RJ45 debe tener la capacidad de terminar cables de calibres 22, 24 y 26 AWG y un mínimo de 2 conductores del mismo calibre por contacto. El contacto debe soportar la terminación de cables de calibres más pequeños después de insertar y remover cables de calibre mayor sin necesidad de modificarlos o ajustarlos.

El cuerpo del Jack modular debe estar construido de material termoplástico de alto impacto, retardante de flama, debe tener espacio suficiente para soportar placas de pared de 1, 2, 4 o 8 ventanas, además que permita la entrada a plug de 2, 4, 6 o 8 hilos en forma indistinta sin presentar deformación.

Cables cortos de conexión

Los cables cortos de conexión en el área de trabajo deben ser categoría 5e, deberán estar fabricados con cable UTP categoría 5e conformado de 4 pares (8 hilos) de

conductores filamentosos calibre 24 AWG para una flexibilidad superior. Los cordones de parcheo deberán presentar un balance de impedancia de 100 ± 3 ohms con la finalidad de mantener un alto desempeño del sistema.

Los cordones en sus extremos deben tener una bota¹⁶ extra larga y moldeada a alta presión para fijar a cada conductor del UTP en su posición dentro del plug RJ45. La bota mantendrá una terminación extrafuerte y permitirá una resistencia a la deformación además de permitir respetar el radio de curvatura de 1" con la finalidad de que el desempeño del sistema no se degrade.

La longitud de estos cables deberá estar entre los 3 y 5.5 m. para el área de trabajo con la finalidad de conectar las salidas RJ45 de las salidas de información con las tarjetas de los equipos de cómputo y de 1.25 m para conectar los puertos RJ45 de los paneles de conexión con los puertos RJ45 de los equipos activos.

Panel de conexiones

La terminación mecánica de los cables horizontales será en paneles de conexiones de 24 o 48 puertos, con conectores categoría 5e de 8 pines. El panel de conexión deberá permitir configuraciones 568 A y 568 B. La conexión mecánica entre los 8 conductores del UTP horizontal y los 8 pines de cada puerto de los paneles de parcheo deberá ser con recubrimiento de plata y/u oro (no estaño) para proporcionar una conexión libre de corrosión en el transcurso del tiempo y proporcionar un desempeño confiable en ambientes hostiles (calor y frío extremo, humedad y exposición a sales). Además, los puertos del panel deberán de quedar alineados con las ranuras del administrador de cables.

Organizadores horizontales y verticales

Para la buena administración de los cables de parcheo se considerara la colocación de organizadores horizontales de cable con 2 unidades de rack, para montaje en rack de 19", con ducto frontal y posterior, fabricado con plástico UL 94V-0. El organizador debe tener las siguientes dimensiones: 88.9 mm de alto, 482.6 mm de largo y 114.3 mm de profundidad en medidas mínimas.

¹⁶ Bota se refiere al protector plástico que llevan los cables cortos de conexión en cada uno de sus extremos.

Sistema telefónico.

Descripción del sistema

El sistema consistirá de una central telefónica, puesto de operadora equipo de respaldo para falla de energía, canalización cajas de distribución, alambrado placas y tomas, aparatos telefónicos sencillos y multifuncionales instalados en áreas administrativas, casa de maquinas, departamentos de mantenimiento, caseta de entrada y áreas hospitalarias.

La canalización de este sistema será en tuberías de PVC para telefonía con diámetros comerciales según la necesidad, para el cableado se utilizará UTP cat 5e previendo la utilización de aplicaciones futuras como es la telefonía IP.

Características técnicas.

Tipo de central	: Digital
Capacidad inicial	: 128 Ext.
Capacidad final	: 380 Ext.
Líneas troncales	: 24
Teléfono de de operadora	: 1
Tensión de trabajo interno del equipo	: 48 V. C. D., 8 Amp.
Frecuencia de voltaje comercial externo	: 50/60 Hz.
Tensión de operación	: De acuerdo a las normas de SIGET
Alimentación	: 44 a 56 V.C.D.
Alimentación comercial	: 220/120 V.C.A.
Capacidad de ampliación	: En módulos de 8 y 16 extensiones.
Temperatura	: 0 - 40° grados Celsius.
Humedad relativa	: 0 - 96%
Tipo de numeración	: hasta 6 dígitos

Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV).

Generalidades

La aplicación del sistema permite supervisar de manera constante las áreas donde se instale, lo que conlleva a la reducción de costos de personal de vigilancia.

Por medio de cámaras, se vigila todos los puntos que pueden ser muy distantes entre el personal de seguridad o comprometidas para un vigilante.

Alcances

La administración del sistema permite integrar el sistema de CCTV a través de cámaras instaladas en las áreas determinadas, como en las de mayor flujo de personas en movimiento y según la necesidad de seguridad de este proyecto, las cámaras y elementos serán específicos en base a niveles de seguridad y áreas de aplicación.

Un sistema de CCTV esta compuesto por:

- 4 cámaras de 1/3" a color CCD¹⁷, con una resolución de 330 TVL¹⁸ y un funcionamiento a luz reducida de 0.55 a 0.66 LUX según la necesidad. Con compensación automática de luz baja, la alimentación eléctrica puede ser 12VCD/24VAC.
- Grabador digital de 4 canales, basado en PC de 80 GB, de almacenamiento de video.
- Monitor de 17" tipo PC.
- Cable Coaxial de 75Ω.

¹⁷ CCD Significa captadores de estado sólido. El termino de 1/3" especifica el tamaño de la imagen (anchura/altura):

¹⁸ TVL: Líneas de televisión

Sistema de sonido y voz

Alcances

Los componentes del sistema de sonido, deben estar contruidos con compuestos electrónicos de estado sólido, con bajo consumo de energía, de peso reducido y gran eficiencia en el rango de los niveles de tensión o potencia de salida. Alimentación 120 VAC con $\pm 10\%$ A 60 HZ. El sistema a emplearse para proporcionar los servicios debe tener por lo menos de los siguientes elementos:

- a) Amplificador
- b) Sintonizador de bandas AM/FM
- c) Conjunto de altavoces (bocinas)
- d) Micrófono
- e) Receptáculo para Micrófono.
- f) CD Player

El sistema a instalarse deberá cumplir con lo siguiente:

- Todas las bocinas (o altavoces) provenientes del amplificador se conectarán a la línea de 70 VCA o la que el fabricante indique, a través de transformadores, acopladores, según especificaciones.
- La colocación de los altavoces (baffles con altavoz) deberán empotrarse en el cielo falso, a una altura de 2.40 m. Sobre el nivel del piso terminado (N.P.T) o al nivel de las lámparas de alumbrado.
- En áreas donde no es posible empotrar las bocinas, se colocarán sobrepuestos en muros, techos o columnas con la misma disposición del punto anterior.
- Los equipos para voz y música ambiental se instalarán y ubicarán dentro del local del conmutador en el área de la operadora, a fin de tener el control del sistema.
- El sistema de sonido se realizará con cualquiera de los siguientes tipos, según las necesidades del servicio a saber:
 - a) Voz general: Que cubre todo el conjunto de altavoces instalados.
 - b) Música ambiental: Se utilizará en forma paralela al servicio de voz general.

El sistema de sonido deberá funcionar con la central telefónica sin que ello afecte a ambas que podrán funcionar independientemente. El sistema contará con 2 amplificadores mezcladores generales de 300 W, de consumo; 200 W de salida, 120 voltios, 60 HZ, para alimentar cada uno en línea, 54 bocinas a 70 VAC, instaladas en diferentes niveles.

Los amplificadores mezcladores deberán tener como mínimo las siguientes características:

- a) Controles independientes de volumen para música y micrófonos de tonos (atenuación de \pm agudas y \pm graves 12 dB y control maestro).
- b) Distorsión armónica máxima del 1% con 1000 HZ a la potencia nominal de salida.
- c) Respuesta de frecuencia de 60 HZ, a 16 KHZ, con \pm 3 dB.
- d) Nivel de ruido -65 dB con los controles al máximo.
- e) Distorsión por intermodulación 2%.
- f) Filtro para notas graves en los canales de micrófonos.
- g) Salidas para 4 y 8 OHMS y línea de 70 voltios con protección contra cortocircuitos.

El sintonizador debe cumplir como mínimo las siguientes características:

- a) Bandas de AM-FM con indicador de exploración de sintonía y estereofonía.
- b) Tecla mono-estéreo (modo).
- c) Control de sintonía.
- d) Indicador de nivel de sintonía y señal recibida.
- e) Sensibilidad de entrada -60 dB.
- f) Rapidez de respuesta AM 100 v/us.
- g) Señal a ruido FM de 75 dB
- h) Control de frecuencia automática.

El panel de control deber cumplir como mínimo las siguientes características:

- El panel de control debe tener integrado el sistema voz/música (para atender) al operar el micrófono, monitor con control de volumen e indicador de nivel de salida, entradas, salidas y controles para adaptarse al sistema.

Las bocinas deben cumplir como mínimo las siguientes características:

- Bocinas para instalación interior, del tipo de empotrar, consistiendo de bocinas y cada una de ellas en una caja acústica (de lámina de acero, calibre 22 o de madera seleccionada) de 30 x 30 x 17 cm con sus respectivos agujeros para conexión del PVC de 1/2", libre de vibraciones.
- 80 HZ de resonancia.
- Variación de frecuencia a razón de ± 6 dB de 50-16000 HZ.
- Sensibilidad de 92 a 95 dB.
- Abertura 180°.
- Transformador incorporado para línea de 70 VCA con taps de 2.5, 5, 10 Watts.
- Potencia nominal de 2.5 a 100 WATTS.
- Rejilla difusora redonda de 8" de diámetro y sujetadores.

Sistema de red de tierra

El cableado estructurado deberá de contar con un sistema de tierra física, aplicando la norma TIA/EIA-607, que especifica la interconectividad de los sistemas de tierra del edificio y su soporte a equipos y sistema de telecomunicaciones.

El sistema de red de tierra tendrá un valor máximo de 3 ohmios, estimándose conseguirse con una configuración de forma de malla compuesta por barras (1 barra por punto) de Copperwell de 5/8' x 10' unidas a un cable 4/0 THHN mediante soldadura exotérmica formando cuadros de 7m x 7m.

La red de tierra se extenderá alrededor del edificio, siendo interconectada en las columnas del edificio. En las varillas cooperweld la capa de cobre debe ser de tipo mezcla, dicha capa deberá ser continua sobre la varilla con el espesor de 0.010" o mayor.

Deberán de utilizarse Bus Bar de 4"x12"x1/4" para distribuir la polarización según el criterio de hacer las uniones de equipotencialidad en todas las instalaciones. Deberá instalarse un anillo perimetral de cable THHN 4/0. El cual constará de 18 puntos (18 varillas) como se observa y se detalla en las especificaciones incluidas en el plano de red de tierra en la página 186 de este documento.

Se deberá dejar pozos de visita para realizar las mediciones de puesta a tierra al menos una vez al año.

Materiales a emplear en la construcción de la red de tierra.

- ✓ Varilla copperweld 5/8"x10' americana. Fabricante petron pacific de 0.010" de cobrisado. Y de núcleo de acero bajo norma.
- ✓ Bus Bar 1/4"x4"x20" de cobre según norma TIA/EIA 607-A
- ✓ Molde M-550 cable 4/0 a varilla 5/8 UL carga 115 grs.
- ✓ Molde M-5732 cable 4/0 a varilla 5/8 UL carga 250 grs.
- ✓ Molde M-5428 cable 4/0 a varilla 5/8 UL carga 2-150 grs.
- ✓ Molde M-7899 cable 4/0 a varilla 5/8 UL carga 2-150 grs.
- ✓ Molde M-7907 cable 4/0 a varilla 5/8 UL carga 2-150 grs.
- ✓ WELD METAL 115 Caja de 10 Tiros
- ✓ WELD METAL 150 Caja De 10 Tiros
- ✓ WELD METAL 250 caja de 10 Tiros
- ✓ Conductor 4/0 THHN (MTS)

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al diseñar cualquier sistema de cableado estructurado se deben tener presentes las normas de construcción internacionales más exigentes como la norma ANSI/TIA/EIA-568 que es el estándar de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales, la ANSI/TIA/EIA-569 que especifica los espacios y canalizaciones para telecomunicaciones en edificios comerciales, ANSI/TIA/EIA-606 que regula y sugiere los métodos para la administración de los sistemas de telecomunicaciones, ANSI/TIA/EIA-607 que norma las tierras y aterrizajes para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales y las normas eléctricas nacionales , para obtener así el mejor desempeño y seguridad en los sistemas eléctricos y de comunicaciones, garantizando a la vez que las tecnologías futuras van a ser soportadas por el sistema de cableado estructurado diseñado por lo menos dentro de los próximos 10 años.
- Siempre que se diseña un sistema de cableado estructurado debe tenerse en cuenta el crecimiento futuro, ya que siempre es más fácil ignorar los cables extras instalados que no tenerlos cuando se les necesita. También el diseñador debe considerar incorporar otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable, control ambiental, seguridad, audio, alarmas y sonido al seleccionar y diseñar el cableado horizontal.
- Es de fundamental importancia entender que para que un edificio quede exitosamente diseñado, construido y equipado para soportar las necesidades actuales y futuras de los sistemas de telecomunicaciones, es necesario que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar del diseño arquitectónico, donde se debe elegir estratégicamente la mejor ubicación del cuarto de telecomunicaciones para cumplir con la distancia de los 90m que recomienda la norma ANSI/TIA/EIA-568, ya que al sobrepasar esta distancia se hace necesario el uso de equipos repetidores lo que eleva enormemente los costos de un proyecto, dichos costos muchas

veces se pueden evitar si se elige la ubicación adecuada del cuarto de telecomunicaciones.

- Es necesario contar con un sistema de tierra para telecomunicaciones confiable que posea una resistencia de tierra lo más baja posible (se recomienda 2Ω) para proteger de manera segura los equipos activos (enrutadores, conmutadores, concentradores) ya que el costo de estos dispositivos es elevado y en muchas ocasiones se dañan por descargas atmosféricas por no contar con el sistema de aterrizaje adecuado.
- El cable coaxial de 50Ω aún está reconocido como un cable que se puede encontrar en instalaciones existentes; la norma ANSI/TIA/EIA-568 no lo recomienda para las nuevas instalaciones de cableado estructurado. Existen aplicaciones como los circuitos cerrados de televisión (CCTV), que utilizan este tipo de cable. En la actualidad existen dispositivos de CCTV que funcionan con cable UTP cat 5e o superior, el precio en el mercado de estos dispositivos es alto, por lo que en nuestro país se sigue utilizando el cable coaxial y dispositivos que funcionan con este, las empresas de certificación de cableado estructurado lo aceptan, pero en los países desarrollados ya no certifican una instalación que lleve cable coaxial, pues se ha previsto que a corto plazo se va a dejar de fabricar.
- Los sistemas inalámbricos tienen como función principal suministrar acceso de servicios de red a través de sistemas de comunicaciones sin cables a zonas específicas que requieran movilidad, como por ejemplo, salas de junta, salones de conferencia, cafeterías y bibliotecas, donde es un requerimiento tener movilidad, y cuestiones como la velocidad y el ancho de banda pasan a un segundo plano, es decir estos sistemas inalámbricos son un complemento de los sistemas de cableado estructurado.
- El sistema de cableado estructurado no es un gasto sino una inversión importante en infraestructura.

Recomendaciones

1. No produzca dobleces en los cables con radios menores a cuatro veces el diámetro del cable.
2. Tomar en cuenta las recomendaciones que da la norma ANSI/TIA/EIA 568 para evitar interferencias electromagnéticas.
3. Si agrupa varios cables juntos, no los ajuste en exceso, esta bien atarlos firmemente, pero no lo haga tanto que se produzcan deformaciones en los cables, su cobertura o trenzado.
4. Evite halar los cables UTP (las tensiones no deben exceder las 25 LBS)
5. No coloque cableado UTP en el exterior de los edificios. Esto representa un peligro debido a los rayos y otros fenómenos eléctricos atmosféricos.
6. No emplee grapas para asegurar cables UTP. Emplee la canalización adecuada.
7. Se debe realizar una selección del medio a emplear (cableado UTP, fibra, tecnología inalámbrica, etc.)
8. Centralizar o reducir el número de los cuartos de cableado, no tienen que ser necesariamente uno por piso.
9. Tratar de ser lo más ordenado posible al realizar instalaciones de cableado estructurado, rotular los cables, tomas de telecomunicaciones, paneles de conexión, escalerillas, tuberías de cableado horizontal y vertical, siempre siguiendo las recomendaciones que da la norma ANSI TIA/EIA 606 que regula y sugiere los métodos de etiquetado para la administración de los sistemas de telecomunicaciones.
10. A medida que se avanza con las conexiones es conveniente ejecutar una prueba de la red, con un probador rápido para verificar continuidad, cortocircuito, pares invertidos y la correcta identificación de los cables.
11. Una vez finalizado las conexiones y la identificación del cableado, se debe ejecutar la prueba de desempeño esto es lo comúnmente llamado "verificación o "certificación". Estas mediciones se ejecutan con instrumentos específicos para este fin de diversas marcas y procedencias. Debido a lo preciso y

costoso del instrumental es conveniente que esta tarea la ejecute una empresa que se dedique a certificar redes; además con la experiencia podrá diagnosticar con bastante exactitud las causas de una eventual falla.

GLOSARIO

Glosario

ANCHO DE BANDA

Gama de frecuencias que puede ser utilizada para transmitir información a través de un canal de comunicación. Es igual a la diferencia, en ciclos por segundo o hertz (Hz), entre la mayor y la menor frecuencia disponible en el canal de comunicación. El ancho de banda indica la capacidad de transmisión de un canal de comunicación. Mientras mayor sea el ancho de banda, mayor será la cantidad de información que pueda pasar a través de un canal.

AREA DE TRABAJO

Espacio de un edificio en el cual sus ocupantes interactúan con equipos terminales de telecomunicaciones.

ARMARIO

Infraestructura para el servicio de un piso, que puede contener equipos, tableros y controles eléctricos. El armario es la interfaz establecida entre el cableado eléctrico ascendente y su ruta de cable asociada.

ASOCIACIÓN DE INDUSTRIAS ELECTRÓNICAS (EIA)

Organización generadora de normas que, entre muchas otras actividades, se especializa en definir las características eléctricas y funcionales de equipos de interfaz. La EIA fija normas para las interfaces con el fin de garantizar la compatibilidad entre equipos de comunicación de datos y de equipos terminales de datos.

BARRA DE DISTRIBUCIÓN DE TIERRA PRINCIPAL DE TELECOMUNICACIONES

Barra de distribución colocada en un lugar conveniente y accesible y unida, por medio del conductor de unión de telecomunicaciones, a la tierra de alimentación de los equipos de servicio.

BASES DEL EDIFICIO

Base de concreto bajo los cimientos del edificio, en la cual se puede tender alambre de cobre para formar una tierra eléctrica.

BLINDAJE

Capa metálica que rodea a los conductores aislados en un cable blindado.

CABLE

Conjunto de uno o varios conductores o hilos de fibras ópticas dentro de una chaqueta.

CABLE AÉREO

Cable de telecomunicaciones instalado sobre estructuras de soporte aéreo, tales como postes, paredes externas de edificios y otras.

CABLE COAXIAL

Cable con un conductor metálico sólido dentro de un conductor metálico tubular (hueco), separados por un dieléctrico. Debido a que el cable coaxial puede transportar frecuencias mas elevadas que el cable de par trenzado, se emplea usualmente en aplicaciones de video y de transmisión de datos a alta velocidad.

CABLE DE FIBRA ÓPTICA CUÁDRUPLE

Cable consistente en cuatro cables individuales de fibra óptica colocados dentro de una chaqueta de cloruro de polivinilo, junto con una cuerdecilla para rasgar la chaqueta y acceder a cada cable individual.

CABLE DE FIBRA ÓPTICA DOBLE

Tipo de cable de fibra óptica que posee dos fibras individuales contenidas en una chaqueta de cloruro de polivinilo, con una cuerdecilla que permite rasgar la chaqueta para tener acceso a las fibras.

CABLE DE FIBRA ÓPTICA EN CINTAS

Cable que agrupa de una a doce cintas, cada una de las cuales tienen 12 fibras, lo que da un rango de 12 a 144 fibras por cable. Estos cables se emplean en grandes sistemas de distribución, en los que un tamaño pequeño de cable y una elevada resistencia a la tracción son factores importantes.

CABLE DE FIBRA ÓPTICA INDIVIDUAL

Fibra cubierta de plástico, rodeada por una capa de cloruro de polivinilo, sostenida en un material sintético de refuerzo y encerrada en una chaqueta externa de cloruro de polivinilo.

CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Medio de transmisión consistente en un núcleo de vidrio o plástico rodeado por una cubierta protectora, un material de refuerzo y una chaqueta externa. Las señales se transmiten en forma de pulsos de luz, insertados en la fibra por un emisor de luz bien sea un láser o un diodo emisor de luz. Algunas de las ventajas que ofrece el cable de fibra óptica son: bajas pérdidas de datos, alta tasa de transmisión, gran ancho de banda, pequeño tamaño y ausencia de problemas de interferencia electromagnética y de tierra eléctrica. El cable de fibra óptica puede ser multimodo o monomodo.

CABLE ENTRE EDIFICIOS

Cable de comunicaciones que forma parte del subsistema de interconexión de edificios y que es tendido entre ellos. Existen cuatro métodos para instalar este cable: en conducto (subterráneo), enterrado directamente (en zanjas), aéreo (por postes) y por túnel (en niveles de vapor).

CABLEADO HORIZONTAL

Es el cableado que se extiende desde las tomas de servicio situadas en el área de trabajo, hasta las salas de piso.

CABLEADO PRINCIPAL

Es el cableado que se extiende desde la sala de equipos hasta las diferentes salas de piso.

CALIBRE DE CABLE NORTEAMERICANO (AWG)

Calibre estándar para cobre, aluminio y otros conductores, con excepción del acero. El calibre es una medida del diámetro del conductor.

CAPA DE APLICACIÓN

Capa 7 del modelo de referencia OSI. Esta capa proporciona servicios a los procesos de aplicación (como correo electrónico, transferencia de ficheros y emulación de terminal) que son exteriores al modelo de referencia OSI.

CAPA DE ENLACE DE DATOS

Capa 2 del modelo de referencia OSI. Proporciona el tránsito de R datos a través de un enlace físico. La capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico, la topología de red, la disciplina de línea, la notificación de errores, la entrega ordenada de tramas y el control del flujo.

CAPA FÍSICA

Capa 1 del modelo de referencia OSI. Esta capa define las especificaciones eléctrica, mecánica, procedimental y funcional para la activación, mantenimiento y desactivación del enlace físico entre sistemas finales.

CAPA DE PRESENTACIÓN

Capa 6 del modelo de referencia OSI. Esta capa garantiza que la información enviada por la capa de aplicación de un sistema puede ser leída por la capa de aplicación de otra.

CAPA DE RED

Capa 3 del modelo de referencia OSI. Esta capa proporciona conectividad y selección de rutas entre dos sistemas finales. La capa de red es la capa donde se produce el enrutamiento.

CAPA DE SESIÓN

Capa 5 del modelo de referencia OSI. Esta capa establece, administra y finaliza las sesiones entre aplicaciones y administra el intercambio de datos entre las entidades de la capa de presentación.

CAPA DE TRANSPORTE

Capa 4 del modelo de referencia OSI. Esta capa es responsable de la comunicación fiable entre los nodos finales. Esta capa ofrece mecanismos para el establecimiento, mantenimiento y terminación de circuitos virtuales, la detección y recuperación de fallos de transporte y el control del flujo de la información.

CENTRAL PRIVADA (PBX)

Sistema de conmutación privado que atiende generalmente a una organización, como por ejemplo una empresa o una agencia estatal, y que es situado en las instalaciones del cliente. Conmuta las llamadas tanto entrantes como salientes y proporciona acceso a una computadora desde un terminal de datos. Usualmente se emplean troncales de enlace entre sistemas PBX de un mismo cliente.

COMUNICACIÓN IGUAL A IGUAL. Una forma de comunicación en la que cada capa del modelo OSI en el origen debe comunicar con la misma capa del destino.

COLISIÓN. En Ethernet, el resultado de dos nodos que transmiten simultáneamente. Las tramas de cada dispositivo impactan y se dañan cuando se encuentran en el medio físico.

CONDUCTO ("CONDUIT")

Tubo protector de cables, usualmente de metal, que va de piso a piso o a través del piso o el techo. En el subsistema principal, cuando las salas de piso no están alineadas, el conducto se utiliza para proteger el cable y permitir que el cable pueda ser halado de un piso a otro. En el subsistema de cableado horizontal, el conducto se puede usar entre una sala de piso y una toma o salida de servicio en una oficina o cualquier otra habitación. El conducto se emplea asimismo para distribución por conducto a través de la interconexión de edificios, en cuyo caso el tubo se tiende bajo tierra, rodeado por concreto, entre edificios y alcantarillas intermedias. También es posible usar conductos de múltiples vías de paso para ladrillos.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

Conductor que interconecta la infraestructura de unión de telecomunicaciones con la tierra de alimentación de los equipos de servicio del edificio.

CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE TIERRA

Conductor usado para conectar el electrodo de tierra con el conductor de tierra de un equipo, con el conductor de tierra del circuito en el equipo de servicio, o en la fuente de un sistema derivado.

CONECTOR

Dispositivo que conecta hilos o fibras en un cable, un cable a un equipo, o hilos o fibras en un cable con otro cable. Los conectores eléctricos y ópticos usualmente unen un medio de transmisión con equipos (computadoras centrales y dispositivos terminales) o con conexiones cruzadas ("crossconnects").

CONECTOR MÚLTIPLE

Conector para ser usado con cable de cinta de fibra óptica que une 12 fibras simultáneamente. Un diseño de grupo disgregado puede emplearse para conectar cables de fibra en cinta con cables de fibra individuales.

CONECTORES ÓPTICOS

Conectores diseñados para terminar y conectar fibras ópticas sencillas o múltiples. Los conectores ópticos se utilizan para conectar cables de fibra con equipos y cables de interconexión.

CONEXIÓN CRUZADA

Equipo del sistema de distribución usado para terminar y administrar circuitos de comunicación. En una conexión cruzada para hilo metálico, se emplean cables de puente ("jumper") o de interconexión ("patch cords") para hacer conexiones entre circuitos. En una conexión cruzada óptica, se usan cables de interconexión de fibra. La conexión cruzada se encuentra situada en una sala de equipos o en una sala de piso. Véase también "Subsistema de administración".

CORDÓN DE INTERCONEXIÓN ("PATCH CORD") (LATIGÜILLO)

Segmento corto de hilo conductor o cable de fibra, con conectores en cada extremo, utilizado para unir circuitos de comunicación en una conexión cruzada.

CRUCE

Unidad de unión en la intersección de dos bandejas de cable, canales o conductos (rutas del cable) en distintos planos.

DESENCAPSULACIÓN. Desenvoltura de los datos en una cabecera de protocolo en particular.

DIFUSIÓN. Paquete de datos enviado a todos los nodos de una red. Las difusiones se identifican por una dirección de difusión.

DOMINIO DE COLISIÓN. En Ethernet, el área de la red dentro de la que se propagan las tramas que colisionan. Los repetidores y concentradores propagan las colisiones; los conmutadores LAN, puentes y enrutadores no las propagan.

DOMINIO DE DIFUSIÓN. Conjunto de dispositivos que reciben tramas de difusión que se originan en cualquier dispositivo dentro del conjunto.

ELECTRODO DE TIERRA

Conductor, usualmente una barra, tubo o plancha (o grupo de conductores) en contacto directo con la tierra, que proporciona una conexión de baja impedancia a la tierra.

ENCAPSULACIÓN. Envoltura de datos en una cabecera de protocolo en particular.

ESCALERILLAS

Soportes abiertos horizontales o verticales, hechos usualmente de aluminio o acero, y fijados al techo o la pared de un edificio. Los cables se tienden en la escalerilla y se fijan a ella.

ESPACIO ÚTIL DEL PISO

Espacio del piso que puede emplearse como espacio de oficina.

EXTRANET. Aplicaciones y servicios basados en intranet que emplean un acceso seguro y extendido a usuarios y empresas externas.

FIBRA OPTICA MONO MODO

Es un tipo de fibra óptica que solo puede transmitir un modo de propagación de luz.

FIBRA ÓPTICA MULTIMODO

Fibra óptica que permite la propagación de numerosos modos asociados. La fibra puede ser de índice gradual o de índice escalonado.

GABINETE

Armario que puede contener artefactos de conexión, terminación, aparatos, cables y equipos.

HUBS Ó CONCENTRADORES.

Dispositivo de capa física que posee múltiples puertos, y cuando se recibe una señal en uno de los puertos, la señal se reamplifica y se envía a todos los puertos exceptuando al que recibió la señal original.

INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA (EMI)

Interferencia en la transmisión o recepción de señales, causada por la irradiación de campos eléctricos y magnéticos.

INTRANET. Configuración LAN común. Las intranets están diseñadas para que accedan a ellas los usuarios que tienen privilegios de acceso a la LAN interna de una empresa.

INUNDACIÓN. Una técnica de paso de tráfico utilizada por los *conmutadores* y los puentes en la que el tráfico recibido en una interfaz es enviado a todas las interfaces de dispositivo excepto aquella de la que se recibe la información originalmente.

MAC (control de acceso al medio). Una dirección hardware que identifica unívocamente a todos los nodos de una red. Esta dirección controla la comunicación de datos para el *host* de la red.

MAN (red de área metropolitana). Una red que se extiende por un área metropolitana. Generalmente, una MAN se extiende por un área geográficamente más grande que una LAN, pero por un área geográfica más pequeña que una WAN.

MATERIAL IGNÍFUGO

Material instalado en un sistema de cables, en una pared o piso a prueba de fuego, que impide el paso de llamas, humo o gases a través de la barrera especificada (por ejemplo, entre cubículos).

MODELO OSI

Es un modelo conceptual definido por la organización para la estandarización (ISO), describiendo como cualquier combinación de dispositivos puede conectarse para propósitos de comunicación.

El modelo se divide en siete capas: física, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación.

NIC (tarjeta de interfaz de red). Tarjeta de circuito impreso que encaja en la ranura de expansión de un bus de la placa madre de una computadora. También puede ser un dispositivo periférico.

PANEL DE INTERCONEXIÓN

Sistema de bloques de terminación, cables de interconexión y tableros que facilita la administración de campos de conexión cruzada en caso de movimientos o cambios.

PANEL DE INTERCONEXIÓN ÓPTICA

Unidad de interconexión usada para la administración de circuitos, construida a partir de gabinetes modulares. Permite interconectar fibras ópticas individuales. A diferencia del panel de conexión cruzada óptica, el panel de interconexión no emplea cordón de interconexión.

PAQUETE. Agrupación lógica de información que incluye una cabecera que contiene información de control y (habitualmente) los datos del usuario. Los paquetes se utilizan casi siempre para hacer referencia a unidades de datos de la capa de red.

PROTOCOLO. Descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que establecen la forma en que los dispositivos de una red intercambian información.

PUENTE. Dispositivo de capa 2 diseñado para crear dos o más segmentos LAN, siendo cada uno de ellos un dominio de colisión independiente.

REPETIDOR. Dispositivo de red que existe en la capa 1, la capa física, del modelo de referencia OSI. El propósito de un repetidor es regenerar y sincronizar señales de red a nivel de bits, permitiéndoles viajar por el medio a gran distancia.

ROUTER Ó ENRUTADOR.

Tipo de dispositivo de red que pasa paquetes de datos entre redes en base a las direcciones de capa 3.

Un interfaz entre dos redes. Mientras que los enrutadores son como puentes, ellos trabajan muy diferentemente. Los enrutadores proveen más funcionalidad que los puentes. Por ejemplo, pueden encontrar la mejor ruta entre dos redes cualesquiera,

aún si existen varias redes diferentes. Los enrutadores proveen capacidades de administración de red tales como equilibrio de carga, división de la red, uso de estadísticas, prioridad de comunicación, y herramientas para resolver problemas que les permiten a los administradores de red detectar y corregir problemas aún en una red compleja de redes. Debido a estas capacidades, los enrutadores son frecuentemente usados en la construcción de redes de área amplia y a nivel de compañía.

SEGMENTO. En la especificación TCP, un grupo de información lógico en las capas de transporte del modelo de referencia OSI.

SUITE DE PROTOCOLOS. Conjunto de protocolos de comunicación relacionados que operan juntos y, como grupo, dirigen la comunicación en alguna o todas las capas del modelo de referencia OSI. No cada suite de protocolos cubre cada capa del modelo, y con frecuencia un solo protocolo de la suite se dirige a varias capas a un tiempo. TCP/IP es una suite de protocolos típica.

SWITCH Ó CONMUTADOR

Dispositivo que conecta segmentos LAN, utiliza una tabla de direcciones MAC para determinar el segmento al que debe enviarse una trama y reduce el tráfico. Los *conmutadores* operan a velocidades más altas que los puentes.

Es un dispositivo responsable de múltiples funciones, tales como filtrado de datos en una red de comunicaciones, trabaja en la capa de enlace de datos del modelo OSI.

TASA DE TRANSFERENCIA. Tasa de información que llega o pasa a través de un punto en particular en un sistema de red.

TIERRA COMÚN

Conexión de todas las tierras eléctricas del edificio y los equipos, con el fin de eliminar diferencias en los potenciales eléctricos de las mismas.

TOMA DE DERIVACIÓN

Múltiples apariciones de un mismo par de cables en diversos puntos de distribución.

TOMA DE TELECOMUNICACIONES

Toma que contiene conexiones para telecomunicaciones para la estación de trabajo del usuario. Receptáculo usado junto con un conector para establecer un contacto eléctrico u óptico entre circuitos de comunicación. Las tomas y sus conectores asociados se utilizan en una diversidad de aplicaciones, incluyendo conexiones cruzadas, tomas o salidas de servicio y conexiones entre equipos.

TOMA O SALIDA DE SERVICIO

Dispositivo de conexión diseñado para una ubicación fija (usualmente la pared de una oficina), en el cual terminan los pares de cable del subsistema de cableado horizontal y se inserta un conector. La toma está situada entre el subsistema de cableado horizontal y el subsistema de cableado de sitio de trabajo. Aun cuando tales dispositivos también se denominan simplemente tomas, el término "toma o salida de servicio de telecomunicaciones cableado estructurado" comprende la integración de voz, datos y otros servicios de comunicación que pueden formar parte de un sistema.

TRAMA. Agrupación lógica de información enviada como una unidad de la capa de enlace de datos a través de un medio de transmisión.

TRANSMISIÓN DE TESTIGOS. Método de acceso según el cual los dispositivos de red acceden al medio físico de forma ordenada en base a la posesión de una pequeña trama denominada testigo.

VIDEOCONFERENCE Ó VIDEOCONFERENCIA

Videoconferencia es comunicarse con otras personas usando software y hardware de video y audio para que ambas personas puedan verse y escucharse. El audio puede ser provisto por equipos de Videoconferencia especializados, a través del teléfono o a través de una computadora. La Videoconferencia ha sido tradicionalmente llevada a cabo con equipos de video dedicados. Pero, cada día más, las computadoras personales que se comunican a través de las líneas digitales conmutadas están siendo usadas para videoconferencias.

VPN (red privada virtual, *Virtual Private Network*). Red privada construida dentro de la infraestructura de una red pública, como, por ejemplo, Internet.

WAN (red de área amplia). Red de comunicaciones de datos que sirve a los usuarios a través de un área geográfica amplia y con frecuencia utiliza dispositivos de transmisión proporcionados por portadoras comunes.

WIRELESS Ó INALÁMBRICO

Termino empleado para referirse a conexión de equipo que no posee cables de interconexión, sino que el medio de trasmisión es el aire. Gíreles significa sin alambres.

REFERENCIAS

Bibliográfica

- **Academia de networking de cisco systems guía del primer año CCNA 1 y 2**
Autor: Cisco
Tercera edición
PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Madrid 2004
- **Telecommunications building wiring standards A Global Compilation**
Autor: Global Engineering Documents and TIA/EIA
Revisión de agosto de 2004
- **Telecommunications Distribution Methods Manual**
Autor: BICSI
Volumen I y II
Tampa Florida 1995
- **Comunicaciones y redes de computadores.**
Autor: William Stallings
Séptima edición
Madrid España, PRENTICE HALL, 2004
- **Fundamentos de Redes**
Autor: Bruce A Halberg
Primera edición
México, MCGRAW HILL 2004
- **Manual de Cisco**
Autores: Toby velte
Tom Shaughnessy
Primera edición
Madrid España, MCGRAW HILL 2000

Páginas web

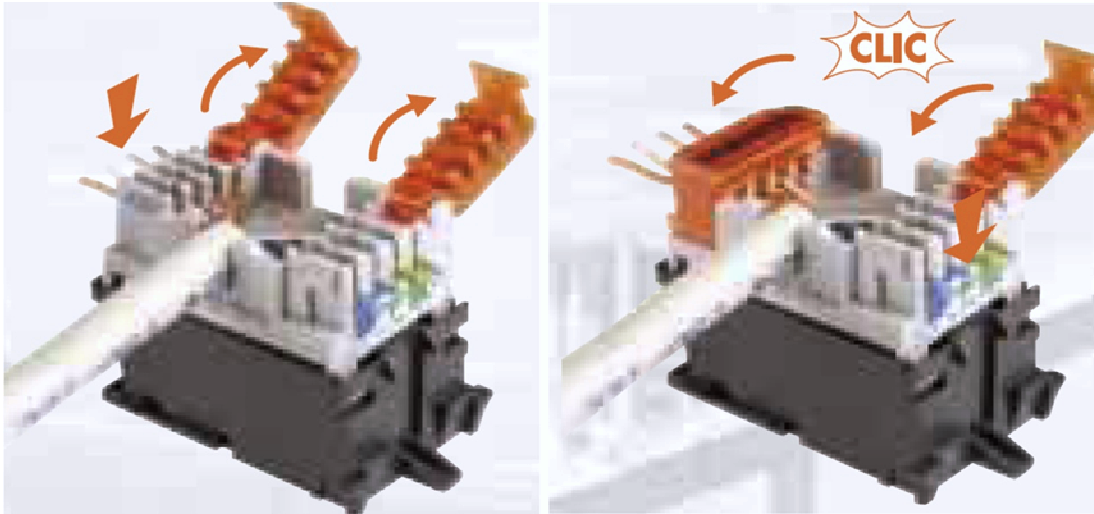
Las páginas que se listan a continuación se visitaron en el periodo comprendido entre los meses de abril y noviembre de 2007.

- www.arqhys.com/arquitectura/cableado-normas.html
- www.es.wikipedia.org/wiki/Cableado_estructurado
- www.elqui.dcsc.utfsm.cl/util/redes/cableado-estructurado/cat5man.pdf
- www.jmtelcom.com
- www.cursosymanuales.com
- www.monografias.com
- www.brain.com.mx/soluciones/cableado.htm
- www.arqhys.com/arquitectura/estructurado-cableado.html
- www.tecnologia.mendoza.edu.ar/comunicacion/soporte/sistema.htm
- www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_de_sistemas/cableadoestructurado
- www.unal.edu.co/dnic/cableado/index.php
- www.es.wikipedia.org
- www.tiaonline.org
- www.eia.org
- www.rincondelvago.com
- www.bticino.com.mx

ANEXOS

Accesorios para cableado estructurado

Jack



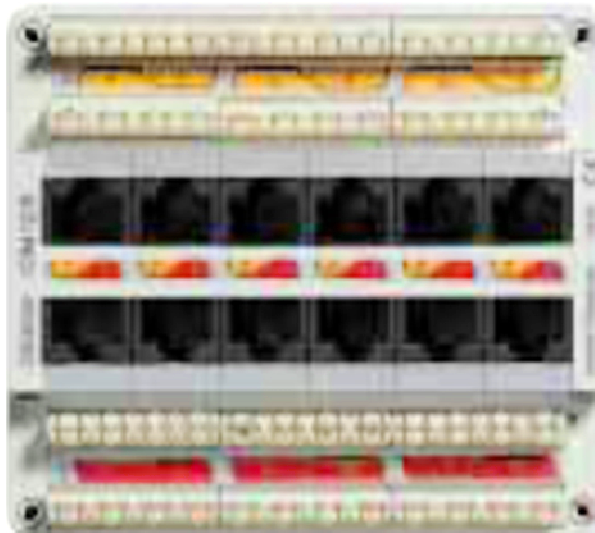
- Sistema de ponchado sin necesidad de herramienta especial.
- Conexión segura sin necesidad de impacto
- Nuevo sistema de aseguramiento del cable.

Placas



- Placa blanca que se instala sin necesidad de chasis
- Desde 1 hasta 4 conectores
- Placas de 2 y 4 ventanas
- Amplios tarjeteros de identificación

Panel de administración



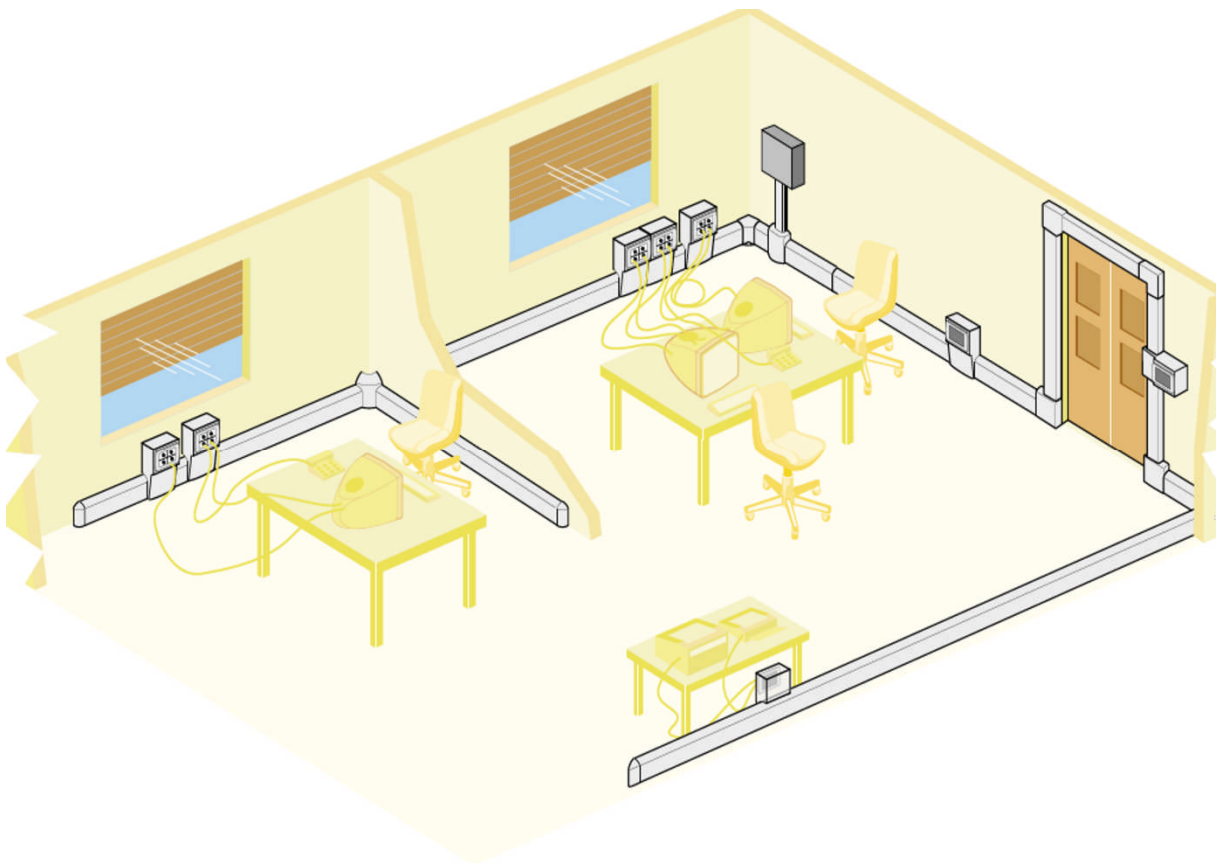
- Mini panel de parcheo para administrar sistemas de voz, datos e imágenes
- Instalación en riel din sin requerir gabinete o rack para su montaje
- 12 conectores RJ45 / 12 conexiones tipo 110 conectados internamente
- Categoría 5E
- Dimensiones reducidas (10 x 9 cm)
- Ideal para casas o pequeñas oficinas.

Interlink-Basic e Interlink para redes

El sistema de canalización Interlink Basic se utiliza para cubrir de una manera segura y estética, los diferentes cables que conducen energía o datos en cualquier instalación. Interlink Basic incluye:

- Minicanal (canaleta para pared)
- Zócalo (canaleta para zoclo)
- Canaleta de piso
- Ángulos para cableado estructurado

Ejemplos de instalación



Interlink para redes es el sistema de canalización diseñado para acomodar grandes volúmenes de cables de voz, datos e imágenes (VDI) y energía eléctrica.

Interlink para redes es ideal para aplicaciones en el sector comercial como oficinas y escuelas. El sistema de canalización Interlink para redes es compatible con la solución de cableado estructurado Btnet y permite integrar las líneas de BTicino de alta innovación tecnológica e inigualable estética como son Living y Light. La instalación de Interlink para redes es fácil y rápida debido a su base perforada y a sus accesorios comunes entre presentaciones. Interlink para redes cumple con las especificaciones TIA/EIA de los radios de curvaturas en instalaciones de cableado estructurado.

Accesorios VDI

Los accesorios para VDI de Interlink para redes cuentan con los complementos necesarios para la instalación de soluciones de cableado estructurado. Los accesorios se colocan dentro de la canaleta cuando en su trayectoria existen esquinas, permitiendo que la instalación cumpla con los radios de curvatura estipulados por las normas TIA/EIA. Los accesorios de Interlink para redes cuentan con prerrupturas en diferentes medidas para ajustarse a los diferentes tamaños de la canaleta.

Conectores para transmisión de voz, datos e imagen



L4279/6



L4279/5E



N4279/6



N4279/5E



AM5979/6



AM5979/5E



5979/6



5979/5E

Conectores BTicino Cat. 6 y 5E para áreas de trabajo

Conectores autoponchables RJ45, 8 pines, para transmisión de voz, datos e imágenes (VDI), a utilizarse con cable UTP 4 pares, calibre 23 y 24 AWG, 100 ohms. No requiere herramienta especial para su conexión, códigos de colores T568A y T568B impresos, con etiqueta de identificación, tapa cubre-polvo e instalables en las placas civiles Living, Light y Matix.

Código	Descripción
L4279/6	conector BTicino RJ45 Cat. 6 Living (color negro)
L4279/5E	conector BTicino RJ45 Cat. 5E Living (color negro)
N4279/6	conector BTicino RJ45 Cat. 6 Light (color blanco)
N4279/5E	conector BTicino RJ45 Cat. 5E Light (color blanco)
AM5979/6	conector BTicino RJ45 Cat. 6 Matix (color blanco)
AM5979/5E	conector BTicino RJ45 Cat. 5E Matix (color blanco)
5979/6	conector BTicino RJ45 Cat. 6 Magic (color marfil)
5979/5E	conector BTicino RJ45 Cat. 5E Magic (color marfil)



C9079/6



C9079/5E

Conectores BTicino Cat. 6 y 5E para paneles de parcheo

Conectores autoponchables RJ45, 8 pines, para transmisión de voz, datos e imágenes (VDI), a utilizarse con cable UTP 4 pares, calibre 23 y 24 AWG, 100 ohms. No requiere herramienta especial para su conexión, códigos de colores T568A y T568B impresos e instalables en los paneles de parcheo.

Código	Descripción
C9079/6	conector BTicino RJ45 Cat.6
C9079/5E	conector BTicino RJ45 Cat.5E

Paneles de parcheo (Paneles de conexión)



C9024/6TA
C9024/5TA



C9024/TA

Paneles de parcheo Cat. 6 y 5E

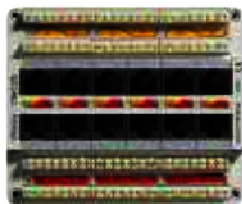
Paneles de parcheo con 24 conectores autoponchables RJ45, 8 pines, para transmisión de voz, datos e imágenes (VDI), a utilizarse con cable UTP 4 pares, calibre 23 y 24 AWG, 100 ohms. No requiere herramienta especial para su conexión, códigos de colores T568A y T568B impresos. Agrupados en 6 módulos desprendibles de 4 conectores, con etiqueta de identificación, 19" de longitud y 1 U.R.

Código	Descripción
C9024/6TA	panel de parcheo Cat. 6
C9024/5TA	panel de parcheo Cat. 5E

Panel para conectores BTicino

Paneles sin conectores, con capacidad de 1 hasta 24 conectores BTicino RJ45 Cat. 5E y 6. Incluye 6 módulos desprendibles de 4 conectores, con etiqueta de identificación, 19" de longitud y 1 U.R.

Código	Descripción
C9024/TA	panel para conector BTicino, 24 puertos



C9412/5



SOHO - Panel de administración para redes pequeñas en casas y oficinas

Minipanel de administración no blindado completo con 12 conectores RJ45 a 8 pines – Cat. 5E para cableado T568B. La conexión es en regleta tipo 110. Contiene 6 cordones de parcheo de 20 cm. de color gris, herramienta para inserción del cable, etiquetas de identificación y tapas de aseguramiento de cable. Para instalación en riel din. Dimensiones reducidas (10 x 9 cm).

Código	Descripción
C9412/5	SOHO con 12 tomas de RJ45 y sistema 110

Cable de categoría 5e y 6



C9882U/6
C9881U/5E



Características	9881U/5E	C9882U/6
Tipo de cable	UTP	UTP
Recubrimiento aislante	PVC	LSNH
Categoría	5E	6
Dimensiones de los conductores (0.51 mm)	24 AWG (0.57 mm)	23 AWG
Diámetro del conductor aislado (mm)	0.90 +/- 0.05	1.05 +/- 0.05
Diámetro del cable (mm)	4.70 +/- 0.30	6.50 +/- 0.20
Atenuación a 100 MHz (dB/100m)	22	30.8 (a 250 MHz)
Paradiáfonía (NEXT) a 100 MHz (dB/100m)	32	45 (a 250 MHz)
Power SUM NEXT a 100 MHz (dB/100m)	32.3	43 (a 250 MHz)
Power SUM ACR a 100 MHz (dB/100m)	11	12.2 (a 250 MHz)
Power SUM ELFEXT a 100 MHz (dB/100m)	20.8	27 (a 250 MHz)
Retardo de propagación a 100 MHz (ns/100m)	<= 10	<=15
Velocidad nominal de propagación	0.68 c	0.70 c
Impedancia 1 - 100 MHz (W)	100 +/- 15	100 +/- 15
Impedancia 1 - 250 MHz (W)	-	100 +/- 18
Temperatura de funcionamiento	-20°C a +60°C	-20°C a +60°C
Peso total (kg/km)	28	43

Cable Cat. 6 y 5E

Cable UTP en Cat. 6 con 4 pares de conductores de cobre de 23 AWG, color azul, forro libre de halógeno y baja emisión de humo y gas tóxico (LSNH), conforme a ISO/IEC 11801, velocidad nominal de propagación 0.7 c, temperatura de funcionamiento -20°C a +60°C y refuerzo central que mantiene la geometría del cable e todo su recorrido. Caja con 305 metros.

Cable UTP en Cat. 5E con 4 pares de conductores de cobre de 24 AWG, color gris, forro de PVC y baja propagación de flama, conforme a ISO/IEC 11801, velocidad nominal de propagación 0.68 c, temperatura de funcionamiento -20°C a +60°C, Caja con 305 metros.

Código	Descripción
C9882U/6	cable UTP Cat. 6
C9881U/5E	cable UTP Cat. 5E

Cables cortos de conexión



C9215U/6
C9230U/6



C9215U/5E
C9230U/5E

Cordones de parcheo

Cordones de parcheo con plugs RJ45 y bota protectora para plug para aplicaciones de voz, datos e imágenes (VDI) a 8 pines. Cable UTP 24 AWG y forro de PVC. Cat. 6 con refuerzo central y forro color azul y Cat. 5E con forro color gris.

Código	Descripción
C9215U/6	cordón de parcheo UTP Cat. 6, 1.5 metros
C9230U/6	cordón de parcheo UTP Cat. 6, 3 metros
C9215U/5E	cordón de parcheo UTP Cat. 5E, 1.5 metros
C9230U/5E	cordón de parcheo UTP Cat. 5E, 3 metros

Acopladores para fibra óptica



L4268SC



L4268ST



N4268SC



N4268ST



AM5951SC



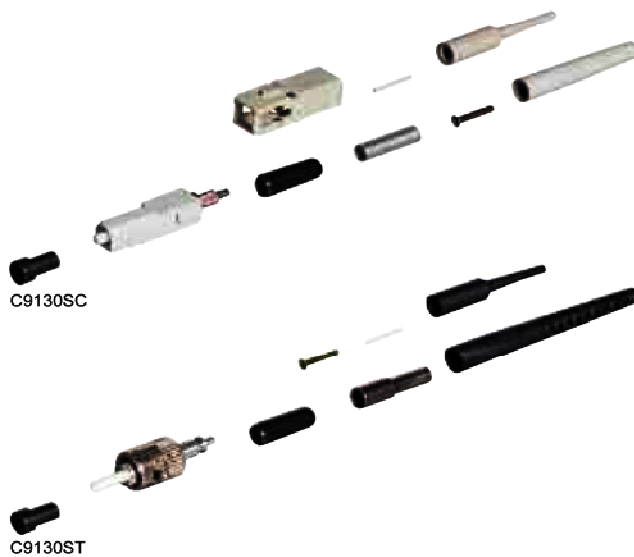
AM5951ST

Acopladores dúplex de fibra óptica para áreas de trabajo

Acopladores de fibra óptica dúplex para transmisión de voz, datos e imágenes (VDI). Acopladores tipo SC y ST instalables en las placas civiles Living, Light y Matix.

Código	Descripción
L4268SC	acoplador dúplex fibra óptica SC Living
L4268ST	acoplador dúplex fibra óptica ST Living
N4268SC	acoplador dúplex fibra óptica SC Light
N4268ST	acoplador dúplex fibra óptica ST Light
AM5951SC	acoplador duplex fibra óptica SC Matix
AM5951ST	acoplador duplex fibra óptica ST Matix

Conectores ópticos



C9130SC

C9130ST

Conectores Ópticos

Conectores ópticos para cable de fibra óptica multimodo 62,5/125um para transmisión de voz, datos e imágenes (VDI). Conectores tipo SC y ST.

Código	Descripción
C9130SC	conector óptico tipo SC
C9130ST	Conector óptico tipo ST

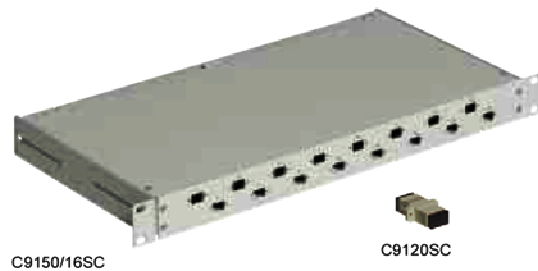
Unidades de conexión para fibra óptica



Unidades de conexión F.O.

Unidades para agrupar varios acopladores de fibra óptica, montables en racks y gabinetes. 1 U.R.

Código	Descripción
C9150/24ST	unidad para 24 acopladores de fibra óptica tipo ST.
C9150/16SC	unidad para 16 acopladores de fibra óptica tipo SC.



Acopladores para unidades de fibra óptica

Acopladores de fibra óptica para transmisión de voz, datos e Imágenes (VDI). Acopladores tipo SC-SC y ST-ST.

Código	Descripción
C9120SC	acoplador fibra óptica tipo SC-SC
C9120ST	acoplador fibra óptica tipo ST-ST

Cables cortos de conexión para fibra óptica

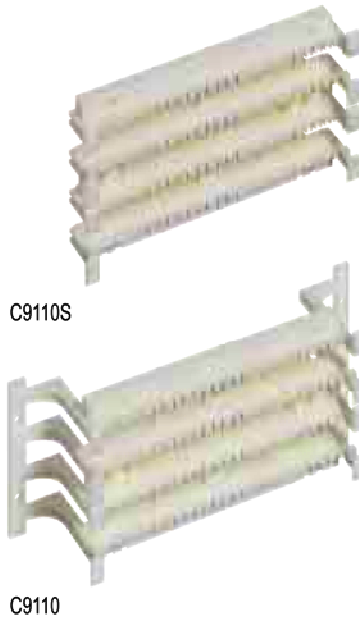


Cordones para Fibra óptica

Cordones dúplex con conectores en fibra óptica para aplicaciones de transmisión de voz, datos e imágenes (VDI). Cable de fibra óptica multi-modo 62,5/125 um. Forro LSZH.

Código	Descripción
C9201SC	cordón dúplex SC/SC para fibra óptica 1 metro
C9203SC	cordón dúplex SC/SC para fibra óptica 3 metros
C9201ST	cordón dúplex ST/ST para fibra óptica 1 metro
C9203ST	cordón dúplex ST/ST para fibra óptica 3 metros
C9201SC/ST	cordón dúplex SC/ST para fibra óptica 1 metro
C9203SC/ST	cordón dúplex SC/ST para fibra óptica 3 metros

Regletas



Regletas

Regleta tipo 110 sin piernas en PVC para cableado frontal de 100 pares. Montaje en panel.

Código	Descripción
C9110S	regleta tipo 110 sin piernas

Regleta tipo 110 con piernas en PVC para cableado frontal de 100 pares. Montaje en pared por medio de tornillos.

Código	Descripción
C9110	regleta tipo 110 con piernas

Pasa cables



Pasacables

Pasacables en PVC para la organización horizontal de los cordones de parcheo. Montaje en paneles. Cuenta con 5 anillos guía cables.

Código	Descripción
C9111S	pasacables tipo 110 sin piernas

Pasacables en PVC para la organización horizontal de los cordones de parcheo. Montaje en pared. Cuenta con 5 anillos guía cables.

Código	Descripción
C9111	pasacables tipo 110 con piernas

Rack



C9328GR



C9345GR



C9101/45GR

Rack

Estructuras metálicas de fácil montaje, medida estándar de 19", auto alineable y con fijación antisísmica para contener equipo electrónico y de conectividad. Tuerca enjaulada intercambiable, color gris.

Código	Descripción
C9328GR	rack de 4 pies. 28 U.R.
C9345GR	rack de 7 pies. 45 U.R.

Organizador vertical

Organizador de acero con cubierta frontal superior e inferior deslizables para su montaje y desmontaje.

Código	Descripción
C9101/45GR	organizador vertical para rack de 7 pies

Accesorios para rack



C9100/1GR



C9100/2GR

Panel Ciego

Paneles para cubrir espacios vacíos en racks y gabinetes.

Código	Descripción
C9100/1GR	panel ciego 1 U.R.*
C9100/2GR	panel ciego 2 U.R.*

ANEXO 1. Accesorios para cableado estructurado



C9103/2GR



C9104/4GR



C9024P

Bandejas – soporte

Bandejas de acero para soportar material y equipo electrónico. Soportan 35 Kgs. de peso

Código	Descripción
C9103/2GR	charola de fijación lateral, 346 mm de profundidad para rack o gabinete art. C9324, 3 U.R.
C9104/4GR	charola de fijación central en rack, 466 mm de profundidad, 2 U.R.

Estructura fijación en pared

Para paneles de parcheo, organizadores de cable o paneles sistema 110. Evita la necesidad de rack o gabinete, 2 U.R.

Código	Descripción
C9024P	soporte para paneles de parcheo, 2 U.R.

Organizadores de cable



C9101/1GR



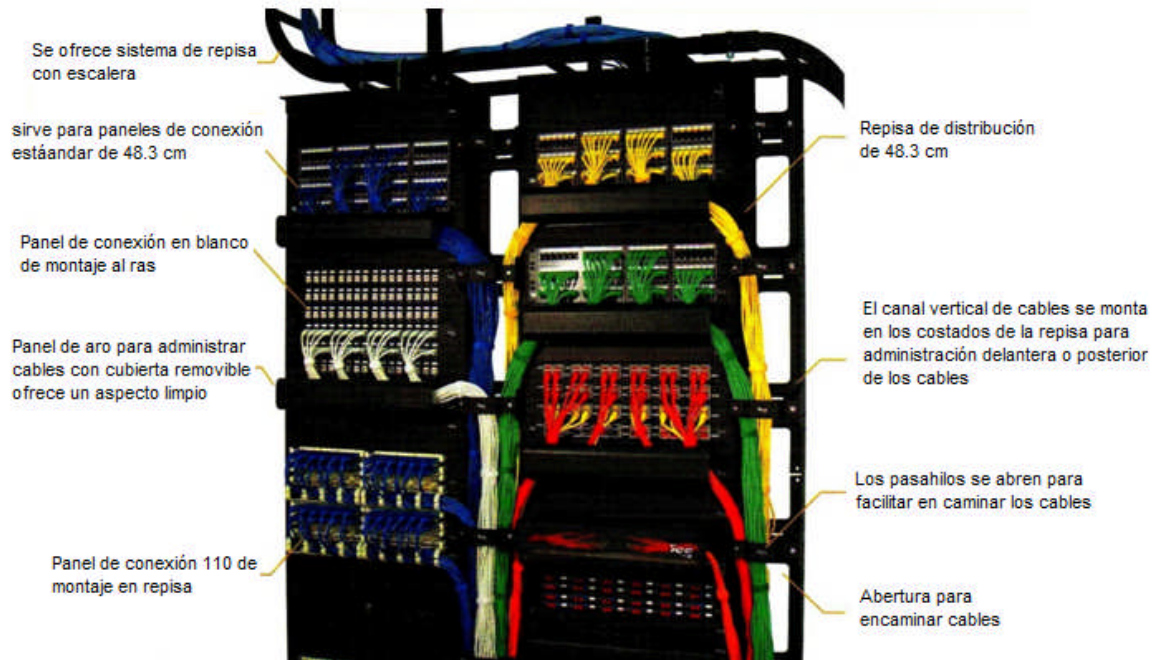
C9101/2GR

Organizadores de cable

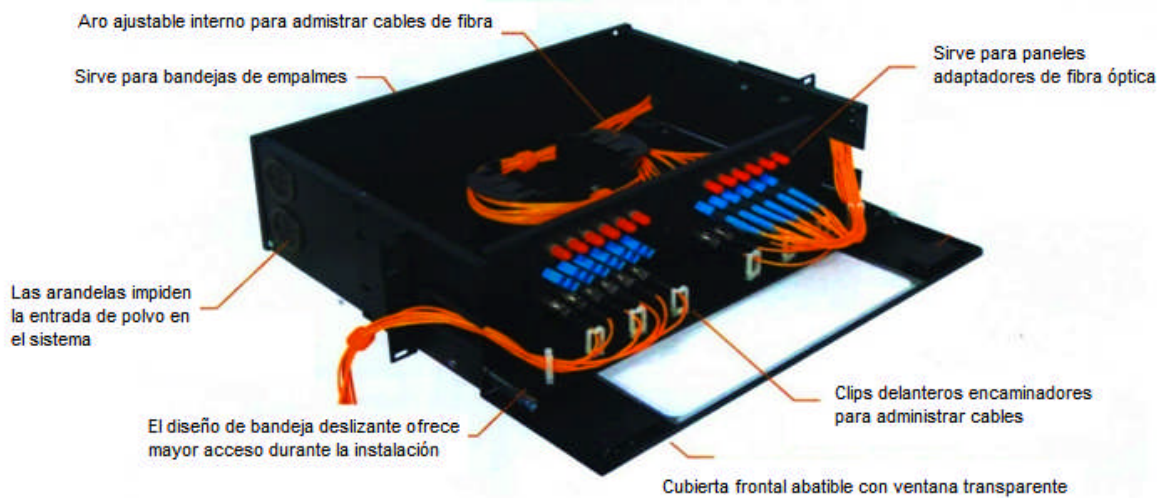
Organizadores de PVC, con ranuras flexibles para pasar el cable, cubiertas desprendibles de fácil montaje y resistentes a golpes.

Código	Descripción
C9101/1GR	organizador horizontal para cordones de parcheo. 1 U.R.*
C9101/2GR	organizador horizontal para cordones de parcheo. 2 U.R.*

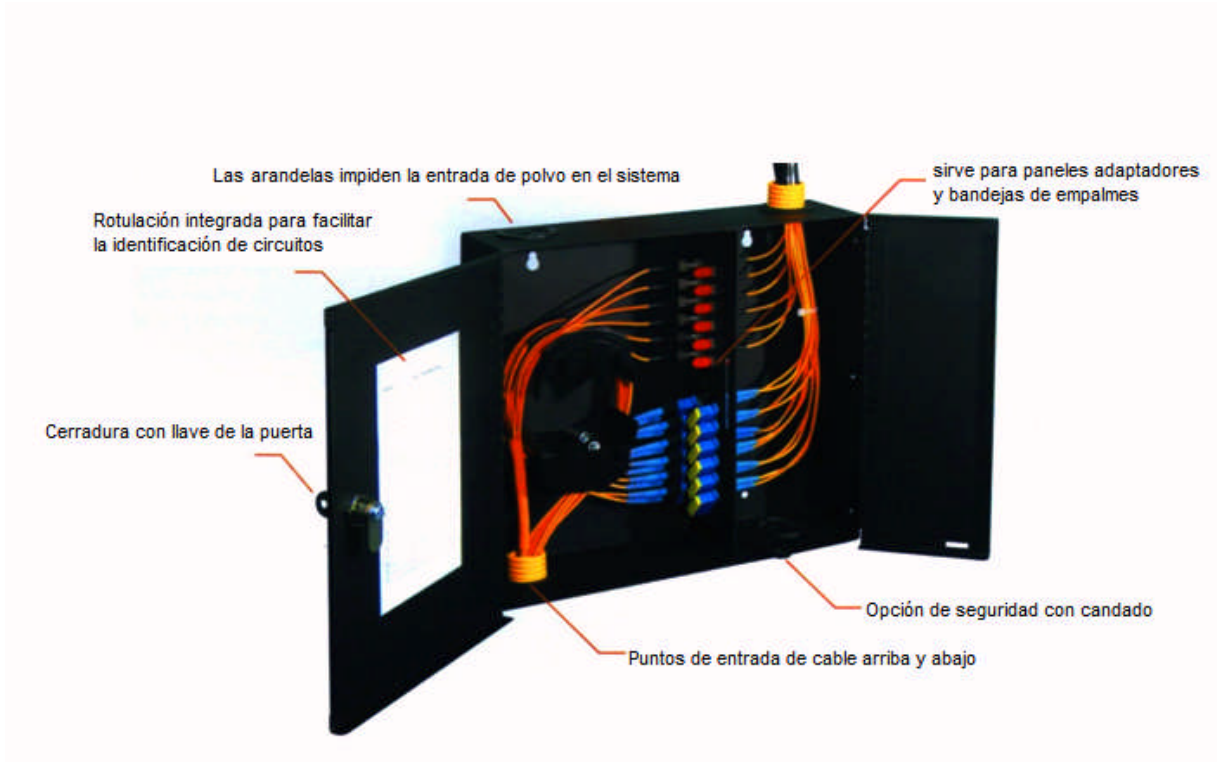
Repisa para administración de cables



Alojamiento de fibra óptica para montaje en repisa



Alojamiento de fibra óptica para montaje en pared



Diámetro y sección de los cables AWG

Los conductores UTP categoría 5e y 6 utilizados para la instalación de cableado estructurado van desde la denominación AWG # 22, hasta el AWG # 26, los cuales han sido sombreados en la tabla.

AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm²)
30	0,25	0,05
28	0,32	0,08
26	0,42	0,14
24	0,56	0,25
22	0,66	0,34
21	0,70	0,38
20	0,80	0,50
18	0,98	0,75
17	1,13	1,00
16	1,38	1,50
14	1,78	2,50
12	2,26	4,00
10	2,76	6,00
8	3,57	10,00
6	4,51	16,00
4	5,64	25,00
2	6,68	35,00
1	7,98	50,00

Manual de instalaciones de puestas a tierra

Definición

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo

Objetivo de la puesta a tierra

El objetivo o misión de una puesta a tierra puede ser de distintos tipos: en la práctica sirve para proteger de contactos accidentales las partes de una instalación no destinada a estar bajo tensión, y para disipar sobre tensiones de origen atmosférico o de origen industrial, ya sea por maniobra o por pérdida de aislamiento.

La puesta a tierra limita la tensión que con respecto a tierra pueda aparecer en cualquier elemento conductor de una instalación y asegura con ello la correcta actuación de los dispositivos de protección de la instalación eléctrica.

Con ello, la puesta a tierra cumplirá las siguientes misiones:

- La proteger a las personas, limitando la tensión que respecto a tierra puedan alcanzar las masas metálicas.
- Proteger a personas equipos y materiales, asegurando la actuación de los dispositivos de protección como pararrayos, descargadores eléctricos de líneas de energía o señal así mismo, interruptores diferenciales.
- Facilitar el paso a tierra de las corrientes de defecto y de las descargas de origen atmosférico u otro.

Partes que comprenden las puestas a tierra

Todo sistema de Puesta a Tierra, constará de las siguientes partes:

- Toma de Tierra o Puesta a Tierra
- Línea principal de tierra
- Derivaciones de las líneas principales de tierra
- Conductores de protección

El terreno como conductor.

Normalmente, el terreno es un deficiente conductor, pues sus componentes son en estado seco, aislantes. La conducción de la corriente se realiza principalmente a través del electrolito, que forman las sales y el agua contenidas en el terreno natural.

La resistividad del terreno se mide generalmente en Ohm/m., equivalente a la resistencia que presenta al paso de la corriente un cubo de terreno de un metro de arista. Esta resistividad es un valor muy variable en función a:

- La descomposición del terreno
- Al contenido de sales disueltas
- Al contenido de humedad
- A la temperatura
- A la calidad del compacto

La resistividad del terreno será el factor determinante de la resistencia de cualquier toma de tierra y para conocer su valor real, el único sistema aceptable es efectuar la medición de la resistividad o resistencia de paso de la corriente, no obstante, puede realizarse una primera aproximación con la tabla I, que da una orientación, unos valores de resistividad para ciertos tipos de terrenos, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la Tabla II.

Se entiende que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia de tierra del electrodo.

La medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir aplicando las fórmulas dadas en la Tabla III, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno; el conocimiento de este valor será muy útil para trabajos posteriores efectuados en unas condiciones análogas.

T A B L A I

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD OHMIOS/M.		
Terreno Pantanosos	De algunas unidades a 30		
Limo	20	a	100
Humus	10	a	150
Turba Húmeda	5	a	100
Arcilla Plástica	50		
Marga y arcillas compactas	100	a	200
Margas de Jurásico	30	a	40
Arena Arcillosa	50	a	500
Arena Silíceas	200	a	300
Suelo Pedregosos cubierto césped	300	a	500
Suelo Pedregoso desnudo	1500	a	3000
Caliza Blandas	100	a	300
Calizas Compactadas	1000	a	5000

Calizas Agrietadas	500	a	1000
Pizarras	50	a	300
Roca de mica y cuarzo	500		
Granito y gres procedente alteraciones	1500	a	10000
Roca Ígnea	5000	a	15000

NOTA: Los valores mínimos y máximos varían en función al % de humedad y al contenido de sales naturales, como a la calidad y cantidad de ellos en el terreno.

T A B L A I I

Naturaleza del terreno	Valor medio de resistividad
Terrenos cultivables, fértiles, compactos y húmedos	50
Terreno cultivables poco fértiles	500
Suelos pedregosos desnudos, arena seca permeable	3000
Suelo rocosos fraccionados	6000
Suelos rocosos compactos	14000

T A B L A I I I

FORMULAS PARA CALCULOS DE PUESTAS A TIERRA:

1. ELECTRODO O PICA VERTICAL.

$$R = \frac{r}{L}$$

R = Resistencia
 r = Resistividad
 L = Longitud del electrodo

2. PLANCHA O PLACA VERTICAL U/O HORIZONTAL.

$$R = \frac{r}{P} \times 0.8$$

R = Resistencia
r = Resistividad
P = Perímetro de la Placa
0.8 = Factor

3. ANILLO O CABLE UNICO HORIZONTAL

$$R = \frac{2r}{L} =$$

R = Resistencia
r = Resistividad
L = Longitud del anillo o cable

4. MALLA SIMPLE DE CABLE HORIZONTAL

$$R = \frac{r}{L} =$$

R = Resistencia
r = Resistividad
L = Longitud total de todo el cable que forma la malla.

EVALUACIÓN DEL TERRENO A TRABAJAR

Los estratos geológicos de un terreno natural son muy variados en función al lugar y a la zona geográfica de su ubicación; es por ello que es indispensable realizar una evaluación de terrenos a trabajar, con el fin de establecer la formación de los estratos geológicos, así como, de su resistividad o resistencia eléctrica específica al paso de la corriente.

Para ello será necesario realizar algunas excavaciones en el terreno que permitan observar su configuración geológica y medir la resistividad o resistencia específica de cada estrato, con el fin de determinar el diseño de puesta a tierra más apropiado a las características del terreno a trabajar.

Las mediciones e resistividad o resistencia eléctrica específica de los terrenos en superficie dan valores del estrato geológico superficiales y no de aquellos que están por debajo; para ello existen fórmulas y factores correctivos que pueden determinar en teoría valores muy aproximados, pero es mejor determinarlos en forma práctica y

real, midiendo la resistividad o resistencia específica de cada estrato geológico y evitar los errores teóricos.

Si en la evaluación se obtuviesen dos o más estratos geológicos con los cuales vamos a trabajar en el diseño de puestas a tierra, será conveniente promediar los valores de los mismos y trabajar con este promedio los cálculos del diseño.

FACTOR DE RIESGO EN LA MEDICION DE LA RESISTIVIDAD O RESISTENCIA ESPECÍFICA

Los terrenos o estratos geológicos no son nunca homogéneos, pues estos varían en su espesor y en su contenido de partes o componentes, así como, en su contenido en su humedad y de sales naturales de un punto a otro; para poder asumir este factor de riesgo en las mediciones será necesario considerar un 25% más de margen de error en las mediciones de cada estrato geológico antes de considerarse el promedio resultante de los distintos estratos.

LOS DISEÑOS DE PUESTA A TIERRA

Los diseños de puestas a tierra, se harán después de haber realizado la evaluación del terreno y las mediciones, incluyéndose el factor de riesgo y el promedio de la resistividad o resistencia específica resultante.

El diseño se hará tratando de aprovechar los estratos de menor resistividad o resistencia específica, considerándose que para los servicios de pararrayos y sistemas eléctricos de alta y media tensión la profundidad mínima será de 0.60 m. y ello debido a la tensión de paso; las demás puestas a tierra podrán tener una profundidad de 0.30 m, debido a que la tensión de paso no son considerables; menor profundidad no son recomendables por razones de seguridad mecánica.

Los diseños de puestas a tierra de penetración profunda se harán cuando los estratos geológicos profundos sean de menor resistividad eléctrica que los medios y los superficiales, la longitud de los electrodos serán lo suficientes para poder alcanzar la capa freática del agua existente en el subsuelo.

Los diseños de puesta a tierra de penetración media se harán cuando los estratos medios sean de menor resistividad eléctrica que los profundos, la longitud de los electrodos serán iguales al espesor de los estratos aprovechables, evitando que ellos hagan contacto en los estratos profundos de mayor resistividad.

Los diseños de puestas a tierra superficiales se harán cuando los estratos superficiales sean de menor resistividad eléctrica que los medios y los profundos, la longitud de los electrodos serán iguales al espesor del estrato aprovechable, evitando que ellos hagan contacto en el estrato medio de mayor resistividad.

Los tres tipos de diseño tratados anteriormente, obedecen a las distintas características de los terrenos, estos diseños pueden ser de uno o varios electrodos y ello estaría en función a la resistividad eléctrica del terreno y a la resistencia eléctrica deseada obtener.

Resistencias eléctricas del orden de **20 a 30 Ohms/m.**, no son difíciles de obtener, pues ellas se pueden obtener con diseños estándar de 1 a 2 electrodos conectados **en paralelo y la distancia** entre ejes será de **2 a 5 veces** la longitud del electrodo más largo a emplearse, esta distancia será mayor cuando menor sea la resistencia deseada a obtenerse.

Resistencias eléctricas del orden de los 5 a 10 Ohms/m., son un poco más difíciles de obtenerse y ello dependiendo de la resistividad eléctrica del terreno, por lo general para llegar a estos valores son necesarios de 3 a 4 electrodos conectados en paralelo; siendo la distancia entre sus ejes **de 2 a 5 veces** la longitud de los mismos; la distancias igualmente será mayor cuando menor sea la resistencia deseada a obtenerse.

Resistencias eléctricas del orden de 1 a 3 Ohm/m, son mucho más difíciles de obtenerse y ello dependiendo de la resistividad eléctrica del terreno; por lo general para llegar a éstos valores son necesarios el uso de **4 a 6 electrodos** colocados e interconectados a una malla de cable de cobre desnudo formando cuadrados de **2 a 5 veces** la longitud de los electrodos; ésta malla no solo irá conectado en paralelo los electrodos sino que también llenará las partes medias y centrales de todo el conjunto

del área de la puesta a tierra, la distancia entre electrodos y/o cables de la malla será mayor cuando menor sea la resistencia deseada a obtenerse.

NOTA. Los cables de cobre desnudo que conectan en paralelo los electrodos o que forman la malla, irán a la misma profundidad mínima de los electrodos y directo en conexión con la tierra, al igual que los electrodos zarandeado y tratando la tierra químicamente.

TIPOS DE ELECTRODOS, DIMENSIONES MINIMAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

En principio puede considerarse electrodo a cualquier objeto de alta conductibilidad íntimamente ligado con el terreno, siendo el problema base que se plantea la falta de presión externa entre los dos elementos a unir (electrodos y tierra).

Los electrodos pueden ser de distintos tipos, **placa-platina-pica-conductor**; en todo caso, **deben cumplir las siguientes características técnicas:**

- Resistencia a la corrosión por su enterramiento
- Fácil instalación por el tipo de terreno
- No causar corrosión galvánica con otros elementos de contacto (cobre hierro)
- No causar corrosiones descontroladas con el tratamiento electrolítico de las puestas a tierra, usar preferentemente sales que contengan agentes reguladores de PH de los suelos.

T A B L A I V

DIMENSIONES MINIMAS DE ELECTRODOS DE TIERRA

MATERIAL	FORMA	DIMENSIONES MIN	POSICIÓN	PROFUNDIDAD
Cu. o. Br.	Plancha	250 x 2000 x 2mm.	Horizontal o V	0.30 a 0.60M.
Cu. o. Br.	Pica	5/8" x 1M	Vertical	0.30 a 0.60M
Cu. o. Br.	Platina	50 x 3000 x 2 mm.	Horizontal o V.	0.30 a 0.60M

Cobre Conductor # 2-33.63 mm² Horizontal 0.30 a 0.60M

RESISTENCIAS ELECTRICAS DE PUESTA A TIERRA SEGÚN SERVICIO

Las resistencias eléctricas según el servicio se dividen en:

1) ATMOSFERICAS:

⚡ Pararrayos de punta, servicio de descargas atmosféricas directas (Rayos)

A) Convencionales 10 Ohm/m

B) Ionizantes 5 Ohm/m

⚡ Pararrayos Auto válvulas, servicio de inducciones y sobretensiones eléctricas.

A) Alta y media tensión 20 Ohm/m.

B) Baja tensión 15 Ohm/m.

2) ELÉCTRICOS:

Servicio de **neutro de red**, masas, elementos metálicos distintos de las masas y red de protección **25 Ohm/m**.

3) ELECTRÓNICOS:

Servicio de neutro de circuitos de equipos, electrónicos, masas y relés de protección 10 Ohm/m.

NOTA: Las resistencias dadas son las estándar ellas podrán ser variadas según las especificaciones técnicas del fabricante de los equipos.

METODOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA RESISTENCIA ELECTRICIA

Existen distintos métodos para lograr la reducción de la resistencia eléctrica pero todo ellos presentan un punto de saturación que es conveniente conocer para evitar diseños antieconómicos.

Los métodos para la reducción son los siguientes:

- a) El aumento del número de electrodos en paralelo
- b) El aumento de la distancia entre ejes de los electrodos
- c) El aumento de la longitud de los electrodos
- d) El aumento del diámetro de los electrodos
- e) El cambio del terreno existente por otro de menor resistividad
- f) El tratamiento químicos electrolítico del terreno

Las reducciones según los métodos y sus puntos de saturación son:

a) El aumento del número de electrodos en paralelo

La acción de aumentar el número de electrodos conectados en paralelo disminuye el valor de la “Resistencia Equivalente”, pero esta reducción no sigue la simple ecuación de resistencias en paralelo; presentado un punto de saturación cuando el número de electrodos se aumenta por encima de **6 electrodos**, esto se debe al **efecto** de “**Resistencia Mutua**”, que ocurre cuando se introducen los electrodos en el terreno a cierta distancia, con una mayor separación entre electrodos se encuentra una mayor reducción, pero se sigue presentado el punto de saturación por encima **de 6 electrodos**.

Ahora bien, veamos el % de reducción que se presentara con la acción de aumentar el número de electrodos, a partir de un electrodo base:

- ✓ Con el segundo electrodo se logrará una reducción del **40%**
- ✓ Con el tercero se logrará una reducción del **55%**
- ✓ Con el cuarto se logrará una reducción del **67%**
- ✓ Con el quinto se logrará una reducción del **73%**
- ✓ Con el sexto se logrará una reducción del **77%**

A partir del séptimo será de **78%** y para el octavo ninguno, por lo que el punto de saturación se encuentra a más de 6 electrodos.

b) El aumento de la distancia entre ejes de los electrodos

Normalmente la distancia entre ejes de los electrodos debe ser como mínimo el doble de la longitud de los electrodos; pero en los casos donde se requiera obtener resistencias eléctricas muy bajas y hay disponibilidad de área de terreno, las distancias entre ejes de los electrodos, deberán ser lo máximo posible; pues a mayor distancia entre ejes de electrodos, mayor será la reducción de la resistencia a obtenerse; y ello por el fenómeno de la resistencia reciproca entre electrodos.

c) El aumento de la longitud de los electrodos

Aumentando la longitud de penetración efectiva en el terreno es posible alcanzar capas más profundas, que normalmente presentan una más baja resistividad que las presentadas en las capas superficiales; esto se puede verificar en la mayor parte de los terrenos, debido al mayor porcentaje de humedad, en las capas profundas, donde se encuentran la capa freática de agua. Lo contrario a esto ocurriría en el caso de que los terrenos tuvieran capas inferiores compuestas por terrenos rocosos y pedregosos, ya que ellos tienen muy alta resistividad y además de no poder clavar los electrodos.

Los resultados de la reducción en estos casos, estará dada por la resistividad del terreno profundo, el mismo que podrá ser comparado con el primer electrodo colocando en la penetración profunda, a partir de ello el % de reducción de los demás electrodos en paralelo será igual a lo indicado anteriormente, incluyéndose el punto de saturación por encima de 6 electrodos, así como, por la separación entre ellos de acuerdo a la longitud empleada en los electrodos.

d) Aumentar el diámetro de los electrodos

Al aumentar el diámetro de los electrodos de 5/8" a 3/4" se obtendrá una pequeña reducción del valor de la resistencia y esta será como sigue:

- Con el segundo electrodo se obtendrá una diferencia de **11%** de reducción
- Con el tercero se obtendrá una diferencia de **18%** de reducción
- Con el cuarto se obtendrá una diferencia de **22%** de reducción

- Para el quinto ya no habrá reducción por el diámetro, lo que será su punto de saturación.

e) Cambiar el terreno existente por otro de menor resistividad

Los terrenos pueden ser cambiados en su totalidad, cuando ellos son rocosos pedregosos, calizas, granito, etc., que son terrenos de muy alta resistividad pueden cambiarse parcialmente cuando el terreno está compuesto por componentes de alta y baja resistividad; de modo que se supriman las partes de alta resistividad y se reemplacen por otros de baja resistividad; uno de estos procedimientos es realizado con el zarandeo del terreno donde se desechan las piedras contenidas en el terreno.

El cambio total o parcial del terreno deberá ser lo suficiente para que el electrodo tenga un radio de buen terreno que sea de **30 a 50** cm., en todo su contorno así como, **en su fondo** de tal manera que permita una buena conexión con el terreno.

La resistencia crítica de un electrodo se encuentra en un radio o contorno que va de **30 a 50cms**, de este, por lo que se tendrá sumo cuidado con las dimensiones de los pozos para los electrodos proyectados.

La compactación del terreno también es factor importante ya que el electrodo tendrá que estar bien adherido al terreno, evitando hacer un falso contacto que aumente la resistencia por su falta de adherencia.

La limpieza del electrodo también es factor importante, ya que el electrodo tiene siempre adherido a el, grasa, aceite y a veces hasta pinturas, lacas o barniz, que ofrecen resistencia al contacto con tierra, para suprimir todo ello es necesario lijarlos y lavarlos bien a fin de dejarlos totalmente limpios.

Los % de reducción en este caso son difíciles de deducirlos, debido a los factores que intervienen, como son resistividad del terreno natural, resistividad del terreno de reemplazo total o parcial, adherencia por la compactación y limpieza del electrodo, pero daremos una idea porcentual más o menos en función al tipo de terreno y al cambio total o parcial.

- Para terrenos de alta resistividad donde se cambie el terreno de los pozos en forma total, el porcentaje puede estar entre 50 a 70% de reducción de la resistividad natural del terreno.
- Para terrenos de media resistividad donde se cambie el terreno de los pozos en forma parcial total, el porcentaje de reducción puede estar como sigue:
 - ✓ Cambio parcial de 20 a 40% de reducción de la resistividad natural del terreno.
 - ✓ Cambio total de 40 a 60% de reducción de la resistividad natural del terreno.
 - ✓ Para terrenos de baja resistividad donde se cambiará el terreno de los pozos en forma parcial o total, el porcentaje de reducción debe estar entre 20 a 40% de reducción de la resistividad natural del terreno.

La saturación en este caso sería si cambiamos mayor volumen de tierra que la indicada, los resultados serán casi los mismos y el costo será mucho mayor, lo cual no lo justifica.

f) El tratamiento químico electrolítico del terreno de los pozos

El tratamiento químico electrolítico de las puestas a tierra es uno de los métodos más prácticos y económicos para la reducción de la resistencia eléctrica de las puestas a tierra, este tipo de tratamiento consiste en incorporar al pozo o los pozos electrólitos que mejoren la conductibilidad de la tierra y ello para que reduzcan la resistencia eléctrica de las mismas.

Estos tratamientos químicos no deben ser realizados con sales puras ni con cantidades exageradas, ya que ello sería contraproducente por el factor de corrosión de los electrodos que se echarían a perder en poco tiempo, más aun con la acidez natural de los suelos; los tratamientos químicos realizados con sales puras también tiene otro factor deficiente y este es su estabilidad química y eléctrica, pues al diluirse con el agua o la humedad de los terrenos, éstos se precipitan por su mayor peso atómico, saliendo del área del electrodo, lo que permitiría el aumento de la resistencia y si se mantuviera seca la puesta a tierra para evitar ello la resistencia aumentaría pues las sales no actúan como un buen electrólito en estado seco, es por

ello que se les incorporaban carbón vegetal con el fin de que este sirviera como absorbente de las sales disueltas y de la humedad; esta técnica antigua trajo muchos problemas en los periodos de verano o sequía por el aumento de la resistencia.

MEDICIONES DE LA RESISTENCIA ELECTRICA DE LAS PUESTAS A TIERRA

Las mediciones de la resistencia eléctrica de las puestas a tierra deben ser realizadas con equipos de medición tipo ohmímetro de tres puntos y no con megómetros, pues la diferencia de lectura entre ellos es muy distinta; los megómetros poseen lecturas de 1,000 a 10,000 Ohm/m.

Los ohmímetros poseen además dos estacas de pruebas o sondas de medición que son clavadas en el terreno a 5 y 10 m, ó a 10 y 20 m. Según sean las dimensiones del conjunto de puesta a tierra, se entiende que estas medidas deben ser tomadas a partir del lado extremo del conjunto, de tal modo que las sondas no estén paralelas al conjunto de tierra sino más bien opuesta a ella y siempre que se pueda las sondas estarán en un mismo eje, de no poderse, el ángulo no debe ser menor de 120 grados.

Las sondas al clavarse en tierra deberán quedar ajustadas y no flojas de modo que hagan un buen contacto y para ello deberán humedecer el terreno donde se claven las estacas; las estacas o sondas no deberán estar cercanas a tubos de metal enterrados de agua ú otro servicio, ya que ese tubo podría estar pasando cercano a la puesta a tierra en medición y por ello tener una lectura errónea.

Una puesta a tierra quedará rodeada por piso de cemento o en una zona pavimentada de tal manera que se pueda efectuar las mediciones de control en cualquier momento.

Estos puntos deberán tener un diámetro de 2" a 3", que atraviesen el concreto o pavimento hasta el terreno natural, en él se eliminarán las piedras con el fin de que las estacas puedan ser clavadas con facilidad y dar un buen contacto. Los puntos de referencia podrán estar cubiertos con tapas de registros de bronce enrroscable a fin de que queden estéticamente en el ambiente.

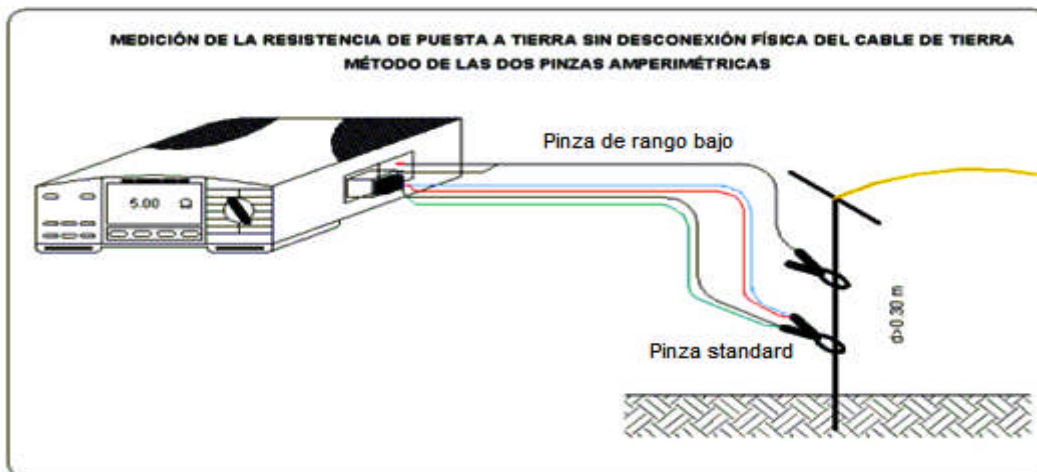
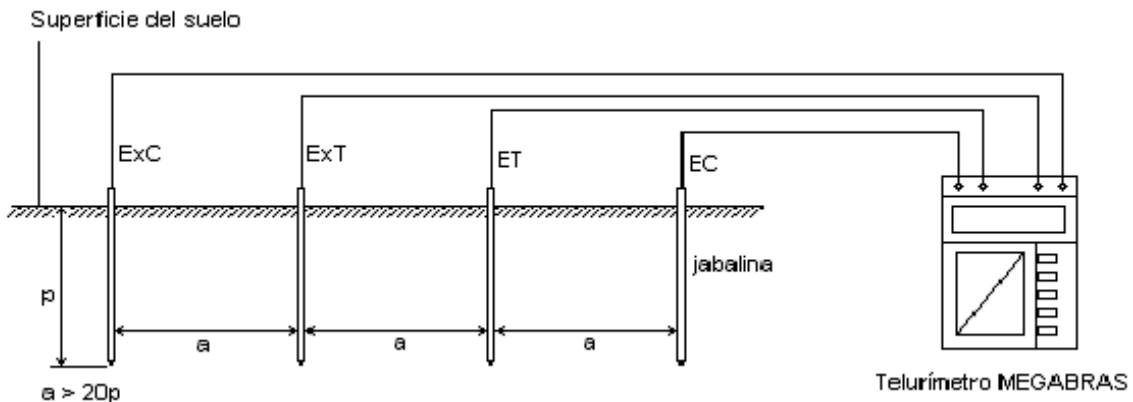
INSPECCION Y MANTENIMIENTO

Las inspecciones y los mantenimientos deben ser realizados periódicamente como sigue:

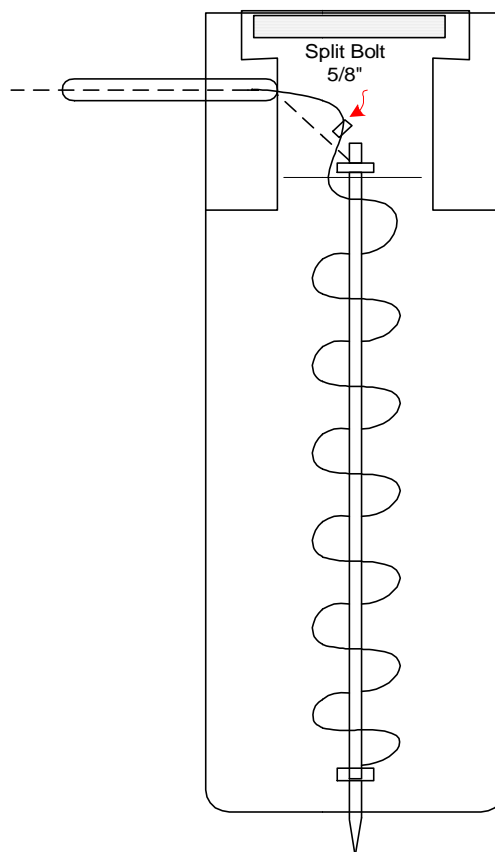
Las inspecciones deben realizarse **anualmente**, con el fin de comprobar la resistencia y las conexiones, esta labor debe ser efectuada en verano o en tiempo de sequia con el fin de evaluarlas en el momento más crítico del año por falta de humedad.

El mantenimiento periódico debe realizarse cada 4 años incorporando un nuevo tratamiento, este tratamiento es preventivo y no correctivo ya que a partir de los 4 años la resistencia aumentará progresivamente hasta perder su estabilidad química y por lo tanto eléctrica; 5 años es considerado un mantenimiento correctivo.

ESQUEMAS PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE TIERRA



POZO DE TIERRA VERTICAL



PORQUE ES NECESARIO EL USO DE LAS SALES QUÍMICAS HIGROSCÓPICAS Y ELECTROLÍTICAS

Porque el tratamiento químico electrolítico es uno de los métodos más prácticos y económicos de la resistencia eléctrica de las puesta a tierra; este tipo de tratamiento consiste en incorporar al pozo, o pozo electrolíticos, dosis química que mejorará la conductibilidad de la tierra, así reducirá la resistencia eléctrica de las mismas.

Es un producto compuesto por sales químicas que al reaccionar entre si produce la reducción de la resistencia eléctrica de las puestas a tierra, permitiendo reducir entre un 30% como mínimo y un 90% como máximo. Tener en consideración que la reducción de la resistencia óhmica dependerá de la resistividad eléctrica natural del terreno y el buen contacto de los electrodos.

A continuación se muestra una serie de fotografías de una instalación eléctrica y de cableado estructurado de un proyecto reciente realizado en nuestro país, correspondiente a la construcción de un hospital.

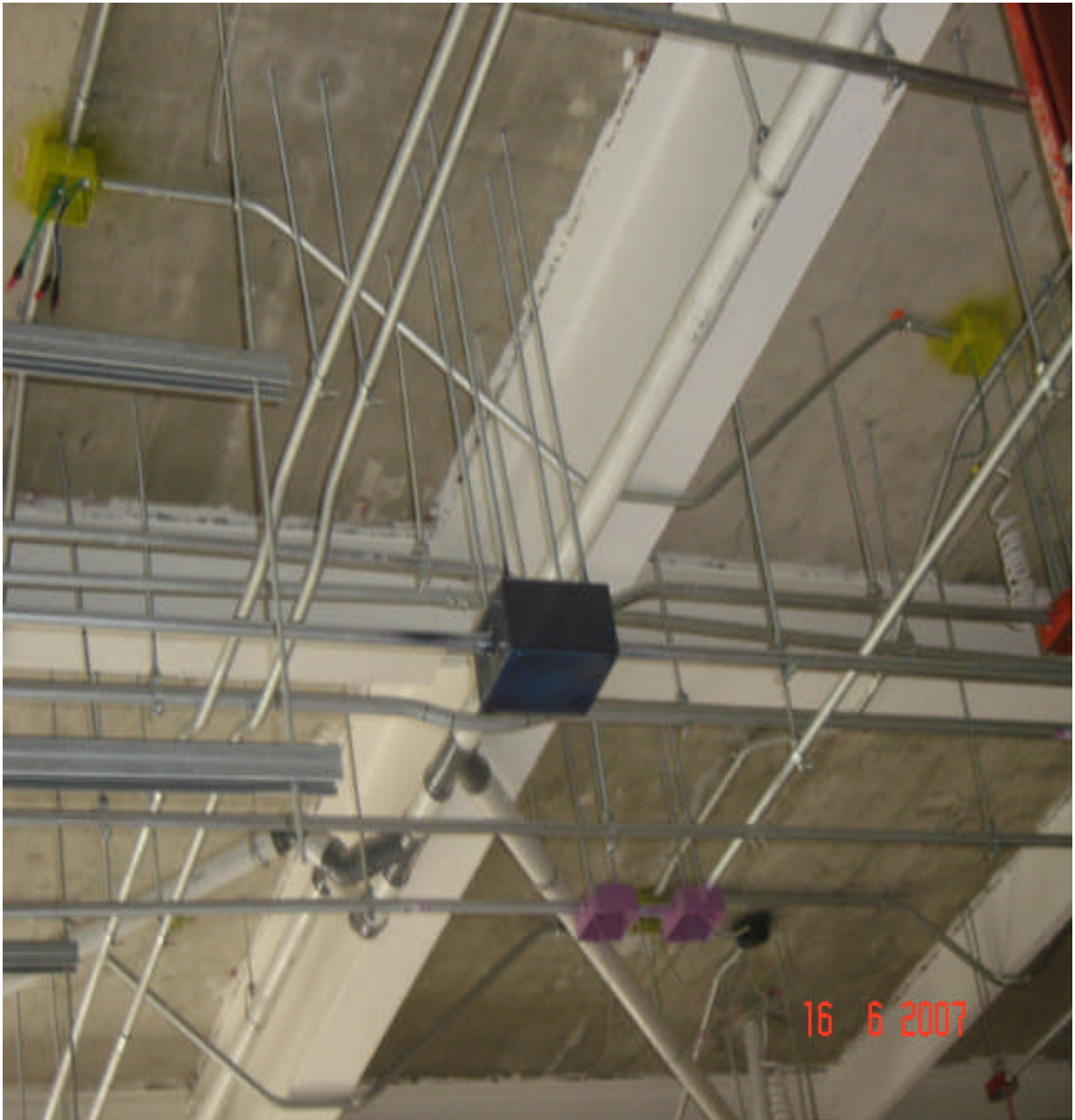
El código de color para los conductos que se ha utilizado en la instalación son:

Sistemas especiales	
Aplicación	Color utilizado
Sistema telefónico y datos	Azul
Sistema CCTV	Café
Sistema enfermo-enfermera	Celeste
Sistema de sonido	Verde
Sistema contra intrusos	Morado
Sistema de detección de incendios	Rojo

Sistema Eléctrico	
Aplicación	Color utilizado
Sistema normal	Negro
Sistema de reserva	Blanco
Sistema de emergencia	Amarillo



Se muestra la instalación de la escalerilla para transportar los cables de telecomunicaciones.



Se muestran las tuberías para la instalación de los sistemas contra intrusos (morado), sistema eléctrico de emergencia (amarillo) y sistema normal de energía eléctrica (negro).



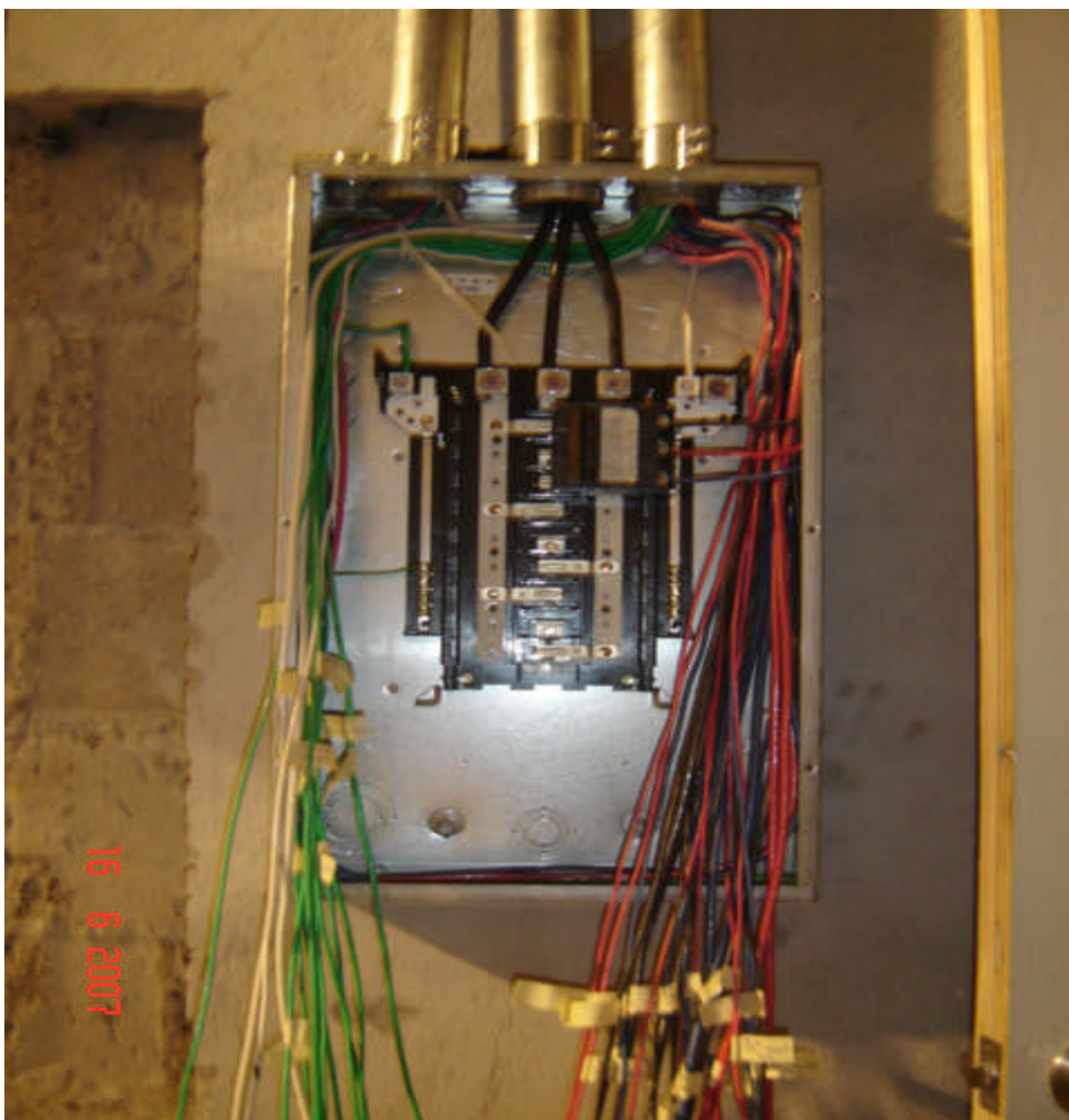
Se observa la canalización que une a cada uno de los pisos con su respectiva señalización.



Aquí se observa la salida de telecomunicaciones y el toma corriente doble de 110Vac

Los sistemas de cableado estructurado no son independientes de los sistemas eléctricos, en las instalaciones se deben cumplir tanto las normas eléctricas como de telecomunicaciones y en la fase de diseño se deben considerar ambos sistemas, para evitar interferencias electromagnéticas.

Observamos la instalación de una caja térmica donde se ha utilizado el código de color para los cables. Rojo, negro, azul, para las fases, blanco para el neutro y verde para la polarización.



Empresas que venden materiales para realizar una instalación de cableado estructurado

A continuación se detalla una lista de empresas que se dedican a comercializar materiales que se utilizan en la instalación de cableado estructurado, tales como cable UTP categoría 5e y 6, cable STP, fibra óptica, concentradores, enrutadores, conmutadores, herramientas para la instalación y diagnóstico, terminales, salidas de telecomunicaciones, canalizaciones, cables cortos de conexión, rack de telecomunicaciones y todos los accesorios relacionados a la instalación de cableado estructurado.

Empresa	Dirección	Teléfono	Fax	Página web
COINTEL S.A. DE C.V.	Col Jardines de Merliot, Av. El Boquerón No 35. La Libertad, Santa Tecla	22895454		www.cointel.com.sv
CONEXION DE REDES	Col. Miramonte Av. Bernal No 29. San Salvador	22845300		No tiene
CONTELMED S.A DE.C.V	Col Miramonte Av. y Plaza Bernal Local 30. San Salvador	22749004	22840236	www.contelmed.com
DATAKOM SUMINISTROS S.A. DE C.V.	Col Flor Blanca 27 Av. Sur No 108. San Salvador	22316450		No tiene
DATAGRAMA COMUNICACIONES S.A. DE C.V.	Alameda Manuel Enrique Araujo, calle Loma Linda Local 3-4 B. San Salvador	25286600	25286601	www.datacomsv.com
D & T S.A. DE C.V.	Residencial Santa Teresa, 13 Calle Oriente, Nº25. La Libertad, Santa Tecla	22286425	25142916	No tiene

ANEXO 5. Empresas que ofrecen venta y/o servicios de cableado estructurado

IEC COMPUTADORAS	Residencial Santa Teresa Av. Santa Gertrudis No 55 Ciudad Merliot. La Libertad, Santa Tecla	22887318		www.ieccomputadoras.com
J J COMUNICACIONES	Residencial Pilarica 59 Av. Sur No 1-A. San Salvador	21002939		No tiene
JM TELCOM S.A. DE C.V.	Col Roma 67 Av. Sur No 2-D. San Salvador	22473000	22793071	www.jmtelcom.com.sv
		25282400		
		22243531		
NET SOLUTIONS	Urbanización Lomas de San Francisco III, Av. Anturias No 3-A. San Salvador	22438999		No tiene
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DE EL SALVADOR S.A. DE C.V.	Calle Siemens No 54 Pasaje Industrial Santa Elena, Antiguo Cuscatlán. San Salvador	22110187		No tiene
SIEMENS ENTERPRISE	Zona Industrial Santa Elena calle Siemens No 43. Antiguo Cuscatlán. San Salvador	22487311	22487281	www.siemenscentram.com
TELCOM S.A. DE C.V.	Col Escalón, Prolongación de 79 Av. Sur Pasaje B, No 8. San Salvador	25288888		No tiene
TELNET	73 Av. Norte Fina Pasaje Itsmania No 334 Col Escalón. San Salvador	22465500		No tiene
VOZ & DATOS S.A. DE C.V.	Reparto Montebello Poniente Pasaje Toledo No 24. San Salvador	22749185		No tiene

Empresas que se dedican a la instalación de redes

A continuación se listan una serie de empresas que se dedican al diseño, mantenimiento y certificación de cableado estructurado en nuestro país. Algunas de estas empresas, no solamente se dedican a las actividades antes mencionadas, sino también a la distribución de equipo y materiales para cableado estructurado, por tal razón también aparecen en el apartado anterior.

Empresa	Dirección	Teléfono	Fax	Pagina web
ALCATEL- LUCENT	Col Escalón Av. Olímpica No 3742, San Salvador	22095824		No tiene
CONEXION DE REDES	Col. Miramonte Av. Bernal No 29. San Salvador	22845300		No tiene
CONTELMED S.A DE.C.V	Col Miramonte Av. y Plaza Bernal Local 30. San Salvador	22749004	22840236	www.contelmed.com
DATAGRAMA COMUNICACIONES S.A. DE C.V.	Alameda Manuel Enrique Araujo, calle Loma Linda Local 3-4 B. San Salvador	25286600	25286601	www.datacomsv.com
DISEÑO DE REDES Y WEB REDES 2021	Alameda Manuel Enrique Araujo, colonia Loma Linda Local 3-4 B. San Salvador	25286600	25286601	No tiene
DYMEL	Zona Industrial Merliot Calle L-2 Edificio Borgonovo. La Libertad, Santa Tecla	22875000	22875044	www.dymel.com.sv
EQUIBANK S.A. DE C.V.	Bulevar Constitución Pasaje san francisco villa Elena No 645. San Salvador	22620888		No tiene

ANEXO 5. Empresas que ofrecen venta y/o servicios de cableado estructurado

FASOR S.A. DE C.V.	Urbanización Palomo Pasaje Victoria No 2. San Salvador	22252982		No tiene
IEC COMPUTADORAS	Residencial Santa Teresa Av. Santa Gertrudis No 55 Ciudad Merliot. La Libertad, Santa Tecla	22887318		www.ieccomputadoras.com
JM TELCOM S.A. DE C.V.	Col Roma 67 Av. Sur No 2-D. San Salvador	22473000	22793071	www.jmtelcom.com.sv
		25282400		
		22243531		
NEW MILLENNIUM	Col Escalón 79 Av. Norte No 507-2 Entre 7 y 9 Cl Poniente. San Salvador	22642516		No tiene
TELNET	73 Av. Norte Fina Pasaje Itsmania No 334 Col Escalón. San Salvador	22465500		No tiene

ANEXO 6. Precios de materiales

A continuación se detallan los precios de los materiales mas importantes para realizar una instalación de cableado estructurado, los precios mostrados únicamente contemplan lo que es el material pasivo, es decir el que corresponde a cables conectores y accesorios no se ha incluido el precio de los equipos activos como son los enrutadores, conmutadores, concentradores.

Estos precios fueron cotizados el 3 de Noviembre 2007

Cantidad	Material	Precio Unitario
1	Cable corto de conexión de 7' cat.6 marca ICC en colores varios	\$3.71
1	Panel de conexión de 24 puertos cat.5e marca ICC	\$76.98
1	Panel de conexión de 48 puertos cat.5e marca ICC	\$132.50
1	Organizadores de 5 anillos con tapadera marca ICC de 1 RMS	\$35.00
1	Cincho velcro de 12" color negro marca ICC	\$0.76
1	Cincho velcro de 08" color negro marca ICC	\$0.54
1	Conector RJ45 hembra cat.6 marca ICC en color varios	\$4.53
1	Placa plástica de 2 puertos color blanca marca ICC	\$1.20
1	Caja de montaje de 1.89" color blanco marca ICC	\$2.16
1	Bobina de cable UTP cat.5e marca CommScope color blanco consta de 305 m.	\$99.00
1	Jack de 8 pines marca ICC	\$0.41
1	Conector para SC para fibra óptica marca ICC	\$4.77
1	1 m. de FO int/out de 4 hilos marca Commscope color negro	\$1.90
1	Herramienta para hacer jack RJ22, RJ11 Y RJ45 marca QUEST	\$62.38
1	Probador de redes modelo LINK RUNNER marca FLUKE	\$508.14