

7



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO  
PARA VOZ Y DATOS EN EL EDIFICIO DE  
DOCENCIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO ELECTRICO ELECTRONICO**

**P R E S E N T A :**

**JOSE MENDIETA ZUÑIGA**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. NOE CRUZ MARIN**



**MEXICO, D. F.**

**2001**

295846



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme dado la oportunidad de finalizar la carrera de Ingeniería y por todo el apoyo que siempre me brindó.

A la Facultad de Ingeniería y a todos los profesores, por haberme transmitido parte de sus conocimientos durante mi estancia en ella.

Al Ing. Noe Cruz por haberme transmitido sus experiencias profesionales y conocimientos durante el desarrollo del presente trabajo. Con admiración y respeto, este trabajo es también de usted.

A la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico y a la Facultad de Ciencias por haberme dado la oportunidad de realizar el presente trabajo.

A las siguientes compañías que siempre me dieron la oportunidad de aprender y poner en práctica los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería:  
Ingeniería Eléctrica Especializada, S.A. de C.V. y  
Daimlerchrysler de México.

Gracias a mi madre por su amor y esfuerzo en el transcurso de toda mi vida.  
Por su fortaleza de seguir siempre adelante. Te quiero mucho madre.

A mis hermanos Reyna y Roberto por la motivación que siempre  
me transmitieron para lograr objetivos.

Gracias a todos mis hermanos por su apoyo  
en mi desempeño como estudiante.

A Fabiola por haberme transmitido serenidad y paciencia  
durante el desarrollo de mi carrera profesional.  
Te dedico el presente trabajo con todo el amor y respeto que te tengo.

A mis amigos: Eva, Minerva, Ezequiel, Miguelones, Herólfó, Armando y David  
por haber estado siempre conmigo.

Al Ing. Mario Arteaga y al Lic. Francisco Islas por los conocimientos adquiridos de ustedes  
y por el entusiasmo que me transmitieron para la realización  
del presente trabajo.

---

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>MEDIOS DE COMUNICACION.....</b>	<b>7</b>
1.1 Descripción general de los datos y la voz.....	8
1.1.1 Formas de transmisión.....	9
1.1.2 Modos de transmisión.....	10
1.1.3 Tipos de transmisión.....	11
1.1.4 Codificación de la Información.....	12
1.1.5 Modulación de la información.....	13
1.2 Medios de comunicación Guiados.....	14
1.2.1 Cable par trenzado.....	15
1.2.2 Cable Coaxial.....	19
1.2.3 Fibra óptica.....	21
1.2.4 Guía de ondas.....	23
1.3 Medios de comunicación no Guiados.....	25
1.3.1 Microondas.....	25
1.3.2 Satélites.....	25
1.4 Nociones de Telefonía.....	28
1.5 Aplicaciones de algunos medios de comunicación.....	32
1.4.1 Aplicaciones de voz, datos y vídeo.....	32
<b>CAPITULO II</b>	
<b>CABLEADO ESTRUCTURADO.....</b>	<b>40</b>
2.1 Historia del cableado estructurado.....	41
2.1.1 Definición de cableado estructurado.....	43
2.1.2 Diferencias entre el cableado estructurado y no estructurado.....	44

2.2	Estándares en los sistemas de cableado estructurado.....	46
2.2.1	EIA/TIA 568-A Cableado de telecomunicaciones.....	47
2.2.2	EIA/TIA 569 Rutas y espacios de telecomunicaciones.....	59
2.2.3	EIA/TIA 570 Alambrado de telecomunicaciones residencial y comercial pequeño.....	69
2.2.4	EIA/TIA 606 Administración para la infraestructura de telecomunicaciones.....	70
2.2.5	EIA/TIA 607 Requerimientos de puesta a tierra para telecomunicaciones.....	74
2.2.6	Certificación en los sistemas con cableado estructurado.....	86
2.3	Consideraciones en el diseño del cableado estructurado.....	89
2.3.1	Aspectos importantes en un diseño de cableado estructurado.....	90
2.3.2	Necesidades del usuario.....	93
2.3.3	Costos en un sistema de cableado estructurado.....	93
2.3.4	Especificaciones del cableado.....	95
2.3.5	Apoyo técnico y servicio del cableado.....	96
2.4	Pruebas en los sistemas de cableado estructurado.....	99
2.4.1	Algunos dispositivos de prueba utilizados para examinar el cableado estructurado.....	101
2.4.2	Tipos de pruebas realizadas en el cableado estructurado.....	105
2.5	Norma cableado estructurado en México.....	116

**CAPITULO III**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL EDIFICIO DE DOCENCIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS..... 122**

3.1	Proceso del diseño.....	123
3.1.1	Formulación de la problemática.....	124
3.1.2	Análisis de la problemática.....	124
3.1.3	Búsqueda de soluciones.....	127
3.1.4	Especificación de la solución.....	130
3.2	Puesta en operación del diseño.....	135

<b>CAPITULO IV</b>	
<b>PRUEBAS DE OPERACIÓN.....</b>	<b>146</b>
4.1 Dispositivo de prueba empleado en el cableado.....	147
4.2 Tipos de conexiones de enlaces en el cableado estructurado.....	149
4.2.1 Prueba de enlace básico.....	149
4.2.2 Prueba de canal.....	150
4.3 Resultados de las pruebas.....	151
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>153</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>155</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>162</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>169</b>

### INTRODUCCIÓN

En las décadas de los 70's y 80's, las compañías necesitaban un tipo de cable para cada aplicación, pues cada fabricante tenía su propia arquitectura. Además, sus necesidades eran sólo de voz y datos, por lo que las velocidades de transmisión a 10 Mbps. eran suficientes.

Sin embargo, las crecientes necesidades de las empresas y los cortos ciclos de vida de las aplicaciones han llevado a los proveedores de tecnología y servicio a establecer sistemas de cableado que soporten diferentes servicios y protocolos a través de un mismo medio.

Para solucionar este problema, la TIA (*Telecommunications Industry Association*) y la EIA (*Electronic Industries Association*) se pusieron de acuerdo para poder generar un cableado genérico al cual denominaron cableado estructurado.

Con el cableado estructurado, estos organismos sentaron las bases para que cualquier aplicación o sistema se pudiera correr sin importar que fuera de voz, datos o de video.

Es por ello que en la actualidad comienza a utilizarse un sistema de cableado estructurado capaz de integrar tanto a los servicios de voz, datos y video, como a los sistemas de control y automatización de un edificio bajo una plataforma estandarizada y abierta.

De esta forma, el cableado estructurado en México ha considerado estandarizar los sistemas de transmisión de información al integrar diferentes medios para soportar toda clase de tráfico y controlar los procesos y sistemas de administración de un edificio.

Actualmente en México, la construcción de edificios comerciales y de oficinas, incluyen en sus instalaciones un sistema de cableado estructurado que permite identificar, reubicar y cambiar los diversos equipos que se conectan al mismo, basándose en una normativa completa de identificación de cables y componentes; considerando el empleo de cables y conectores de las mismas características para los equipos. Permitiendo así, dotar de servicios de voz y datos en cada lugar de trabajo con la facilidad de una reconfiguración mínima.

El objetivo general de la presente tesis fue el diseño de un sistema de cableado estructurado para voz y datos en el edificio de docencia de Facultad de Ciencias, ya que en dicho lugar, se ha concluido la construcción del edificio que será utilizado para la investigación docente; en el cual fue necesario implementar un sistema de cableado



estructurado que permitirá tener un método adecuado de instalación, control y administración de los equipos electrónicos de comunicación; para que el edificio funcione con seguridad, por un tiempo prolongado y con una proyección a futuro con respecto a las demandas o necesidades que surjan.

Por consiguiente, el diseño fue considerado como una herramienta para el diseño del cableado estructurado de otros edificios que tuvieran necesidades en común. Considerando que el edificio no está aislado de otras facultades, ya que este permite intercambiar información entre los usuarios.

Para ello se consideraron los siguientes objetivos específicos para el diseño del cableado estructurado para voz y datos del edificio de docencia de la Facultad de ciencias:

- a) Elaboración de los planos de instalación considerando la trayectoria de los servicios de voz y datos, así como, la memoria técnica descriptiva.
- b) Selección de los accesorios y elementos apropiados para un mejor rendimiento en los sistemas de voz y datos.
- c) Análisis de costos de los accesorios y dispositivos utilizados en el diseño del sistema de cableado estructurado.

La presente investigación se limita al diseño del cableado estructurado para voz y datos de acuerdo a las recomendaciones y lineamientos de los estándares: EIA/TIA 568-A, EIA/TIA 569, EIA/TIA 570, EIA/TIA 606, y EIA/TIA 607.

Así pues, el presente trabajo está dividido en cuatro capítulos, el primero explica aspectos de los medios de comunicación considerando la descripción general de los datos y voz, medios de comunicación guiados, medios de comunicación no guiados y algunas aplicaciones de los medios de comunicación.

En el segundo capítulo se da una breve descripción de la historia del cableado estructurado, de los estándares en los sistemas del cableado estructurado, las consideraciones en el diseño y las pruebas en los sistemas del cableado estructurado.

En el tercer capítulo se plantea la formulación y el análisis de la problemática, la búsqueda de alternativas y la especificación de una solución empleada en el diseño del sistema de cableado estructurado en el edificio de Docencia de la Facultad de Ciencias, describiendo de forma general el proceso del diseño.

En el cuarto capítulo se interpretan las pruebas realizadas para la verificación del cableado estructurado y finalmente se dan las conclusiones y comentarios del diseño del cableado estructurado en el edificio de Docencia de la Facultad de Ciencias.

# **CAPITULO I**

## **MEDIOS DE COMUNICACION**

## CAPITULO I

### MEDIOS DE COMUNICACION

En la trayectoria de nuestra historia, la comunicación se ha definido como la transmisión de información de un lugar a otro. Esta transmisión se lleva a cabo entre un emisor y un receptor. " La información se presenta bajo la forma de diversas señales que tienen un significado preciso para el emisor y para el receptor " <sup>1</sup>. Si la comunicación se hace directamente entre dos personas, dichas señales pueden ser sonidos o imágenes, o bien, pueden ser señales eléctricas si la comunicación se hace entre dos aparatos electrónicos. Las señales pueden tomar una forma particular (código) cuyo sentido lo conocen tanto el emisor como el receptor.

Un sistema de comunicaciones se compone de tres elementos principales:

- a) el emisor,
- b) la vía o canal de comunicación,
- c) el receptor.

El emisor tiene las siguientes funciones:

- transformar en información eléctrica el mensaje que se transmitirá,
- modificar la información eléctrica para que pueda transmitirse a distancia,
- transmitir la información por la vía o canal de comunicación.

La vía o canal de comunicación tiene la función de transportar la información entre el emisor y el receptor, esta vía de comunicación puede consistir de:

- pares trenzados,
- cable coaxial,
- fibras ópticas,
- guías de ondas,
- microondas,
- satélites.

---

<sup>1</sup> Nérou, Jean. Introducción a las telecomunicaciones por fibras ópticas. p. 13.

El receptor cumple con las siguientes funciones inversas del emisor:

- detectar la información transmitida por el canal de comunicación,
- transformar el mensaje en información eléctrica,
- transformar la información eléctrica en información sonora o visual en caso de ser necesario.

En la figura 1.1 se ilustra el proceso de la comunicación:

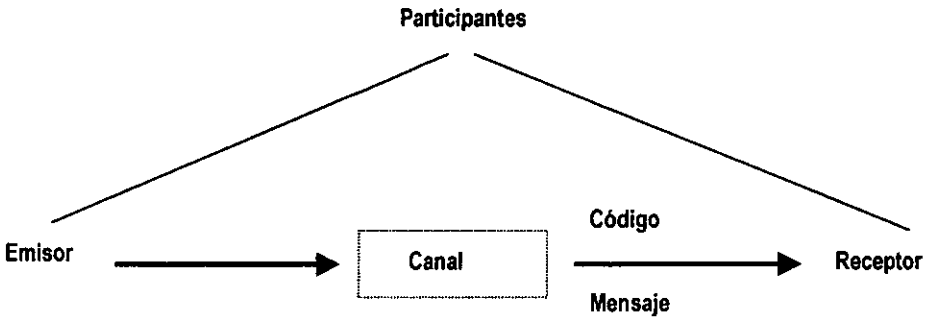


Figura 1.1 Esquema del proceso de la comunicación

Estos sistemas de comunicación deben responder a las exigencias particulares como:

- tener una capacidad máxima de transferencia de información,
- ser de fácil utilización,
- ser flexibles,
- tener el menor costo posible.

### 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS DATOS Y LA VOZ

Las comunicaciones de datos transmitidas por medio de señales eléctricas, tienen poco más de cien años de historia. Su nacimiento se produjo con la puesta en servicio del telégrafo, que fue el primer equipo para la transmisión de la información y que tuvo importancia por poco tiempo.

Paralelamente a éste desarrollo en comunicaciones, nació y creció a un ritmo acelerado una nueva técnica para el tratamiento de la información con la aparición de la computadora.

Los primeros intentos y realizaciones en la tarea de conjuntar ambas disciplinas -comunicaciones y procesamiento de datos- tuvieron lugar en Estados Unidos, donde en los años cuarentas del siglo XX se desarrolló una aplicación de inventario para la Armada de Estados Unidos y posteriormente, en 1953, otra para la gestión y reserva de plazas en la América Airlines, que constituyeron los dos primeros sistemas de teleinformación.

### 1.1.1 Formas de transmisión

#### Transmisión en Paralelo

Para una transmisión en paralelo, cada carácter formado por 8 bits, es enviado en forma simultánea. En el canal de transmisión existe una línea por bit; es decir, los datos viajan en bloques de 8 bits.

En la unidad central de procesamiento los alambres o conexiones eléctricas que hacen la transferencia de información en paralelo se conocen como canal o bus, y una computadora puede tener varios de ellos para la transmisión de información. En la computadora se emplea el dato en paralelo debido a que éste es mucho más rápido y la distancia de transferencia es pequeña.

El principal uso de esta forma de transmisión se da en la comunicación de las computadoras con la impresora, canales internos de comunicación, bus de control, bus de direcciones, entre otros.

La transmisión de datos en paralelo es mucho más rápida pero requiere una cantidad mayor de líneas que la transmisión en serie.

#### Transmisión en Serie

" La transmisión serial es la que más se utiliza en las redes telefónicas así como en las redes locales y públicas de transmisión de datos. " 2 El envío de datos en sucesión de bits a través de una línea de comunicaciones, representa la transmisión en serie.

En una transmisión serial es necesario contar con referencias de sincronización y detección de errores. Por ejemplo, se pueden enviar los bits de información en un código ASCII de 8 bits de sincronía y un bit de paridad.

---

<sup>2</sup> Pascual, Carlos. Teleinformática. Introducción panorámica y perspectiva. p. 19.

### 1.1.2 Modos de transmisión

El código que se establece en el medio de comunicación puede, en la práctica transmitirse de tres modos:

En el modo Simplex, la transmisión de los datos se realiza en un sólo sentido, sin posibilidad de efectuarse en el opuesto. Esta modalidad de transmisión no es de uso común en la comunicación de datos, salvo en algunas aplicaciones muy específicas. Ejemplos claros de esto son las estaciones de emisión de datos meteorológicos, de contaminación atmosférica, etc.

En el modo Semi-Duplex (también llamado Half-Duplex) los datos pueden transmitirse en ambas direcciones pero no simultáneamente. Es el modo de transmisión más usado en la comunicación de datos, aunque exige un cierto tiempo de inversión del modo de trabajo de los equipos para pasar de emisión a recepción y viceversa.

En el modo Duplex (también llamado Full Duplex) los datos pueden transmitirse en ambos sentidos simultáneamente. Este modo de transmisión, si bien resulta muy eficaz en la utilización del medio de comunicación, se utiliza poco, dado que requiere de equipos muy complicados. Un ejemplo de utilización de este método lo constituye el intercambio de información entre computadoras.

Se observan en la figura 1.2 los tres modos de transmisión de datos empleados para el intercambio de información.

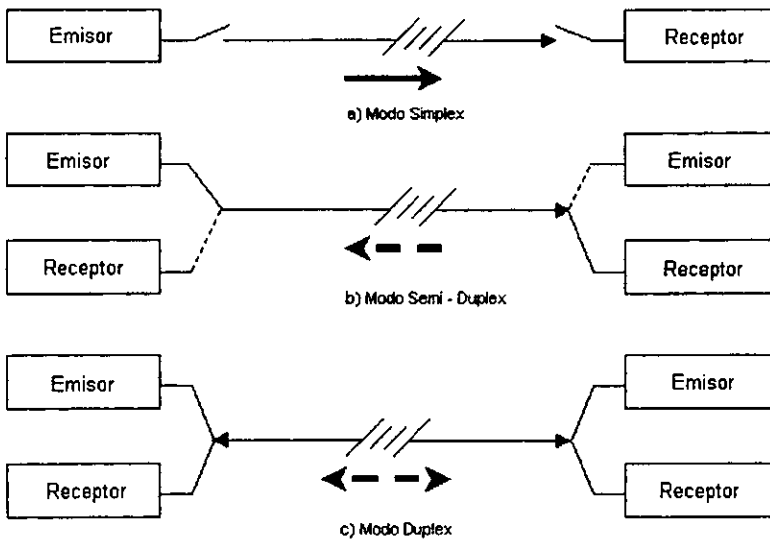


Figura 1.2 Esquema de los modos de transmisión.

### 1.1.3 Tipos de transmisión

Existen dos tipos de transmisión: síncrona y asíncrona; los cuales permiten ejecutar el flujo de datos, favoreciendo la rapidez de modulación o transmisión, formatos de información, etc.

#### Transmisión Síncrona

Los dispositivos que trabajan con esta modalidad utilizan un buffer o memoria interna donde almacenan todos los caracteres que componen el mensaje a transmitir, produciéndose este envío de información una sola vez a un ritmo constante, marcado por un reloj interno. Por lo tanto, permite que circule más información en un circuito por unidad de tiempo; ya que no se precisa la inserción de elementos de arranque/parada.

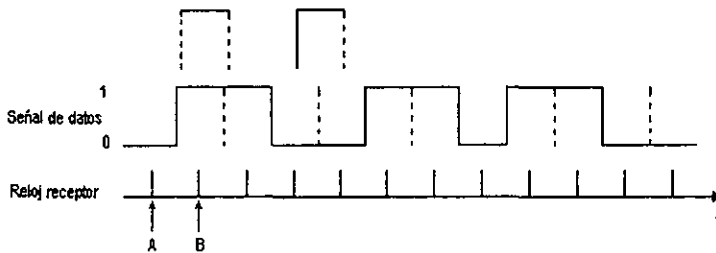


Figura 1.3 Transmisión síncrona.

#### Transmisión Asíncrona

Cada byte de información se transmite individualmente acompañado de dos o tres bits (llamados de arranque/parada) utilizados para sincronizar los equipos: emisor y receptor.

"La transmisión asíncrona no utiliza la línea telefónica con buena eficiencia, pero es la de uso más común entre la computadora y las terminales para la rapidez de transmisión." <sup>3</sup> Esta forma de transmitir los datos tiene menor eficiencia que el caso síncrono; ya que en este último modo se puede transmitir mayor número de bits de información útil. Debido a que el cociente entre la longitud de información y el número de bits totales en la unidad de transmisión completa; es mayor en la transmisión síncrona que en el caso de la transmisión asíncrona.

<sup>3</sup> Sánchez, Rafael. *Sistemas Electrónicos Digitales*. p. 152.

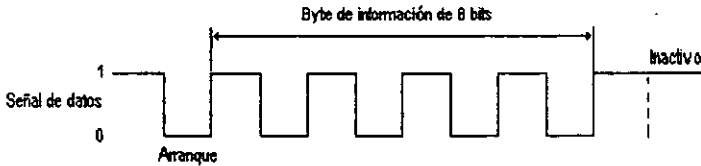


Figura 1.4 Transmisión asincrónica

### 1.1.4 Codificación de la información

La codificación es el proceso de formular un código o una clave. Cuando se prepara un lenguaje en clave, es necesario decidir si el elemento más pequeño de la clave ha de ser un carácter, una palabra o una frase. Los códigos ASCII, Baudot y Mourse representan cada carácter por una combinación de pulsos digitales.

Para que la información se pueda transportar adecuadamente sobre las redes de telecomunicaciones, primero se debe codificar en forma eléctrica, es decir, como mensaje eléctrico (señal).

Existen dos métodos de modulación (codificación) que se utilizan para transmitir en forma eléctrica la señal de información, las cuales son: transmisión analógica y transmisión digital.

#### Transmisión Analógica

La transmisión analógica implica la creación de una forma de onda eléctrica, análoga a la forma de onda de la información original (por ejemplo la voz). Las líneas de transmisión analógicas se emplean para enviar señales con modulación analógica, las cuales han predominado en los enlaces de las comunicaciones del mundo.

#### Transmisión Digital

La transmisión digital convierte la información en una serie de pulsos eléctricos binarios, los cuales pueden tomar alguno de sólo dos valores posibles de amplitud. Se dice que la información se envía como una serie de dígitos y de aquí el nombre de transmisión digital. Esta técnica se ha convertido en el principal método de transmisión de telecomunicaciones; esto es debido, a los beneficios que ofrece la transmisión digital, tanto en términos de funcionamiento como de costo.



### 1.1.5 Modulación de la información

Para un uso más económico de líneas en el ancho de banda, las señales de información son superpuestas en la señal portadora del punto de transmisión, con un proceso llamado modulación. En el lugar de destino, la señal de información se recobra de la portadora por el proceso inverso llamado demodulación.

"La modulación de una onda portadora se consigue haciendo que algunas características de la misma sean modificadas por la señal de información."<sup>4</sup> Como se puede observar en una onda senoidal de corriente alterna, la cual, tiene varias características importantes: valor pico, frecuencia, fase y puede conseguirse que la señal de información varíe alguna de estas características de la onda portadora.

#### Modulación de Amplitud

Este proceso consiste en hacer variar la amplitud de la onda senoidal portadora por la amplitud de la señal moduladora. La onda portadora sin modular tiene un valor pico constante y una frecuencia más alta que la señal moduladora, pero cuando se aplica la señal moduladora, el valor instantáneo de la señal moduladora y el contorno de la forma de la onda "envolvente" de los valores pico de la onda modulada tiene la misma forma que la señal moduladora original.

En la figura 1.5 se ilustra la modulación de amplitud:

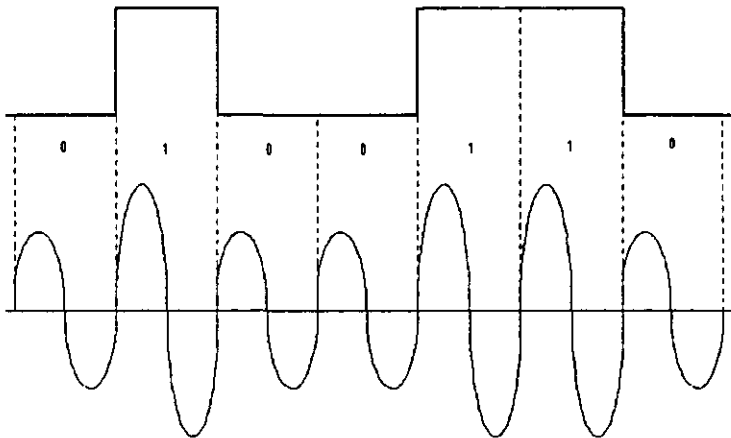


Figura 1.5 Modulación de amplitud.

<sup>4</sup> Phil, Smale. *Introducción a los sistemas de telecomunicaciones*. p. 25.

## Modulación de Frecuencia

Este proceso consiste en hacer variar la frecuencia de la onda portadora senoidal por la amplitud de la señal moduladora.

Se puede observar que el valor pico o amplitud de la onda portadora permanece constante. Es importante entender que la variación de la frecuencia de la onda portadora arriba y hacia abajo de su valor modular depende de la amplitud del voltaje (o corriente) de la señal moduladora.

En la siguiente figura 1.6 se muestra la modulación de frecuencia.

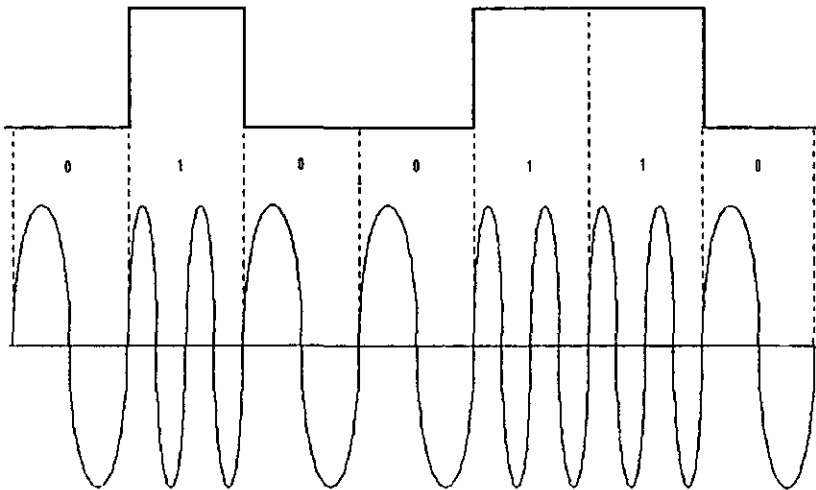


Figura 1.6 Modulación de frecuencia.

## 1.2 MEDIOS DE COMUNICACION GUIADOS

Los medios de comunicación guiados están formados por cables o fibras que conducen la electricidad o la luz. En este apartado se especifican los siguientes ejemplos:

- Cable de Par Trenzado.
- Cable Coaxial.
- Fibra Óptica.
- Guías de Onda.

### 1.2.1 Cable Par Trenzado

El cable Par Trenzado (Twister Pair - TP) es una disposición habitual en la utilización del cobre como cable de telecomunicaciones. Debido a que el cobre es un buen conductor de los electrones, los cables de cobre no confinan bien las señales electromagnéticas. Cuando dos cables de cobre conducen señales eléctricas estando muy próximos entre sí, se produce una cierta cantidad de interferencias electromagnéticas. A este tipo de interferencias se le denomina diafonía, debido al rango electromagnético utilizado en el cable par trenzado, el cual transmite y recibe señales no deseadas de otras fuentes. Así pues, el trenzado de los cables de cobre reduce la diafonía y las emisiones de las señales, ya que cada cable entrelazado conduce una corriente cuyas ondas emitidas se anulan por las emisiones del otro cable.

Los pares trenzados generalmente se agrupan en cables multipares, se pueden encontrar cables de 2,4,6,8,14,25,28,56,112 y 224 pares; los cuales a menudo están protegidos por una cubierta de: PVC (Policloruro de vinilo). Asimismo estos cables son utilizados tanto para transmisión analógica como digital.

El par trenzado comúnmente se caracteriza por medio de su calibre, el cual se especifica en valores de AWG (*American Wire Gauge*). El calibre es un indicador del diámetro de los alambres de cobre que forman el par trenzado, típicamente los calibres para par trenzados incluyen los valores de 19,22,24 y 26 AWG con diámetros desde 0.91 mm hasta 0.41 mm de forma tal que, el calibre más pequeño corresponde al diámetro mayor. La siguiente tabla muestra los calibres junto con su correspondiente diámetro.

AWG	Diámetro (mm)
19	0.91
22	0.64
24	0.51
26	0.41

\* La compañía *Electrical Industries Association* (EIA) popularizó un programa de asignación de categorías para cinco calidades distintas de cable por par trenzado (el término nivel también se utiliza con relación a una especificación de rendimiento de *Underwriter Laboratory*).<sup>5</sup>

El par trenzado también se define por categorías especificando tolerancias eléctricas del par. Los números de categorías mayores corresponden a un par trenzado con mejor desempeño en términos de pérdidas y diafonía.

<sup>5</sup> Schwartz, M. *Cableado de Redes*. p. 35.

Las categorías de los cables sin blindaje se muestran en la siguiente tabla.

Categoría	Velocidad de transmisión	Aplicaciones
1	Sin especificación	
2	1 Mbps	Algunos circuitos de baja velocidad
3	16 Mbps	Empleado para redes de computadoras 10BaseT y Token Ring
4	20 Mbps	Empleado para redes de computadoras 10BaseT y Token Ring
5	100 Mbps	10/100BaseT y otras tecnologías de alta velocidad

Los cables de categorías 1 y 2 se utilizan para voz y transmisión de datos de baja capacidad (hasta un 1 Mbps). Este tipo de cable es idóneo para las comunicaciones telefónicas, pero las velocidades requeridas hoy en día necesitan mejor calidad.

Las categorías 3 y 4 son utilizadas habitualmente en la conectividad de computadoras. La categoría 5 ofrece algunas modificaciones (como por ejemplo, más pares por unidad de longitud y un mejor aislante) para beneficiar el rendimiento del medio de transmisión. Las instalaciones de la categoría 5 también requieren equipos compatibles y técnica de instalación más precisas.

Existen dos tipos de cable par trenzado:

- No Blindado (*Unshielded Twister Pair - UTP*).
- Blindado (*Shielded Twister Pair - STP*).

#### Cable de par trenzado no blindado (UTP)

El cable par trenzado no blindado (*Unshielded Twister Pair - UTP*) está compuesto de un conjunto de pares trenzados con un aislante de plástico. Estos plásticos incluyen el polietileno y el PVC (Policloruro de vinilo) en tanto que el espesor varía desde 10 mil hasta 14 mil milésimas de pulgada.

Las dimensiones y la constante dieléctrica del aislamiento de cada uno de los conductores y del material que los rodea determinan la capacitancia de los pares trenzados dentro de un cable.

#### Costo

El costo del UTP es bajo comparado con otros medios de transmisión. El cual, se sigue produciendo de forma masiva para las comunicaciones y se han convertido en el medio habitual de las redes de computadoras.

Algunos integradores de redes utilizan los hilos libres de los cables telefónicos para reducir significativamente los costos de implementación más económicos. Sin embargo, no se recomienda esta práctica si el cable UTP existente es inferior a la Categoría 3 y si el tendido de cable supera los 100 metros.

### Facilidad de instalación

El equipo de instalación de UTP también contempla un bajo costo, un manejo accesible y está disponible en todas las categorías. Las técnicas de instalación del cable son tan sencillas que se puede instalar adecuadamente con un mínimo de formación; debido a que las técnicas de conexión de las telecomunicaciones se han optimizado para proporcionar una facilidad de traslado y modificación. Por tal motivo el UTP se puede reconfigurar con facilidad.

### Capacidad

Utilizando las tecnologías actuales y las que van surgiendo, el UTP puede admitir velocidades de transferencia de datos entre 1 y 100 Mbps o mayores, con distancias hasta de 100 metros.

### Atenuación

Todos los cables de cobre sufren una atenuación rápida cuando se utiliza como medio de comunicación. El UTP no es una excepción. La tecnología actual limita el rango efectivo del UTP a unos cientos de metros.

La siguiente tabla muestra las ventajas y desventajas del UTP (par trenzado no blindado):

Ventajas	Desventajas
Relativamente económico.	Inadecuado para transmisiones de datos a velocidades elevadas mayores a 100Mbps.
Se instala, gestiona y reconfigura fácilmente.	Posee una tasa de atenuación relativamente elevada.
La tecnología y los estándares básicos son contrastados y estables.	Sensitivo a interferencias electromagnéticas.

### Cable par trenzado blindado (STP)

En la actualidad, la mayoría de los cables de par trenzado son no blindados, aunque existen algunos tipos de par trenzado blindados (*Shielded Twister Pair - STP*). El STP es un cable aislado que contiene varios pares envueltos por blindaje metálico.

El blindaje de un cable par trenzado es protegido de las radiaciones electromagnéticas externas, por lo tanto, permite su funcionamiento en entornos relativamente perturbados. Sin embargo, el blindaje tiene el inconveniente de que la señal pierda más rápidamente su energía y para un buen funcionamiento se necesita la puesta a tierra del blindaje.

### Costo

El STP a granel es moderadamente caro y actualmente UTP tiene un costo más flexible, pero es más económico que el coaxial grueso o la fibra óptica.

### Facilidad de instalación.

El STP es más difícil de instalar que el UTP. Igual que el cable coaxial, se debe proporcionar una toma de tierra para el blindaje, creada mediante conectores especiales y técnicas de instalación.

### Capacidad.

Técnicamente con la reducción de las interferencias externas, el STP puede utilizar frecuencias superiores y técnicas de señalización que gestionen el ancho de banda de forma más eficaz. Tiene la capacidad para velocidades de transmisión más elevadas, hasta 500 Mbps a 100 metros.

### Atenuación.

El STP sufre atenuación a una velocidad similar al UTP. La tecnología actual también limita el rango efectivo del STP a unos cientos de metros. La siguiente tabla muestra las consideraciones del par trenzado blindado (STP):

Ventajas	Desventajas
La tecnología y los estándares son bastante contrastados y estables.	Más costosos y difíciles de instalar que el UTP y el coaxial.
Un ancho de banda disponible superior al UTP.	Inadecuado para transmisión de datos a alta velocidad (>500 Mbps) – actualmente no se utiliza para velocidades de datos superiores a 155 Mbps.
	Velocidad de atenuación relativamente alta (similar a la del UTP)
	Sensitivo a emisiones electromagnéticas.

### 1.2.2 Cable Coaxial

“El cable coaxial (habitualmente denominado “coax”) está formado por dos conductores que comparten un eje en común, de aquí su nombre (“coaxis”).”<sup>6</sup> Generalmente, el centro del cable es un hilo de cobre relativamente rígido envuelto a un recubrimiento de plástico aislante. El recubrimiento está rodeado por el segundo conductor, un tubo de malla de hilo (algunos incluyen un envoltorio metálico conductor) que sirve como blindaje frente a las interferencias magnéticas y tiene un aislante de plástico duro que forma la cubierta de cable.

A continuación se ilustra en la figura 1.7 el cable coaxial:

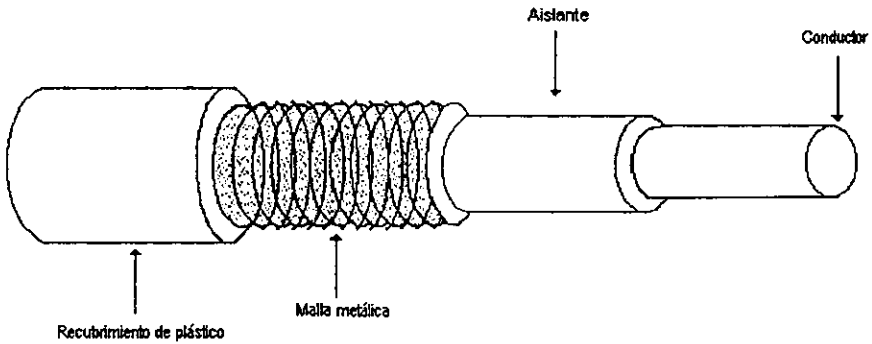


Figura 1.7 Cable Coaxial

Habitualmente se utilizan varios estándares de cable coaxial para la conectividad de computadoras. Los tipos más habituales cumplen unos de los siguientes estándares de resistencia (ohms).

RG-8 y RG-11 de 50 ohms (se utiliza en especificaciones Ethernet gruesa 10Base5).

RG-58 de 50 ohms (se utiliza en especificaciones Ethernet fina 10Base2).

RG-59 de 75 ohms (se utiliza para TV por cable).

RG-62 de 93 ohms (se utiliza para especificaciones ARCnet).

<sup>6</sup> *Ibid.*, p. 37.

El cable coaxial se suele instalar entre dispositivos. En cada ubicación de usuario se conecta un conector para proporcionar una interfaz de usuario. El interfaz se puede conectar cortando el cable e instalando un conector en T en ambos extremos o aplicando unos dispositivos especiales de tipo abrazadera que se denominan derivaciones. Las derivaciones son dispositivos mecánicos que utilizan dientes conductores para penetrar en el aislante e insertarse directamente al conductor del cable.

Para mantener las propiedades eléctricas correctas del cable, éste debe estar conectado a tierra y terminado. Una forma de tierra eléctrica completa el circuito eléctrico necesario, mientras que un terminador amortigua los reflejos de la señal (reflejos de las ondas).

### Costo.

El costo del cable coaxial aumenta con el diámetro y la composición de los conductores. El costo del cable coaxial delgado es relativamente bajo.

### Facilidad de instalación.

La instalación inicial del cable coaxial es relativamente sencilla. Sin embargo, las técnicas de instalación actuales suelen utilizar un único cordón de cable, que puede ser difícil de gestionar y reconfigurar.

### Capacidad.

El coaxial admite velocidades de transferencia de datos entre las del par trenzado y el cable de fibra óptica.

### Atenuación.

Un cable coaxial de buena calidad con una longitud de 1 Km puede alcanzar flujos de información superiores a los 100 Mbps. Sin embargo, no debe sobrepasar ciertos límites, ya que la atenuación de la señal aumenta con la frecuencia.

Ventajas	Desventajas
Relativamente sencillo de instalar	Más caro que el par trenzado.
Admite mayores anchos de banda que el par trenzado.	Algunas técnicas de instalación hacen difícil la gestión y reconfiguración del cable coaxial.
Resiste las interferencias electromagnéticas mejor que el par trenzado.	Atenuación moderadamente elevada.
Relativamente robusto.	Moderadamente susceptible a las interferencias electromagnéticas ( bajo condiciones extremas).



### 1.2.3 Fibra Óptica

La fibra óptica está formada por un núcleo de vidrio o de plástico conductor de la luz rodeado de más vidrio, denominado, revestimiento y un forro exterior duro. El núcleo central proporciona el recorrido de la luz o canal de ondas, mientras que el revestimiento está formado por varias capas de vidrio reflector. El revestimiento de vidrio está diseñado para refractar la luz de nuevo hacia el núcleo. Cada hilo del núcleo y del revestimiento está rodeado por un forro apretado o suelto.

A continuación se muestra el esquema 1.8 de la fibra óptica.

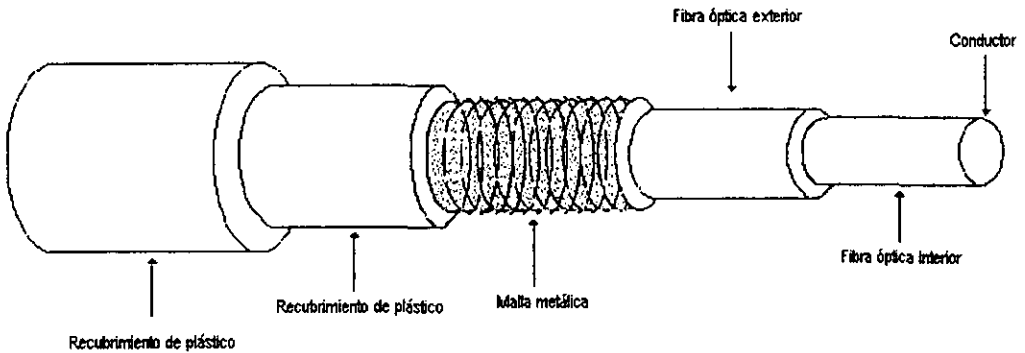


Figura 1.8 Fibra óptica

En su forma más simple, un sistema de comunicación por fibra óptica está constituido por tres elementos.

- Un módulo de emisión, que tiene por función transformar la información en forma de señal eléctrica a información en forma de luz. A este módulo se le llama emisor óptico.
- Un canal de transmisión de la luz, que es la fibra óptica.
- Un módulo de recepción, que tiene por función transformar la información óptica recibida en información con la forma de señal eléctrica; se le llamará receptor óptico.

En un sistema de transmisión de fibra óptica algunas fuentes de interferencia como las descargas eléctricas, rayos y efectos de diafonía son eliminados.

\* Las fibras ópticas pueden tener una naturaleza multimodal o unimodal. La fibra unimodal se ha optimizado para permitir un solo recorrido de la luz, mientras que la fibra multimodal controla la velocidad de los distintos modos. <sup>7</sup>

Refractando la luz a diferentes velocidades, las partes de la señal llegan simultáneamente y el receptor las interpreta como un único impulso.

He aquí algunos de los tipos habituales de fibra óptica:

Unimodal con núcleo de 8.3 micras/revestimiento de 125 micras.

Multimodal con núcleo de 62.5 micras/revestimiento de 125 micras.

Multimodal con núcleo de 50 micras/revestimiento de 125 micras.

Multimodal con núcleo de 100 micras/revestimiento de 125 micras.

La fibra óptica unimodal permite un solo recorrido de la luz, mientras que la fibra óptica multimodal permite varios recorridos de la luz.

Cuando es necesario se empalman juntas varias longitudes de cable de fibra óptica mediante fusión eléctrica, un proceso químico o mediante conectores mecánicos.

### **Costo.**

Tradicionalmente, los conectores de fibra en bruto han resultado relativamente caros comparados con los cables de fibra, pero los costos van disminuyendo cada vez más. Sin embargo el costo elevado de la instalación supera ampliamente el costo de los materiales.

### **Capacidad.**

Las fibras ópticas admiten anchos de banda extremadamente elevados porque están limitadas por las propiedades de los fotones de alta frecuencia de la luz.

Las tecnologías actuales permiten velocidades de datos entre 100Mbps y más de dos Gbps (a distancias entre 2 y 25 Km). Las velocidades de datos de un sistema de fibra óptica determinado dependen de la composición de la fibra (vidrio o plástico) del modo y de la longitud de onda (y por tanto de la frecuencia) de la luz transmitida.

---

<sup>7</sup> *Ibid.* p. 47.

**Atenuación.**

La fibra óptica tiene una tasa de atenuación extremadamente baja. La cantidad de atenuación varía según la longitud de onda de su funcionamiento, pero los rangos efectivos suelen medirse en Km. Por lo tanto, la atenuación de la fibra óptica es menor que en cualquier medio de transmisión por cable.

La siguiente tabla muestra las ventajas y desventajas de la fibra óptica:

Ventajas	Desventajas
Admite anchos de banda muy elevados según el modo y la distancia entre 100 Mbps y > 2 Gbps.	Cable y hardware relativamente costosos.
Permite tasas de atenuación bajas (medidas en Km.)	Las conexiones requieren una fabricación de gran precisión y una instalación compleja.
Inmune a las interferencias electromagnéticas .	Relativamente complejo de configurar e instalar.

**1.2.4 Guía de Ondas**

La onda electromagnética se obtiene del tubo con un aparato similar a una antena que produce propagación de ondas de radio en el espacio libre. Sin embargo, esta energía es contenida y guiada por el tubo en el lugar del espacio libre.

Las guías de onda se utilizan para conectar las antenas parabólicas de microondas con sus respectivos transmisores y receptores. Las guías de onda pueden ser de sección circular o rectangular, y existen varias formas en que pueden propagarse.

" El principio de las guías de onda es el siguiente: la señal radiada por una pequeña antena, como un emisor, en el interior de un conducto metálico que guía las ondas electromagnéticas y las dirige hasta el receptor. La banda de paso utilizable es superior a los 50GHz, lo que puede permitir una vía de flujo binario diez veces superior a la permitida por los haces hertzianos. " <sup>8</sup>. Sin embargo, la implantación de las guías de ondas resulta muy complejo.

No obstante se pueden utilizar estas ondas (>40 GHz) en espacio abierto especialmente en entornos de redes locales: se implantan redes sin hilos (a nivel de cada sala y habitación) unidas entre ellas por una red que permita atravesar paredes y suelos.

---

<sup>8</sup> Schwartz, *Op. Cit.* p. 51.

En cuanto a las diferentes clases de ondas, se emplean las denominaciones que se muestran en la tabla siguiente:

Frecuencias	Denominación	Aplicación
30 KHz – 300KHz	Ondas kilométricas	VLF (Very Frecuencias)
300 KHz – 3MKHz	Ondas hectométricas	MF (Middle Frecuencias)
3 MHz – 30 MHz	Ondas decamétricas	HF (High Frecuencias)
3 MHz – 300 MHz	Ondas métricas	VHF (Very High Frecuencias)
300 MHz – 3 GHz	Ondas decimétricas	UHF (Ultra High Frecuencias)
3 GHz – 300 GHz	Ondas centimétricas	SHF (Supra High Frecuencias)
30 GHz – 300 GHz	Ondas milimétricas	EHF (Extremely High Frecuencias)

## 1.3 MEDIOS DE COMUNICACION NO GUIADOS

### 1.3.1 Microondas

El sistema terrestre de microondas es un medio de comunicación muy utilizado actualmente y que posibilita la transmisión de un gran número de canales de información.

Las microondas se encuentran en el extremo más alto de frecuencias del espectro de radio, siendo necesario para su correcta recepción que las antenas emisora y receptora tengan visibilidad directa, lo que limita la distancia entre estaciones repetidoras a unos 50 Km, aproximadamente.

En general las microondas se encuentran en las bandas de frecuencias superiores a un gigahertz. De tal manera que la longitud de onda disminuye con el aumento de la frecuencia, lo que provoca ventajas, aunque también son inconvenientes.

\* Las antenas pueden ser de menores dimensiones. Por lo que la emisión puede ser muy directiva, permitiendo concentrar energía en una dirección mejor definida, y de esta forma se puede aumentar el alcance de la transmisión y evitar la transferencia con otros canales de transmisión.\*<sup>9</sup> Si la frecuencia es muy elevada, la cantidad de información transmitida puede llegar a ser muy grande. Sin embargo, si la longitud de onda  $\lambda$  fuera pequeña, la interacción con objetos que tienen dimensiones del orden de  $\lambda$  sería muy grande. Por eso las gotas de lluvia tienen un efecto muy negativo en la propagación de las microondas.

Uno de los defectos inherentes a los sistemas de microondas es la gran influencia que sobre ellos tienen las condiciones climatológicas provocando la variación de su amplitud.

### 1.3.2 Satélites

Ya han pasado más de cuatro décadas desde el lanzamiento del primer satélite. A lo largo del tiempo la fuerte demanda de servicios satelitales han propiciado su multiplicación, a tal grado que en todo el mundo se puede contar ya sea con sistemas nacionales o internacionales, para proveer servicios de voz, datos y video de calidad a todas las zonas, hasta aquellas consideradas como inaccesibles.

---

<sup>9</sup> Pascual, Op. Cit. p. 53

Los satélites son sistemas de transmisión por microondas que utilizan como repetidores- amplificadores satelitales artificiales. Al estar situados fuera de la corteza terrestre se pueden alcanzar grandes distancias.

Dichos satélites se sitúan en una órbita ecuatorial a una altura aproximadamente de 36000 km. Con período de rotación idéntico al de la tierra, por ello se les denomina satélites sincrónicos o geoestacionarios.

De acuerdo con la cobertura que tienen en la tierra, existen tres sistemas de satélites para comunicaciones:

- Internacionales.
- Regionales.
- Nacionales.

La red satelital se compone por estaciones terrenas conectadas entre sí, por medio de satélites colocados en una órbita que retransmite las señales por microondas, a través de la atmósfera. El equipo instalado dentro del satélite recibe las señales enviadas desde la estación terrestre, las amplifica y retransmite a otra estación en la tierra, que las distribuye por pares de cable coaxial, guías de onda, fibra óptica y sistemas de repetición de microondas.

Los satélites se lanzan al espacio y se sitúan en determinadas órbitas (gracias al equilibrio que se produce entre la fuerza gravitacional de atracción entre, la Tierra, el satélite y la fuerza centrífuga) que pueden ser circulares, con velocidad constante y utilizadas para comunicaciones elípticas o con velocidad variable y usadas para actividades de reconocimiento.

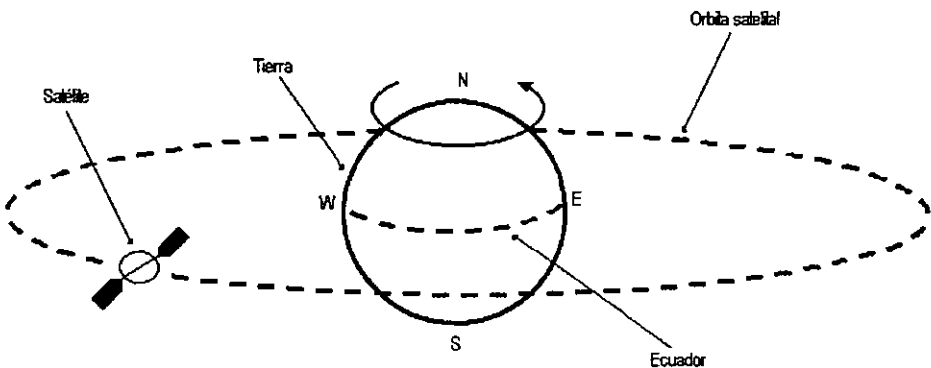


Figura 1.9 Satélite geoestacionario

Independientemente de su emisión, los satélites incluyen varios módulos:

- El módulo de propulsión agrupa el motor de estabilización con sus tanques de ergoles y sus tuberías de tres.
- El módulo de servicio asegura la telemetría, teledirección y el control de altitud y de la órbita por medio de enlace de radio con el suelo. Orienta los paneles solares para obtener la máxima potencia de alimentación.
- El generador solar agrupa un gran número de células de silicio en función de la potencia del satélite. Son precisas varias decenas de miles de células para obtener la potencia necesaria. Las células reciben el impacto de las micropartículas de alta energía que provienen del espacio y hacen disminuir su rendimiento.
- El módulo de comunicaciones recibe la señal de la Tierra, demodula, la amplifica, remodula en frecuencias diferentes y la dirige hacia la antena de emisión.
- El módulo de antenas se establece en función de las zonas en las que ha de presentarse el servicio. Comprende: la antena de recepción, la o las antenas de emisión y la antena de teledirección.

El principio para la transmisión de las emisiones de los satélites puede utilizarse modulación de amplitud, modulación de frecuencia o modulación digital.

## 1.4 NOCIONES DE TELEFONIA

En 1874 el estudiante de fonética y profesor de filosofía vocal en la Universidad de Boston, Alexander Graham Bell, concibe la idea de enviar ondas sonoras de la voz por medio de corrientes eléctricas y decidió los siguientes años a desarrollar el teléfono que posteriormente fue patentado en 1876. La idea inició del fenómeno que se genera de una onda sonora producida en el aire por el acto de hablar.

En los inicios de la telefonía se sacrificaba la calidad del sonido en beneficio de la potencia con la finalidad de alcanzar mayores distancias. Con el tiempo se dispuso de dispositivos transductores que permitieron mejorar la calidad de la información transmitida.

En el teléfono, el transductor que se encuentra en el transmisor debe generar una corriente ondulatoria que varía rápidamente; no es sólo la presencia de la corriente o ausencia de ésta la que debe transmitirse; el lado receptor debe responder dichas variaciones de corriente y producir una onda de presión sonora de variación suave.

Un transductor es un dispositivo que permite transformar variaciones de una magnitud física, en este caso la presión sonora producida por la voz, a otra magnitud física con variación equivalente, siendo este último la corriente ondulatoria. El receptor y transmisor de Bell fueron dispositivos de este tipo, su funcionamiento se basa en dos de los principios de electricidad y magnetismo, el primero de ellos dice que una variación del flujo de campo magnético que atraviesa una bobina conductora que induce una fuerza electromotriz o voltaje en sus extremos; en el segundo, si se hace circular una corriente por una bobina, la magnitud de ésta determina la intensidad de campo magnético y por tanto la fuerza que éste ejerce sobre los cuerpos ferromagnéticos.

La transmisión de mensajes telefónicos se inicia con la onda sonora producida cuando una persona que hable ante el transmisor (micrófono). Un transductor acústico-eléctrico convierte las fluctuaciones de la presión que la ha originado. Un transductor eléctrico-acústico en el receptor telefónico (alta-voz) reconvierte la señal eléctrica en señal sonora.

La señal telefónica es una representación eléctrica de la forma de onda sonora de la voz. Consiste en una tensión (o corriente) eléctrica que varía en el tiempo de la misma forma en que varía la presión de la onda sonora a medida que se propaga a través del aire. La transmisión de dicha señal eléctrica análoga a la señal sonora, se denomina transmisión analógica.

Por otra parte, el sonido es un fenómeno creado por las vibraciones de un cuerpo y se propaga a través de un medio elástico como puede ser el aire, el agua, los metales, etc., pero no se propaga en el vacío; este fenómeno físico lo percibimos con el sentido del oído y el resultado de tres fenómenos sucesivos:



- Su producción (por medio del movimiento vibratorio de un cuerpo).
- Su transmisión (por medio elástico).
- Su recepción (por medio del oído).

Por otro lado, las características del sonido son tres:

### a) Amplitud o intensidad

Es la energía que posee el sonido, o sea, su fuerza. Por su intensidad los sonidos se dividen en sonidos fuertes y sonidos débiles según la fuerza con que impresionen a nuestro oído.

### b) Frecuencia o tono

Es la característica por la cual los sonidos nos pueden parecer graves o agudos; esto depende del número de vibraciones por segundo, o sea la frecuencia. Los sonidos se dividen por su tono, en bajos o graves si son de baja frecuencia y en agudos si son de alta frecuencia.

### c) Timbre

Es la característica que distingue dos sonidos de igual intensidad y del mismo tono generados por dos fuentes sonoras distintas. Esta diferencia depende del hecho de que un sonido producido por una fuente sonora está constituido por una suma de varios sonidos, uno llamado "fundamental" y otros que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental y son llamados "armónicos".

El sonido se propaga con movimiento uniforme a través de medios elásticos y su velocidad depende de la densidad del medio; a mayor densidad, mayor velocidad del sonido.

El oído humano solamente puede escuchar sonidos comprendidos entre 20 y 20, 000 Hz. y éste se denomina "el rango de frecuencias audible".

Cuando hablamos se origina por medio de una colaboración íntima entre los pulmones, las cuerdas vocales y la cavidad bucal una serie de ondas sonoras que se propagan a través del espacio lleno de aire que nos rodea, hasta llegar al tímpano, quien también vibra, decodifica las variaciones convirtiéndolas en impulsos electrónicos que viajan hacia el cerebro.

" En telefonía se calcula que una reproducción aceptable de la voz se obtiene con una banda de 300 a 3400 Hz, lo cual significa que estas frecuencias son las más importantes para entender el habla." <sup>10</sup>

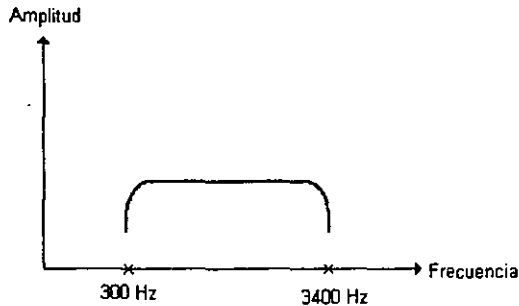


Figura 1.10 Gráfica del ancho de banda de la voz.

En el caso de los teléfonos domésticos, éstos se encuentran conectados a la red por medio de un conductor modular ya que transmiten las señales eléctricas mediante un par de hilos conductores, o por medio de una línea bifilar que termina en un protector.

Desde el protector, la línea bifilar compuesta por un par de hilos conductores trenzados transporta las señales hasta la central telefónica (es el llamado lazo de abonado). Varios lazos de abonado pueden formar parte de un mismo cable: los cables consisten de varios pares bifilares. Todos los pares bifilares son conectados al sistema de conmutación que se encuentra en la central telefónica.

El sistema de conmutación de la central telefónica local decodifica los dígitos marcados por el abonado que llama. Si la llamada es local, el sistema de conmutación conecta el lazo del abonado que llama con el abonado llamado dentro de la misma central. Si no es así, se conecta a otros enlaces troncales formados por haces de cables, los cuales llevan la señal a otra central local.

En el caso de las llamadas de larga distancia o interurbanas, los cables troncales conectan la central local al sistema más próximo de conmutación situado en la red interurbana.

<sup>10</sup> Harb, M. Modern Telephony, p. 6.

La red interurbana consiste en un gran número de sistemas de conmutación y de circuitos de transmisión distribuidos a lo ancho del país y en algunos casos enlazando continentes.

Así pues, inicialmente el teléfono fue dedicado a la transmisión de conversaciones entre dos interlocutores, el teléfono amplió poco a poco su espectro de acción mediante la conexión a diversos dispositivos terminales, como las computadoras y otros procesadores de señales, capaces de cifrar y traducir mensajes complejos a través de líneas telefónicas. En consecuencia, el teléfono se convirtió desde la segunda mitad del siglo XX en un elemento primordial dentro de los sistemas de telecomunicación.

Durante el siglo XX, la mejora en las técnicas y los materiales utilizados hizo posible la comunicación telefónica masiva a largas distancias. Entre las aportaciones introducidas destacaron el empleo de cobre reforzado en cables de dos direcciones; la invención de los repetidores o amplificadores de la señal; el uso en tierra de las técnicas de radio; el desarrollo de amplificadores de vacío y cables coaxiales recubiertos de polietileno para comunicaciones intercontinentales por líneas submarinas, la aplicación de los satélites artificiales como repetidores; las técnicas de multiplexión o superposición sobre una misma línea física de varias comunicaciones simultáneas e independientes, distinguibles por medios electrónicos; y la conmutación automática a través de estaciones telefónicas intermedias

## **1.5 APLICACIONES DE ALGUNOS MEDIOS DE COMUNICACION**

### **1.4.1 Aplicaciones de voz, datos y video**

#### **Internet**

Internet desde los años 60 ha tenido como aplicación principal el intercambio de información. En los últimos tiempos ha experimentado cambios y un crecimiento sin precedentes en la historia de las telecomunicaciones, tanto en número de usuarios conectados como en aplicaciones y servicios disponibles.

El enfoque comercial que se le está otorgando a la red, ha beneficiado especialmente a las pequeñas y medianas empresas, las cuales han tenido la oportunidad de mostrar sus productos y darse a conocer a un amplio espectro de posibles consumidores.

Hoy en día los procesos comerciales sobre pasan límites y es de ésta manera que el Comercio Electrónico nace como una nueva herramienta para los negocios que provee de oportunidades a los empresarios.

El Comercio Electrónico es la forma propia de Internet en la que se realizan transacciones financieras o económicas, y se mantienen relaciones comerciales de manera directa entre comprador y vendedor. Las partes que se ven involucradas en el Comercio Electrónico, se conectan a través de redes de telecomunicaciones y equipos de cómputo.

La TV Interactiva, la videoconferencia, los juegos, la telefonía, las comunicaciones en tiempo real, etc. son también algunas de las nuevas aplicaciones y servicios que se ofrecen.

Esto ha implicado desarrollar nuevas tecnologías que permiten que Internet siga vigente como la nueva dorsal de Internet 2, que fue gestada por varias universidades de Estados Unidos y que les concede tener un canal de comunicación entre ellas de hasta 655 Mbps.

#### **Internet 2**

Internet 2 en México "es un consorcio entre seis universidades: UNAM, IPN, ITESM, Universidad de las Américas, UAM y la Universidad de Guadalajara junto con 130 universidades de Estados Unidos que impulsan el proyecto." <sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Garza, Mariano. "Internet 2" en Red, Enero 1999, p. 50.

La idea principal de este proyecto es crear una red conectada a Estados Unidos que permita desarrollar aplicaciones con gran ancho de banda, para lo cual, se requiere de infraestructura de hardware y software para poder soportar aplicaciones tales como bibliotecas digitales, *Learningware*, Telemedicina y laboratorios virtuales, además de garantizar altos niveles de calidad en la transmisión de los diferentes servicios.

En el caso de las bibliotecas digitales, por ejemplo, se requerirá de servidores de altas capacidades para la transmisión de servicios multimedia.

*Learningware* permite recibir instrucción distribuida a través de la red, en donde conectándose a un punto de ésta, se pueden tomar clases grabadas en video.

Así pues, investigadores y doctores podrán aprovechar esta aplicación para asesorar remotamente a sus colegas.

Internet ya no permite a investigadores y académicos intercambiar información de manera efectiva, debido a su comercialización. Por esa razón es que se están probando nuevas aplicaciones y servicios, con mayor ancho de banda y en tiempo real, que les permitan, nuevamente, desempeñar sus funciones con un alto nivel de calidad.

Gracias a las aplicaciones ya disponibles y a las que están por incorporarse, la red de telecomunicaciones de la UNAM es una posibilidad real de abastecimiento de información importante en el desarrollo personal y por lo tanto, social.

### **Intranets**

Una intranet es una red de computadoras, software, documentos y bases de datos que generalmente funcionan justo como internet, excepto que su uso es exclusivo a empleados y usuarios selectos.

La popularidad de las intranets proviene de la combinación: demanda de los negocios en la actualidad, y de la habilidad que tienen para ayudar a las organizaciones a encontrar esas exigencias. Algunas de las formas en las cuales las intranets pueden ayudar a las organizaciones son:

- a) Suministro de información reciente.
- b) Mejoramiento de la comunicación de una empresa.
- c) Permiten el intercambio de experiencias y conocimiento.
- d) Están basadas en estándares de conexión.
- e) Es económica su instalación y conocimiento.

Para el montaje de una intranet se requiere:

- a) Determinar y desarrollar la infraestructura necesaria para la cual se tiene que ver si se posee de una red basada en TCP/IP, también se debe revisar si la estructura de la red que tiene la empresa soporta el tráfico que se estime en la intranet, observar si el ancho de banda que se tiene es suficiente, ya que en una intranet se maneja muchos gráficos, audio y video.
- b) Decidir que el tipo de conexión remota se va a establecer, dependiendo de las necesidades de la organización.
- c) Determinar las necesidades de seguridad de la organización e implementarlas. Este punto es muy importante para las organizaciones que implementan una intranet ya que con un sistema de seguridad se puede limitar el acceso de la empresa solamente al personal autorizado.
- d) Selección de un proveedor de servicios de Internet, el cual pueda brindar una buena calidad en el servicio, soporte, precio y algunas ventajas adicionales como opciones de seguridad y de organización.
- e) Elegir el hardware y software que se requiere para el funcionamiento de la intranet, tales como servidores, buscadores, herramientas de conversión de documentos, bases de datos de documentos y herramientas de autorización de registros.
- f) Realizar un plan de mantenimiento para la intranet.

"Según un estudio realizado por la Internacional Data Corporation (IDC), el 59 por ciento de compañías estadounidenses y el 38 por ciento de europeas establecieron redes intranet en 1997. En 1998 estas cifras alcanzaron aproximadamente el 77 y el 75 por ciento respectivamente. Para el año 2001, señala IDC, existirán 133 millones de usuarios con sistemas intranet a nivel mundial."<sup>12</sup>

### Extranets

La Extranet "*Extended Intranets*", son estructuras de comunicación resultantes de la ampliación de la Intranet (redes de comunicación e información estratégica de una empresa para poner en contacto a sus empleados mediante las nuevas tecnologías de la información), que emplea la tecnología desarrollada para internet para conectar una

---

<sup>12</sup> Jiménez, Fernando. "Intranets" en Red, Septiembre 1999. p. 37.

compañía con sus socios, clientes, proveedores, estableciendo diferentes niveles de acceso mediante el uso de *passwords* o números de identificación de usuarios y diferentes niveles de acceso a la información, como pueden ser

bases de datos de la compañía o por códigos vía internet de productos, servicios y fomentar el comercio electrónico, etc. La creación de estas redes, "Extranets", de información corporativas proporcionan la facilidad de uso, además de una cobertura mundial sin precedentes, fáciles de gestionar, y constituyen una plataforma cliente, universal y sencilla.

Algunas de las aplicaciones de las "Extranets" son las siguientes:

- Establecimiento de grupos privados que cooperan con la empresa y que comparten el mismo tipo de Información e ideas.
- Sirven para gestionar programas de formación u otros contenidos educativos que las empresas pueden desarrollar y compartir, o como entorno de colaboración donde algunas empresas cooperan con el desarrollo de una aplicación nueva, la cual podrá estar completamente a la disposición de los usuarios de una extranet.
- Estas redes proporcionan a compañías una buena comunicación y comercio electrónico real, alta seguridad y la habilidad para extenderse a sus empleados más remotos.
- Gracias a ella podemos unir dos Intranets en cualquier parte del mundo, garantizando la seguridad y privacidad que pueden ofrecer las Intranets. Tradicionalmente, las redes privadas se implementaban punto a punto entre empresas o sedes de la misma corporación, el problema aparecía cuando esta red fallaba en alguno de sus puntos, por lo cual no había posibilidad de tener conexiones alternativas para el fallo de la red privada. La Extranet palió estos efectos no deseados puesto que utiliza la red Internet como medio de comunicación, que ofrece conexiones alternativas y resuelve los fallos que puedan producirse por el fallo de la red en alguna de sus partes.

### **CTI: Telefonía por computadora**

*Computer Telephony Integration (CTI)* es la tecnología que integra los dos principales sistemas de información de una empresa: las redes de computadoras y los sistemas telefónicos.

Esta integración permite a los dos sistemas anteriores trabajar de forma conjunta, consiguiendo una enorme eficiencia, ya que hace que el sistema telefónico acceda a la información almacenada en la red de computadoras y a

la vez utilice las facilidades de la red telefónica.

La tecnología CTI mejora el servicio de atención al cliente ofreciendo información rápida y precisa de la persona que llama o viceversa, asimismo envía faxes automáticamente, crea mensajes de correo electrónico o cualquier otra forma de notificación, lo cual permite una concentración total del agente en el cliente.

El concepto CTI trajo consigo aplicaciones que consolidan al correo electrónico, al correo de voz y a los faxes en una LAN y WAN. Este sistema permite de manera sofisticada la manipulación de las transmisiones de mensajes de voz sobre redes de área local.

Actualmente las soluciones CTI abarcan un extenso campo de aplicaciones entre las que destacan:

- Mensajería vocal.
- Sistema de respuesta interactiva.
- Automatización de centros de llamadas.
- Teléfonos basados en PC.
- Fax.
- Internet/Intranet/Extranet.

### Voz sobre IP

La voz sobre IP se define como una aplicación de telefonía que puede ser habilitada a través de una red de datos de conmutación de paquetes vía el protocolo IP (*Internet Protocol*; Protocolo de internet).

La ventaja de esta red es la transmisión tanto de voz como de datos, ya que se mejora la eficiencia del ancho de banda para la transmisión de voz en tiempo real en un rango 10 veces mayor.

Existen tres elementos en la tecnología de la telefonía IP:

- 1.- Cliente.
- 2.- Servidores.
- 3.- Gateways (puertas de acceso).

El primer elemento de la telefonía IP es el cliente, quien establece y termina las llamadas de voz; codifica, empaqueta y transmite la información de salida generada por el micrófono del usuario.



El segundo elemento de la telefonía IP se basa en servidores, los cuales manejan un amplio rango de operaciones complejas de bases de datos, tanto en tiempo real como fuera de él.

El tercer elemento lo conforman los gateways de telefonía IP, los cuales proporcionan un puente entre los modos de telefonía tradicional y la telefonía sobre internet.

La gran ventaja de la comunicación de voz sobre IP es que se puede aprovechar la misma infraestructura de datos ya existente para el equivalente a una llamada telefónica. Esto sirve para ahorrarse costos de larga distancias.

Los impulsores de esta tecnología consideran que el beneficio natural del integrar voz y datos sobre IP es en realidad el tomar ventajas de las redes de datos existentes y utilizar el ancho de banda disponible para obtener ahorros significativos y aplicaciones importantes.

### **Redes Privadas Virtuales**

Una red privada virtual es una red donde todos los usuarios parecen estar en el mismo segmento de LAN, pero en realidad están en varias redes (generalmente públicas) de distancia. Para lograr esta funcionalidad, la tecnología de redes seguras, privadas y virtuales debe completar tres tareas. Primero se debe poder pasar paquetes de información por medio del protocolo de comunicaciones (IP) através de un túnel en la red pública, de manera que dos segmentos de LAN remotos no parezcan estar separados por una red pública. Segundo, la solución debe agregar encriptación, tal que el tráfico que cruce por la red pública no puede ser espiado, interceptado, leído o modificado. Finalmente, la solución tiene que ser capaz de aumentar positivamente cualquier extremo del alcance de comunicación, con el fin de que un adversario no pueda acceder a los recursos del sistema.

El servicio de una red privada virtual es de gran utilidad para las empresas con una o más localidades que requieren cubrir sus necesidades de comunicación dentro y fuera de ellas.

La empresa que implementa una red privada goza de disponibilidad permanente en las líneas de su red, sin pago de renta fija. Además, el cobro que realiza el suministrador se calcula de acuerdo con el tipo de enlace en donde se genera y se incluye la llamada, por distancia y tiempo de uso: es decir, se paga únicamente por lo que se utilizó.

Las redes privadas virtuales también permiten llevar a cabo cualquier modificación en su diseño, como dar de baja o de alta localidades y manejar demandas cambiantes, en cuestión de minutos, sin la necesidad de ampliar o reducir su capacidad. Además, son plenamente compatibles con los esquemas de redes privadas ya implementadas.

### Videoconferencia

De forma intuitiva, se podría decir que una videoconferencia es como una conferencia telefónica que integra además de la voz, imágenes en movimiento; es decir, que los participantes pueden ver y oír a quienes están en el otro extremo de la línea.

Para lograr este tipo de comunicación es preciso utilizar equipos de videoconferencia que poseen procesadores (codecs) capaces de codificar y comprimir señales de audio y video para que posteriormente sean enviadas a través de líneas telefónicas digitales (Red Digital de Servicios Integrados - RDSI).

La velocidad básica del canal de la RDSI, es decir, la cantidad de información que se envía por segundo, es de 64 Kbps. Para la videoconferencia se ha establecido como velocidad de transmisión de datos 128 Kbps, lo que equivale a dos llamadas telefónicas de RDSI.

Esta velocidad de transmisión es muy inferior a la que sería necesaria para obtener una calidad de imagen y sonido similar a la de la televisión. Este es el mayor inconveniente de la videoconferencia frente a la televisión. Sin embargo, presenta sobre ésta dos grandes ventajas: se trata de un sistema interactivo y su costo es inferior (los equipos necesarios son económicos y el costo de la videoconferencia es tan sólo el de dos llamadas telefónicas). Esta restricción de funcionamiento que limita la cantidad de información que se envía por segundo, hace necesario acudir a sofisticadas técnicas de tratamiento y compresión de la información que permitan seleccionar y tratar lo que se envía en cada instante, aprovechando al máximo el canal de 128 Kbps, de forma que la señal de imagen y sonido, una vez descomprimida y vuelta a componer en el extremo receptor, tenga la mejor calidad posible.

### Las redes de TV por cable: voz, datos y video

Con el objetivo de posibilitar un acceso de datos y voz, a través de la infraestructura de las CATV (redes de televisión por cable) han surgido desarrollos tecnológicos traducidos en dispositivos que se colocan en la propia red de TV y en los inmuebles donde residen o trabajan los usuarios, a fin de aprovechar una red que en su origen surgió sólo para funciones de *broadcast* y proveer video unidireccionalmente.

Una red de televisión por cable (CATV) tiene una arquitectura típicamente conformada por fibra óptica en algunos nodos y subnodos, los cuales están basados en cable coaxial.

A raíz del desarrollo tecnológico entorno a las CATV y el objetivo de universalizar los servicios de voz, datos y video, se han diseñado sistemas bidireccionales, asimétricos o de remoto telefónico para ofrecer más de un servicio a un<sub>38</sub>

bajo costo, con calidad y rapidez, siempre y cuando la red de su proveedor de TV por cable esté provista de un equipo adecuado.

El proveer servicios de voz y datos a través de las CATV otorga ventajas como el ofrecimiento de mejores velocidades gracias a la tecnología. Se potencializa el uso de una infraestructura existente, se tiene acceso a la última milla, ofrece múltiples aplicaciones que responden a las necesidades de los distintos sectores, y se cuenta con un servicio que está siempre en línea.

### Comunicación Satelital

La principal ventaja de utilizar satélites para telecomunicaciones radica en eludir las barreras naturales, permitir planear su uso para requerimientos reales, acortar los tiempos de instalación y completar las redes terrestres para transmisiones internacionales posibilitando la cobertura global. Para ello se establecen transmisiones con equipos móviles desde puntos geográficos, en donde no existe infraestructura para telecomunicaciones por redes terrestres.

Debido a la dispersión de las comunidades, a las dificultades económicas, el lento desarrollo de las redes terrestres, entre otros factores, los satélites resultan ser una buena alternativa para combatir al aislamiento de muchas localidades, a fin de dotarlas de servicios de telefonía rural, datos, videos, educación a distancia, telemedicina, sólo por mencionar algunos, a un menor costo y tiempo.

Se observa un crecimiento de aplicaciones satelitales tendientes a satisfacer las necesidades de los corporativos, de tal manera que se les ofrecerán múltiples canales para voz, datos, fax, y videoconferencias, así como su transporte multiplexado sobre punto y punto-multipunto sobre un mismo canal.

Otra tecnología que se dislumbra como una atractiva oportunidad de negocio para la industria satelital en los próximos años es el internet satelital, que brindará transmisiones de paquetes, acceso a la super carretera de Información y servicios multimedia a altas velocidades.

Por otro lado, los expertos advierten que las aplicaciones satelitales más solicitadas serán las siguientes:

- Internet,
- TV vía satélite,
- Telefonía satelital,
- Redes internacionales,
- Conectividad satelital.

# **CAPITULO II**

## **CABLEADO ESTRUCTURADO**

## CAPITULO I I

### CABLEADO ESTRUCTURADO

Un ambiente moderno de negocios debe estar dotado de una infraestructura flexible en la que todo el movimiento de información de la organización sea transportado a través de una plataforma universal. Un sistema bien diseñado no sólo debe soportar aplicaciones presentes y futuras, sino que además, debe facilitar los movimientos, cambios y adiciones tanto del personal como de los equipos. También hay que tener en cuenta que hoy en día no pueden tenerse sistemas de cableado separados para telefonía y datos.

" En el mundo actual de las telecomunicaciones, se hace evidente la necesidad de transmitir más información a mayores distancias; para ello, es fundamental que los equipos que procesan y transmiten esta información sean accesibles por el usuario en todo momento; el cableado estructurado es pieza clave en facilitar este proceso ".<sup>13</sup>

Las crecientes necesidades de las empresas y los cortos ciclos de vida de las aplicaciones han llevado a los proveedores de tecnología y servicio a establecer sistemas de cableado que soportan diferentes servicios y protocolos a través de un mismo medio. Por eso se utiliza un sistema de cableado capaz de integrar tanto los servicios de voz, datos y video, como los sistemas de control y automatización de un edificio bajo una plataforma estandarizada y abierta.

El cableado estructurado es un plan completo de cableado para los edificios, que se basan en las normas y estándares internacionales. Consiste en equipos, accesorios de cables y de conexión, así como de métodos de instalación y administración que se necesitan para que una empresa funcione con seguridad y por largo tiempo.

El sistema de cableado estructurado está diseñado para proporcionar una conexión física entre todas las zonas de trabajo de un edificio; se instala sin tener en consideración el tipo de equipo de comunicación al que se va a conectar y se adapta a todos los requisitos actuales de comunicación de un edificio; pero lo más importante es que se construye con la capacidad de adaptarse a nuevas necesidades a medida que éstas surjan.

---

<sup>13</sup> Cerezo, Claudio. " Sistemas de Cableado" en Red, Diciembre 1999. p.14.

### 2.1 Historia del cableado estructurado

"El desmembramiento del Sistema Bell en 1984, y la posterior liberación de los sistemas de telecomunicaciones en países como Canadá, el Reino Unido, Australia, y algunos países de Europa y Asia, hizo que quienes usaban los medios de comunicaciones con fines comerciales tuvieran una cantidad de nuevas opciones para instalar y administrar sus servicios de voz y de datos".<sup>14</sup> Este cambio, que puso la responsabilidad del uso de la infraestructura de cable de teléfono de par trenzado y sin revestimiento (UTP) en manos de los usuarios, cuya experiencia previa se limitaba al uso de cable coaxial o con revestimiento, puso en conflicto a los mundos de voz y de datos, los cuales, anteriormente estaban separados. Como resultado, este cableado apretado, que en un tiempo estaba bajo el dominio de los proveedores de servicio de teléfono, se convirtió en un recurso potencial para las instalaciones que no usan voz.

La libertad de elección causó más confusión de la anticipada. El usuario tenía que optar por un material de telecomunicaciones, por ejemplo: par trenzado sin revestimiento, par trenzado con revestimiento, coaxial, RS-232, 449, DB9, DB15, etc. y varios conectores de fibra. Simplemente había demasiadas opciones, debido a esto, surgieron dudas de la capacidad de desempeño de los diversos materiales de comunicación. La gente necesitaba saber los límites de las longitudes, las topologías más apropiadas, y si se cumplirían los requisitos de los sistemas una vez que se cambiaran los componentes individuales. A medida que los usuarios y los grupos de usuarios se esforzaban en responder las preguntas que se hacían, se hizo evidente que había que desarrollar un método estándar para la instalación del cableado de comunicaciones, método que se designó como cableado estructurado. Para esto la Asociación de la Industria de Comunicaciones Computacionales (CCIA) solicitó que la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) desarrollara este método necesario.

En julio de 1991 se publicó la primera versión del estándar como EIA/TIA 568 (Cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales). En agosto del mismo año se publicó un Boletín de Sistemas Técnicos TSB-36 con especificaciones para grados mayores (Cat 4, Cat 5) de UTP; posteriormente, en agosto de 1992 el TSB-36 fue corregido por el TSB-40 que trataba, más detalladamente, sobre los cables de conexión provisional UTP y esclarecía los requerimientos de prueba de los conductores hembra modulares UTP, finalmente el modelo 568 fue corregido por el EIA/TIA 568-A.

En los servicios de telecomunicaciones, los sistemas de cableado estructurado, han experimentado una constante evolución a través de los años. Los sistemas de cableado para teléfonos fueron especificados e instalados por las compañías de teléfonos, mientras que el cableado para datos estaba determinado por los proveedores del equipo

---

<sup>14</sup> Schwartz M., *Cableado de Redes*. p. 34.

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.

Dos asociaciones empresarias, la *Electronics Industries Association* (EIA) y la *Telecommunications Industries Association* (TIA), que agrupan a las industrias de electrónica y de telecomunicaciones de los Estados Unidos, han dado a conocer, en forma conjunta, la norma EIA/TIA 568 (1991), donde se establecen las pautas a seguir para la ejecución del cableado estructurado.

La norma garantiza que los sistemas que se ejecuten de acuerdo a ella soportarán todas las aplicaciones de telecomunicaciones presentes y futuras por un lapso de al menos diez años.

Esto es, que los fabricantes del país más desarrollado del mundo en lo referente a telecomunicaciones y donde se desarrollan los sistemas que se usaran en el futuro, son quienes aseguran que al menos durante los próximos diez años desde que se emitió la norma (hasta el 2001), todos los nuevos productos podrán soportarse en los sistemas de cableado que se diseñen hoy de acuerdo a la referida norma.

Posteriormente, la ISO (*International Organization for Standards*) y el IEC (*International Electrotechnical Commission*) la adoptan bajo el nombre de ISO/IEC DIS 11801 (1994) haciéndola extensiva a Europa que ya había adoptado una versión modificada, la CENELEC y el resto del mundo.

### **2.1.1 Definición de cableado estructurado**

Un Sistema de Cableado Estructurado (SCE) es cualquier sistema de cableado que permita identificar, reubicar y cambiar en todo momento, fácilmente y de forma racional los diversos equipos que se conectan, basándose en una normativa completa de identificación de cables y de componentes, así como el empleo de cables y conectores de las mismas características para todos los equipos.

Así pues, 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, conmutadores, redes de área local 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.

El sistema de cableado estructurado debe ser capaz de transmitir información de múltiples protocolos y tecnologías e incorporar nuevos o futuros servicios a la red existente, sin perder la eficiencia ni el nivel de los servicios disponibles. Además, debe facilitar el manejo y administración de los servicios conectados.

La gran ventaja de los sistemas de cableado estructurado es que cuentan con la capacidad de aceptar nuevas tecnologías sólo con cambiar los adaptadores electrónicos en cada uno de los extremos del sistema; el cable, rosetas, *patch panels*, *blocks*, entre otros; permanecen en el mismo lugar.

### 2.1.2 Diferencias entre el cableado estructurado y no estructurado

En seguida se detallan las diferencias que existen entre el cableado estructurado y no estructurado.

El Cableado estructurado es:

- Flexible  
Permite realizar crecimientos bien planeados.
- Abierto  
Independiente del proveedor.  
Independiente de la aplicación.
- Confiable  
Garantía del proveedor.

Mientras que el cableado no estructurado considera:

- Cableado propio del proveedor.  
Cada proveedor establece sus condiciones.
- Baja flexibilidad.  
No permite realizar un crecimiento bien planeado.
- Dificultad de movimiento, adición y cambios.  
No permite la instalación o cambio de lugar de algún equipo fácilmente.



Se deben considerar los siguientes puntos para implementar y manejar un sistema de cableado estructurado:

1. Requerimiento de funcionamiento y ancho de banda.
2. Aplicaciones utilizadas en red.
3. Costo durante la vida útil.
4. Características del producto.
5. Apoyo técnico y servicio.

Los diferentes sistemas de cableado estructurado ofrecen distintas características de funcionamiento. A la variedad de velocidad de transmisión de la información en un sistema de cableado, se le conoce como ancho de banda utilizable. Por tal motivo, la capacidad del ancho de banda está dictada por las características de comportamiento eléctrico que los componentes del sistema de cableado tengan. Esto viene a ser especialmente importante cuando se están planeando futuras aplicaciones que imponen mayores demandas sobre el sistema del cableado.

## 2. 2 ESTANDARES EN LOS SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Los sistemas de cableado estructurado deben emplear una Arquitectura de Sistemas Abiertos (OSA por sus siglas en inglés) y soportar aplicaciones basadas en estándares como el EIA/TIA-568-A, EIA/TIA-569, EIA/TIA-570, EIA/TIA-606, EIA/TIA-607 (de la *Electronic Industries Association / Telecommunications Industry Association*). Este diseño provee un sólo punto para efectuar movimientos y adiciones de tal forma que la administración y el mantenimiento se convierten en una labor simplificada.

Una entidad que compila y amoniza diversos estándares de telecomunicaciones es la *Building Industry Consulting Service International (BICSI)*. El *Telecommunications Distribution Methods Manual (TDMM)* de BICSI establece guías pomenorizadas que deben ser tomadas en cuenta para el diseño adecuado de un sistema de cableado estructurado. El *Cabling Installation Manual* establece las guías técnicas, de acuerdo a estándares, para la instalación física de un sistema de cableado estructurado.

El Instituto Americano Nacional de Estándares, la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones y la Asociación de Industrias Electrónicas (ANSI/TIA/EIA) publican conjuntamente estándares para la manufactura, instalación y rendimiento de equipo y sistemas de telecomunicaciones y electrónico. Cinco de éstos estándares de ANSI/TIA/EIA definen el cableado de telecomunicaciones en edificios. Cada estándar cubre una parte específica del cableado del edificio. Los estándares establecen el cable, hardware, equipo, diseño y prácticas de instalación requeridas. Cada estándar ANSI/TIA/EIA menciona estándares relacionados y otros materiales de referencia.

La mayoría de los estándares incluyen secciones que definen términos importantes, acrónimos y símbolos.

Los cinco estándares principales de ANSI/TIA/EIA que gobiernan el cableado de telecomunicaciones en edificios son:

ANSI/TIA/EIA-568-A, Estándar de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

ANSI/TIA/EIA-569, Estándar para Ductos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

ANSI/TIA/EIA-570, Estándar de Alambrado de Telecomunicaciones Residencial y Comercial pequeño.

ANSI/TIA/EIA-606, Estándar de Administración para la infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

ANSI/TIA/EIA-607, Requerimientos de Puesta a Tierra para Telecomunicaciones.

### **2.2.1 TIA/EIA 568-A Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales**

El estándar TIA/EIA 568-A define un sistema genérico de alambrado de telecomunicaciones para edificios comerciales que puedan soportar un ambiente de productos y múltiples proveedores. El propósito de este estándar es permitir el diseño e instalación del cableado de telecomunicaciones contando con poca información acerca de los productos de telecomunicaciones que posteriormente se instalarán. La instalación de los sistemas de cableado durante el proceso de instalación y/o remodelación son significativamente más baratos e implican menos interrupciones que después de ser ocupado el edificio.

\* Ambos, el TIA (*Telecommunications Industry Association*) y el EIA (*Electronic Industries Association*) son miembros del ANSI (*American National Standards Institute*) el cual, es coordinado por grupos de estándares voluntarios en Estados Unidos <sup>15</sup>.

El cableado de telecomunicaciones especificado en esta norma tiene por finalidad apoyar una gama muy amplia de diferentes edificios comerciales y de aplicaciones (por ejemplo, voz, datos y video).

El sistema de cableado estructurado descrito en el estándar TIA/EIA 568-A está basado en una topología de tipo estrella, la cual consiste en una conexión de ligas de punto a punto originadas en un *hub*.

El estándar TIA/EIA 568-A lista los siguientes seis elementos de un sistema de cableado estructurado:

- I Subsistema Entrada del edificio.
- II Subsistema Cuarto de equipo.
- III Subsistema Cableado horizontal.
- IV Subsistema Cuarto de telecomunicaciones.
- V Subsistema Cableado vertical (*Backbone*).
- VI Subsistema del Area de trabajo.

---

<sup>15</sup> Spurgeon, Charles E. Ethernet: the definitive guide. p.207.

En la siguiente figura se muestran los subsistemas de un cableado estructurado:

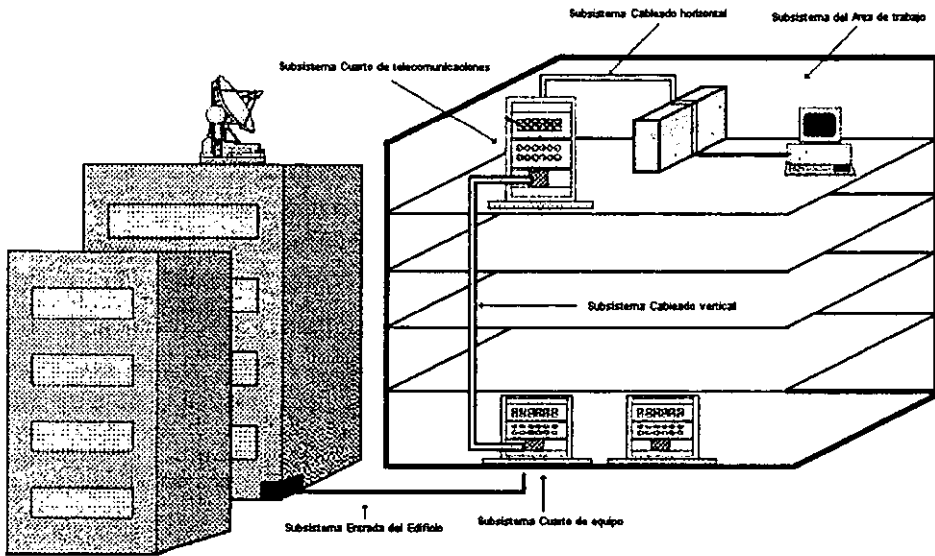


Figura 2.1 Esquema de los subsistemas de un cableado estructurado.

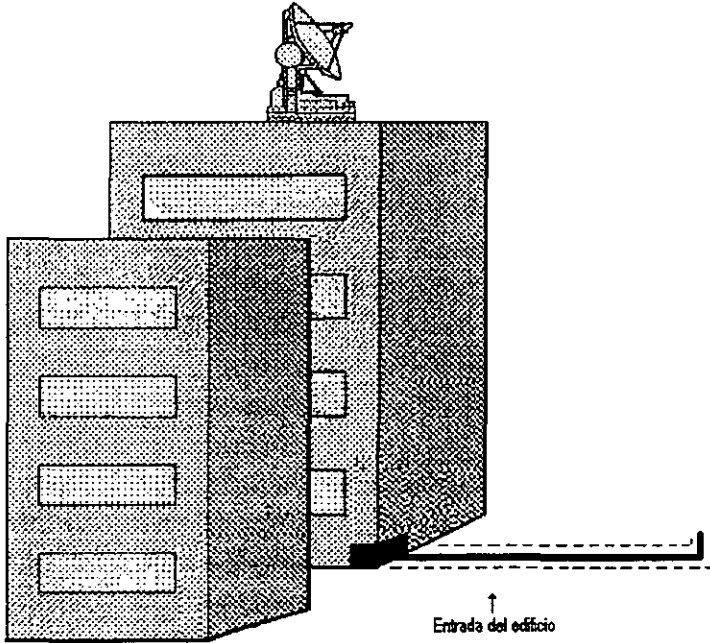
**Subsistema Entrada del edificio**

Figura 2.2 Esquema del subsistema Entrada del Edificio.

La entrada de servicios provee el punto en el cual el cableado externo se une con el cableado vertical (backbone) interno del edificio. Los requerimientos físicos de dicha interface están definidos en la norma EIA/TIA 569 (Rutas y espacios de telecomunicaciones).

Este subsistema consiste en una entrada de servicios de telecomunicaciones al edificio, la cual incluye el punto de entrada a través de la pared del edificio y continuando al cuarto o área de entrada. La entrada al edificio debe contener la ruta del backbone que interconecta con los otros edificios del campus; en caso de una comunicación a través de una antena, ésta también pertenece a la entrada del edificio.

## Subsistema Cuarto de equipo

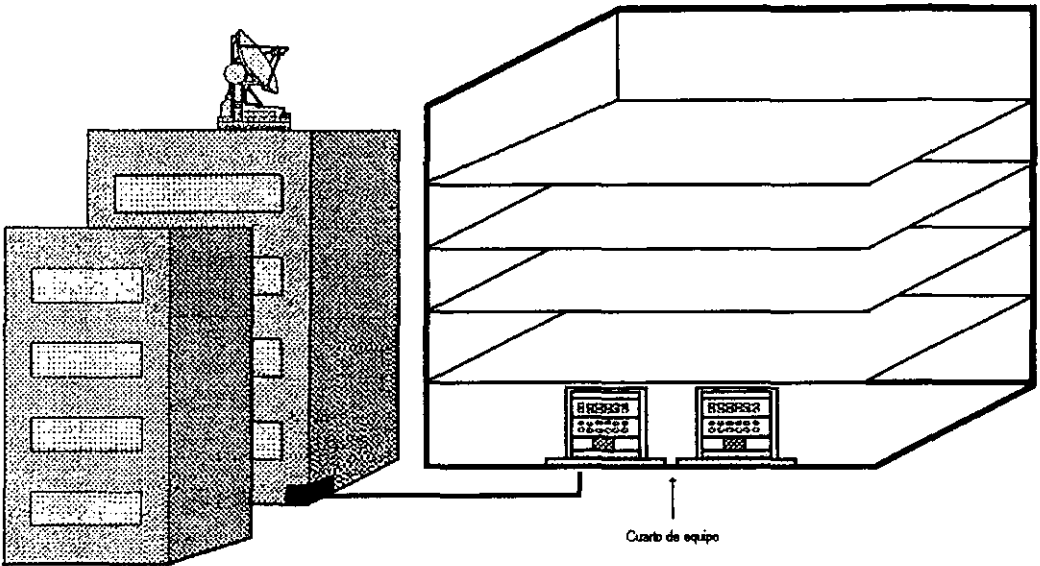


Figura 2.3 Esquema del subsistema Cuarto de Equipo.

El cuarto de equipo es un espacio centralizado para los equipos de telecomunicaciones (Ej. PBX, equipos de cómputo, *switch*, etc.), que sirven a los ocupantes del edificio. Este cuarto, únicamente debe guardar equipos directamente relacionados con el sistema de telecomunicaciones y sus sistemas de soporte. 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. De ahí que todo edificio debe contener un cuarto de telecomunicaciones o un cuarto de equipo.

## Subsistema Cableado horizontal

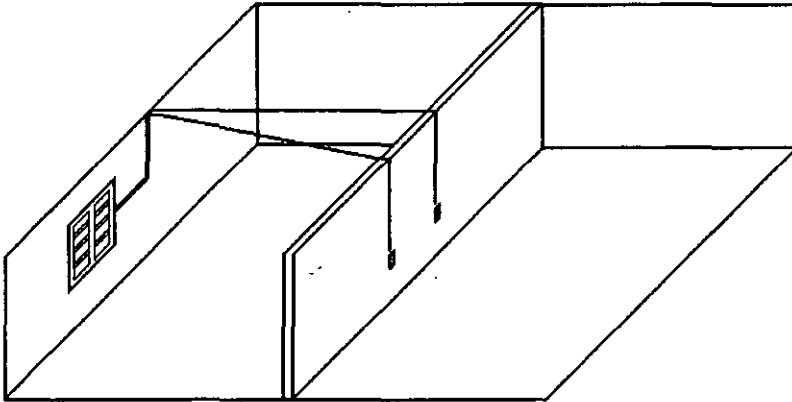


Figura 2.4 Esquema del subsistema Cableado Horizontal.

El cableado horizontal es la porción del sistema de cableado que se extiende desde el closet de telecomunicaciones (rack) hasta el usuario final en su estación de trabajo y consta de:

### i. Cable horizontal y el hardware de conexión

El cual proporcionan los medios para transportar señales de telecomunicaciones entre el área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estos componentes son:

- Las salidas (cajas/placas/conectores) 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.
- Páneles y cables utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones.

### Consideraciones para el cableado horizontal

#### 1. Distancias horizontales

La distancia horizontal máxima es de 90 m. independiente del cable utilizado. Esta es la distancia desde el área de trabajo de telecomunicaciones hasta el cuarto de telecomunicaciones. Al establecer la distancia máxima se hace la previsión de 10 m. adicionales para la distancia combinada de cables de empate (3 m.) y cables utilizados en la conexión de equipo en el área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.

#### 2. Tipos de cables

Existen tres tipos de cables que pueden ser utilizados en los sistemas de cableado horizontal:

- Cable UTP (*Unshielded Twisted Pair*).
- Cable STP (*Shielded Twisted Pair*).
- Fibra Optica.

El cable más utilizado es el par trenzado sin blindaje UTP de cuatro pares categoría 5. El cable coaxial de 50 ohms se acepta pero no se recomienda en instalaciones nuevas.

#### 3. Salidas de área de trabajo

Los ductos a las salidas del área de trabajo (*work area outlet*, WAO) deben proveer la capacidad de manejar tres cables. Las salidas de 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 ó T568B; la diferencia es que el cableado T568A tiene el par naranja terminado en los *pins* 3 y 6, el par verde terminado en los pares 1 y 2. El cableado T568B sólo invierte la terminación del par naranja; como se muestra en la figura 2.5.



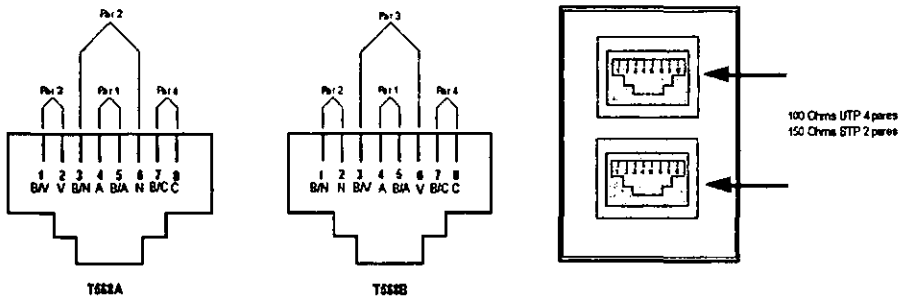


Figura 2.5 Código de colores del cableado T568A y T568B.

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.

#### Adaptaciones comunes en el área de trabajo.

- Un cable especial para adaptar el conector del equipo (computadora, terminal, teléfono) al conector de la salida de telecomunicaciones.
- Un adaptador en "Y" para proporcionar dos servicios en un solo cable multipar (ej. teléfono con dos extensiones).
- Un adaptador pasivo utilizado para convertir el 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.

#### 3.1 Manejo del cable

El destrenzado de pares individuales en los conectores y paneles de empate debe ser menor a 1.25 cm. para cables UTP categoría 5.

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.

### 3.2 Evitar la 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, o al menos considerar las distancias sugeridas.

- Motores eléctricos grandes o transformadores (mínimo 1.2 m.).
- 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 cm.).
- 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).
- Otras fuentes de interferencia electromagnética y de radio frecuencia.

### Subsistema Cuarto de telecomunicaciones

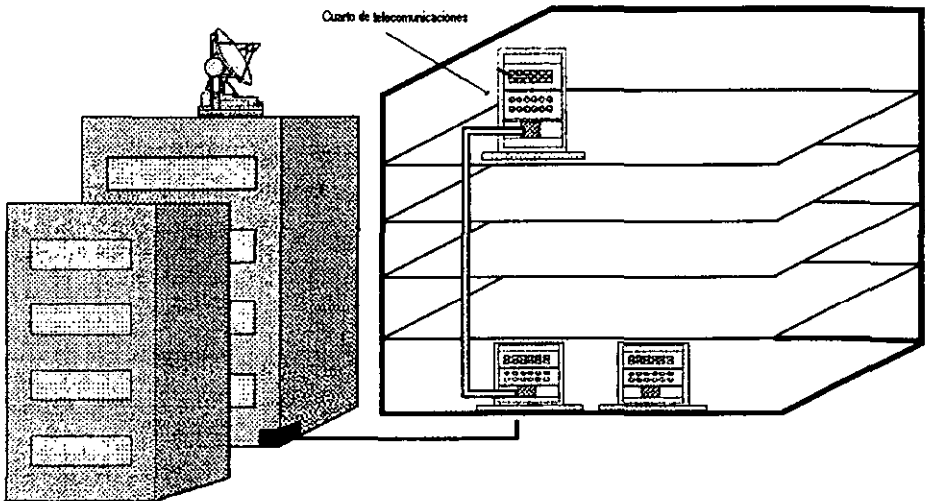


Figura 2.6 Esquema del subsistema Cuarto de Telecomunicaciones.

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 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 (CATV), alarmas, seguridad, audio y otros sistemas de telecomunicaciones. Todo edificio debe contar con al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo. No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que puedan existir en un edificio. Los armarios de telecomunicaciones deben ser proyectados de acuerdo a los requerimientos del estándar ANSI/TIA 569.

### **Consideraciones de diseño:**

El diseño de un cuarto de telecomunicaciones depende de:

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

## Subsistema Cableado vertical (Backbone)

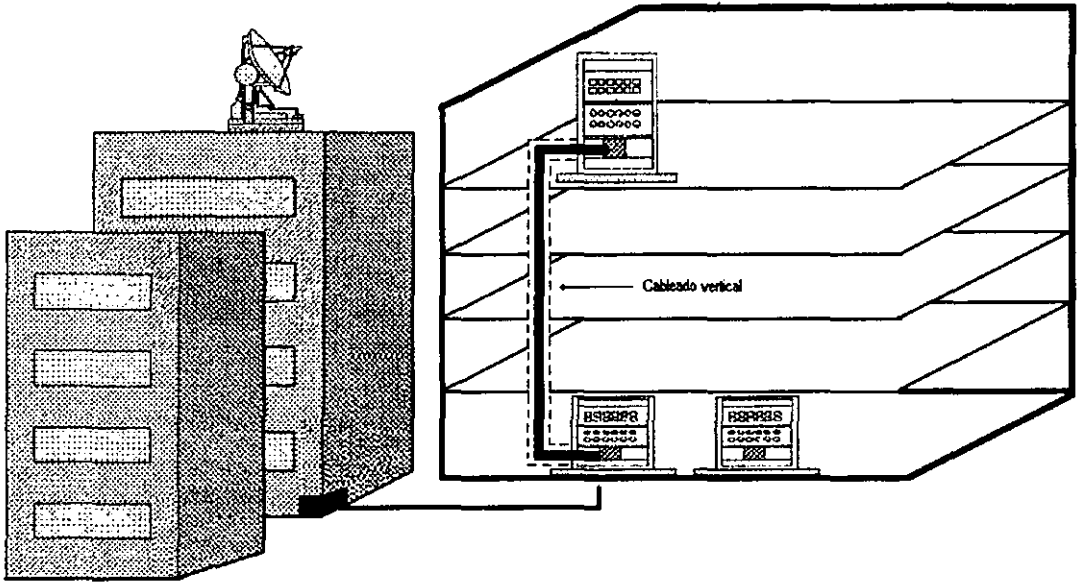


Figura 2.7 Esquema del subsistema Cableado Vertical.

El *backbone* provee interconexión entre el cuarto de telecomunicaciones, cuarto de equipos y la entrada al edificio. Este consiste del cable *backbone*, del *cross-connect* intermedio y principal, de las terminaciones mecánicas y de los *patch cords*.

El cuarto de equipos y los puntos demarcados pueden estar localizados en diferentes edificios; el *backbone* incluye los medio de transmisión entre diferentes edificios.

El cableado vertical debe soportar todos los dispositivos que están dentro del *rack* y a menudo todas las impresoras, terminales y servidores de archivos de un piso en un edificio. Si más clientes o servidores son agregados a un piso, ellos compiten por el ancho de banda disponible en el cableado vertical. Sin embargo existe una ventaja, y esta es la poca cantidad de canales verticales en un edificio y por ello se pueden usar equipos más costosos para proveer un mayor ancho de banda. Este es el área donde la fibra óptica se ha convertido en el medio más apropiado. El cableado vertical se presenta en diferentes topologías, la más usada es la topología en estrella.

**Consideraciones al instalar el backbone:**

**I. Cables reconocidos y distancias máximas**

Cable	Distancia (m)	Aplicación
Cable UTP 100 $\Omega$	800	Voz y datos
Cable STP 150 $\Omega$	90	Datos
Cable multimodo de fibra óptica de 62.5/125 $\mu\text{m}$ .	3000	Datos
Cable monomodo de fibra óptica de 9/125 $\mu\text{m}$ .	2000	Datos

\*Nota: Las distancias del backbone, son dependientes de la aplicación. Las distancias máximas especificadas arriba son basadas en transmisión de voz para UTP y en transmisión de datos para STP y fibra óptica.

**II. Selección del medio de transmisión**

Con cualquiera de los estándares existentes se puede construir un backbone para el cableado vertical; pero deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Flexibilidad con respecto a los servicios soportados .
- Vida útil requerida para el backbone.
- Tamaño del sitio y la población de usuarios.
- No se pueden colocar más de dos niveles jerárquicos de cross-connects.
- La longitud del patch-cord del cross-connect principal e intermedio no puede ser mayor a 20 mts.
- El polo a tierra debe cumplir con los requerimientos definidos en la norma EIA/TIA 607 (Requerimientos de puesta a tierra para telecomunicaciones).

## Subsistema del Area de trabajo

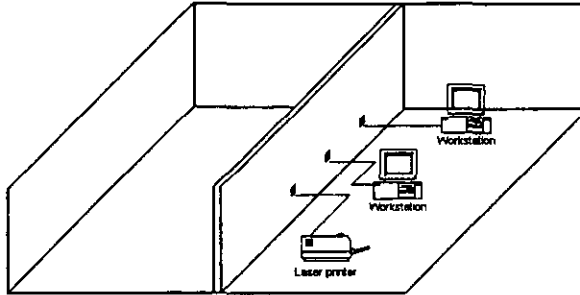


Figura 2.8 Esquema del subsistema Area de Trabajo.

El concepto de área de trabajo está asociado al concepto de punto de conexión. Comprende las inmediaciones físicas de trabajo habitual (mesa, silla, zona de movilidad, etc.) del o de los usuarios. El punto que marca su comienzo en lo que se refiere a cableado es la roseta o punto de conexión.

En el ámbito del área de trabajo se encuentran diversos equipos activos del usuario tales como teléfonos, computadoras, impresoras, telefax, terminales, etc. La naturaleza de los equipos activos condicionan el tipo de los conectores existentes en las rosetas, mientras que el número de los mismos determina si la roseta es simple (1 conector), doble (2 conectores), triple (3 conectores), entre otros.

El cableado entre la roseta y los equipos activos es dependiente de las particularidades de cada equipo activo, por lo que debe ser contemplado en el momento de instalación de éstos.

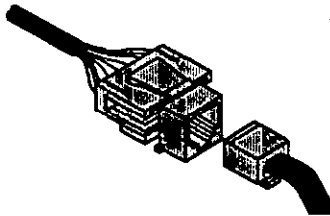


Figura 2.9 Dispositivo de conexión del Area de Trabajo

## 2.2.2 EIA/TIA 569 Rutas y Espacios de Telecomunicaciones

Este estándar reconoce tres conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

- Los edificios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las remodelaciones son más la regla que la excepción. Este estándar reconoce, de manera positiva, que el cambio ocurre.
- Los sistemas de telecomunicaciones y de medios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, los equipos de telecomunicaciones cambian dramáticamente. Este estándar reconoce este hecho siendo tan independiente como sea posible de proveedores de equipo.
- Telecomunicaciones es más que datos y voz. Telecomunicaciones también incorpora otros sistemas tales como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido. De hecho, telecomunicaciones incorpora todos los sistemas de bajo voltaje que transportan información en los edificios.

" El alcance de esta norma se limita al componente de telecomunicaciones relacionado con el diseño y construcción de edificios comerciales, abarcando problemas de telecomunicaciones tanto de un edificio y entre edificios. Estos incluyen las vías o conductos en los cuales se encuentran localizados los medios de telecomunicaciones, así como los cuartos y áreas asociadas con el edificio usado para instalar equipos de telecomunicaciones".<sup>16</sup>

Este estándar reconoce un precepto de fundamental importancia: De manera que un edificio quede exitosamente diseñado, construido y equipado para telecomunicaciones, es imperativo que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar de diseño arquitectónico.

La aplicación de la presente norma en los subsistemas del cableado estructurado se menciona a continuación.

### Subsistema Entrada del edificio

" La instalación de entrada en el edificio consiste en la entrada de servicios de telecomunicaciones al edificio, incluyendo el punto de entrada a través de la pared del edificio, y que continúa hacia el cuarto o espacio de entrada".<sup>17</sup>

La entrada del edificio incluye las rutas para llevar hacia afuera los servicios, interconexión de los backbones, etc. La entrada del edificio consta de una interfaz y algunos cables de salida conectados al cableado del backbone.

<sup>16</sup> EIA/TIA, Norma para vías de telecomunicaciones y espacios en edificios comerciales, Octubre 1990. p.9.

<sup>17</sup> EIA/TIA, Norma para vías de telecomunicaciones y espacios en edificios comerciales, Octubre 1990. p.93.

Los puntos a considerar en la entrada del edificio son los siguientes:

### **Localización del edificio.**

La localización de otros servicios, tales como gas, agua, energía eléctrica y alcantarillado, deben ser considerados en la selección de la instalación de entrada.

La etapa de pre-planificación debe incluir preparación del terreno, limitaciones topográficas, etc.

### **Vías de telecomunicaciones para la entrada del servicios.**

Se debe proveer una vía de transmisión para la entrada de servicios, en donde los métodos para el provisionamiento son a través de vías aéreas o subterráneas.

Para los ductos subterráneos a la entrada del edificio, es necesario utilizar tubo conduit mínimo de 4 pulgadas o ductos de PVC, ductos de plástico, tubo de acero galvanizado, etc. los cuales, no deben tener una curvatura mayor a 90°. La pendiente no deberá ser mayor a 12" por cada 100 ft y se recomienda que el espacio del tubo no debe ser llenado por más del 40% de cables.

### **Subsistema Cuarto de equipos**

Los requerimientos del cuarto de equipos se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A (Cableado de telecomunicaciones) y ANSI/TIA/EIA-569 (Rutas y espacios de telecomunicaciones).

Para que un cuarto de equipo funcione adecuadamente, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones para el diseño:

#### **1. Selección del sitio**

Cuando se seleccione el cuarto de equipo se deben evitar sitios que estén restringidos por componentes del edificio que limiten la expansión tales como: elevadores, escaleras, etc. El cuarto debe tener accesibilidad para la entrada de grandes equipos y el acceso a este cuarto debe ser restringido.



La capacidad de resistencia del piso debe ser tal que soporte la carga distribuida y concentrada de los equipos instalados. La carga distribuida deberá ser mayor que 12.0 KPa y la carga concentrada deberá ser mayor que 4.4 KN sobre el área de mayor tensión.

El cuarto de equipo no debe estar localizado debajo de niveles de agua a menos que las medidas preventivas se hallan tomado en contra de la infiltración de agua. Debe ser colocado un drenaje en el cuarto en caso de que exista el ingreso de agua.

El cuarto de equipos debe tener un acceso directo al aire acondicionado y debe estar localizado lejos de fuentes de interferencias electromagnéticas, a una distancia que reduzca la interferencia a 3.0 V/m a través del espectro de frecuencia. Se debe tener especial atención con transformadores eléctricos, motores, generadores, equipos de rayos X, radios o radares de transmisión. En la medida posible es deseable colocar el cuarto de equipos cerca de la ruta del *backbone* principal.

### 2. Tamaño

El cuarto de equipo debe tener un tamaño suficientemente amplio para satisfacer los requerimientos de los equipos. Para definir el tamaño se debe tener en cuenta tanto los requerimientos actuales, como los proyectos futuros. Cuando las especificaciones de tamaño de los equipos no son conocidas se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

#### a) Guía para voz y datos

El cuarto de equipos debe ser diseñado para un mínimo de 14m<sup>2</sup>. Basándose en el número de estaciones de trabajo, el tamaño del cuarto debe considerar aspectos de la siguiente tabla:

Número de estaciones de trabajo	Area en m <sup>2</sup>
Hasta 100	14
Desde 101 hasta 400	37
Desde 401 hasta 800	74
Desde 801 hasta 1200	111

#### b) Guía para otros equipos

Los equipos de control ambiental, tales como distribuidores de energía, aires acondicionados y UPS (*Uninterruptible Power Supply*) hasta 100 KVA se deben instalar en el cuarto de equipos, mayores a 100 KVA deben estar localizadas en cuartos separados.

### 3. Provisionamiento

La altura mínima de un cuarto de equipos debe ser de 2.44 metros. El cuarto de equipo debe estar protegido de contaminación, la cual, pueda afectar la operación y al material de los equipos instalados.

El cuarto de equipos debe estar conectado a la ruta del *backbone*. En caso de necesitarse detectores de humo, estos deben estar dentro de su caja para evitar que se activen accidentalmente.

### 4. Equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado

Estos equipos deben funcionar las 24 horas del día y los 365 días del año. Si el sistema del edificio no asegura una operación continua, entonces una unidad independiente debe ser instalada para el cuarto de equipos.

La temperatura y la humedad deben ser controladas y permanecer en un rango de 18 °C a 24 °C, con una humedad del 30% al 55%. Equipos de humidificación y deshumidificación pueden ser requeridos dependiendo de las condiciones ambientales del lugar. La temperatura ambiente y la humedad deben ser medidas a una distancia de 1.5 metros sobre el nivel del piso y después de que los equipos estén en operación. Si se utilizan baterías para respaldo, se deben instalar equipos adecuados de ventilación.

### 5. Acabados interiores

- El piso, las paredes y el techo deben ser sellados para reducir el polvo.
- Los acabados deben ser de colores claros para aumentar la iluminación del cuarto.
- El material del piso debe tener propiedades antiestáticas.

### 6. Iluminación

La iluminación debe ser controlada por uno o más *switches*, localizados cerca de la puerta de entrada al cuarto.

### 7. Energía

Se debe instalar un circuito separado para suplir de energía al cuarto de equipo y debe terminar en su propio panel eléctrico. La energía eléctrica que llegue al cuarto no se especifica ya que depende de los equipos instalados.

### 8. Puerta

La puerta debe tener un mínimo de 91 cm. de ancho y 2 m. de altura y contener una cerradura. Si se estima que van a llegar equipos muy grandes, se debe instalar una puerta doble de 1.8 m. de ancho por 2.2 m. de alto.

### 9. Polo a tierra

Se debe instalar un conducto de 1-1/2 desde el cuarto de equipos hasta electrodo a tierra del edificio.

### 10. Extinguidores de fuego

Se deben mantener extinguidores de fuego portátiles y realizarles mantenimiento periódicamente. Estos, deben ser instalados tan cerca y visiblemente a la puerta como sea posible.

## Subsistema Cableado horizontal

### Rutas y espacios horizontales

Las rutas y espacios horizontales son utilizados para distribuir y soportar cable horizontal y conectar hardware entre la salida del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estas rutas y espacios son los "contenedores" del cableado horizontal.

El término horizontal es utilizado debido a que típicamente el sistema de cableado se instala horizontalmente a través del piso o del techo del edificio.

El cableado horizontal consta de cable par trenzado de cobre, aunque sí se requiere un alto rendimiento se puede utilizar fibra óptica.

El cableado horizontal se debe implementar en una topología de estrella. Cada punto terminal de conexión de datos y/o voz debe estar conectado al *patch panel*.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Algunos equipos requieren componentes (tales como adaptadores RS-232) en la salida del área de telecomunicaciones.

- Estos componentes deben instalarse fuera de la salida del área de telecomunicaciones. Esto garantiza la utilización del sistema de cableado estructurado para otros usos.
- Si la línea es de datos, se establece una conexión adicional entre el *patch panel* y el *hub*, para que el equipo quede conectado a la red.

Las rutas del cableado están influenciadas por muchos factores, incluyendo:

- Función del edificio.
- Consideraciones estéticas.
- Interferencias electromagnéticas.

### **Subsistema Cuarto de telecomunicaciones**

Consideraciones de diseño:

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.

#### **1. Altura**

La altura mínima recomendada es de 2.6 m.

#### **2. Ductos**

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 10 cm. (4 pulgadas aproximadamente) de diámetro para la distribución del cable del *backbone*.

### 3. Puertas

La(s) puerta(s) de acceso debe(n) ser de apertura completa, con llave y de al menos 91 cm. de ancho y 2 m. de alto. La puerta debe abrir hacia fuera (o lado a lado). Entre la puerta y el piso debe haber un mínimo de espacio de separación entre ellos, y no se deben tener postes centrales.

### 4. Polvo y electricidad estática

Se debe el 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.

### 5. Control ambiental

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

En cuartos que tienen equipo electrónico la temperatura del cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse las 24 horas al día, y los 365 días al año entre 18 y 24 grados centígrados. La humedad relativa debe mantenerse entre 30% ó 55% y debe de haber un cambio de aire por hora.

### 6. Prevención de inundaciones

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

### 7. Pisos

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

### 8. Iluminación

La iluminación debe estar a un mínimo de 2.6 m. del piso terminado. Las paredes deben estar pintadas en un color claro para mejorar la iluminación. Se recomienda el uso de luces de emergencia.

### 9. Localización

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 al área de servicio.

### 10. Potencia

Deben haber contactos suficientes para alimentar los dispositivos a instalarse. El estándar establece que debe haber un mínimo de dos contactos dobles de 110V (corriente alterna), dedicados de tres hilos. Deben ser circuitos separados de 15 a 20 amperes. Estos dos contactos podrán estar dispuestos a 1.8 m. de distancia uno de otro. Se deberá 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 andenes.

Separado de estas tomas deben haber contactos dobles para herramientas, equipo de prueba etc. Estos contactos deben estar a 15 cm. del nivel del piso y dispuestos en intervalos de 1.8 m. 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 al sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones según las especificaciones de ANSI/TIA/EIA-607 ( Administración para infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales).

### 11. Seguridad

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 recomienda que el cuarto de telecomunicaciones permanezca limpio y ordenado.

#### Requisitos de tamaño:

Debe haber al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo por piso y por áreas que no excedan los 1000 m<sup>2</sup>. Y las instalaciones pequeñas puedan utilizar un sólo cuarto de telecomunicaciones si la distancia máxima de 90 m. no se excede.

Area a servir edificio normal	Dimensiones minimas del cuarto de telecomunicaciones
500 m <sup>2</sup> o menos.	3.0 x 2.2 m.
Mayor a 500 m <sup>2</sup> , menor a 800 m <sup>2</sup> .	3.0 x 2.8 m.
Mayor a 800 m <sup>2</sup> , menor a 1000 m <sup>2</sup> .	3.0 x 3.4 m.
Area a servir edificio pequeño	Utilizar para el cuarto de telecomunicaciones
100 m <sup>2</sup> o menos.	Montante de pared o gabinete encerrado.
Mayor a 500 m <sup>2</sup> , menor a 800 m <sup>2</sup> .	Cuarto de 1.3 m. x 1.3 m. o closet angosto de 0.6 m. x 2.6 m.

**Disposición de equipos:**

Los racks deben de 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 la salida del rack.

Debe haber por lo menos 1 metro de espacio libre para trabajar de equipo con partes expuestas sin aislamiento.

- Todos los racks y gabinetes deben cumplir con las especificaciones de ANSI/EIA.
- La tomillería debe ser métrica.
- Se recomienda dejar un espacio libre de 30 cm. en las esquinas.

**Paredes:**

Las paredes deben ser suficientemente rígidas para soportar equipo. Las paredes deben ser pintadas con pintura resistente al fuego, lavables y de color claro.

El estándar EIA/TIA 569 tiene recomendaciones para dimensionar los closets de telecomunicaciones. aunque debe de ser diseñado para edificios nuevos, no es un requerimiento para la certificación del cableado estructurado.

Las siguientes dimensiones de closet, son recomendadas por el EIA/TIA 569:

Area de piso m <sup>2</sup>	Espacio del closet m
1000	3 x 3.4
800	3 x 2.8
500	3 x 2.2

Algunas recomendaciones de este estandar son:

- Mínimo un closet de telecomunicaciones por piso.
- Un closet de telecomunicaciones por 10000 ft<sup>2</sup> (1000 m<sup>2</sup>)
- Múltiples closets conectados con conduit.

### Subsistema Cableado vertical (Backbone)

Los *baluns* acoplan las características de impedancia de los cables utilizados por los equipos activos al tipo de cable empleado por el cableado horizontal, en el caso de que no sean ambos el mismo. Ejemplos de *baluns* son los adaptadores de cables coaxial (no balanceado) o *twiaxial* (no balanceado) a par trenzado (balanceado) y viceversa.

El número de puntos de conexión en una instalación (1 punto de conexión por área de trabajo) se determina en función de las superficies útiles o de los metros lineales de fachada, mediante la aplicación de la siguiente norma general; 1 punto de acceso por cada 8 a 10 m. cuadrados útiles o por cada 35 m. de fachada. Este número se debe ajustar en función de las características específicas del emplazamiento, por ejemplo, los locales del tipo de salas de informática, salas de reuniones y laboratorios.

En el caso que exista telefonía e informática, un dimensionado de tres tomas por punto de conexión constituye un criterio satisfactorio. Dicho dimensionado puede ajustarse en función de un análisis de necesidades concreto, pero no deberá, en ningún caso, ser inferior a dos tomas por punto de conexión del área de trabajo. Una de las tomas deberá estar soportado por pares trenzados no apantallados de cuatro pares y los otros por cualquiera de los medios de cableado.



## **Subsistema del Area de trabajo**

La presente norma cubre aquellos aspectos de la estación de trabajo relacionados con salidas de telecomunicaciones.

### **Salidas de telecomunicaciones**

Una salida de telecomunicaciones es el lugar del punto de conexión entre el cable horizontal y los cables que conectan aparatos en el área de trabajo, por ejemplo, los teléfonos, computadoras personales, etc.

Se debe instalar un mínimo de una salida por estación de trabajo. Para fines de planificación, el espacio disponible por estación de trabajo debe ser de 10 m<sup>2</sup> en promedio. Para áreas de edificios en los cuales resulte difícil añadir salidas de telecomunicaciones futuras, en el diseño inicial se deben colocar un mínimo de dos salidas separadas para esa área; además, tales áreas deberán ser colocadas de modo que ofrezcan la máxima flexibilidad para cambios en el área de trabajo.

La colocación de las salidas de telecomunicaciones deberán compatibilizarse con la disposición del mobiliario. Se debe instalar una salida de energía cerca de cada salida de telecomunicaciones. Las salidas montadas en paredes son normalmente instaladas a la misma altura que la salida de energía.

### **2.2.3 EIA/TIA 570 Alambrado de Telecomunicaciones Residencial y Comercial pequeño.**

Este estándar da una visualización del cableado considerando los requerimientos de las especificaciones de instalación y de los componentes técnicos. El presente estándar provee información para seleccionar las interfaces de los *jacks*, guías de instalación del cableado, descripción de los componentes y referencia, etc. El estándar EIA/TIA/570 es considerado como un complemento del estándar ANSI/TIA/EIA 568-A (Cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales).

El objetivo de este estándar es facilitar la interoperabilidad y transportabilidad de las instalaciones en los sistemas de comunicación, la compatibilidad de estos; facilitando la comunicación de las computadoras con los equipos de procesamiento. Este estándar describe el cableado de los sistemas considerando la conexión con uno o varios accesos de línea para varios tipos de equipos. Este estándar define un genérico, funcional sistema de cableado para

telecomunicaciones donde la construcción del edificio soporte multiproductos. La instalación del sistema de cableado debe ser durante la construcción del edificio puesto que al realizar esto, permite que sea menos costoso, que después de ser ocupado el edificio.

El estándar detalla dos grados de cableado para aplicaciones en residencia; el grado 1 es el mínimo y el grado 2 es una versión mejorada del grado 1, permitiendo actuales y futuras compatibilidades con datos de alta velocidad y servicios de internet.

El cableado especificado dentro de éste estándar incluye el soporte de seguridad, audio, televisión, sensores, alarmas, etc., y es implementado para nuevas construcciones, adiciones y remodelaciones.

Cableado	Grado 1	Grado 2
UTP 4 Pares	Categoría 3 Categoría 5 recomendado	Categoría 5 Categoría 5e recomendado
Coaxial de 75 $\Omega$	X	X
Fibra óptica	X	Opcional

Servicio	Grado 1	Grado 2
Teléfono	X	X
Televisión	X	X
Datos	X	X
Multivisión		X

De cualquier manera en el grado 1 o en el grado 2, todos los cables son aplicados en topología de estrella para facilitar la transmisión de información. Utilizando una topología de tipo estrella permite que el propietario de la casa pueda realizar cambios fácilmente en el cableado.

### **2.2.4 EIA/TIA 606 Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones**

Este estándar especifica los requerimientos de administración de la infraestructura ya sea un edificio nuevo, existente o renovado. La infraestructura de telecomunicaciones puede ser ideada como la conexión de varios componentes: espacio del equipo de comunicaciones, ruta del cable, sistema de tierra físico, cableado y la terminación al hardware, que provee el básico soporte de la distribución de toda la información dentro de un edificio. La administración de

telecomunicaciones incluye la documentación de las cajas de conexión, conectores, terminación del hardware, conexión, tubo conduit, otro tipo de rutas del cable, closets de telecomunicaciones, y otros espacios.

El propósito de este estándar 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. Este estándar establece guías para dueños, usuarios finales, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y administradores de la infraestructura de telecomunicaciones y sistemas relacionados.

El estándar EIA/TIA 606 es utilizado en todos los casos en la administración de la infraestructura de telecomunicaciones para todos los nuevos edificios. Entre los temas que trata el estándar EIA/TIA/606, son los siguientes:

- Accesorios y equipos de terminación (bloques de conexión, conectores, elementos de parcheo, etc.).
- Cables (red principal, horizontales, cordones de parcheo, etc.).
- Vías del cable (tubos, bandejas del cable, etc.)
- Espacios de equipo (medios de entrada, cuartos de equipos, armarios de telecomunicaciones, etc. ).
- Codificación de color de los campos de terminación y jerarquía del cableado.
- Símbolos de componentes estándar y esquemas para identificar los diferentes elementos del cableado de telecomunicaciones.

Los edificios modernos requieren una efectiva infraestructura de telecomunicaciones para soportar la variedad de servicios que dependen del transporte electrónico de la información. La administración incluye documentación básica y los planos actualizados, etiquetado y registros. La administración debe contemplar datos, voz y video, así como con otros sistemas del edificio, por ejemplo seguridad, audio, alarmas y energía. La administración puede ser acompañada de registros en papel y de sistemas en computadora.

### Conceptos de administración

El típico sistema de administración incluye: registros, reportes, esquemas y registros de trabajo.

**Identificadores.** Cada espacio, ruta, punto terminal del cable y tierra, debe ser asignado a un único número de identificación, el cual, debe ser un simple código.

Los identificadores pueden clasificarse como:

### Identificadores de ruta.

- a) CT Bandeja de entrada.
- b) CD Conducto.
- c) BCD Conducto de *Backbone*.

### Identificadores de espacio.

- a) EF Infraestructura de entrada.
- b) ER Sala de equipos.
- c) IC Conexión cruzada intermedia.
- d) HH Oficio de acceso.
- e) S Empalme.

### Identificadores de cable.

- a) C Cable.
- b) CB Cable de "*backbone*".
- c) F Fibra.

### Identificadores de conexión a tierra

- a) BC Conductor unión.
- b) EC Conductor de equipo .
- b) GB Barra de distribución de tierra.
- c) TGB Barra de distribución de tierra de telecomunicaciones.
- d) TMGB Barra de distribución de tierra principal de telecomunicaciones.

**Registros de telecomunicaciones.** Mínimo se requieren registros por cable, espacio, ruta, tierra física y terminación del hardware. Estos registros permiten ligar información a otros reportes.

Los registros de telecomunicaciones se clasifican:

- a) Registros de ruta.
- b) Registros de cable.
- c) Registros de espacio.
- d) Registros de conexión a tierra.
- e) Registros de posición de terminación.

**Reportes opcionales.** Pueden existir registros de otros dispositivos, como pueden ser: PBX, inventario de equipo (teléfonos, PCs, software, LAN ) e información de los usuarios (extensión, ubicación, etc.).

**Dibujos.** Dibujos que incluyan planos de los pisos, ruta del cableado y esquemas de los racks.

**Orden de trabajo.** Orden de trabajo que incluye espacios, rutas de los cables, sistema de tierra. La orden de trabajo debe listar las responsabilidades para cambios físicos, así como la actualización de la documentación para futuros cambios.

**Formatos de identificación.** Un único código de identificación alfabética debe ser creado por cada lugar, ruta de cable, punto terminal. La sugerencia en este estándar es la siguiente:

BCxx	bonding conductor	
BCDxx	backbone conduit	
Cxxx	cable	
CBxxx	backbone cable	
CDxxx	conduit	
CTxxx	cable tray	
Ecxxx	equipment conductor	
Efxxx	entrance facilitate	
Erxxx	equipment room	
Fxxx	fiber	
GBxxx	grounding busbar	
GCxxx	grounding conductor	
HHxxx	handhole	
Icxxx	Intermediate cross-connect	
Jxxx	Jack	
MCxxx	main cross-connect	
MHxxx	manhole or maintenance hole	
PBxxx	pull box	
Sxxx	splice	
Sexxx	service entrance	
SLxxx	sleeve	
TCxxx	telecommunications closet	
TGBxxx	telecommunications grounding busbar	
TMGB	telecommunications main grounding busbar	
Waxxx	work area	

De cualquier forma, el escoger un formato debe ser considerado y proveer un único número de identificador para cada elemento del sistema. Este método permite por si mismo organizar y actualizar los múltiples registros en uso logrando un programa de base de datos.

Ejemplo de algunos identificadores:

J0001	información de una etiqueta de "oulet jack"
D306	Designación de una estación de trabajo

Los ejemplo mencionados llevan el texto del estandard EIA/TIA 606 y la etiqueta de administración, este estándar permite la flexibilidad para propósitos de nombres.

Por otra parte, dependiendo de la aplicación, los campos de terminación del ambiente en un punto de administración se asignan etiquetas insertables, con un código de colores para identificar los siguientes tipos de circuitos:

Verde: lado del campo de la interfaz de la red, circuitos de la compañía de teléfono.

Verde: lado del equipo de la interfaz de la red; troncales de la central .

Púrpura: terminación de equipos de comunicación.

Amarillo: diversos hilos de equipo de comunicaciones, circuitos auxiliares.

Blanco: cables de backbone ascendente.

Azúl: área de trabajo servida directamente desde la sala de equipo.

Naranja: interfaz de red.

Gris: cable de backbone de enlace a la sala de computadoras u otras salas de equipos.

Marrón: cables del backbone del campus.

Rojo: sistemas telefónicos con teclado.

### **2.2.5 EIA/TIA 607 Requerimientos de puesta a tierra para Telecomunicaciones**

Con el incremento en el empleo de sistemas de cómputo y telecomunicaciones más sofisticados, veloces y sensibles, se ha hecho necesario y fundamental contar con sistemas de suministro de energía más confiables y seguros. Una parte fundamental para la adecuada operación de las instalaciones eléctricas, es el buen diseño de dichas instalaciones, así como la correcta instalación, operación y manipulación de los equipos que operan con energía eléctrica.

El progreso en la comunicación de voz y datos y su convergencia, ha permitido cada vez más interactuar con los propios sistemas complejos. Estos sistemas requieren de un sistema de tierra física confiable.

Para llegar a cumplir con este objetivo, cada país ha formulado un conjunto de normas, las cuales tienen la finalidad de establecer especificaciones de carácter técnico y de seguridad para sus instalaciones eléctricas, teniendo como objetivo principal proteger la vida de las personas, así como los equipos electrónicos.

Esta norma regula las especificaciones sobre los sistemas de tierra para equipos de telecomunicaciones.

La conexión a tierra en las instalaciones eléctricas se realiza mediante el sistema de tierra, cuyo funcionamiento primordial es conducir hacia tierra (subsuelo) todas aquellas corrientes de cualquier naturaleza, corrientes de falla, frecuencias indeseables o descargas atmosféricas.

El sistema de tierra se compone de un conjunto de conductores interconectados entre sí y conectados a tierra mediante electrodos enterrados a cierta profundidad en el subsuelo. Los componentes principales que forman el sistema de tierras son los electrodos de puesta a tierra.

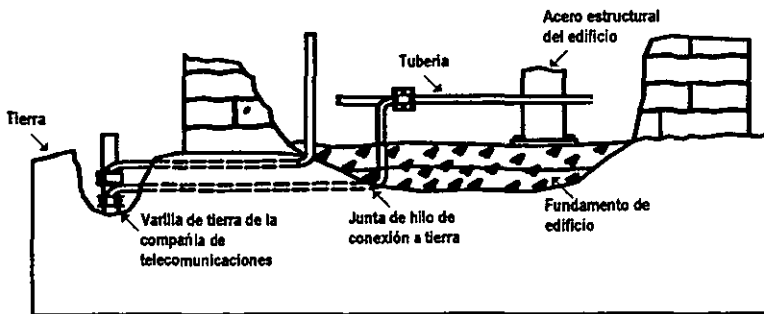


Figura 2.10 Sistema de tierra física.

Partiendo de la consideración de tres posibilidades en accidentes eléctricos denominados, tenemos lo siguiente:

- Potencial de paso.** Cuando la persona da un paso en una superficie bajo tensiones transitorias de falla, puede estar sometido a diferencias de potencial peligrosos entre un pie y otro.

- b) **Potencial de contacto o de toque.** Cuando la persona está parada junto a una estructura "aterrizada" y hace contacto con ella durante una falla.
- c) **Potencial de transferencia.** Se considera como un caso especial del potencial de contacto y ocurre cuando se hace contacto simultáneo con un elemento que se encuentra a tierra en un lugar remoto o con otra superficie aterrizada.

La siguiente tabla ilustra los efectos producidos por corrientes eléctricas en el cuerpo humano:

Efectos	Corriente directa [mA]	Corriente directa [mA]	Corriente alterna	Corriente alterna [mA]
	Hombres	Mujeres	[mA] Hombres	Mujeres
Sensación ligera	1	0.6	7	5
Choque indoloro sin pérdida de control muscular.	9	6	17	11
Choque doloroso, sin pérdida de control muscular.	62	41	55	37
Límite soportable de choque	76	51	75	50
Choque doloroso, contracciones musculares, liberación difícil	90	60	94	63
Posibilidad de fibrilación ventricular y muerte				
a) Choque de 0.03 seg.	1300	1300	1000	1000
b) Choque de 3.0 seg.	500	500	500	500

**Teorema de Dalziel.**

La siguiente fórmula relaciona los parámetros previamente mencionados.

$$IK^2 \cdot t = 0.027$$

Donde:

IK = Corriente en amperes a través de del cuerpo.

t = Duración de falla en segundos.

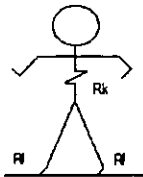
0.027 = Factor empírico basado en el concepto de energía constante.



El valor de la resistencia del cuerpo es muy variable (de 500 hasta miles de ohms), por ello se considera por lo regular un valor tentativo de 1000 ohms para representar la resistencia desde una mano hasta ambos pies. Y a ésta resistencia se le llama  $R_k$ .

Por otro lado, siendo la resistividad de la superficie del terreno  $\rho_s$  y la resistencia de un pie en contacto con el suelo  $R_f$ , la cual se considera con un valor de  $3\rho_s$  ohms. Por lo tanto, al dar un paso la persona, la resistencia de un pie y otro está en serie, por lo tanto su valor será de  $6\rho_s$  y cuando la persona toca con la mano un objeto energizado, los pies se consideran en paralelo con una resistencia de  $1.5\rho_s$ .

De esta manera, el circuito eléctrico equivalente del cuerpo humano sería:



Donde:

$$R_k = 1000 \text{ ohms}$$

$$R_f = 3\rho_s$$

La siguiente tabla muestra los valores de resistividad de diferentes tipos de terreno:

Tipo de terreno	Resistividad [ $\Omega$ -m]
Terreno pantanoso	Hasta 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arena arcillosa	50 a 500
Arena sílica	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto con pasto	300 a 500
Suelo pedregoso	100 a 300
Calizas blandas	1000 a 5000
Calizas compactas	500 a 1000
Calizas agrietadas	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	1500 a 10000
Granitos	2000 a 3000

Potencial de paso

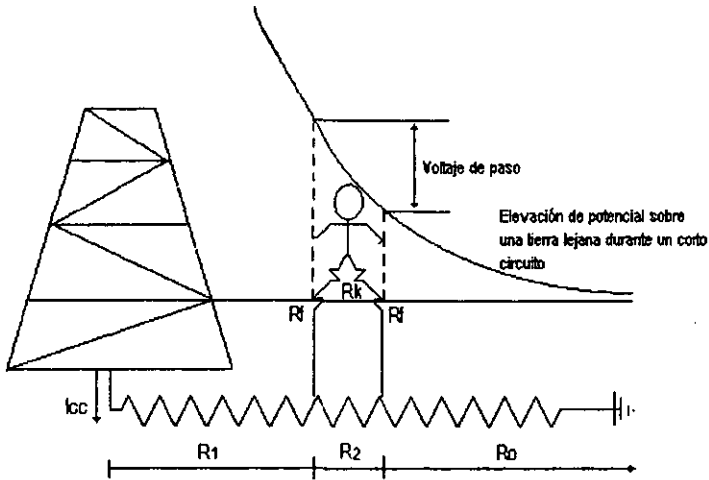


Figura 2.11 Ejemplo del potencial de paso.

Circuito equivalente

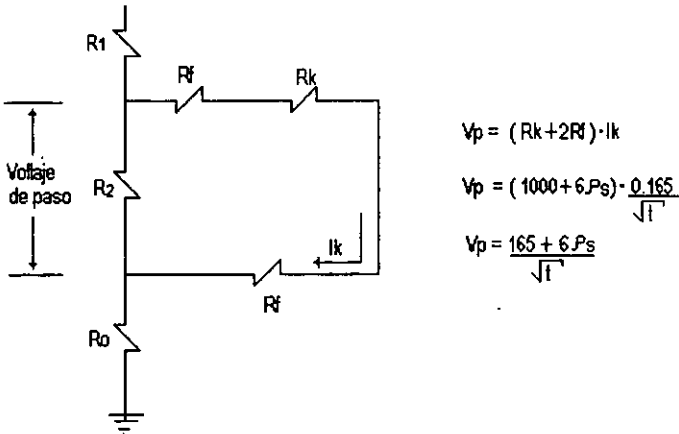


Figura 2.13 Diagrama del potencial de paso.

Potencial de contacto

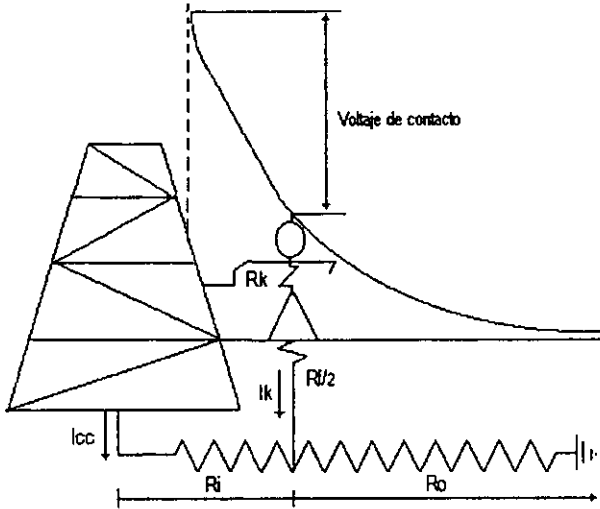
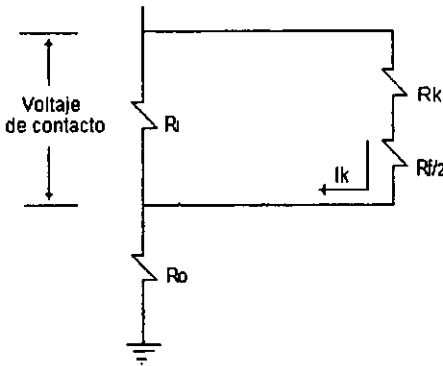


Figura 2.13 Ejemplo del potencial de contacto.

Circuito equivalente



$$V_c = (R_k + R_f/2) \cdot I_k$$

$$V_c = (1000 + 1.5 P_s) \cdot \frac{0.165}{\sqrt{f}}$$

$$V_c = \frac{165 + 0.25 P_s}{\sqrt{f}}$$

Figura 2.14 Diagrama del potencial de contacto.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

Potencial de transferencia

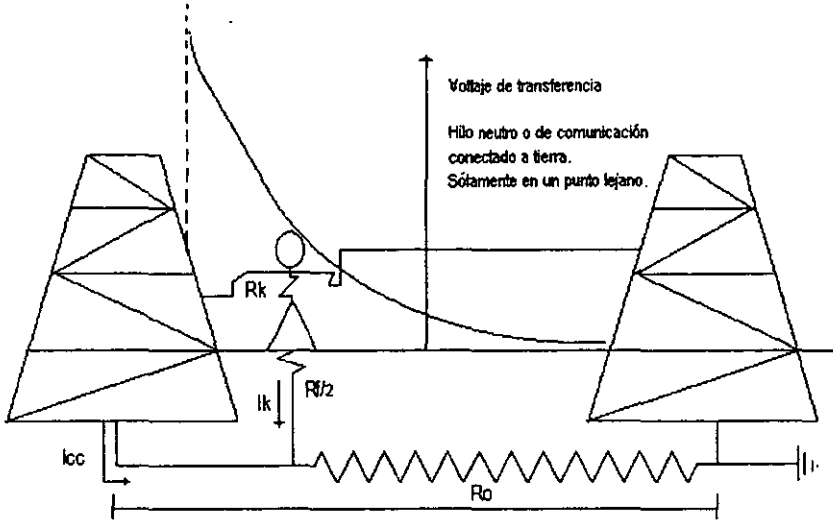
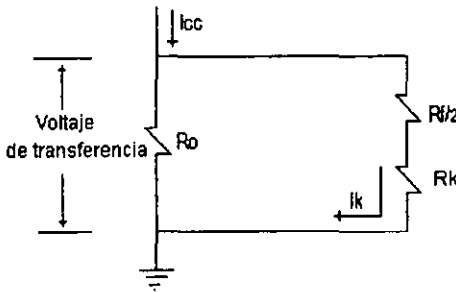


Figura 2.15 Ejemplo del potencial de transferencia..

Circuito equivalente



$$V_t = (R_i/2 + R_k) \cdot I_k$$

$$V_t = (1.5 P_s + 1000) \cdot \frac{0.165}{\sqrt{t}}$$

$$V_t = \frac{165 + 0.25 P_s}{\sqrt{t}}$$

Figura 2.16 Diagrama del potencial de transferencia.

### Consideraciones de diseño.

Las varillas sólidas de cobre deben ser instaladas a una distancia lejana de la entrada al edificio, las varillas pueden ser de (1/4" de delgada por 4" de altura, por longitud variable ); cuarto de equipo, cada closet de telecomunicaciones (2" de altura es suficiente aquí).

El equipo de telecomunicaciones, gabinetes, *racks* y los protectores de voltaje son típicamente aterrizados al sistema de tierra físico. Las varillas son conectadas por un *backbone* con aislamiento, cable de cobre sólido entre todos los closets y cuartos de equipos (mínimo 6 AWG, 3/0 AWG recomendado). Este *backbone* es conectado a la principal varilla en la entrada del edificio a un sistema de tierra física en la entrada del edificio, y una estructura de acero en cada piso. Vinculando el conductor del cable de color verde o con un etiquetado apropiado.

Una instalación de telecomunicaciones cuenta con una amplia gama de equipos, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Fosa de cables. Es el área dentro de la instalación en la que entran los cables externos al edificio. La fosa de cables equipados con tubos y soportes metálicos que se utilizan para soportar los cables. Existen diferentes tipos de fosas de cables, dependiendo del tipo de cables que se instale, estos pueden ser telefónicos coaxial, UTP, fibra óptica, etc.
- Equipo de corriente directa. El equipo de corriente directa consta de rectificadores, convertidores, baterías, distribuidores de corriente directa e inversores.
- Equipo de corriente alterna. Los equipos de corriente alterna que se manejan dentro de las instalaciones de telecomunicaciones son: subestaciones, transformadores, máquinas, de emergencia, tableros de protección y distribución.
- Equipo de aire acondicionado. El equipo de cómputo, de conmutación y de transmisión deben trabajar bajo ciertas condiciones ambientales, por lo que el clima artificiales básico para el buen funcionamiento de los equipos.
- Equipo de transmisión. Los equipos de transmisión, pueden ser de microondas, radio, fibra óptica, etc. En algunos casos estos equipos pueden estar a la intemperie, expuestos al medio ambiente y por lo tanto más propensos a recibir descargas eléctricas.

- Equipos de conmutación. Este equipo es de máxima impedancia dentro de una instalación de telecomunicaciones, ya que es el equipo encargado de manejar el tráfico de llamadas.
- Equipo de cómputo. Debido a la alta relación entre las telecomunicaciones y la informática, en la actualidad es indispensable contar con salas de cómputo especiales para el control y supervisión de los equipos. Por lo que una instalación de telecomunicaciones cuenta con una o varias salas de cómputo para estos propósitos.

Las principales funciones que debe cumplir todo sistema de tierra son las siguientes:

- a) Proveer un medio seguro para proteger al personal y al equipo de los peligros de una descarga eléctrica bajo condiciones de falla.
- b) Proporcionar un circuito de mínima impedancia para la circulación de las corrientes de falla, debidas a condiciones anormales de operación.
- c) Evitar que durante la circulación de estas corrientes a tierra, se produzcan diferencias de potencial entre los diversos equipos puestos a tierra.
- d) Evitar la inducción de ruido en los equipos de telecomunicaciones.

La puesta a tierra de sistemas, circuitos, equipos, canalizaciones y cubiertas metálicas debe ser permanente y continua, los elementos que la constituyen deben tener una capacidad suficiente para conducir cualquiera de las corrientes originadas en disturbios y ser de impedancias suficientemente baja para evitar diferencias de potencial que puedan dañar los equipos y al personal, y para facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito.

La puesta a tierra consiste básicamente en conectar a tierra las partes metálicas no conductoras de corriente, que alojan a los sistemas o aparatos que utilizan, cajas de registro, gabinetes metálicos, estructuras que soportan equipo eléctrico, carcasas de motores, tanques metálicos de transformadores, en general, todas del estructuras metálicas.

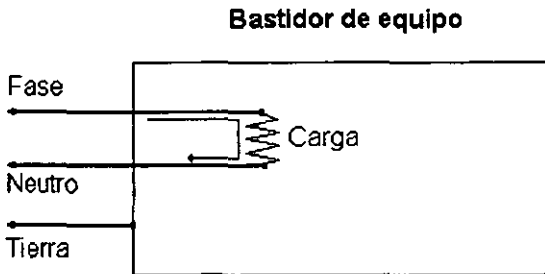


Figura 2.17 Ilustración de un bastidor de equipo.

El sistema de puesta a tierra para una instalación de telecomunicaciones está constituido por cinco componentes principales:

1. Sistema de Electrodo de Tierra o Mallas de Tierra.
2. Barra principal de Tierra.
3. Cable Vertical
4. Barra de Tierra
5. Ventana de Tierra

Estos cinco componentes proveen la base para el diseño de la trayectoria de puesta a tierra a los equipos.

#### 1. Sistema de electrodos de tierra o malla de tierra.

La malla de tierra está constituida por los siguientes elementos:

- a) La red o malla de conductores enterrados debe estar a una profundidad mínima de 0.6m.
- b) Conductores de puesta a tierra, a través de los cuales se realiza la conexión a tierra de las partes de la instalación o del equipo que requieran dicha conexión.

Se recomienda construir el sistema de electrodos de tierra con cable de cobre desnudo calibre No. 1/0 AWG mínimo con electrodos de tierra (*copperweld*).

Todos los equipos dentro de un edificio de telecomunicaciones deben ser referidos a tierra por medio de este sistema, el cual permite el contacto con la tierra y provee un punto de potencial cero al equipo. Dado que este es el punto más débil en el sistema, es imperativo una baja resistencia entre el sistema y el subsuelo. Se recomienda mantener el sistema de tierra con una resistencia máxima de 5 ohms.

### 2. Barra principal de tierra

La barra principal de tierra (BPT) es el centro de la actividad del sistema del edificio. Es el punto común de la conexión para los elementos generadores de transitorios y la carga, lo mismo que para las tierras de los equipos de las áreas aisladas y no aisladas.

La BPT sirve como una extensión del sistema de electrodos de tierra del edificio. La BPT también sirve como el punto principal de conexión para el cableado vertical y el equipo localizado en la misma área del cuarto. El potencial de tierra, el cual se asume de cero volts, es establecido por el sistema de electrodos de tierra. Esta barra debe ser instalada en una zona de fácil acceso para que el personal capacitado pueda realizar mantenimiento.

### 3. Cable Vertical

El cable vertical es un conductor que interconecta las barras de tierra de los edificios de los diferentes pisos con la barra principal de tierra, distribuyendo la referencia de tierra. Su función básica es la de reducir o igualar las diferencias de potencial entre los sistemas de telecomunicaciones conectadas a las barras de tierra. El cable vertical se conecta desde la barra principal de tierra, extendiéndose hacia todos los pisos y conectando las barras de tierra de cada uno de estos niveles. Para lograrlo, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Instalar en forma vertical un conductor continuo (sin empalmes) desde la barra principal de la tierra hasta el último piso del edificio. Se recomienda un calibre mínimo del No. 6 AWG.
- Un cable vertical puede dar cobertura a los equipos que se encuentren dentro del área de 30.5 metros.

Cuando existen varios cables verticales, éstos deben permanecer unidos cada tercer piso a través de un igualador horizontal del mismo calibre.



### 4. Barra de tierra del piso.

Las barras de tierra de piso son las encargadas de establecer el potencial de tierra en cada uno de los pisos de la central. Consiste de una barra de cobre pre-barrenda con perforaciones para conectores.

Dado que la barra de tierra de piso proporciona al mismo tiempo la referencia a tierra a los equipos, se debe establecer una localización conveniente de ésta, para lo cual se deben tomar en consideración los siguientes puntos:

- La máxima distancia del conductor, entre la BT y el equipo más lejano, no debe exceder a 6.1 m. y no debe exceder el periodo de un cuadro superpuesto en un círculo de 30.5 m. de radio desde la BT.
- El lugar ideal para la instalación de la BT en pisos con equipo es aproximadamente en el centro del área, lo cual proporcionará longitudes aproximadamente iguales de los cables igualadores horizontales. Cuando la BTP no se pueda localizar en el centro, se recomienda localizar lo más cerca posible de los distribuidores principales, tableros de fusibles o interruptores, para proveer una trayectoria directa a tierra.
- La derivación del CV y la BTP no debe exceder 61cm. Como el objeto de minimizar la impedancia.

### 5. Ventana de tierra

Los modernos equipos de conmutación digital requieren de la incorporación del concepto de plano aislado, que consiste básicamente en la puesta a tierra a través de un punto único denominado ventana de tierra. La ventana de tierra es una zona de transición tridimensional consistente de una esfera imaginaria con un radio máximo de 91.5 cm., la cual es la interface entre el plano integrado y el plano aislado de tierra. Físicamente la VT está representada por varias barras de cobre interconectadas, denominada Barra de Ventana de tierra.

### 2. 2.6 Certificaciones en los sistemas con cableado estructurado

El sistema de cableado estructurado permite dar servicio a cualquier tipo de red local, de voz, datos o video, sin estar comprometido con un proveedor, equipo o programa. Sin embargo, entre los integradores y fabricantes de equipo, una práctica común es certificar los sistemas de cableado y las redes, una vez que éstas han sido instaladas. Para obtener una de estas certificaciones no basta con seguir las normas mencionadas; es necesario que el cliente adquiera productos de ciertas marcas, condición que abarca tanto la instalación inicial de la red, como las modificaciones posteriores. Lo anterior, si bien se maneja como una garantía de rendimiento, también puede ser considerado un gancho comercial, cuya intención es que el cliente se familiarice con ciertos proveedores.

Las certificaciones fueron creadas para dar soporte y protección a la inversión del cliente. Además, es una forma de prevenir a los clientes de compañías que no están certificadas ni capacitadas para dar este tipo de servicios.

La certificación es una formalidad de los compromisos que de cualquier forma deben cumplir los fabricantes y las integradoras de sistemas que son profesionales. El cliente debe tener la libertad de comprar un sistema sin necesidad de certificarlo, aunque es muy conveniente instalar un sistema donde un sólo proveedor sea responsable de brindar una garantía para que, en caso de alguna falla, el cliente sólo tenga que reclamar a una compañía, y se evite tener que buscar al responsable de la falla.

Generalmente todos los productos se apegan a los estándares establecidos o los superan. A continuación se explican algunas de las certificaciones más conocidas, mencionando las características más sobresalientes.

#### Programa de certificación BELDEN-KRONE

El cableado debe ser marca Belden y los conectores y demás componentes deben ser marca Krone . Este programa de certificación es verificado en campo excediendo las especificaciones TIA/EIA 568-A e ISO/IEC 11801 Categoría 5.

Garantiza un enlace de alto desempeño hasta de 350 MHz, además de las garantías en el producto y en el desempeño por 15 años, utilizando aplicaciones independientes. El programa es otorgado por certificadores de sistemas de cableado autorizados por Belden Krone.

La característica principal de los conectores Krone es que son conectores con desplazamiento del aislamiento (Tecnología IDC) permitiendo mayor contacto en el cable ya que posiciona los contactos de planta en ángulos de 45 grados dejando más cable entre los puntos de contacto permitiendo una conexión más confiable y resistente a esfuerzos mecánicos.

### **Programa NetPlus (KRONE-CONDUMEX)**

En donde la tecnología de inter-conexión es Krone y los cables son Condumex. Este programa ofrece:

- 15 años de garantía en los productos.
- 15 años de garantía en el desempeño del enlace, independientemente de la aplicación.
- Medición en campo para verificar que el sistema exceda los estándares ANSI/TIA/EIA 568-A e ISO/IEC 11801.
- Instalación realizada con personal certificado por Krone-Condumex.

### **Sistema de cableado ALCATEL**

Este sistema cumple con las normas Internacionales, americanas y europeas para el desempeño de cables, ISO/IEC11801 y TIA 568-A. Todos sus componentes son garantizados. Este sistema tiene como característica principal el aislamiento de los cables ya que para altas velocidades es importante tener la confiabilidad de los cables sin interferencias. Todos los componentes del sistema son aislados y aterrizados.

### **Programa de certificación PANDUIT**

Todos los productos para redes de Panduit tienen una garantía de 20 años cumpliendo con los estándares de TIA/EIA TSB-36 y TSB-40. Existe una certificación PLUS que incluye el cableado; esta certificación es por 15 años de garantía en el desempeño del sistema definido en TIA/EIA TSB-67, la garantía cubre componentes y mano de obra. Es independiente de las aplicaciones y el usuario final tendrá la garantía del integrador, PANDUIT y el fabricante del cableado. El diseño y la instalación deberán realizarse de acuerdo con los estándares TIA/EIA 568-A, 569 y 606.

### **Certificación IBDN (Integrated Building Distribution Network) de NORDX/CDT.**

Esta certificación cuenta varias alternativas: IBDN Categoría 5, IBDN 1200, Categoría 5 (enhanced TIA/EIA 568-A, A1), IBDN 2400, Categoría 6 (propuesta ISO/IEC SC25 WG3) e IBDN 4800, Categoría 6 (propuesta ISO/IEC SC25 WG3). Todas las aplicaciones que corran por el sistema de cableado están soportadas por un programa de aseguramiento por toda la vida. Además todos los productos IBDN pasivos empleados en una instalación certificada están garantizados contra defectos de manufactura por 25 años.

### Programa de certificación SYSTIMAX de AT&T

Este programa fue uno de los primeros en aplicar las garantías para los sistemas de cableado estructurado. Dicho programa abarca cableado, conectores, componentes y una guía de diseño e instalación que cumple con los estándares ANSI TIA/EIA 568-A, ISO, IEC, IEEE y tiene una garantía de 15 años. A través de los laboratorios Bell se investigan y desarrollan mejoras en cada uno de los componentes del sistema, actualmente se están elaborando las especificaciones preliminares para estandarizar las características del cable categoría 6 con garantía de 20 años.

## 2.3 CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

Un sistema de cableado estructurado mal diseñado puede afectar los costos de operación y la competitividad de una empresa. Una solución inteligente puede aumentar la productividad inmediata y manejar su crecimiento en los años venideros. Entre las principales características del cableado estructurado se encuentran:

**Capacidad:** Para transmitir información de múltiples protocolos y tecnologías.

**Flexibilidad:** Permite incorporar nuevos o futuros servicios a la red ya existente y modificar la distribución interna sin por ello perder la eficiencia ni el nivel de servicios disponibles. Por ejemplo cuando un usuario se desplaza, la conexión se realiza en algunos minutos, mientras que con el cableado tradicional podría tardar más tiempo.

De igual manera, cuando es necesaria la instalación de nuevos equipos o sistemas, el tendido de cableado ya se encuentra listo y funciona con cualquier sistema que se piense utilizar. Por lo tanto, a lo largo de los años, el cableado tradicional puede convertirse en una solución más costosa que el optar por el cableado estructurado desde un principio.

**Diseño:** Permite maximizar la productividad con una inversión mínima. Además, requiere aproximadamente 50% menos espacio que un cableado tradicional.

**Integración de servicios:** Facilita el intercambio de información entre los recursos disponibles (teléfonos, faxes, redes de área local, video, seguridad, etc.).

**Administración:** Facilita al cliente el manejo y administración de los servicios conectados.

**Modularidad:** facilita el crecimiento.

**Cumplimiento:** con estándares internacionales.

### 2.3.1 Aspectos importantes en un diseño de cableado estructurado

Con el objeto de generar un método amplio para el diseño del cableado estructurado, es necesario que el diseñador tenga la información completa de todo el proyecto.

Algunos aspectos que ayudan a identificar el tipo de información que se debe recopilar, son:

- Conocer las necesidades actuales del usuario (voz, datos, video y otros).
- Considerar las necesidades futuras del usuario (expansión en voz, datos, video, etc.).
- Conocer el tipo de construcción del lugar.
- Contemplar el tipo de estructura que se está utilizando (muros o lozas).
- Localizar los puntos de los servicios.
- Identificar los requerimientos especiales para la colocación de los servicios.

Una vez recopilada la mayor información, es necesario realizar las siguientes actividades:

- Obtener juego de planos del proyecto total de las instalaciones, en los cuales se detallan:
  - a) Ubicación de los gabinetes de telecomunicaciones.
  - b) Ubicación de ductos a utilizar para el cableado vertical.
  - c) Disposición detallada de los puestos eléctricos en caso de ser requerido.
  - d) Ubicación de pisoductos si existen y pueden ser utilizados.
- Realizar una visita de campo para revisar detalles que no aparecen en planos.
- Establecer el canal de contacto con el cliente.
- Definir quién será el encargado de tramitar todos los permisos necesarios y de facilitar cierta documentación actualizada de los cables, terminación de los mismos, cruzados, paneles de "patcheo", armarios de telecomunicaciones y otros espacios ocupados por los sistemas.

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 del conocimiento del negocio de la organización. El sistema de cableado adoptado debe poder resolver las necesidades de servicios en los próximos 10 ó 15 años, que es el periodo de vida medio de una instalación. Este plazo de tiempo es superior a la duración prevista de los equipos que se interconectan.

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

- La estrategia en tecnologías de información de la empresa o institución.
- Si el área que va a ser cableada es nueva, está en fase de remodelación o va a estar operando durante la instalación.
- Considerar el número de personas a las cuales se les va a dar soporte, con el nuevo cableado.
- Servicios que debe soportar por puesto individual.
- Localización, diseño, tamaño y tipo de los edificios o plantas involucradas.
- Grado de integración con los equipos actuales.
- Espacios existentes en techos, suelos y verticales para el tendido del cableado horizontal y vertical respectivamente.
- Disponibilidad de espacio para la localización de armarios y equipos de comunicaciones.
- Permanencia de tiempo previsto en el edificio.
- Número probable de reubicaciones y cambios de distribución del personal en el edificio.
- Requisitos de seguridad.
- Costos del cableado y su instalación.
- Procedimientos de mantenimiento.

### **Recomendaciones al cablear:**

Para asegurar un alto desempeño en un cableado, y a fin de asegurar que los componentes estén instalados correctamente (es decir, de acuerdo con las prácticas reconocidas en la industria). Se deben considerar los siguientes aspectos que las normas y estándares internacionales prevén al momento de cablear:

1. Considerar que la máxima longitud permitida para un cable UTP horizontal no debe exceder 90 metros desde el clóset de telecomunicaciones, hasta el área de trabajo.
2. Al configurar el clóset de telecomunicaciones se debe determinarse cuál es el sitio más adecuado, qué tamaño se le asignará, y qué número de puertos se requieren; ello facilitará futuras adiciones, movimientos y cambios en el sistema de cableado estructurado.

3. Trazar la ruta del cable, considerando el método de distribución más apropiado (falso plafón, piso falso, tubería ahogada —en piso, techo o muro— o canalización aparente).
4. Cuando se esté instalando cable categoría 5, el destrenzado de los conductores individuales deberá mantenerse dentro de media pulgada del punto de conexión. El destrenzar los conductores a más de esta distancia en el punto de conexión ocasiona diafonía.
5. La tensión de jalado permitida cuando se está instalando un cable UTP de cuatro pares es de 110 N (25 libras-pie), lo que previene una sobretensión del cable. Tensionar en exceso al jalarlo provoca estiramiento de los conductores y aplastamiento del cable, lo cual puede incrementar la atenuación y la diafonía en el segmento del cable.
6. El radio de curvatura durante y después de la instalación de un segmento de cable deberá ser respetado para asegurar el desempeño del cableado. Los requerimientos para el radio de curvatura son: cuatro veces el diámetro de un cable horizontal y 10 veces el diámetro de un cable vertical.
7. Considerar la distancia de separación con las fuentes de interferencia electromagnética y la energía eléctrica de un sistema puede degradar el desempeño de un sistema de cableado.
8. Espaciamento de ductos. Las secciones del conducto no deberán ser más largas que 30.5 m. y la curvatura mínima deberá ser de 90 grados.

### Recomendaciones en cuanto a canalizaciones y ductos

- a) Los cables UTP no deben circular junto a cables de energía dentro de la misma ductería por más corto que sea el trayecto.
- b) Debe evitarse el cruce de cables UTP con cables de energía. De ser necesario, estos deben realizarse a 90 grados.
- c) Los cables UTP pueden circular por bandeja compartida con cables de energía respetando el paralelismo a una distancia mínima de 10 cm. En el caso de existir una división metálica puesta a tierra, esta distancia se reduce a 7 cm.
- d) En el caso de pisoductos o ductos metálicos, la circulación puede ser en conductos contiguos.
- e) Si es inevitable cruzar un gabinete de distribución con energía, no debe circularse paralelamente a más de un lateral.
- e) De utilizarse ducterías plásticas, se deberán lubricar los cables con (talco industrial, vaselina, etc.) para reducir la fricción entre los cables y las paredes de los ductos ya que esta genera un incremento de la temperatura y provoca un aumento en la adherencia.



- f) El radio de las curvas no debe ser inferior a 5 cm.
- h) Al utilizar fijaciones (grapas, precintos o cinchos) no excederse en la presión aplicada (no arrugar la cubierta), pues puede afectar a los conductores internos.

### **2.3.2 Necesidades del usuario**

Al momento de diseñar o mejorar la red existente es preciso tener varios elementos; la definición del problema, los objetivos de la red, los criterios de evaluación, la extensión de la red; asimismo identificar si la estadística de operación de la red actual es factible. Las necesidades del usuario están directamente relacionadas con los objetivos de la red.

A continuación se muestran algunas de las necesidades de los usuarios y de los administradores de red:

- Interconexión de varias computadoras.
- Expansión de la red (por incremento de usuarios).
- Optimización en el intercambio de información.
- Disminución del costo de mantenimiento.
- Aumento de la seguridad de la red.
- Incremento de operaciones con el uso de la red.
- Previsión a nuevas tecnologías.
- Integración de voz datos y videoconferencia en un mismo sistema.

### **2.3.3 Costos en un sistema de cableado estructurado**

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

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.
- Mantenimiento.

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 de la obra civil que pueda ser requerida. 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 coste total de instalación entre el número de tomas dimensionadas.

La mayor ventaja de los sistemas de cableado estructurado respecto a soluciones no estructuradas se encuentra en las labores de mantenimiento. En una solución estructurada, en la mayoría de los casos el alta de un nuevo puesto se limita a realizar las conexiones adecuadas en el repartidor de planta.

Como regla general, la dirección de obra debe ser realizada por personal ajeno a la empresa instaladora. Esta figura será responsable de la dirección de proyecto así como de la gestión de las posibles variaciones que fueran necesarias durante la instalación.

Los sistemas de cableado estructurado tienen un amplio rango de niveles de precio para el costo inicial y el costo real a largo plazo, sobre la vida del sistema. El precio inicial que se paga, no es igual al gasto total de un sistema de cableado con el tiempo.

La mayoría de los problemas que se tienen en las redes (60 a 70%) se localizan en la capa física del modelo OSI; es decir, que generalmente los problemas nunca están relacionados con el software. Normalmente se trata de una terminación incorrecta, una conexión inadecuada, interconexiones inapropiadas, conectores equivocados, cable cortado, malas características eléctricas de cable, etc.

Si comparamos el costo de un sistema de cableado con el costo total de la red podremos decir que el costo es mínimo.

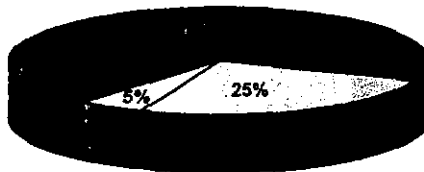


Figura 2.18 La presente gráfica muestra el costo de un sistema de cableado estructurado contra el costo de la red: 70% Hardware; 25 % software y 5% cableado. Revista Red, Octubre 1998, fuente: Anixter, pp.26..

Como podemos ver el cableado tiene un 5% del costo total de la red, pero éste puede causar el 60% ó 70% de los problemas de la red.

El costo real del cableado lo podemos definir de la forma siguiente:

Costo real = Costo inicial + tiempo muerto ocasionado por problemas de cableado + movimientos, extensiones y cambios al sistema.

### 2.3.4 Especificaciones del cableado

Los diferentes sistemas de cableado ofrecen distintas características de funcionamiento. La variedad de velocidad de transmisión de los datos que un sistema de cableado puede acomodar, se conoce como el ancho de banda utilizable. La capacidad del ancho de banda está dictada por las características de comportamiento eléctrico que los componentes del sistema de cableado tengan. Esto viene a ser especialmente importante cuando se están planeando futuras aplicaciones que impondrán mayores demandas sobre el sistema de cableado.

El funcionamiento del sistema de cableado deberá ser considerado no sólo cuando se está apoyando las necesidades actuales sino también cuando se anticipan las necesidades del mañana. Hacer esto permitirá la migración a aplicaciones de redes más rápidas sin necesidad de incurrir en costosas actualizaciones del sistema de cableado.

Existen las siguientes opciones típicas de sistemas de cableado estructurado, cada una posee características de producto y de funcionamiento particulares.

#### UTP

##### Categoría 3

- Todos los componentes son probados para un funcionamiento eléctrico de hasta 16 MHz.
- Reúne los requerimientos básicos de cableado para telecomunicaciones.
- Acomoda todas las aplicaciones para datos como Ethernet.

##### Categoría 4

- Todos los componentes son probados para un funcionamiento eléctrico de hasta 20 MHz.
- Buena separación diafónica, acomoda todas las aplicaciones para datos como Token Ring/Ethernet.

### Categoría 5

- Todos los componentes son probados para un funcionamiento eléctrico de hasta 100 MHz.
- Sistema UTP de mejor rendimiento disponible en la actualidad.
- Acomoda todas las aplicaciones como ATM y Fast Ethernet.

Existen ya cables UTP para altas velocidades (categoría 6 y categoría 7), sin embargo no han sido estandarizadas. El cable categoría 6 tiene un ancho de banda entre 200 y 250 MHz. mientras que el de categoría 7 opere a más de 600 MHz.

### STP de 150 Ohm

#### STP-A

- Todos los componentes son probados para un funcionamiento eléctrico de hasta 300 MHz .
- El ancho de banda de 600 MHz acomoda aplicaciones de multimedios (simultáneamente video y datos) Acomoda. aplicaciones para datos superiores a 100 Mbps.

### Fibra óptica Multimodo y Unimodo

- El ancho de banda utilizable más alto disponible en la actualidad.
- Excelente seguridad.
- 100 % de inmunidad a las interferencias electromagnéticas.

## 2.3.5 Apoyo técnico y servicio del cableado

La instalación se realizará de acuerdo a las especificaciones de un proyecto de cableado el cual contendrá: memoria de planos, en los cuales se especificarán los siguientes puntos:

- a) Informe de la situación actual del cableado.
- b) Localización de todos los puestos de conexión.
- d) Localización de los distintos repartidores y su conexión entre sí.
- e) Rutas realizadas por el tendido de todos los cables.

Asimismo, 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.
- Detalle del tipo de cables y conectores utilizado en las tomas.
- Espacios que hay que reservar para la instalación de los repetidores, incluyendo acceso y mantenimiento.
- Tipo de aplicaciones que puede soportar cada toma.

### Consideraciones de instalación

De forma genérica a continuación se incluyen algunas consideraciones para la instalación de un sistema de cableado. El responsable de mantenimiento de la zona afectada por el cableado deberá especificar normas de instalación particulares que deban cumplirse en el proceso de instalación.

La calidad final de una instalación de cableado depende de dos factores fundamentales:

- La calidad de los materiales empleados.
- La estricta observación de las condiciones y reglas de instalación básicas.

El no cumplimiento de cualquiera de estas dos condiciones compromete la calidad y la fiabilidad de la instalación resultante.

### Cableado

Los cables de distribución, de circunvalación y los cables horizontales no deberán tener puntos de corte entre los repartidores y los puntos de acceso. De igual manera se deberá respetar una distancia en relación con posibles fuentes de perturbaciones electromagnéticas.

### Armarios repartidores

Los locales que vayan a albergar los distintos repartidores deberán reunir las siguientes características:

- Ubicación que permita la fácil conexión con las infraestructuras de enlaces (conductos de llegada de los cables de la red pública, conductos entre edificios, conducciones de cables, conductos verticales, etc.) y garantice una

separación mínima de 3 metros respecto de las principales fuentes de señales (transformadores, onduladores, ascensores).

- Superficie del suelo determinado por:
  - a) El número de cables que deban conectarse.
  - b) La estructura del repartidor (una o dos caras).
  - c) Las exigencias de mantenimiento y de capacidad de evolución.
- Acceso fácil y seguro de forma permanente.
- Suministro eléctrico que tenga en cuenta las necesidades y exigencias de los equipos de telecomunicaciones y de los equipos informáticos que se vayan a instalar.
- Conexión directa a una tierra con un nivel de impedancia inferior a 5 ohms.
- Ventilación estática o dinámica, según las necesidades específicas de los equipos que se vayan a instalar.

### Consideraciones de Seguridad

La primera consideración para el diseño de las infraestructuras de cableado es relativa a la seguridad del personal y de los sistemas respecto a:

- a) El tendido eléctrico y el consiguiente peligro de descarga.
- b) Medidas de seguridad de las modificaciones que se puedan realizar en la estructura del edificio.
- c) Comportamiento del sistema de cableado en caso de incendio.

Respecto al último punto hay que considerar que los cables empleados tienen distintos tipos de plásticos en su construcción. Los materiales plásticos empleados deben generar poco humo en caso de incendios, no producir vapores tóxicos o corrosivos y no favorecer la propagación del fuego.

Por consiguiente los sistemas de cableado deben seguir las normas específicas en materia de seguridad.

## 2.4 PRUEBAS EN LOS SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

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 comprueban las especificaciones descritas en la memoria y según el pliego de condiciones que corresponden a las normas.

Asimismo, se indican la instrumentación utilizada, la metodología y condiciones de medida. Los resultados se presentarán 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):

- a) Longitudes (ecometría).
- b) Atenuación.
- c) Mapeo de cable.
- d) Atenuación de paradiafonía (NEXT).
- e) Relación de Atenuación/Paradiafonía (ACR).

#### 2. Otros parámetros:

- a) Pérdidas de retorno.
- b) Impedancia.
- c) Capacitancia.

### Recomendaciones en cuanto a pruebas:

- A medida que se avanza en el conectorizado es conveniente realizar pruebas de red, con un probador rápido (tal como el CAT5CUT de *Starfish*), para verificar continuidad, cortocircuito, apareo y la correcta identificación de los cables.

- Una vez finalizado el conectorizado y la identificación del cableado, se debe realizar la prueba de "performance" esto es comúnmente llamado como "verificación" o "certificación".
- Estas mediciones se realizan 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 siempre la misma persona; además con la experiencia podrá diagnosticar con bastante exactitud las causas de una eventual falla.
- Estos equipos permiten elegir a voluntad el parámetro a medir (longitud, mapeo del cable, atenuación, impedancia, next, etc.) o realizar una prueba general, el cual realiza todas las mediciones obteniendo un resultado general de falla.
- Finalmente, debido al tiempo que consume la medición y a la disponibilidad relativa del instrumento, la experiencia indica la conveniencia de realizar las mediciones en forma ininterrumpida entre punto y punto sin detenerse en los resultados.

Para cada tipo de enlace, las prestaciones del equipo serán menores, tal como se describe a continuación:

**Clase A.** Aplicaciones de baja velocidad. Enlaces especificados hasta 100 Khz.

**Clase B.** Aplicaciones de velocidad media. Enlaces especificados hasta 1 Mhz.

**Clase C.** Aplicaciones de alta velocidad. Enlaces especificados hasta 16 Mhz.

**Clase D.** Aplicaciones a muy alta velocidad. Enlaces especificados hasta 100Mhz.

Existen en el mercado diversos equipos de certificación a los que se les reconoce la capacidad para realizar este tipo de medidas. Es necesario solicitar los comprobantes de calibración de los equipos.

Cualquier otro equipo que se quiera utilizar para la certificación de la red, debe ser autorizado. Se entregarán al propietario la copia en papel de todas las rosetas, con los valores numéricos de las medidas realizadas en cada una de ellas, en las que aparecerá indicado el resultado de la certificación de la forma: pasa/no pasa.

Asimismo, el instalador entregará al propietario los planos en los cuales se mostrará tanto la ubicación como la nomenclatura de las rosetas.



### 2.4.1 Algunos dispositivos de prueba utilizados para examinar el cableado estructurado.

Algunos dispositivos empleados para realizar pruebas en los sistemas de cableado estructurado son:

#### Test – ALL IV

El equipo de pruebas TEST-ALL IV está diseñado para comprobar hasta cuatro pares de conductores a la vez. TEST-ALL IV también tiene la capacidad de comprobar uno, dos o tres pares.

Este equipo de prueba puede detectar voltaje extraño en pares de cables, continuidad de los pares de conductores, inversiones y transposiciones. También contiene una fuente de tono incorporada para identificar pares de cables.

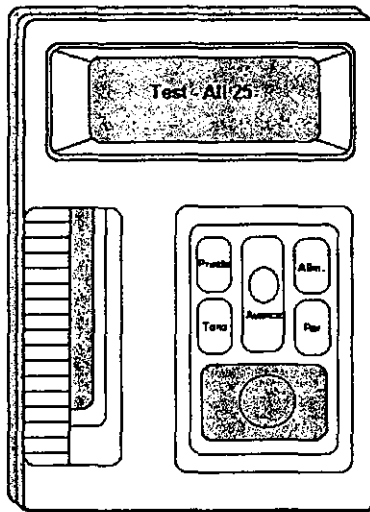


Figura 2.19 Equipo de prueba Test – All 25

La operación del equipo de pruebas TEST-ALL IV se muestra a continuación:

#### Conmutador de funciones.

Está ubicado en el frente del equipo de pruebas. Es un conmutador de tres posiciones:

1. - P = Par (reposo) - La posición normal para el almacenamiento. Previene descarga de batería y posible daño al equipo cuando se conecta a un circuito.
- 2.- T = Tono - Transmite el tono en pares designados por los conmutadores de par. Los led rojos indican que se está transmitiendo el tono.
- 3.- C = Continuidad- Cuando se activa un conmutador de par, se aplica batería a un conductor del par y se aplica tierra al otro conductor. Esta posición examina continuidad, aberturas, cortocircuitos, inversiones, etc.

### Conmutador de par

Cuatro conmutadores de par (p1, p2, p3, p4) están ubicados en el frente del equipo de pruebas. Arriba de cada conmutador hay un led identificado a ese conmutador y los pares de conductor que se están verificando. Los conmutadores de par tienen tres posiciones:

- 1.- P = Pasiva - Con los conmutadores de función y par en la posición P, se realiza pasivamente una comprobación de voltaje en el par del cable. El LED indica lo siguiente:
  - Led oscuro - El par está en buen estado, no hay voltaje presente.
  - Led ambar - El par no está en buen estado, hay voltaje extraño presente.
- 2.- T = Tono - En esta posición, se retira el led de par del par de conductores y se aplica el tono.
- 3.- C = Continuidad - Esta posición conecta batería en un lado (hilo B) del par de conductores y tierra en el otro lado (hilo A). (Hay un accesorio de enchufe de cortocircuito que se usa para aplicar un corto en un par cuando se realizan pruebas de extremo a extremo que causan que se ilumine el led verde en el equipo de pruebas y en el enchufe de cortocircuito, lo que indica un par en buen estado.)

### Test – ALL IV

#### Verificación de cables verticales

TEST-ALL 25 es un sistema de verificación automatizado que efectúa pruebas en cables no activos. TEST-ALL 25 verifica 50 conductores simultáneamente para fallas de alimentación, tallas de tierra y continuidad. Detecta conductores puestos a tierra, cortocircuitos, aberturas, cruzados, terminaciones erróneas, voltaje extranjero y problemas con tomas de tierra.

TEST-ALL 25 está diseñado a utilizarse con otro TEST-ALL 25, uno en cada extremo de los conductores que se están verificando. Con una prueba de dos extremos, se conecta un TEST-ALL 25 a ambos extremos del cable que se está verificando. Los equipos de pruebas establecen un enlace de comunicación entre los equipos de pruebas.<sup>102</sup>

operando conjuntamente para verificar los conductores. Se puede controlar la prueba de cualquier extremo y ambos equipos visualizan las fallas encontradas cuando se termina la prueba. Se puede utilizar el TEST-ALL 25 por sí solo, pero las pruebas son limitadas.

### **Operación del TEST-ALL 25**

El equipo TEST-ALL 25 utiliza una pantalla grande de cristal líquido para indicar al usuario las pruebas que se están realizando, el modo de operación en el que se encuentra el equipo, y los resultados

La pantalla de cristal líquido está numerada de 1 a 25 en el lado derecho para indicar los pares de cables. A la izquierda de cada número hay un símbolo verde que representa el lado de hilo A y a la derecha de cada número hay un símbolo rojo que representa el lado de hilo B de ese par.

### **Secuencia de prueba automática:**

#### **Autoverificación**

Cuando se activa el interruptor de alimentación del Test All 25, el equipo realiza una autoverificación, y asegura que todos los sistemas estén operativos. A continuación se describe lo que el operario ve en la pantalla del equipo:

Todas las palabras, números y símbolos en la pantalla multicolor se iluminan por aproximadamente un segundo mientras el equipo verifica sus circuitos internos.

Cada vez que se activa el interruptor de alimentación, se realiza la secuencia autodiagnóstica. La autoverificación requiere tres segundos para realizarse. Como se mencionó anteriormente, el equipo tiene que completar esta comprobación automática antes de aplicar conexiones a los pares de cables. Si se conectan los cables primero, fallas de los cables pueden falsificar los resultados de secuencia de prueba automática.

#### **Comunicaciones**

En cuanto se termine la secuencia autodiagnóstica, el equipo de pruebas supone que está conectado a un circuito e intenta comunicarse con el extremo distante. El enlace de comunicación es siempre el primer par de conductores en el cable que se está verificando.

En caso de que no se pueda comunicarse satisfactoriamente con otro equipo, MASTER destella, indicando falta de comunicación. Para iniciar otro intento, hay que oprimir otra vez el botón TEST.

### Prueba de falla de alimentación

Quando se realiza la prueba de falla de alimentación, TEST-ALL 25 ilumina "power fault" y examina todos los 50 conductores para potencia ca o cc Si 15 volts (ca ó cc), o más, son detectados, los conductores con el voltaje se iluminan en la pantalla en ambos extremos, y la secuencia de prueba se detiene.

### Prueba de falla de tierra

La primera prueba es continuidad a tierra que verifica que las tomas de tierra han sido conectadas en ambos equipos de pruebas, ambos extremos de cable debe tener la misma potencia de conexión a tierra. Niveles de voltaje diferentes existen frecuentemente entre las tomas de tierra de los edificios, causando condiciones ruidosas que afectan la calidad de transmisión. Esta prueba de continuidad de tierra verifica la conexión a tierra apropiada.

Conductores puestos a tierra - Al final de la prueba de continuidad de toma de tierra de extremo a extremo, TEST-ALL 25 verifica los conductores puestos a tierra, que podrían causar ruido o falla de los cables.

Las siguientes pruebas se realizan en los pares de conductores de extremo a extremo.

Cortocircuitos - Todos los conductores son verificados para cortocircuitos con otros conductores. (60,000 ohms o menos entre conductores se considera un cortocircuito.)

Aberturas - Todos los conductores se verifican para conductores abiertos. (Más de 2,600 ohms entre equipos de pruebas (extremo a extremo) es considerado un conductor abierto.)

Ejemplo: Un cable de cobre calibre 26 tiene una resistencia interna de aproximadamente 216 ohms por milla (1.6 kms), por lo tanto, se podría realizar una prueba en aproximadamente 12 millas (19.31 kms) del cable de conductores calibre 26. Cables de conductores de calibres más grandes tienen menos resistencia, por lo tanto lógicamente pueden ser verificados para distancias más grandes.

Invertido - Todos los pares de conductor se verifican para polaridad correcta extremo a extremo. Durante la prueba de continuidad, se verifica cada conductor para asegurar que aparece como el mismo conductor en el otro equipo de pruebas.

Cruzado - Todos los conductores son verificados para terminación correcta de extremo a extremo y también para cruzados con los otros conductores en el grupo de cable que se está verificando. (Esto se denomina frecuentemente transposiciones.)

### 2.4.2 Tipos de pruebas realizadas en el cableado estructurado.

Conforme la velocidad de transmisión ha aumentado, el cableado de alto rendimiento se ha convertido en una necesidad, por lo que se han establecido algunos parámetros para el rendimiento del mismo.

La especificación de la TIA/EIA TSB-67 (*Technical Systemn Bulletins*), brinda los criterios con los cuales los parámetros del cable categoría 5 serán evaluados. También especifica los métodos de reporte, procedimientos de medición y los requerimientos de desempeño para los instrumentos de prueba utilizados para las mediciones de cableado como el PentaScanner.

#### Medición de longitud.

Esta función nos permite verificar la distancia real del cable, tomando en cuenta curvas y tramos de reserva en paredes falsas o plafones. Si nos refleja una distancia muy corta con relación a lo esperado, es necesario verificar conectores, conexiones mal rematadas y cables de "parqueo".

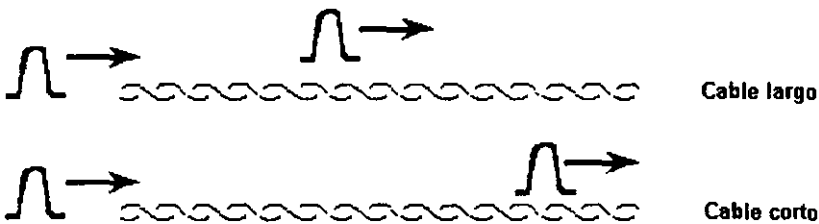


Figura 2.20 Ilustración del retardo de una señal debido a la longitud de un cable.

#### Atenuación.

La atenuación es la pérdida de potencia en la señal a lo largo del canal de transmisión. La atenuación es expresada en decibeles (db), como se muestra a continuación:

$$\text{Atenuación (db)} = 10 \log_{10} \frac{P_0}{P_1}$$

Acorde a los estándares para la atenuación, los componentes electrónicos en un sistema de red deben ser capaces de enviar una señal a una distancia menor de 100 metros a través del cable, cable de "parcheo", y conectores; y también deben ser capaces de recuperar la información.

Los factores como los conductores de cable, la impedancia y la disipación de calor juegan un papel importante en la atenuación del cable.

Por otra parte, las fallas en la prueba de atenuación son causadas por:

- longitud excesiva del cable.
- temperaturas altas en la ruta del cable.
- cable y conectores de diferentes categorías.
- conexiones mal rematadas.
- cables de "parcheo".
- conectores.

Se debe considerar que la atenuación en cables de cobre varía con:

- a) la frecuencia.
- b) la resistencia.
- c) la impedancia.

Como regla general, la atenuación incrementa con la frecuencia, idealmente, todas las frecuencias deberían sufrir la misma atenuación. Pero en la realidad, a frecuencias la señal es atenuada más que con frecuencias bajas.

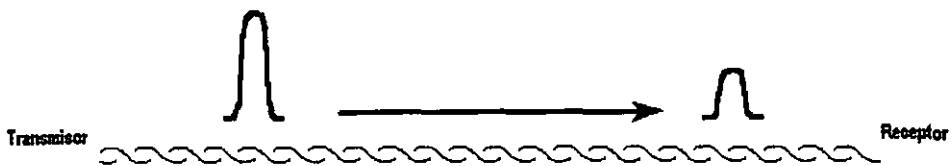


Figura 2.21 Ilustración de la atenuación.

El valor de la atenuación deberá ser menor o igual utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Atenuación}(f) \leq k_1(f)^{1/2} + k_2 f + k_3 / (f)^{1/2}$$

Donde las constantes para la fórmula de atenuación, son las siguientes:

Categoría	$k_1$	$k_2$	$k_3$
3	2.320	0.238	0.000
4	2.050	0.043	0.057
5	1.967	0.023	0.050

La siguiente tabla muestra las especificaciones de atenuación para tres clases de aplicación:

Frecuencia [MHz]	Cat. 3 [dB/100 m]	Cat. 4 [dB/100 m]	Cat. 5 [dB/100 m]
0.772	2.2	1.9	1.8
1.0	2.6	2.1	2.1
4.0	5.6	4.3	4.3
10.0	9.8	7.2	6.6
16.0	13.1	8.9	8.2
20.0	--	10.2	9.2
31.25	--	--	11.8
62.5	--	--	17.1
100.0	--	--	22.0

**Mapeo del cable.**

Esta opción nos muestra de manera gráfica en el *PentaScanner* cuál es el estado de los pares de un cable; es decir, si están abiertos, en corto, invertidos, cruzados o están bien.



Figura 2.22 Ilustración el mapeo de cables.

### NEXT (Near end Cross talk)

Cuando la corriente eléctrica fluye en un alambre, se origina un campo electromagnético, el cual puede interferir con señales de alambres adyacentes. Si la frecuencia se incrementa, este efecto empieza a ser mas fuerte. Cada par es trenzado para permitir que los campos opuestos generados por el alambre del par, se cancelen uno a otro. El apretado del trenzado realiza una cancelación efectiva y permite un porcentaje más alto de datos para ser llevados por cable. Mantener este radio de trenzado es un factor importante para garantizar la buena instalación del cable. Este parámetro es expresado en decibeles y se desean valores altos. La función en el *PentaScanner* nos muestra en la pantalla si el cable pasa la prueba del NEXT o tiene fallas.

Estas fallas pueden ser causadas por:

- destorcido del cable mayor a 1/8 pulgada para categoría 5.
- pares cambiados.
- problemas de conectores.
- fuentes externas de ruido.

La pérdida NEXT suele obtenerse mediante mediciones a frecuencias variables utilizando un analizador de red. La pérdida NEXT disminuye conforme aumenta la frecuencia y la pérdida mínima NEXT por la combinación de cualquier par a la temperatura del cuarto será mayor al valor determinado usando la fórmula siguiente:

$$\text{NEXT}(f) \geq \text{NEXT}(0.772) - 15 \log (f / 0.772)$$

para todas las frecuencias (f) en MHz en la gama de 0.772 MHz hasta la frecuencia referida más elevada con respecto a una longitud de 100m.

El valor NEXT a 0.772 MHz debe ser de 43 dB para la categoría de cable 3, 58 dB para categoría de cable 4 y 64 para la categoría de cable 5.



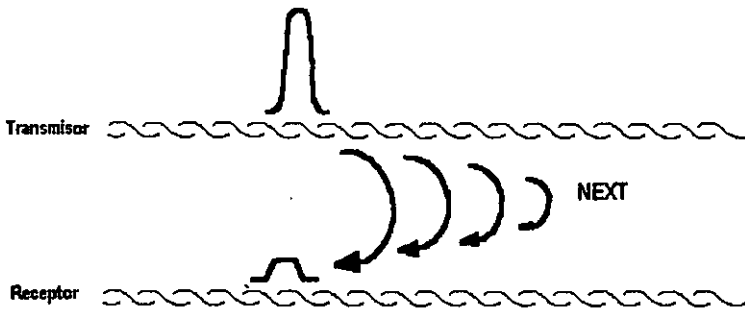


Figura 2.23 Ilustración del NEXT.

La siguiente tabla muestra los valores mínimos de NEXT para tres tipos de cable UTP:

Frecuencia [MHz]	Cat. 3 [dB/100 m]	Cat. 4 [dB/100 m]	Cat. 5 [dB/100 m]
0.772	43	58	64
1.0	41	56	62
4.0	32	47	53
8.0	27	42	48
10.0	26	41	47
16.0	23	38	44
20.0	--	36	42
25.0	--	--	41
31.25	--	--	39
62.5	--	--	35
100.0	--	--	32

**PSNEXT (Power Sum Near End Crosstalk )**

PSNEXT es la suma de las potencias NEXT de todos los pares en un cable.

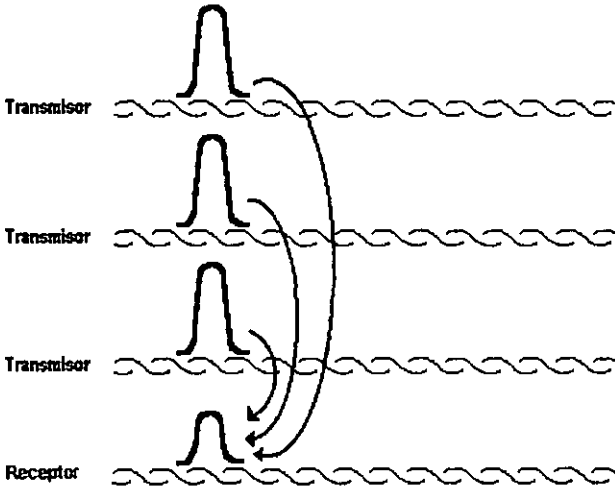


Figura 2.24 Esquema del PSNEXT.

**FEXT (Far-End Crosstalk)**

El FEXT es provocado por el acoplamiento indeseado del par de transmisión en los pares de recepción del extremo remoto. En el caso de la teledifonía, la fuente de la diafonía se encuentra en el extremo opuesto al equipo que resiente el disturbio.

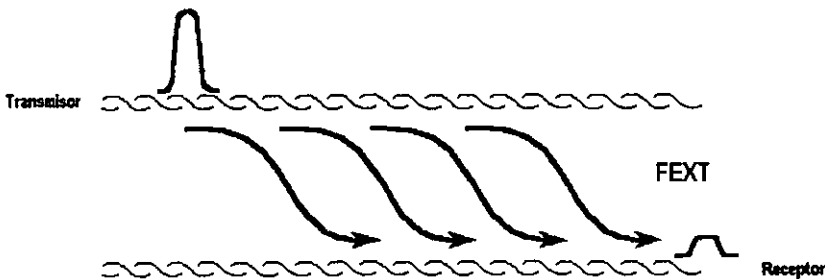


Figura 2.25 Esquema del FEXT.

El valor de FEXT se obtiene de la siguiente relación:

$$\text{FEXT} = \frac{\text{Tamaño de la señal transmitida}}{\text{Tamaño del ruido no deseado}}$$

### ELFEXT (Equal Level Far End Crosstalk)

Es la relación de la señal deseada recibida en el par de recepción al ruido no deseado inducido por el FEXT. ELFEXT es equivalente al ACR para el extremo remoto.

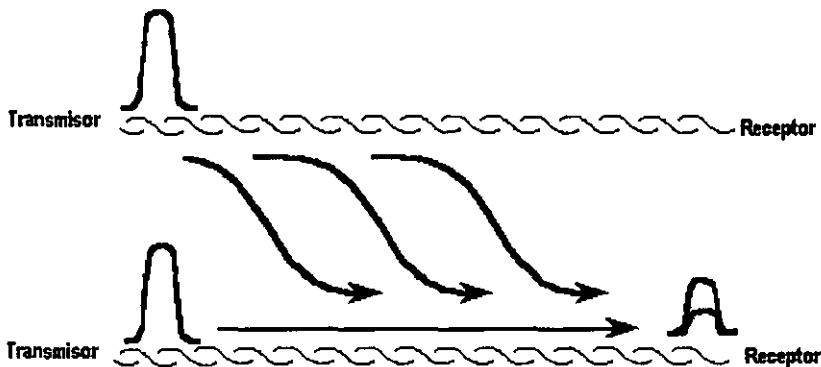


Figura 2.26 Esquema del ELFEXT.

$$\text{ELFEXT} = \text{FEXT (db)} - \text{Atenuación (db)}$$

### ACR (Attenuation to Cross talk Ratio)

Debido a los efectos de atenuación, las señales son más débiles en el lado del receptor, pero es aquí donde el NEXT se genera más fuerte. El ACR es la diferencia entre las pérdidas de cross talk y la atenuación, se desean valores altos para el ACR pues es la medición del ancho de banda disponible entre el tamaño de la señal recibida y el tamaño del ruido del cross talk. Las posibles causas de problemas con el ACR incluyen:

- longitud del cable muy largo, causando pérdidas de señal muy grande.
- problemas con los cables de "parcheo".
- problemas en los conectores.

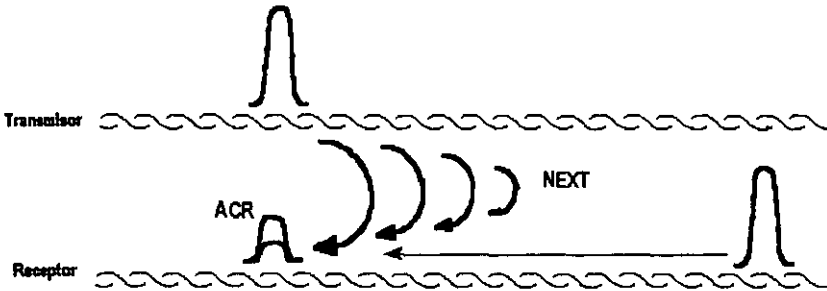


Figura 2.27 Esquema del ACR.

$$ACR = \frac{\text{Tamaño de la señal recibida}}{\text{Tamaño del ruido no deseado}}$$

$$ACR (db) = NEXT(db) - \text{Atenuación} (db)$$

La siguiente tabla muestra las especificaciones del ACR para tres clases de aplicación:

Frecuencia [MHz]	Cat. 3 [dB/100 m]	Cat. 4 [dB/100 m]	Cat. 5 [dB/100 m]
0.772	40.8	56	62.2
1.0	38.4	53.8	60
4.0	26.4	42.7	49
10.0	18.5	35.8	40.5
16.0	10	29	35.8
20.0	--	--	32.7
31.25	--	--	27.3
62.5	--	--	18
100.0	--	--	10

Por ejemplo, un valor de 4 dB significa que el NEXT de la señal es 40% de la señal útil. La siguiente figura ilustra la importancia de la señal del ACR, el cual es determinado por las medidas de la atenuación y del NEXT.

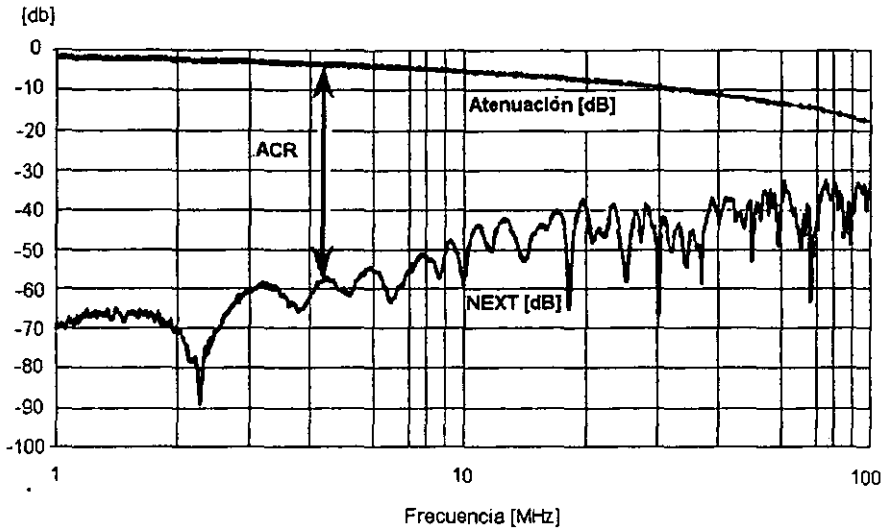


Figura 2.28 Gráfica de la atenuación contra el NEXT en un cable de 100 mts.

### RL (Return Loss)

La pérdida de retorno, también conocida como eco; es la relación de la señal de transmisión a la señal o energía reflejada en el mismo par, esta ocurre cuando una señal eléctrica encuentra una impedancia irregular. El eco es perjudicial para la transmisión, en proporción a la cantidad de retraso sufrido por la señal



Figura 2.29 Esquema referente a la pérdida de retorno.

La siguiente tabla define los valores de RL para aplicaciones en cable UTP.

Rango de frecuencia [MHz]	Cat. 4 [dB]	Cat. 5 [dB]
1 < f < 10	18.0	18.0
10 < f < 16	15.0	15.0
16 < f < 20	--	15.0
20 < f < 100	--	10.0

**Impedancia.**

Es una medida, en ohms, de la oposición al flujo de la corriente en el cable. La impedancia del cable usualmente es uniforme y no debe ser afectada, ésta se afectará con una instalación inadecuada.

La impedancia está determinada por la raíz cuadrada de la inductancia en la línea entre el valor de la capacitancia existente entre los conductores. La expresión de la impedancia es la siguiente:

$$Z_o = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Por ejemplo, si la inductancia de 500 ft de cable es de 100 mH y esta tiene una capacitancia de 35 mF, encontrar las características de la impedancia:

L = 100 mH

C = 35 mF

Z = (100 / 0.035) \* = 53.45 Ohms

La impedancia es una característica importante del cable, por lo tanto el cable deberá tener 100 ohms, puesto que a través de él se tiene el rango de frecuencia en el cual es usado.

Todos los componentes físicos de la red son diseñados para optimizar las funciones al valor nominal de 100 ohms. Debería uno o más componentes no presentar una impedancia de 100 ohms.

Para realizar esta prueba es necesario que el *PentaScanner* tenga un cable aproximadamente de 15 metros, si el cable es más corto el *PentaScanner* indicará que no puede realizarla prueba.

### Capacitancia.

La capacitancia es la medida de la capacidad de un cable para almacenar una carga eléctrica. Conforme la señal se transada en el par retorcido, el cable está absorbiendo la energía de la señal y la almacena en el mismo cable.

Las pruebas de capacitancia miden el cociente entre la cantidad de carga eléctrica almacenada entre dos conductores en el cable y la diferencia de potencial entre ellos. Los valores altos de capacitancia tienen un efecto de deterioro en las comunicaciones, especialmente en altas frecuencias; por lo tanto, si la capacitancia es baja puede ayudar a reducir la acumulación de carga en el cable para que la señal pueda continuar su trayectoria a lo largo del cable sin perder toda su energía. Las posibles causas de estos problemas son:

- conductores rotos en el cable.
- pares invertidos o cambiados.
- categoría del cable impropia.
- falsos contactos.
- corto en conector blindado.

La expresión de la capacitancia es la siguiente:

$$C = \frac{L}{(Z_0)^2}$$

Por ejemplo, si la inductancia de 500 ft de cable es de 90 mH y esta tiene una impedancia de 60 ohms, encontrar las características de la capacitancia:

$$L = 90 \text{ mH}$$

$$Z = 60 \text{ ohms}$$

$$C = (90 / 60^2) = 25 \text{ mF}$$

### 2.5 NORMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN MEXICO

Las normas mexicanas son las que elabora un organismo nacional de normalización, las cuales, se prevén para un uso común con especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

La Norma Mexicana NMX-I-248-1998-NYCE (Telecomunicaciones – Cable Estructurado – Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales – Especificaciones y Métodos de Prueba) establece los requisitos mínimos aplicables al cableado de telecomunicaciones dentro de un edificio, hasta la salida/conector de telecomunicaciones y entre edificios en un ambiente de campus. El cableado estructurado especificado por esta Norma aplica a una amplia variedad de localidades para edificios comerciales por ejemplo, voz, datos, texto, video e imágenes. Esto incluye localidades con una extensión geográfica de hasta 3,000 m y hasta 1,000,000 m<sup>2</sup> de espacio de oficinas con una población de hasta 50,000 usuarios individuales."<sup>18</sup>

Esta norma mexicana establece los requerimientos mínimos que debe cumplir un sistema de cableado genérico para telecomunicaciones en edificios comerciales, que soporte un ambiente de múltiples productos y proveedores, especificando los requerimientos de los componentes, las distancias del cableado, las configuraciones de salida/conector de telecomunicaciones y la topología recomendada.

Esta norma mexicana precisa los requerimientos mínimos para el cableado de telecomunicaciones dentro de un edificio, hasta la salida/conector de telecomunicaciones y entre edificios.

Los elementos de la estructura del sistema de cableado estructurado de telecomunicaciones comprendidos en esta norma son los siguientes:

- a) Cableado horizontal.
- b) Cableado vertebral (backbone).
- c) Area de trabajo.
- d) Armario de telecomunicaciones.
- e) Cuartos de equipo.
- f) Instalaciones de acometida.
- g) Administración.

---

<sup>18</sup> NMX-I-248-NYC, Norma Mexicana: Cableado estructurado, 1998. p. 2.



### a) Cableado horizontal

El cableado horizontal incluye los cables horizontales, la salida/conector de telecomunicaciones en el área de trabajo, la terminación mecánica y los cordones de parcheo o puentes ubicados en el armario de telecomunicaciones.

Dicho cableado debe aumentar equipo futuro y cambios en el servicio; contiene la mayor cantidad de cables individuales en el edificio. Una vez construido el edificio, el cableado horizontal generalmente es menos accesible que el cableado vertebral, y por lo tanto, el tiempo, el esfuerzo y las habilidades requeridas para efectuar los cambios, pueden ser extremadamente altos. Así mismo, el cableado horizontal debe ser de una topología de tipo estrella.

Para cables de fibra óptica, es aceptable cualquier combinación de longitudes entre el cableado horizontal y los cordones de área de trabajo y de parcheo, sin que ésta exceda los 100 m.

La distancia horizontal debe ser de 90 m. independientemente del tipo de medio, esto es, la longitud del cable desde la terminación mecánica del medio.

Esta norma reconoce tres cables para uso en el sistema de cableado estructurado en el cableado horizontal:

- Cables de par trenzado sin blindaje (UTP).
- Cable de par trenzado con pantalla (FTP).
- Cable de fibra óptica.

Esta norma reconoce la importancia de las telecomunicaciones de voz y de datos en un edificio. Se debe proporcionar un mínimo de dos salida/conectores de telecomunicaciones, por cada área de trabajo individual.

En cuanto a la conexión a tierra normalmente son una parte integral de la señal específica o del sistema de cableado de telecomunicaciones que protegen. Además de ayudar a proteger al personal y al equipo contra tensiones peligrosas, un sistema conectado a tierra apropiadamente puede reducir la interferencia electromagnética hacia y desde el sistema de cableado de telecomunicaciones. Una conexión a tierra incorrecta puede producir tensiones inducidas, las cuales pueden alterar otros circuitos de telecomunicaciones.

Identificación del conductor	Código de colores	Abreviación
Par 1	Azul-Blanco Azul	(B-A) (A)
Par 2	Bianco-Naranja Naranja	(B-N) (N)
Par 3	Bianco-Verde Verde	(B-V) (V)
Par 4	Bianco-Café Café	(B-C) (C)

**b) Cableado Vertebral**

La función del cableado vertebral es proporcionar interconexiones entre los armarios de telecomunicaciones, los cuartos de equipo y las instalaciones de acometida en la estructura del sistema de cableado de telecomunicaciones. El cableado vertebral consiste de cables vertebrales, conexiones, terminaciones mecánicas y cordones de parcheo o puentes utilizados. El cableado vertebral incluye el cableado entre edificios.

El cableado vertebral debe utilizar la jerarquía convencional para la topología de estrella. Si se anticipan los requerimientos para configuraciones de "bus" o "anillo" se permite el cableado directo entre los armarios de telecomunicaciones, dicho cableado es adicional a las conexiones para la topología de estrella básica.

Las distancias máximas dependen de la aplicación y los sistemas de conexión a tierra normalmente son parte integral de la señal específica o del sistema del cableado de telecomunicaciones que protegen. Además de proteger de tensiones peligrosas al personal y al equipo.

### **c) Área de trabajo.**

Los componentes del área de trabajo se extienden desde el extremo de salida/conector de telecomunicaciones del sistema del cableado horizontal, hasta el equipo de la estación y está fuera del alcance de esta norma. El equipo de la estación puede diversos dispositivos que incluyen, pero no se limitan a los teléfonos, terminales de datos y computadoras. El cableado del área de trabajo es crítico para un sistema de distribución bien administrado; sin embargo, generalmente no es permanente y está diseñado para que su cambio sea relativamente sencillo. Por lo tanto, no se incluye en esta norma una especificación por separado del cableado en el área de trabajo.

### **d) Armarios de telecomunicaciones**

Los armarios de telecomunicaciones proporcionan muchas funciones distintas para el sistema de cableado y generalmente son tratados como un subsistema diferente de cableado gerárquico.

La función principal de un armario de telecomunicaciones, es la terminación del cable de distribución horizontal. los cables horizontales de todos los tipos reconocidos se determinan en el armario de telecomunicaciones en accesorios de conexión compatibles.

### **e) Cuartos de equipo**

Los cuartos de equipo se consideran distintos a los cuartos de telecomunicaciones; en la presente norma, debido a la naturaleza o complejidad del equipo que contienen. Cualquiera de las funciones de un armario de telecomunicaciones puede ser proporcionada por un cuarto de equipo.

Un cuarto de equipo proporciona un ambiente controlado para albergar equipo de telecomunicaciones, accesorios de conexión, cámaras, aparatos de protección que sean necesarios, etc.

### **f) Instalaciones de acometida**

Las instalaciones de acometida consisten en cables, accesorios de conexión, dispositivos de protección y el equipo necesario para conectar las facilidades de planta externa al cableado local. Estos componentes pueden ser utilizados por los servicios de la red pública, servicios locales de la red privada del cliente, o ambos. El punto de demarcación entre los portadores/proveedores de servicios regulados y el cableado local del cliente, puede ser parte de la instalación de acometida.

Las instalaciones de acometida incluyen las conexiones entre el cableado utilizado en el ambiente externo y el cableado autorizado para la distribución dentro del edificio.

### **g) Administración**

Las salidas multiusuario se deben administrar de la misma forma que el cableado, los accesorios de conexión, las vías y los espacios descritos en la especificación particular.

El cordón del área de trabajo que conecta la salida multiusuario con el equipo, debe ser etiquetado, en ambos extremos con un identificador único. El extremo del cordón del área de trabajo que se conecte a la caja multiusuario, debe ser etiquetado con el identificador del área de trabajo a la que sirve, y el extremo que conecta al área de trabajo con el identificador correspondiente a la caja multiusuario y al puerto al que se conecta.

# **CAPITULO III**

## **DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL EDIFICIO DE DOCENCIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS**

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL EDIFICIO DE DOCENCIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS**

El incremento en el número del personal académico de la Facultad de Ciencias que forma parte del Sistema Nacional de Investigadores, es reflejo de la creciente actividad en la investigación y publicación de resultados. La Facultad de Ciencias cuenta con una planta docente compuesta por un total de 1495 académicos.

Una de las actividades fundamentales del personal académico de la Facultad de Ciencias es la producción de nuevos conocimientos científicos, que han enriquecido de manera importante no sólo al país sino a la Universidad.

En el período de 1998 fueron publicados por el personal académico de la Facultad: libros, artículos en revistas y memorias, así como, un total de 262 materiales de apoyo docente (escritos, material audiovisual y software).

En 1998 la Facultad de Ciencias fue testigo de importantes hechos que han favorecido su presencia en la vida académica nacional. Entre estos podemos señalar la adecuación de programas de posgrado; la modificación de planes y programas de estudio a nivel licenciatura en biología; el incremento en el número de alumnos beneficiados con acciones de intercambio académico; la reactivación de trabajos de construcción de infraestructura.

Durante 1988 se trabajó intensamente para poder establecer un área de cómputo que presentara un mejor servicio a la docencia en el departamento de Biología. Gracias a esta actividad, actualmente se cuentan con tres salones de cómputo dotados con computadoras de alta velocidad y conectadas en red, que permiten a los profesores impartir clases basadas en el uso de computadoras. De esta manera, los ejercicios numéricos, estadísticos y de análisis quedan incorporados a los temas que así lo requieran.

La Facultad de Ciencias adquirió equipo para alentar las necesidades de los diferentes grupos de investigación que actualmente laboran en la Facultad, proporcionando mantenimiento y renovación de las salas de cómputo y a los equipos de la biblioteca "Ricardo Monges López", todas ubicadas en el conjunto Amoxcalli y destinadas al apoyo del trabajo escolar de los estudiantes.

La coordinación de los servicios de cómputo regula, administra y da seguimiento a los requerimientos de las necesidades de servicio y atención en el área de cómputo a la comunidad de la facultad. La coordinación tiene entre sus responsabilidades el área de servicio a las computadoras (donde se da mantenimiento y reparación a los equipos de cómputo con que cuenta la facultad), el área de atención a los alumnos (que comprende los laboratorios de cómputo del Amoxcalli y los cursos extracurriculares que complementan la formación de los alumnos) y el centro de cómputo (quien es la entidad responsable de servicios académicos como la página de la facultad, el servidor de correo principal de la facultad, el FTP (*File Transfer Protocol*) anónimo, entre otros).

La mayoría de los laboratorios existentes en la Facultad de Ciencias se utilizan para las prácticas que realizan los alumnos e investigadores, los cuales, se apoyan con diferentes aplicaciones, algunas de ellas son: Windows 95, Windows 98, Windows 2000, Office 97, 2000, Postscript, XPDF, ADSwit, etc., y algunos lenguajes de programación, como: C, C++, Java, Perl, Awk, Shell, etc.

Los servidores que dan servicio a los laboratorios se apoyan en las siguientes plataformas: Linux, Windows NT, Novell Netware, Solaris, etc.

Hoy en día, la red de la Facultad de Ciencias es una de las más grandes en cantidad de nodos registrados en la Universidad Nacional Autónoma de México, esta red cuenta con cuatro segmentos clases C.

En 1998 la Facultad de Ciencias decidió construir un edificio (Edificio de Docencia de la Facultad de Ciencias), mismo que será utilizado para el personal académico y estudiantil para fines experimentales. El edificio cuenta con 4 niveles, en los cuales se distribuyeron laboratorios, aulas, auditorio, etc. Donde se impartirán clases y se llevarán a cabo prácticas profesionales y de investigación.

### **3.1 PROCESO DEL DISEÑO**

De lo anterior surge la necesidad de diseñar un posible Sistema de Cableado Estructurado; para ello, nos apoyamos del autor Edward V. Krack en su libro "Introducción a la ingeniería y al diseño de la ingeniería", en el cual plantea una metodología para resolver problemas en ingeniería, basándose en los siguientes puntos:

- Formulación de la problemática.
- Análisis de la problemática.
- Búsqueda de soluciones.
- Especificación: la solución.

El método empleado por el autor "Proceso del diseño", abarca las actividades y eventos que transcurren entre el reconocimiento de un problema y la especificación de una solución del mismo. El cual es utilizado en actividades prácticas de la ingeniería.

### **3.1.1 Formulación de la problemática**

En algunos edificios con Sistema de Cableado Estructurado se proporciona un medio físico de conexión para llevar hasta el punto de trabajo los servicios telemáticos y de comunicaciones, sean de voz, datos o video; permitiendo la incorporación de nuevos o futuros servicios sobre la red de distribución ya existente y la posibilidad de una modificación interna sin que por ello se pierda la eficacia ni el nivel de servicios disponibles.

Ha sido de suma importancia el considerar un Sistema de Cableado Estructurado en los edificios de la UNAM, ya que esto implica adaptarse a las nuevas necesidades y requisitos actuales de comunicación de cada uno de los edificios de la Universidad.

Así pues, se necesita que en el edificio de Docencia de la Facultad de Ciencias exista un cableado estructurado, el cual, nos permita tener un cableado flexible que soporte múltiples computadoras y sistemas telefónicos, logrando así una administración adecuada de los medios y dispositivos de comunicación. Para ello, se tendrá que realizar su diseño e implantación.

### **3.1.2 Análisis de la problemática**

En la actualidad existen edificios que cuentan con un Sistema de Cableado Estructurado, el cual les permite identificar, reubicar y cambiar en todo momento de forma racional los diversos equipos electrónicos de comunicación que se conectan, apoyándose de una normatividad completa de identificación de cables y de componentes.

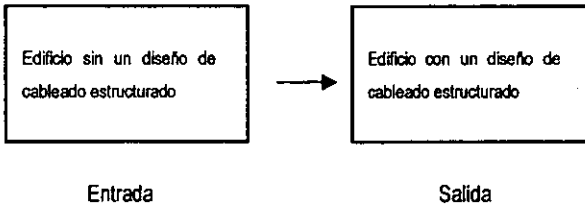
En base a lo anterior, en el edificio de Docencia de la Facultad de Ciencias será necesario implementar un Sistema de Cableado Estructurado que permita tener una técnica adecuada de instalación, control y administración de los equipos electrónicos de comunicación, para que el edificio funcione con seguridad y por un tiempo prolongado.

El diseño se deberá adaptar a los requisitos de comunicación que se instalarán en dicho edificio. Así pues, deberá considerarse que el diseño contemple una visión o proyección a futuro con respecto a las demandas o necesidades que surjan del cableado estructurado de voz y datos a implementar.



La problemática puede formularse con distintos grados de amplitud o restricción. Entre estos dos límites se deberá hacer una selección adecuada de acuerdo a los alcances del diseño.

Para tal propósito se determinó contemplar un estado de entrada (inicial) y un estado de salida (final).



### Variables de solución

Las soluciones alternativas del problema difieren en muchos aspectos, de aquí que, es importante considerar de acuerdo a los lineamientos de las variables de entrada y salida una alternativa de variables de solución que permitan retomar decisiones de confianza apoyándose de aspectos como la restricción, criterios y volumen de operación.

Las variables de solución a considerar fueron las siguientes:

- Trayectoria de los servicios de voz y datos.
- Características de los dispositivos y accesorios.
- Costos de los accesorios e instalación.
- Selección de los estándares.

### Limitaciones

De todo lo anterior las variables de solución deberán tener una relación con respecto a las limitaciones ya que esto nos permitirá fijar previamente posibles soluciones al problema planteado.

Las limitaciones para el planteamiento del problema son:

- Ancho de banda deberá ser como mínimo de 100 MHz.
- El costo máximo de los accesorios e instalación deberá ser de \$125.000 dls.
- Se deberán considerar estándares que garanticen la operabilidad del sistema.
- El tiempo de vida de la infraestructura del cableado estructurado deberá tener por lo menos una duración de 5 años.

### Criterios

Los criterios que serán utilizados para la selección del posible diseño son los siguientes:

- Especificaciones del cableado.
- Apoyo técnico.
- Mantenimiento.
- Pruebas confiables.
- Documentación del cableado.
- Costos.

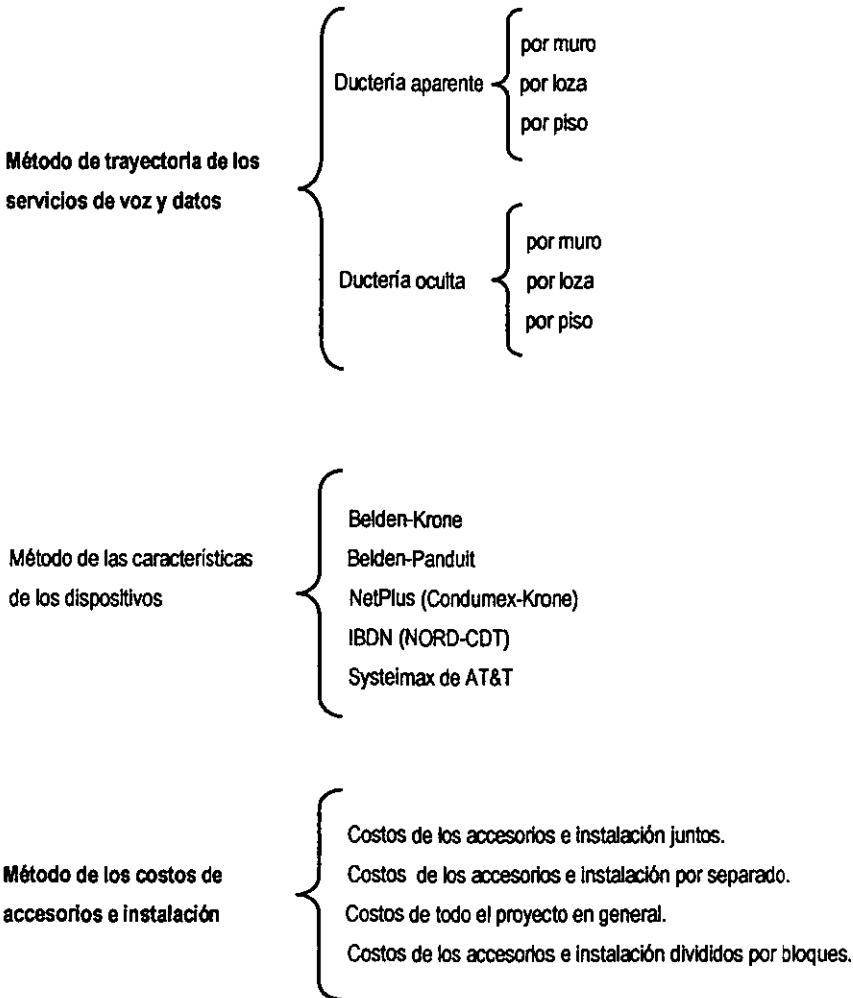
### Volumen de operación

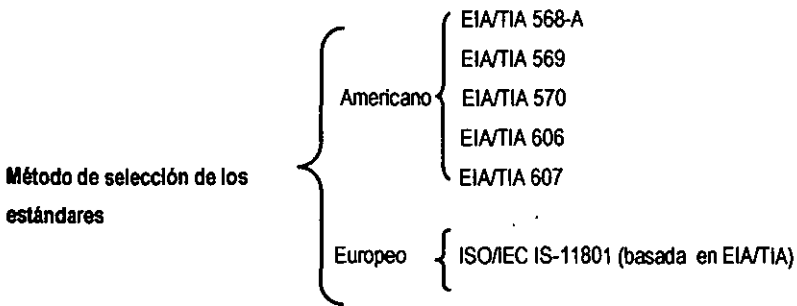
- La cantidad de servicios de datos será de 1280.
- La cantidad de servicios de voz será de 93.

### 3.1.3 Búsqueda de soluciones

Para lograr tener un diseño de Cableado Estructurado se consideraron las variables de solución, creando posibles soluciones para cada una de ellas.

A continuación se especifica el procedimiento llevado a cabo para el sistema de búsqueda.



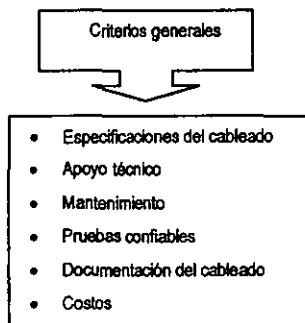


### Fase de decisión

Una vez eliminadas las alternativas de las soluciones posibles nos enfocamos en las soluciones de las variables más pertinentes al objeto de estudio y al planteamiento del diseño del Sistema del Cableado Estructurado. Por lo tanto, para la fase de decisión nos apoyamos del proceso de la toma de decisión contemplando los siguientes pasos:

- Seleccionar los criterios y determinar su importancia.
- Predecir el funcionamiento de las soluciones alternativas con respecto a tales criterios.
- Comparar las alternativas sobre la base de los funcionamientos predichos.
- Hacer una selección.

Para llevar a cabo la selección entre las alternativas, fue necesario contemplar los siguientes criterios generales:



Una vez acordadas las posibles soluciones del sistema de búsqueda fueron seleccionadas las siguientes alternativas:

### Alternativa No. 1



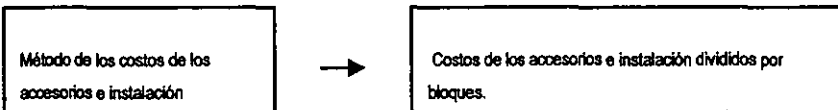
Se decidió que la trayectoria de los servicios fuera aparente, debido a las condiciones arquitectónicas del edificio.

### Alternativa No. 2



Se optó por estas marcas, debido a lo siguiente:

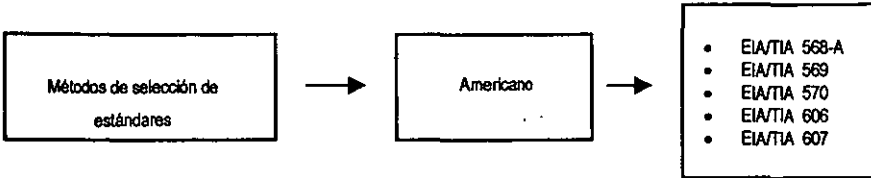
- Su costo de instalación es bajo.
- Son accesible.
- Modificaciones y adiciones fáciles.
- Apariencia estética y agradable.
- Se tiene experiencia manejando productos y accesorios.
- Se conoce su calidad.



### Alternativa No. 3

La justificación de seleccionar el costo por segmentación se debió a que en el edificio se hará una división, la cual nos permitirá una mejor organización en el cableado.

### Alternativa No. 4



Para el método de solución, se optó por la estandarización Americana, debido a que la mayoría de los accesorios y dispositivos que serán utilizados en el Diseño de Cableado Estructurado son fabricados considerando la normalización Americana.

### 3.1.4 Especificación de la solución

Los datos de especificación de la fase de decisión fueron la solución elegida al diseño del Sistema del Cableado Estructurado. El siguiente informe contempla la solución que resolvió nuestra problemática del diseño.

#### Trayectoria de los servicios de voz y datos

Para facilitar la trayectoria de los servicios de voz y datos en el diseño del cableado estructurado se tuvieron que segmentar los planos. Para ello se determinaron los siguientes puntos:

- El edificio consta de cuatro niveles: sótano, planta principal, primer nivel y segundo nivel.
- Cada nivel del edificio fue seccionado en mosaicos, los cuales, fueron denominados mosaico A, B y C.
- En el sótano, primer nivel y segundo nivel se contemplaron únicamente los mosaicos A y B.
- Para la planta principal se consideraron los tres mosaicos antes mencionados.
- Se asignó un cuarto de telecomunicaciones a cada uno de los mosaicos A y B del sótano, primer y segundo nivel; desde el cual se distribuyeron los servicios de voz, datos e internet 2 para cada área de trabajo.
- Para la planta principal se asignó un cuarto de telecomunicaciones en los mosaicos A y B respectivamente. Sin embargo, para el mosaico C no existió tal cuarto de telecomunicaciones, por lo cual, los servicios correspondientes de este mosaico, fueron obtenidos desde los mosaicos A y B.

La ubicación de cada uno de los nodos de los servicios de voz y datos se muestran en los planos que se encuentran en los anexos (3,4,5 y 6).

**Características de los dispositivos y accesorios**

La siguiente tabla muestra las especificaciones generales de los accesorios a considerar, teniendo en cuenta que en la selección de la conectorización se contempló el estándar T568B.

<b>Accesorio</b>	<b>Especificaciones</b>
Cable UTP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cable par trenzado de 4 pares categoría 5e.</li> <li>- Ofrece mayor inmunidad a las interferencias .</li> <li>- Las especificaciones de atenuación, ACR, RL, NEXT, etc. proporcionados son a una longitud de 100 m.</li> <li>- Retardante al fuego.</li> <li>- Se encuentra etiquetado con un forro exterior.</li> <li>- Capaz de soportar velocidades hasta de 1 Gbit.</li> </ul>
Panel de distribución	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los puertos de los paneles es de jacks RJ-45 de 8 posiciones.</li> <li>- Los sistemas de rematen es de 110 IDC.</li> <li>- La capacidad es de 48 y 24 puertos para fijarse en racks de 19".</li> <li>- El panel es de acero.</li> </ul>
Administración de cables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Horizontal para colocar en rack de piso de 19".</li> <li>- Color negro.</li> <li>- Altura de 1.75" (unidad de rack)</li> </ul>
Cordones de parcheo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizan el soporte de aplicaciones 10/100 Base Tx, 155/622 ATM, Gigabit Ethernet, etc.</li> <li>- Soportan frecuencias mínimas de 250 MHz.</li> <li>- Longitud de 3 m.</li> <li>- Conector RJ45-RJ45</li> </ul>
Cables de conexión del área de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizan el soporte de aplicaciones 10/100 Base Tx, 155/622 ATM, Gigabit Ethernet, etc.</li> <li>- Soportan frecuencias mínimas de 250 MHz.</li> <li>- Longitud variable (3m. a 15m.).</li> <li>- Conector RJ45-RJ45.</li> </ul>
Cajas de distribución	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad para 12 módulos para UTP RJ45.</li> <li>- Material resistente a alto impacto y retardante al fuego.</li> <li>- Cuentan con accesorios para etiquetado.</li> </ul>

Accesorio	Especificaciones
Face plate	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de salida doble, triple, cuádruple.</li> <li>- Material resistente a alto impacto y retardante al fuego.</li> <li>- Para insertar módulos UTP RJ45.</li> <li>- Cuentan con accesorios para etiquetado.</li> </ul>
Módulos jacks	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RJ45.</li> <li>- 8 posiciones.</li> <li>- Material resistente a alto impacto y retardante al fuego</li> </ul>
Pach duplex de fibra óptica	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Multimodo de 62.5/125<math>\mu</math>m.</li> <li>-Ancho de banda mínimo: 300 MHz/Km. – 850nm. 500MHz./Km. – 1300nm.</li> <li>-Temperatura de operación de –20 a 70 grados centigrados.</li> <li>-Longitud de 3 m.</li> </ul>
Charolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Para rack de 19" de ancho.</li> <li>-Material de aluminio.</li> <li>-Capacidad de carga mínima de 25 Kg.</li> <li>-Ventilada.</li> </ul>



**Estándares empleados en el diseño**

Durante el desarrollo del sistema de cableado estructurado del edificio, se consideraron los lineamientos y recomendaciones de los siguientes estándares:

EIA/TIA 568-A, Estándar de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

EIA/TIA 569, Estándar para Ductos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

EIA/TIA 570, Alambrado de telecomunicaciones residencial y comercial pequeño.

EIA/TIA 606, Estándar de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

EIA/TIA 607, Requerimientos de Puesta a Tierra para Telecomunicaciones.

**Costos en el sistema del cableado estructurado**

Como se detalló en el capítulo uno con referencia al cableado UTP, éste permite como máximo una distancia de (100m.); por lo tanto, se tuvieron que segmentar los servicios de voz y datos como se mencionó previamente en "la trayectoria de los servicios". En consecuencia, fue necesaria la consideración de un presupuesto que contemplara los accesorios e instalación por mosaico (A, B y C). Así pues, se llegó a la siguiente propuesta de precios, los cuales incluyen instalación y mantenimiento de obra, así como, el IVA.

No. Cotización	Descripción	Total U.S.D
1.1	Enlace de fibra óptica Ciencias/Docencia	\$ 6,695.02
1.2	Enlace de fibra óptica DGSCA/Ciencias	\$11,602.56
1.3	Enlace de Cable para Voz DGSCA	\$ 6,061.14
<b>Mosaico "A" Sótano</b>		
2.1	Datos	\$ 6,650.99
2.2	Fibra óptica	\$ 1,817.99
2.3	Voz	\$ 810.62
2.4	Racks y etiquetas	\$ 1,585.27
<b>Mosaico "B" Sótano</b>		
3.1	Datos	\$ 4,467.61
3.2	Fibra óptica	\$ 1,732.13
3.3	Voz	\$ 761.21
3.4	Racks y etiquetas	\$ 1,001.40
<b>Mosaico "A" Nivel Principal</b>		
4.1	Datos	\$ 6,899.34
4.2	Fibra óptica	\$1,529.06
4.3	Voz	\$ 862.33
4.4	Racks y etiquetas	\$ 1,580.36

## Diseño del Cableado Estructurado

	<b>Mosaico "B" Nivel Principal</b>	
5.1	Datos	\$ 4,150.34
5.2	Fibra óptica	\$ 1,440.18
5.3	Voz	\$ 470.77
5.4	Racks y etiquetas	\$ 3,794.20
	<b>Mosaico "C" Nivel Principal</b>	
6.1	Datos	\$ 1,722.07
6.2	Fibra óptica	\$ 61.67
6.3	Voz	\$ 844.03
6.4	Racks y etiquetas	\$ 5,843.44
	<b>Mosaico "A" Nivel 1</b>	
7.1	Datos	\$ 6,103.01
7.2	Fibra óptica	\$ 1,583.64
7.3	Voz	\$ 862.48
7.4	Racks y etiquetas	\$ 1,564.97
	<b>Mosaico "B" Nivel 1</b>	
8.1	Datos	\$ 9,854.83
8.2	Fibra óptica	\$ 2,039.05
8.3	Voz	\$ 463.20
8.4	Racks y etiquetas	\$ 1,709.87
	<b>Mosaico "C" Nivel 1</b>	
9.1	Datos	\$ 2,797.10
9.2	Fibra óptica	\$ 1,010.77
9.3	Voz	\$ 855.01
9.4	Racks y etiquetas	\$ 948.34
	<b>Mosaico "A" Nivel 2</b>	
10.1	Datos	\$ 9,106.38
10.2	Fibra óptica	\$ 2,321.21
10.3	Voz	\$ 854.76
10.4	Racks y etiquetas	\$ 1,645.49
	<b>Mosaico "B" Nivel 2</b>	
11.1	Datos	\$ 8,116.30
11.2	Fibra óptica	\$ 2,232.32
11.3	Voz	\$ 470.48
11.4	Racks y etiquetas	\$ 843.44
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 123, 618.12</b>

### 3.2 PUESTA EN OPERACION DEL DISEÑO

En base a todo el proceso del diseño y una vez obtenida la solución a la problemática planteada se realizó la puesta en operación del sistema del Diseño del Cableado Estructurado, en donde se explicó a detalle el proceso del proyecto de estudio.

Cuando se realiza el diseño de un cableado estructurado es importante su planeación; esquematizando los nodos de conexión en todo el diseño del proyecto.

Los sistemas de red están casi siempre en desarrollo y cambian a nuevas tecnologías, de aquí que, se dan de alta nuevas conexiones lo cual permite que la gente se pueda mover. Una gran ventaja del Sistema de Cableado Estructurado es que está diseñado para la constante labor de mover, agregar y cambiar dispositivos.

Para la comprensión de la puesta en operación del proceso del diseño, se consideraron los subsistemas del cableado estructurado, los cuales, se detallan a continuación.

#### **a) Subsistema Entrada del Edificio**

La entrada del edificio fue por medio de fibra óptica multimodo 62.5/125  $\mu\text{m}$  como lo indica la norma EIA/TIA 568 (Cableado de Telecomunicaciones en edificios Comerciales) para la parte de datos; misma que proporcionó DGSCA, y para la parte de voz fue por medio de cable poligel de 200 pares.

La figura 3.1 ilustra la parte de la entrada de los servicios de datos y voz, asignada por DGSCA.

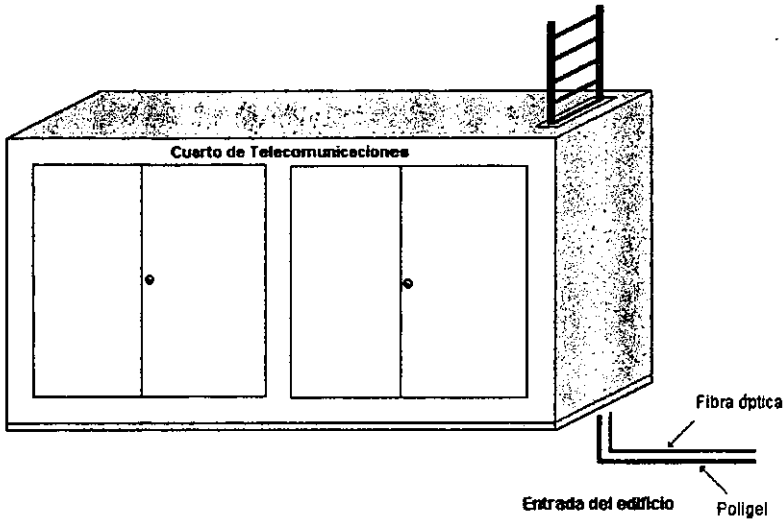


Figura 3.1 Esquema de la entrada del edificio por DGSCA

### b) Subsistema Cuarto de Equipo

El cuarto de telecomunicaciones será utilizado únicamente para los equipos centralizados, como es el caso del distribuidor de fibra óptica, el cual distribuye la fibra óptica a cada uno de los niveles, formando así el *backbone* vertical.

El espacio del cuarto de comunicaciones no será compartido con equipo eléctrico que no sea de comunicaciones, como es el caso del UPS, ya que este fue instalado en un cuarto asignado para el equipo eléctrico. En el diseño del cuarto de telecomunicaciones se consideraron únicamente los servicios de voz y datos.

### c) Subsistema Cuarto de Telecomunicaciones

En el caso de este edificio existen 8 cuartos de telecomunicaciones. Estos cuartos de telecomunicaciones cuentan con dos racks de comunicaciones de 1.8m por 48.3m (48u), los cuales fueron aterrizados por medio de zapatas de conexión y con cable AWG 4/0. En cuanto a los racks uno será utilizado para los servicios de datos y otro para los de voz en cada uno de los cuartos de telecomunicaciones; esto depende del número de nodos que existen por mosaico.

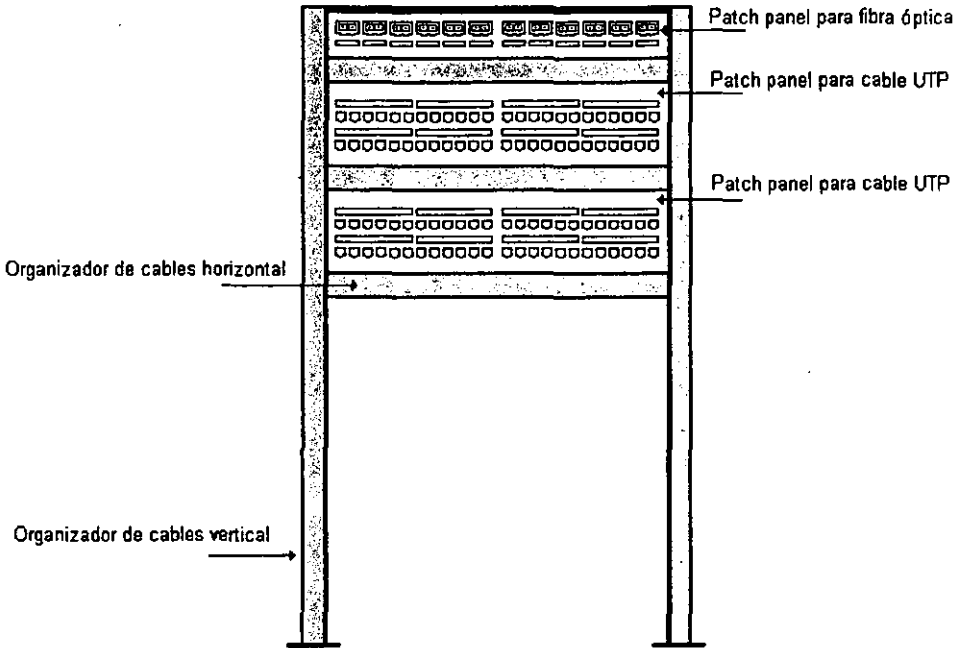


Figura 3.2 Esquema de la distribución de un rack de comunicaciones.

A continuación se muestra una tabla que ilustra el número de nodos tanto de voz, datos e internet 2 y la ubicación de los cuartos de telecomunicaciones en cada uno de los mosaicos:

Mosaico	Voz	Datos
Sótano A	14	83
Sótano B	10	145
<b>Total de nodos: Sótano</b>	<b>24</b>	<b>228</b>
Planta Principal A	11	75
Planta Principal B	9	138
Planta Principal C	10	30
<b>Total de nodos: Planta Principal</b>	<b>30</b>	<b>243</b>
Primer Nivel A	13	257
Primer Nivel B	8	126
<b>Total de nodos: Primer Nivel</b>	<b>21</b>	<b>383</b>
Segundo Nivel A	12	218
Segundo Nivel B	6	208
<b>Total de nodos: Segundo Nivel</b>	<b>18</b>	<b>426</b>

Considerando la norma EIA/TIA (Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones) la etiquetación de la nomenclatura para la administración de los nodos de voz, datos, fue la siguiente:

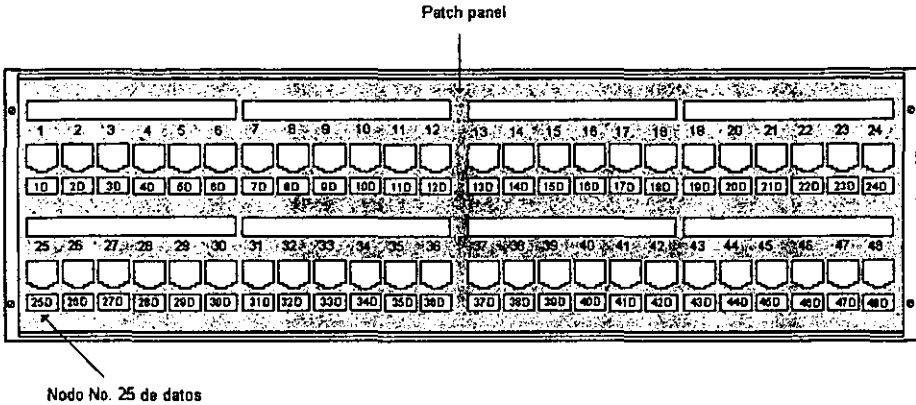


Figura 3.3 Esquema de la distribución de puertos de datos en un patch panel.

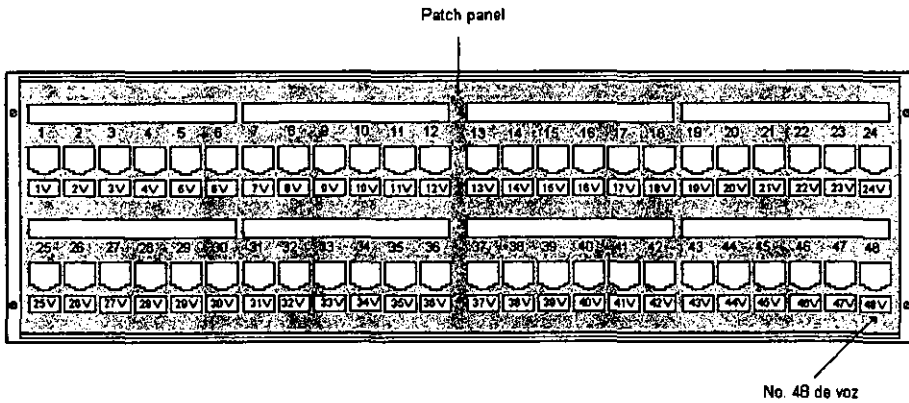


Figura 3.4 Esquema de la distribución de puertos de voz en un patch panel.

### d) Subsistema Cableado Horizontal

Para el cableado horizontal se empleó cable UTP categoría 5e para los servicios de voz y datos.

El estándar EIA/TIA 568-A recomienda el uso de cable categoría 5 para el cableado horizontal. Aunque en el diseño del cableado se contempló cable con categoría 5e, puesto que una versión del estándar EIA/TIA 568-A se está desarrollando y en el cual especifica al cable 5e ("e" *enhanced*) como estándar. Cuando el nuevo estándar sea aprobado, el cable categoría 5e será recomendado oficialmente para todas las instalaciones de cableado.

Cabe mencionar que debido a que existen 2 cuartos de equipo por nivel, se optó por utilizar un cuarto de equipos por mosaico, para facilidad del cable UTP 5e.

En el transcurso del cableado se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- La selección del tipo de conectores y cable fue la misma para todo el edificio, en este caso se utilizó cable marca "BELDEN", y accesorios *Panduit*.
- Se evitaron tensiones en el cable.
- Los cables no se enrutaron en grupos muy apretados.
- Nunca se engraparon los cables.
- La canalización quedó sumamente holgada para introducir cables y tener un crecimiento adecuado.
- Los tomacorrientes fueron debidamente polarizados y aterrizados a tierra.
- Todos los componentes metálicos tanto de la estructura (tuberías, canaletas, paneles, equipo, etc.) fueron llevados a tierra para evitar descargas acumuladas.
- Existe una tierra física para todo el sistema eléctrico del edificio para evitar corrientes parásitas a través de las interfaces del sistema de cómputo.

De acuerdo al estándar EIA/TIA 568-A se empleó la topología de tipo estrella, puesto que esta topología proporciona varias ventajas:

- Con un cableado central en *hubs*, *switches*, etc., es fácil manejar agregar e instalar equipo.
- Con un cableado central se pueden resolver problemas de conexión fácilmente.
- Con un equipo central, se puede migrar fácilmente a nuevas tecnologías.

En cuanto al etiquetado, se realizó de acuerdo a las recomendaciones del estándar EIA/TIA/606 (Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones) y se consideró lo siguiente:

- Se estableció una nomenclatura de documentación para cada instalación.
- Se especificó un código de colores:
  - a) Púrpura: equipos de comunicación.
  - b) Blanco: cables de *backbone* ascendente.
  - c) Azul: área de trabajo servida directamente desde la sala de equipo.
  - d) Naranja: interfaz de red.
  - e) Rojo Sistemas telefónicos.
- Se identificó el cableado por medio de etiquetas en ambos extremos, así como los puntos de interconexión, placas, paneles, etc.

Las bandejas de alambre fueron colocadas debajo y encima del techo utilizando su capacidad parcial. Cuando fueron utilizadas las escalerillas para cable UTP y fibra óptica, se realizó como se indica en la siguiente figura:

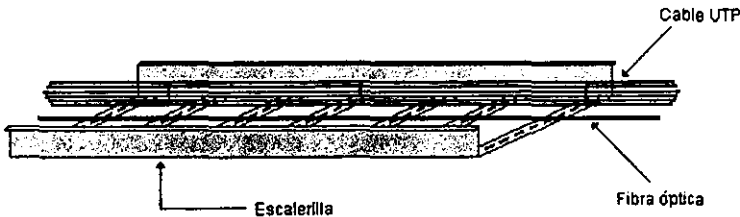


Figura 3.5 Esquema de los subsistemas de un cableado estructurado.

Para obtener la longitud total de cable UTP categoría 5e en cada uno de los mosaicos, se empleó la siguiente expresión:

$$LM = \frac{LMax + LMin}{2}$$

$$LMT = LM + LM(0.1) + T$$

$$L = LMT \times \text{No. nodos}$$

donde:

LM = Longitud media.

LMax = Longitud máxima.



LMin = Longitud mínima.

LMT = Longitud media total.

T = Tolerancia para remate 3m.

Por ejemplo.

Para calcular la cantidad de cable utilizada en el mosaico "A" del nivel principal se realizó lo siguiente:

Tipo de servicio	Totales
Voz	11
Datos	75

a) Se obtuvo la longitud máxima del cuarto de equipo al servicio más lejano.

donde: LMax = 72m.

b) Se obtuvo la longitud mínima del cuarto de equipo al servicio más cercano.

donde: Lmin = 9m.

$$LM = \frac{72m. + 9m.}{2} = 40.5 m.$$

2

$$LMT = (40.5 m.) + (40.5 m.)(0.1) + (3 m.) = 47.55 m.$$

$$L = (47.55 m.)(86) = 4089.3 m.$$

$$B = \frac{4089.3 m.}{305 m.} = 13.40 = 14 bobinas$$

Como se puede observar, para los 86 servicios de voz y datos se utilizaron 14 bobinas de cable UTP 5e.

### e) Subsistema Cableado Vertical

Para el subsistema del cableado vertical fue necesario la utilización de fibra óptica con material a base de vidrio multimodo 62.5/125 μm como lo indica la norma EIA/TIA 568-A (Cableado de Telecomunicaciones en edificios Comerciales); ya que ofrecen mejores características para transmitir información. \* Algunas de las grandes ventajas que proporciona la fibra óptica para la transmisión de señales, en comparación con los cables de cobre, son las siguientes:

- Muy baja atenuación, lo que permite alcanzar grandes distancias sin necesidad de repetidores.
- Gran capacidad de información, ya sea en forma analógica o digital.
- Inmunidad contra interferencia electromagnética.
- Ligeras y compactas<sup>19</sup>.

Por medio del distribuidor principal de fibra óptica, los cables de fibra óptica fueron direccionados a cada uno de los niveles del edificio, como se muestra en la siguiente esquema:

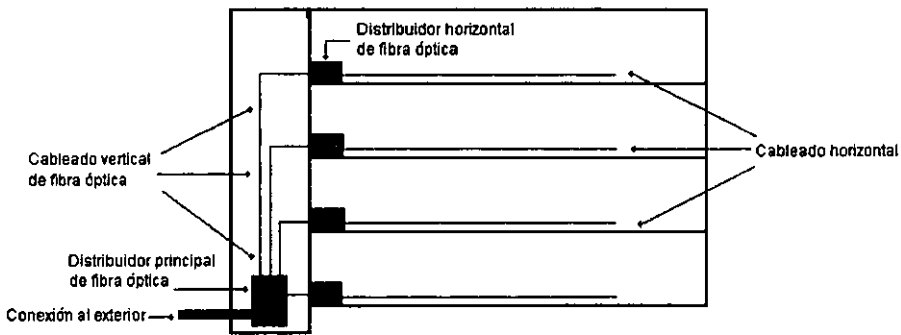


Figura 3.6 Esquema del cableado vertical por medio de fibra óptica.

### f) Subsistema Area de Trabajo

Se colocaron "face plates" de 1, 2, 3 y 4 nodos para voz y datos de la marca Panduit, dependiendo de los requerimientos de las estaciones de trabajo y cumpliendo con lo establecido en los estándares.

Considerando la norma EIA/TIA 606 (Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones) la nomenclatura para la administración de los nodos de voz, datos fue la siguiente:

<sup>19</sup> Grupo Condux. "Fibras ópticas en comunicaciones" en Memotec. 1998. p.8.

Nombre	Abreviación
Sótano	Sot
Nivel Principal	NP
Primer Nivel	N1
Segundo Nivel	N2
Mosaico A	MA
Mosaico B	MB
Datos	D
Voz	V

A continuación se ilustra un "face plate" con su etiqueta considerando la nomenclatura previamente mencionada.

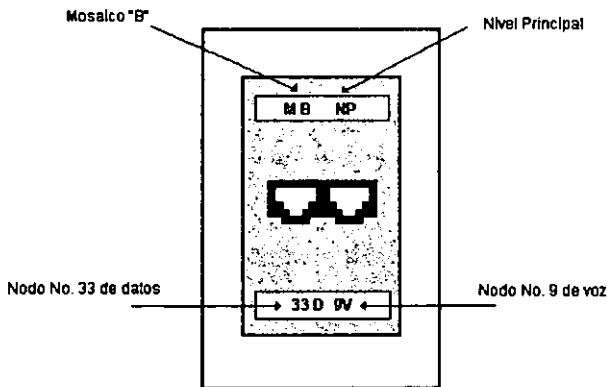


Figura 3.7 Servicio de datos y voz.

En el área de trabajo, los tomacorriente a los cuales se conectarán las estaciones de trabajo, y los equipos de comunicación fueron conectados a los UPS para mantener la corriente regulada.

### g) Sistemas de tierra física

La integración de los servicios, procesos y aplicaciones en los modernos edificios de telecomunicaciones han transformado las instalaciones en complejas estructuras donde se agrupan diferentes sistemas de comunicación, informática, datos, sistemas de corriente alterna, sistemas de corriente directa, etc.

Uno de los principales recursos que se comparten en un edificio de este tipo es el sistema de tierras física que se tiene instalado.

El objetivo de la implantar un sistema de tierra física en el edificio fue que ésta permite el control de corrientes indeseables, corrientes de falla, corrientes de descarga electrostática, etc., estableciendo una trayectoria de corriente hacia la tierra. El sistema de tierra fue compuesto de conductores unidos entre sí, los cuales se encuentran conectados a tierra a través de electrodos enterrados a cierta profundidad. El sistema de tierra físico fue propuesto por ICA (la constructora quien fue responsable de la construcción del edificio).

El sistema de tierras física fue compuesto de un conjunto de conductores entre sí y conectados a tierra mediante electrodos a una profundidad de 60 cm del suelo. Los componentes principales que forman el sistema de tierras son los siguientes: electrodos de puesta a tierra, líneas de tierra, uniones y terreno.

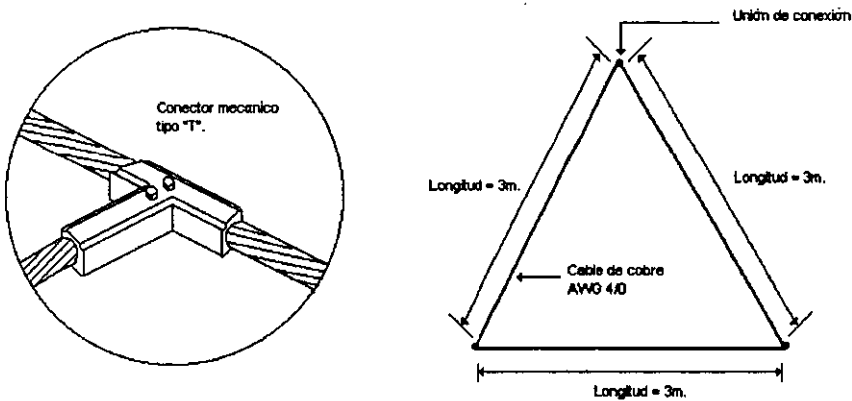


Figura 3.8 Conexión delta del sistema de tierra física.

# **CAPITULO IV**

## **PRUEBAS DE OPERACION**

## CAPITULO IV

### PRUEBAS DE OPERACION

Las herramientas de prueba y verificación son necesarios para la instalación y el mantenimiento de cableado estructurado. Para comprobar la conformidad del cableado con respecto a las normas establecidas de la red, se pueden utilizar diferentes dispositivos para lograr la medición de la longitud del cable, atenuación, NEXT, ACR, etc.

Las pruebas en el cableado estructurado son cruciales, en el aseguramiento de toda la integridad y el cumplimiento satisfactorio de los sistemas de cableado estructurado. Una prueba en el cableado bien elaborada, nos permite:

- Maximizar la duración de vida del sistema.
- Minimizar el tiempo improductivo y el mantenimiento.
- Facilitar el mejoramiento de los sistemas y reconfiguración de los mismos.

El realizar las pruebas nos permite:

- Cuantificar la calidad del sistema.
- Identificar las fallas en el sistema.
- Establecer responsabilidad cuando los vendedores son involucrados.
- Satisfacer el cumplimiento a tiempo de la instalación.
- Verificación de la instalación de enlace básico o de canal.

El campo de las pruebas del cableado estructurado establece la medición del cumplimiento de los parámetros a través de los instrumentos de prueba.

#### 4.1 DISPOSITIVO DE PRUEBA EMPLEADO EN EL CABLEADO

El dispositivo utilizado para la realización de las pruebas de cableado UTP 5e en el edificio de Docencia de la Facultad de ciencias, fue por medio de un Fluke DSP 4000.

El DSP 4000 de Fluke es utilizado por instaladores y propietarios de redes, los cuales necesitan certificar el cableado de acuerdo a las normas establecidas.

El DSP-4000 monitoriza el tráfico de la red en sistemas Ethernet y ayuda a identificar los puertos de los *hubs* y determina que normas admite el puerto; de esta forma se puede detectar rápidamente la utilización de la red.

Los diagnósticos digitales del DSP-4000, exclusivos de Fluke identifican y localizan roturas, cortocircuitos y anomalías en los enlaces del cableado.

La opción de autoprueba ejecuta todas las pruebas necesarias para determinar si el cable que se está utilizando cumple con las normas de la prueba especificada. Las siguientes pruebas corresponden al cable de par trenzado:

- Longitud.
- Resistencia.
- Atenuación.
- RL (*Return Loss*).
- NEXT (*Near End Crosstalk*).
- PSNEXT (*Power Sum Near End Crosstalk*).
- ACR (*Attenuation to Crosstalk Ratio*).
- FEXT (*Far End Crosstalk*).
- ELFEXT (*Equal Level Far End Crosstalk*).
- PSELFEXT (*Power Sum Equal Level Far End Crosstalk*).

Al comenzar una auto prueba, la herramienta de prueba utiliza un mensaje si el adaptador de la interfaz no soporta la norma de prueba seleccionada.

La función *autotest* verifica automáticamente la conformidad con las normas publicadas, incluyendo los parámetros de prueba y los límites de paso o fallo definidos.

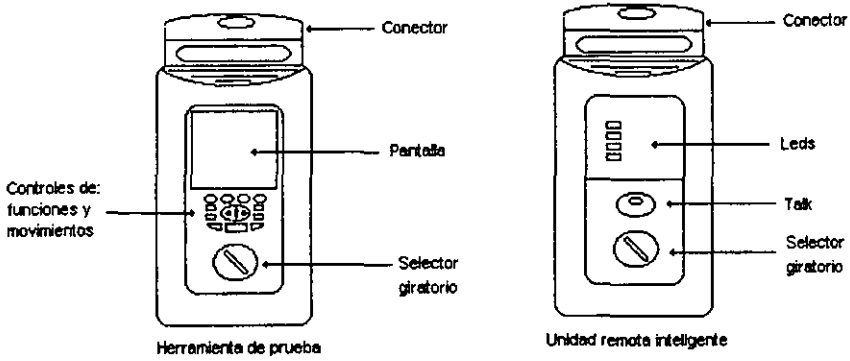
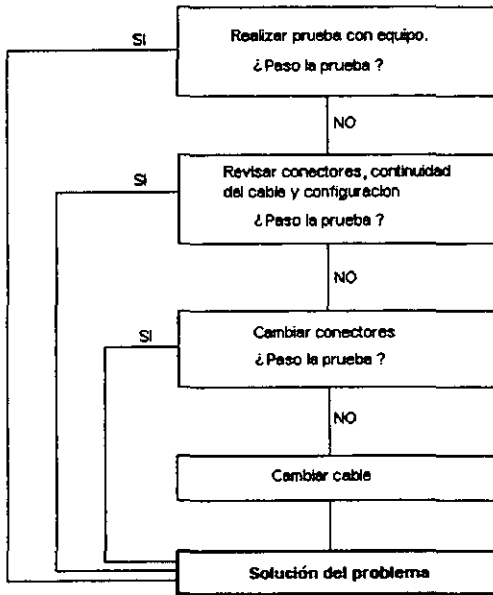


Figura 4.1 DSP-4000 Fluke

El siguiente diagrama permitió ver la escalación para la solución de algún problema de nodo:





## 4.2 TPOS DE CONEXIONES EN ENLACES

El boletín TSB67 define dos configuraciones para el campo de las pruebas en el subsistema del cableado horizontal del cable par trenzado.

Las dos configuraciones son las siguientes:

- De enlace básico.
- Canal.

### 4.2.1 Prueba de enlace básico

El enlace básico abarca la conexión del cable, desde el armario de telecomunicaciones al primer receptáculo de distribución en la pared del área de trabajo. El enlace básico consiste hasta de 90 m. de cable horizontal, un conector de transmisión en cada extremo y dos cables de conexión de equipo de no más de 2 metros cada uno.

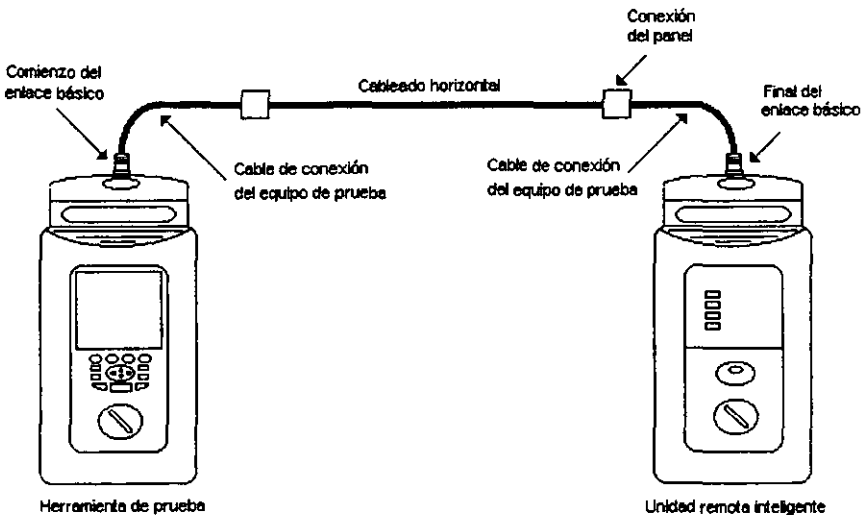


Figura 4.2 Enlace básico

### 4.2.2 Prueba de Canal

Un canal incluye los conectores de transmisión y los cables de conexión de equipos agregados al segmento del enlace básico. El canal debe probarse de extremo a extremo para comprobar el rendimiento de todos los componentes. En este caso, se deben utilizar los cables de conexión de los equipos para conectar su herramienta de prueba al canal.

Un canal con un sólo conector en cada extremo se asemeja a un enlace básico; sin embargo, se debe utilizar una norma de cable para canal si se utilizan los cables de conexión de equipos de red para conectar la herramienta de prueba.

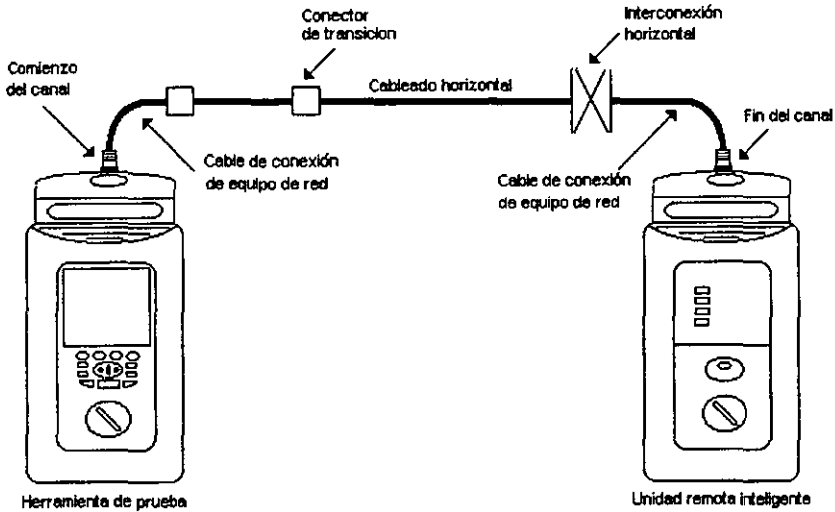


Figura 4.3 Enlace de canal

### 4.3 RESULTADO DE LAS PRUEBAS

Las pruebas mostradas en el reporte realizado con el DSP-4000 Fluke de cada uno de los nodos de par trenzado fueron las siguientes:

- Longitud.
- Impedancia.
- Atenuación.
- RL (Return Loss).
- NEXT (Near End Crosstalk).
- PSNEXT (Power Sum Near End Crosstalk).
- ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio).
- ELFEXT (Equal Level Far End Crosstalk).

Las pruebas mencionadas se realizaron para cada nodo de voz y datos. Todas las pruebas pasaron la verificación y fueron impresas, las cuales, se encuentran documentadas en una memoria técnica que se localiza en la Coordinación de los servicios de cómputo en la Facultad de Ciencias.

En cuanto a las pruebas de fibra óptica, se realizarán durante el transcurso de los siguientes meses.

A continuación se presenta una muestra de los reportes que fueron impresos para la verificación de cada uno de los nodos:

Cable ID: UNAMP1MBD197

DKD S.A. DE C.V

Remote 12-45).

SITE: MOSAICO B PRIMER PISO

10: 24: Olam

OPERATOR: Su Nombre

Basic Link

Standards Version: 3.2

Cat 5e

Software Version: 3.2

7713038 LIA011

NVP: 68.7%

7713038 LIA011

SHIELD TEST: N/A

Test Summary: PASS

HEADROOM: 6.8 dB (NEXT @

Date

Time: 02/23/2001

Test Standard: TIA Cat 5e

Cable Type

UTP 100 Ohm

FLUKE DSP-4000

FAULT ANOMALY THRESHOLD: 15%

FLUKE DSP-4000SR SIN

Wire Map PASS

Result

1 2 3 4 5 6 7 8 S

RJ45 PIN

1 2 3 4 5 6 7 8

Pair	Length	ft	Limit	Prop. Delay	ns	Limit	Prop. Skew	ns	Limit	Resistance	ohms	Limit	Impedance	ohms	Limit	Attenuation	Result	Hz	Limit
12	219	308	324	518	3	45				107	80-120	13.6	100.0	21.6			13.6	100.0	21.6
36	221	308	327	518	6	45				107	80-120	13.9	100.0	21.6			13.9	100.0	21.6
45	218	308	322	518	1	45				108	80-120	13.5	100.0	21.6			13.5	100.0	21.6
78	217	308	321	518	0	45				106	80-120	13.5	100.0	21.6			13.5	100.0	21.6

Main Results

Remote

Pair	Worst Margin						Worst Value			Worst Margin			Worst Value		
	Result (dB)	Freq. MHz	Limit (dB)	Result (dB)	Freq. MHz	Limit (dB)	Result (dB)	Freq. MHz	Limit (dB)	Result (dB)	Freq. MHz	Limit (dB)	Result (dB)	Freq. MHz	Limit (dB)
RETURN LOSS															
12	21.0	97.0	12.2	21.0	97.0	12.2	24.0	28.8	15.9	23.7	80.8	12.7			
36	25.7	17.0	17.0	23.0	65.8	13.4	24.4	18.4	17.0	22.3	64.0	13.4			
45	27.2	17.3	17.0	24.5	99.4	12.1	25.5	29.1	15.8	22.7	81.4	12.7			
78	25.2	17.3	17.0	22.1	67.2	13.3	24.4	18.8	17.0	23.3	32.0	15.6			

PSNEXT

12	47.5	36.6	36.4	44.4	100.0	29.3	44.8	36.6	36A	42.1	97.2	29.5
36	52.4	21.7	40.1	42.8	93.0	29.8	40.9	96.6	29.6	40.9	96.6	29.6
45	45.3	52.0	33.9	44.0	86.4	30.3	45.8	36.6	36.4	40.5	86.2	30.4
78	45.4	52.0	33.9	43.5	75.4	31.3	42.8	72.2	31.6	41.8	86.0	30.4

PSACR

12	50.2	13.2	36.3	30.8	100.0	7.6	36.7	36.6	23.8	28.7	97.2	8.1
36	51.3	12.8	36.6	29.5	100.0	7.6	48.1	18.0	32.8	27.3	96.6	8.3
45	57.1	7.5	42.1	31.5	86.4	10.3	54.7	7.1	42.6	27.3	99.6	7.7
78	56.4	8.0	41.5	30.7	93.4	8.9	58.6	6.0	44.3	29.3	86.0	10.4

NEXT

12-36	56.6	12.9	46.8	46.6	99.6	32.3	50.7	30.3	40.8	44.2	97.4	32.5
12-45	48.5	36.6	39.5	47.1	91.4	32.9	46.3	36.6	39.5	43.3	87.6	33.3
12-78	49.9	61.4	35.8	49.9	61.4	35.8	57.6	19.9	43.7	49.5	80.8	33.9
36-45	45.7	89.0	33.2	45.7	89.0	33.2	43.0	99.6	32.3	43.0	99.6	32.3
36-78	44.9	93.4	32.8	44.9	93.4	32.8	68.7	4.5	54.0	48.2	85.6	33.4
45-78	45.8	52.0	36.9	45.8	52.0	36.9	42.8	86.0	33.4	42.8	86.0	33.4

ACR

12-36	56.0	8.5	43.8	32.8	99.6	10.7	53.0	12.8	39.6	30.6	97.6	11.1
12-45	40.5	36.6	26.9	34.2	91.4	12.3	38.3	36.6	26.9	30.7	87.6	13.1
12-78	67.4	3.7	51.5	37.9	88.0	13.0	68.3	3.7	51.5	37.4	80.8	14.6
36-45	60.1	11.6	40.6	33.0	89.0	12.8	52.0	18.0	35.8	29.6	99.6	10.7
36-78	67.5	4.54	9.8	31.8	93.4	11.9	65.9	4.5	49.8	35.5	93.8	11.8
45-78	57.1	7.94	4.5	33.5	86.2	13.4	58.7	7.2	45.4	30.3	86.0	13.4

ELFEXT

12-36	47.0	32.0	29.9	37.4	100.0	20.0	47.3	31.4	30.1	37.7	100.0	20.0
12-45	66.6	1.7	55.4	33.9	99.4	20.0	66.5	1.7	55.4	33.8	99.6	20.0
12-78	44.7	26.4	31.6	35.4	99.4	20.0	44.7	26.1	31.7	35.4	99.6	20.0
36-12	74.2	1.6	55.9	41.4	74.2	22.6	74.2	1.6	55.9	41.2	74.4	22.6
36-45	54.8	8.8	41.1	36.9	100.0	20.0	54.8	8.8	41.1	36.5	100.0	20.0
36-78	45.6	57.0	24.9	41.9	89.2	21.0	45.3	51.0	24.9	41.6	89.2	21.0
45-12	43.2	24.4	32.2	33.0	99.6	20.0	68.1	1.4	57.1	33.1	99.2	20.0
45-36	57.2	7.2	42.9	38.6	99.4	20.0	57.3	7.2	42.9	39.0	99.4	20.0
45-78	40.7	80.6	21.9	40.1	99.2	20.0	40.7	81.2	21.8	40.2	99.2	20.0
78-12	42.7	32.8	29.7	34.6	100.0	20.0	68.4	1.7	55.4	34.7	100.0	20.0

### CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se cumplió el objetivo principal que fue el diseño del Sistema del Cableado Estructurado para voz y datos del edificio de Docencia en la Facultad de Ciencias; así pues, se lograron también cumplir los objetivos específicos. Es importante destacar que en la actualidad el mercado ha obligado a mantener un nivel competitivo que requiere de información oportuna y verídica. El contar con una infraestructura flexible como el cableado estructurado hace posible contar con diversos sistemas operativos en una sola área y compartir la información.

Con las crecientes necesidades de las empresas y los cortos ciclos de vida de las aplicaciones han llevado a los proveedores de tecnología y servicio a establecer sistemas de cableado estructurado que soporten diferentes servicios y protocolos a través de un mismo medio. Por eso se utiliza un sistema de cableado capaz de integrar tanto los servicios de voz, datos y video, como los sistemas de control; automatización de un edificio bajo una infraestructura estandarizada y abierta.

Por lo tanto, fue de suma importancia considerar el diseño del Cableado Estructurado en el edificio de Docencia de la Facultad de ciencias, el cual, fue adaptado a las necesidades y requerimientos actuales de comunicación en el edificio.

Con el diseño del Cableado Estructurado se logró una mejor administración, control de calidad de los equipos electrónicos de comunicación en el edificio. Así como, la facilitación del Intercambio de información entre los sistemas de telecomunicaciones existentes y entre los usuarios. Se aplicaron los siguientes estándares del cableado estructurado: EIA/TIA 568-A, EIA/TIA 569, EIA/TIA 570, EIA/TIA 606, y EIA/TIA 607; siguiendo los lineamientos y recomendaciones de los mismos.

Con el diseño nos dimos cuenta de la importancia que tienen las consideraciones mostradas en los estándares de cualquier construcción previa de algún edificio; aunque cabe mencionar que también es aplicable en lugares que se encuentran en remodelación.

Así pues, el cumplimiento de dichos estándares nos llevó a tener un sistema confiable, flexible, modular y fácil de administrar.

Para el desarrollo del diseño fue de gran importancia la consideración de los planos ya que estos nos permitieron visualizar la ubicación de los servicios de voz y datos, así como los subsistemas del cableado estructurado en el edificio.

Con respecto al costo del sistema del cableado estructurado podemos decir, que a corto plazo resulta una inversión relativamente elevada, sin embargo, la inversión a largo plazo es rentable, ya que nos ofrece la oportunidad de cambiar equipo más actualizado en un futuro.

Con referencia a la selección de los dispositivos electrónicos de comunicación y accesorios, se lograron elegir los más adecuados para voz y datos con relación a sus características.

Asimismo se logró que los dispositivos y accesorios propuestos en el diseño se plantearan con una visión y proyección a futuro con respecto a las necesidades que surjan en el cableado estructurado.

La intención y el alcance de esta tesis consideró llevar una buena administración, control e instalación contemplando una tecnología de vanguardia.

A partir de estos resultados se pretende que el presente diseño del sistema de cableado estructurado no quede cerrado, sino abierto a diferentes posibilidades de nuevas aplicaciones; además de lograr que la tesis se retome como un libro de referencia para consulta.

Podemos concluir que el contar con la infraestructura de cableado estructurado en el lugar y momento adecuado representa una acertada toma de decisión y un menor riesgo para la organización. El contar con un sistema de cableado estructurado es una solución actual.

## GLOSARIO

### **Ancho de banda.**

Es el máximo rango de frecuencias asignadas a un canal de transmisión. Usualmente se mide en bits por segundo (bps).

### **ANSI (*American National Standards Institute*).**

Instituto Nacional de Normalización, miembro del ISO. Está coordinado por grupo de estándares en Estados Unidos.

### **ASCII (*American Code for Information Interchange*).**

Código americano estándar para intercambio de información. Estándar que define cómo representar dígitos, letras, signos y signos de puntuación en computadoras (por ejemplo, A mayúscula corresponde al número 65). Aunque existen otros estándares, el ASCII es el más popular.

### **Atenuación.**

Es la pérdida de potencia de una señal a lo largo del canal de transmisión. La atenuación es expresada en decibelios.

### **ATM (*Asynchronous Transfer Mode*).**

Es el modelo elegido para llevar a cabo la RDSI de banda ancha. Su principal ventaja es la posibilidad de integrar redes LAN y WAN, su capacidad de transmisión o ancho de banda oscila entre 2 Mbps y los 2 Gbps.

### **AWG (*American Wire Gauge*).**

Este es un estándar americano que establece la medida del conductor. "Gauge" significa el diámetro del conductor y mientras mayor sea el número de "gauge" menor será el diámetro del conductor. El "gauge" es medido en fracciones decimales de una pulgada. Por ejemplo un cable de calibre 22 AWG, tiene un diámetro de 0.02534 pulgadas.

### **Backbone.**

El *backbone* está frecuentemente basado en tecnología de alta capacidad para proveer suficiente ancho de banda para acomodar el tráfico de todos los segmentos de la red.

### **Balun.**

*Balanced/Unbalanced* (equilibrio/desequilibrio). Es un dispositivo que convierte la impedancia de una interface a la impedancia de una segunda interface.

**Baudío (Baud).**

Unidad de medida que indica el número de veces que una señal portada cambia su valor. Su uso más común es en la industria de los modems y las comunicaciones seriales. No debe ser confundido con la velocidad en bps.

**Bit.**

Es la unidad de información más pequeña, proviene de la contracción de la palabra inglesa *binary digit*, sólo puede tomar los valores 0 y 1.

**Blindaje.**

Capa metálica alrededor de un conductor o grupo de conductores.

**Bps (Bits per second).**

Bit por segundo. Unidad de medida que indica los bits por segundo transmitidos por un equipo.

**Bus.**

Línea o canal de transmisión que permite transportar información y comúnmente es utilizado para compartir dispositivos.

**Byte.**

Es el conjunto de 8 bits u octeto y con él se puede representar un carácter.

**Cable coaxial.**

Está constituido por un conductor cilíndrico externo hueco que cubre a un alambre. suelen emplearse dos tipos de cables coaxial para las redes locales; cable de 50 ohms para señales digitales, y cable de 75 ohms para señales analógicas y para señales de alta velocidad.

**Canal (Chanel).**

Vía interna de comunicación de datos en cualquier dispositivo informativo o de interconexión de éste con el exterior.

**CATV (Community Antenna Television).**

Sistema de comunicaciones en el que múltiples canales de televisión se transmiten hasta los hogares utilizando un medio de transmisión de banda ancha como es la fibra óptica o el cable coaxial.



**CCITT (*International Consultative Committee for Telephony and Telegraphy*).**

Organización Internacional, dentro de la ITU (UIT en español) que a su vez lo es de la ONU, encargado de establecer recomendaciones referentes a las telecomunicaciones.

**CEN/CENELEC.**

Son dos organizaciones de ámbito europeo para la emisión de normas en el campo de las tecnologías de la información.

**Código.**

Un conjunto de símbolos de máquina que representa datos o instrucciones. También puede ser, cualquier representación de un conjunto de datos por medio de otros.

**Código binario.**

Es un sistema de codificación constituido por dígitos binarios.

**EIA (*Electronic Industries Association*).**

Es un comité de ANSI responsable de algunos estándares a nivel físico, eléctrico y funcional.

**EMI (*Electromagnetic Interference*).**

Interferencia producida por una señal electromagnética que causa una distorsión de la señal que afecta a su integridad, dando errores o pérdida de datos. Se puede disminuir utilizando un blindaje apropiado.

**Ethernet.**

Red local desarrollada en forma conjunta por Xerox, Intel y Digital Equipment Corporation que utiliza el protocolo de contención CSMA/CD y que tiene una velocidad de transferencia de 10 Mbps.

**FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*).**

Utiliza como base la fibra óptica permitiendo transmisiones de hasta 100 Mbps a una distancia máxima de 100 km.

**Fibra óptica.**

Es un filamento delgado de vidrio o plástico que permite transmitir señales digitales en forma de pulsos de luz. La fibra óptica posee capacidades de transmisión enormes, del orden de miles de millones de bits por segundo.

**Gateway.**

Los gateways son una compuerta de intercomunicación que operan en las tres capas superiores del modelo OSI (sesión, presentación y aplicación). Ofrecen el mejor método para conectar segmentos de red y redes a mainframes. Se selecciona un gateway cuando se tienen que interconectar sistemas que se construyeron totalmente con base en diferentes arquitecturas de comunicación.

**Hardware.**

Conjunto de componentes físicos que forman parte de un sistema teleinformático.

**IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*).**

Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos. Asociación de ingenieros que definen normas para estándares de comunicación. Este estándar es miembro del ANSI y del ISO.

**Interface.**

Son circuitos que adaptan las características de los periféricos a las del bus del sistema, estableciendo unas normas para la comunicación (protocolo) y controlando el flujo de información entre el microprocesador y el periférico de forma adecuada y eficaz.

**Interferencia.**

Es la suma de una señal conocida y una no deseada en la señal que no se transmite.

**Internet.**

La llamada "red de redes" creada de la unión de muchas redes TCP/IP a nivel internacional y cuyos antecedentes están en la ARPANet.

**Intranet.**

Es una red de área local con acceso a Internet.

**ISO (*International Standards Organization*).**

Organismo cuya función es la de coordinar los trabajos de normalización realizados por los diferentes organismos internacionales.

**LAN (*Local Area Network*).**

Red de datos para dar servicio a un área geográfica máxima de unos pocos kilómetros cuadrados, por lo cual pueden mejorar los protocolos de señal de la red para llegar a velocidades de transmisión de hasta 100 Mbps (100 millones de bits por segundo).

**OSI (*Open Systems Interconnection*).**

Conjunto de protocolos desarrollado por la OSI y el CCITT que regulan la comunicación entre equipos y sistemas de diversos fabricantes.

**Protocolo de comunicación.**

Es un conjunto de reglas previamente definidas y acordadas entre los participantes en una comunicación y cuya misión es determinar algún aspecto propio de la comunicación.

**Puente (*bridge*).**

Es un dispositivo de red que se utiliza para interconectar dos redes locales o remotas, aislando el tráfico que se produce en cada una de ellas. Los puentes son dispositivos que tienen usos definidos. Primero, pueden interconectar segmentos de red a través de medios físicos diferentes; por ejemplo, no es poco común ver puentes entre cable coaxial y de fibra óptica. Además, pueden adaptar diferentes protocolos de bajo nivel (capa de enlace de datos y física de modelo OSI).

**RAM (*Random Access Memory*).**

Es la memoria que puede ser utilizada por las aplicaciones y que desempeña otras tareas necesarias mientras la computadora funcione. Cuando se apaga la computadora, toda la información almacenada en RAM se perderá.

**RDSI (*Integrated Service Digital Network*).**

Red que da soporte a varios canales digitales siguiendo las recomendaciones del CCITT. Permite transferencia de datos, imágenes y sonido. El acrónimo inglés por el que se conoce a esta red es ISDN.

**Repetidores.**

Se encargan de regenerar y enviar las señales de la red.

**Red (Network).**

Servicio de comunicación de datos entre computadoras. Se dice que una red está débilmente conectada cuando la red no mantiene conexiones permanentes entre las computadoras la forman.

**ROM (Read Only Memory).**

Memoria que puede leerse pero no modificarse. Asimismo, conserva instrucciones y programas indelebles, que no se pierden al apagar el ordenador.

**Ruteadores (routers).**

Los ruteadores determinan la trayectoria más eficiente de datos entre dos segmentos de red. Operan en la capa superior del modelo OSI a la de los puentes - la capa de red- no están limitado por protocolos de acceso o medio.

**RS-232 (Recommended Standard 232).**

Estándar recomendado 232. Se trata del principal medio por el cual se conecta una computadora a un periférico (sobre todo el modem). La interfase tiene 25 conexiones denominadas DB25, aunque existe otro de sólo nueve, denominado DB9. Es un estándar de *Electronic Industry Association*.

**Software.**

Cualquier componente lógico (programas, aplicaciones) relacionado con el sector informático. 2) Conjunto de instrucciones mediante las cuales la computadora puede realizar tareas. Los programas, los sistemas operativos y las aplicaciones son ejemplos de software.

**STP (Shielded Twisted Pair).**

Son dos conductores trenzados entre sí, para minimizar el efecto de la Inducción entre ellos y cubiertos con una pantalla metálica.

**Switch.**

Dispositivo que envía el paquete utilizando una ruta específica.

**TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol).**

Protocolo de control de transmisión. orientado a la conexión y muy semejante a su equivalente OSI en la capa de transporte. IP fue especialmente diseñado para la interconexión de redes WAN y LAN. Protocolo entre redes.

### **Topología.**

Las redes normalmente son sensibles a su topología, es decir a la forma en que se conectan las líneas de datos. En algunos casos los modos de operación en una red dependen sólo de la topología de la red, en otros casos depende más del propietario de la red.

### **Topología de redes.**

Es el aspecto físico que forman las computadoras y el cable de red. Existen tres topologías fundamentales: bus, anillo y estrella. La forma de interconectarse las computadoras entre sí, determina la seguridad y la situación de los equipos.

### **Topologías de anillo.**

Topología en donde las estaciones de trabajo se conectan físicamente en un anillo, terminando el cable en la misma estación de donde se originó.

### **Topología de bus.**

También llamadas lineales, todas las estaciones se conectan a un cable central llamado "bus". Este tipo de topología es fácil de instalar y requiere menos cable que la topología de estrella.

### **Topología de estrella.**

Topología de red en donde cada estación se conecta con su propio cable a un dispositivo de conexión central, bien un servidor de archivo o un concentrador o repetidor.

### **Resistividad.**

El término resistividad se utiliza para comparar los niveles de resistencia de los materiales. En unidades métricas, la resistividad de un material se mide en  $\Omega\cdot m$ .

### **UTP (*Unshielded twisted pair*).**

Clasificación de cables de par torcido que contienen cables con conductores de cable delgado y menos protegidos por un *jacket*.

### **WAN (*Wide Area Network*).**

Red que abarca una área geográfica muy extensa, tal como puede ser una ciudad, un país. También es llamada redes área amplia.

# **ANEXOS**

---

**ANEXO No. 1**

**Boletines TSB( *Technical System Boletín*).**

**TIA/EIA TSB-36**

Boletín de especificaciones adicionales para cableado UTP en el cual se anexan las especificaciones para los cables de categoría 4 y 5. Estas especificaciones no se definen en el estándar EIA/TIA 568 pero se incluyen en el estándar EIA/TIA 568-A.

**TIA/EIA TSB-40**

Boletín de especificaciones adicionales de transmisión para hardware de conexión de cable UTP. Estas especificaciones se definen por aparte en el estándar EIA/TIA 568 pero se incluyen en el estándar EIA/TIA 568-A.

**TIA/EIA TSB-67**

Boletín de especificaciones para las pruebas de campo en el rendimiento del sistema de cableado por medio de UTP. En este boletín se definen las pruebas de campo: "de canal" y de "enlace básico". (ver pag. 143, 144).

**TIA/EIA TSB-72**

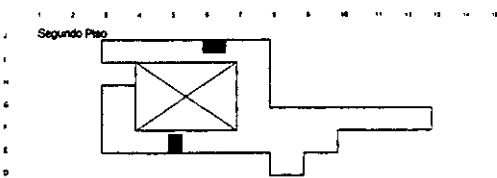
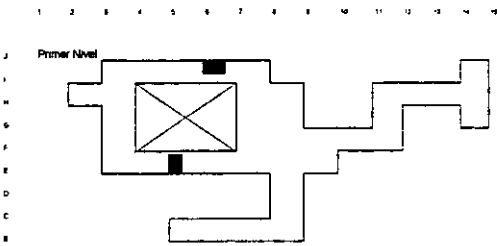
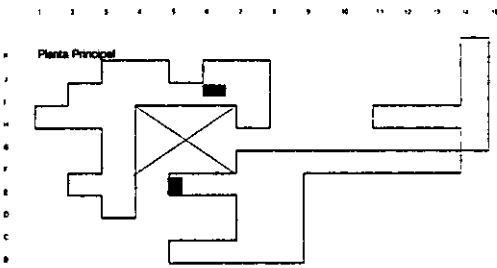
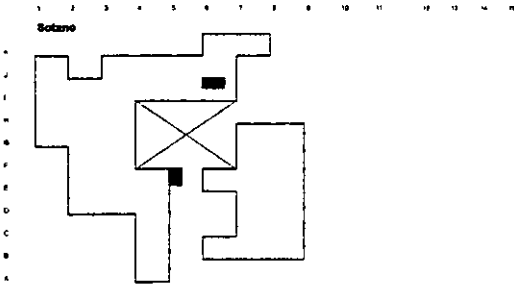
Regula la instalación de sistemas centralizados de fibra óptica. Este boletín ofrece una vía de conexión para quien prefiere conectar dispositivos electrónicos por medio de fibra óptica.

**TIA/EIA TSB-95**

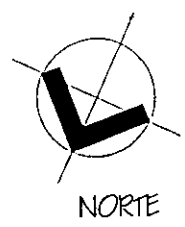
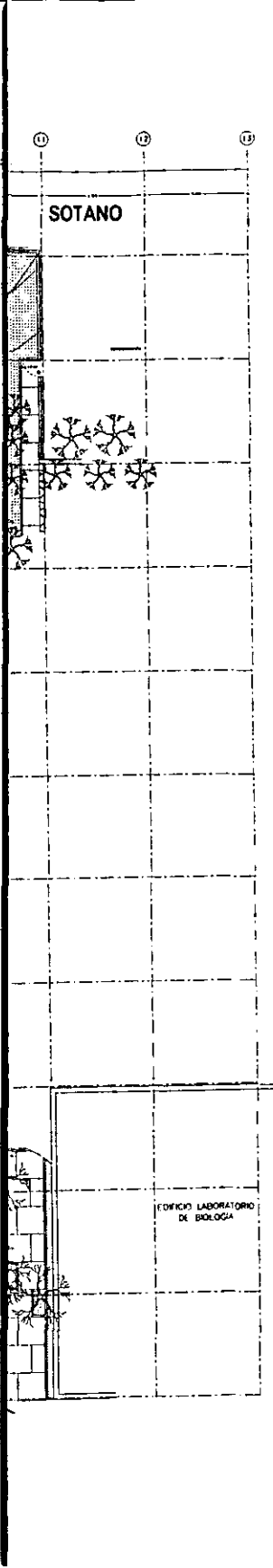
Boletín de especificaciones que incluye las nuevas versiones que son necesarias para garantizar el soporte de una red Ethernet Gigabit instalada con cable categoría 5. Dentro de las pruebas anexadas en este boletín se encuentran: ELFEX (Equal Level Far End Crosstalk), RL(Return Loss) y PSELFEX ( Power Sum Equal Level Far End Crosstalk). Este boletín también incluye métodos y modificaciones para el cableado con la categoría 5 y el remplazamiento por el cable UTP 5e.

ANEXO No.2













Ubicación de los closets de telecomunicaciones.





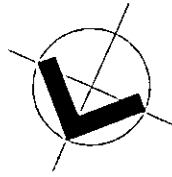


S I M B O L O G I A

-  25 CALLES AS 10' - VAREADERO - 1945
-  11 CALLES AS 12' - VAREADERO - 1945
-  CALLETA DE ALBERGO AMBA NOROCCIDENTAL DEL MUNICIPIO
-  SUBO CONSERV. PASEO DEL GARCERAN POR PLATAN (Dimensiones variables)
-  SALIDA SECCIONA C/100 GOMERO
-  SALIDA DOBLE C/10000
-  SALIDA NA. INDICADOR VICE D/1000
-  TRIPUNTO PARA E/O
-  CAJA METEOROLOGICA + CAJA DE ALICATA (SEGUN MATERIAL DE CONSTRUCCION)
-  SALIDA SECCIONA P/10000000 2
-  RECORRIDO TELEFONICO Y LAMINA DE DIMENSIONES 80x4000
-  SUBO CONSERV. PASEO DEL GARCERAN POR PLATAN (Dimensiones variables)













ANEXO No. 4

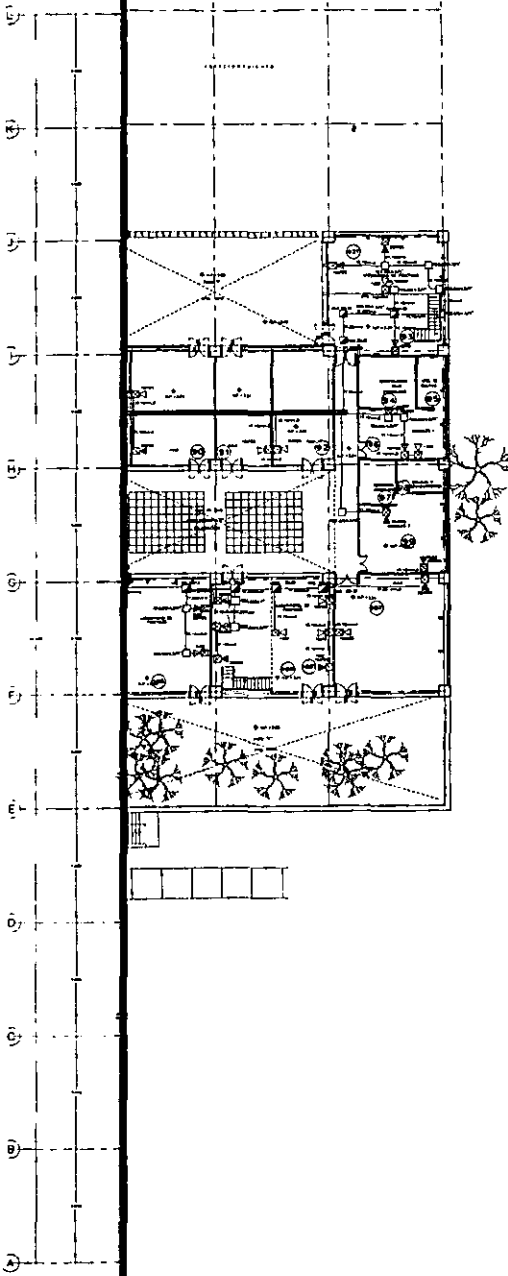
ANTA PRINCIPAL



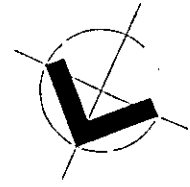
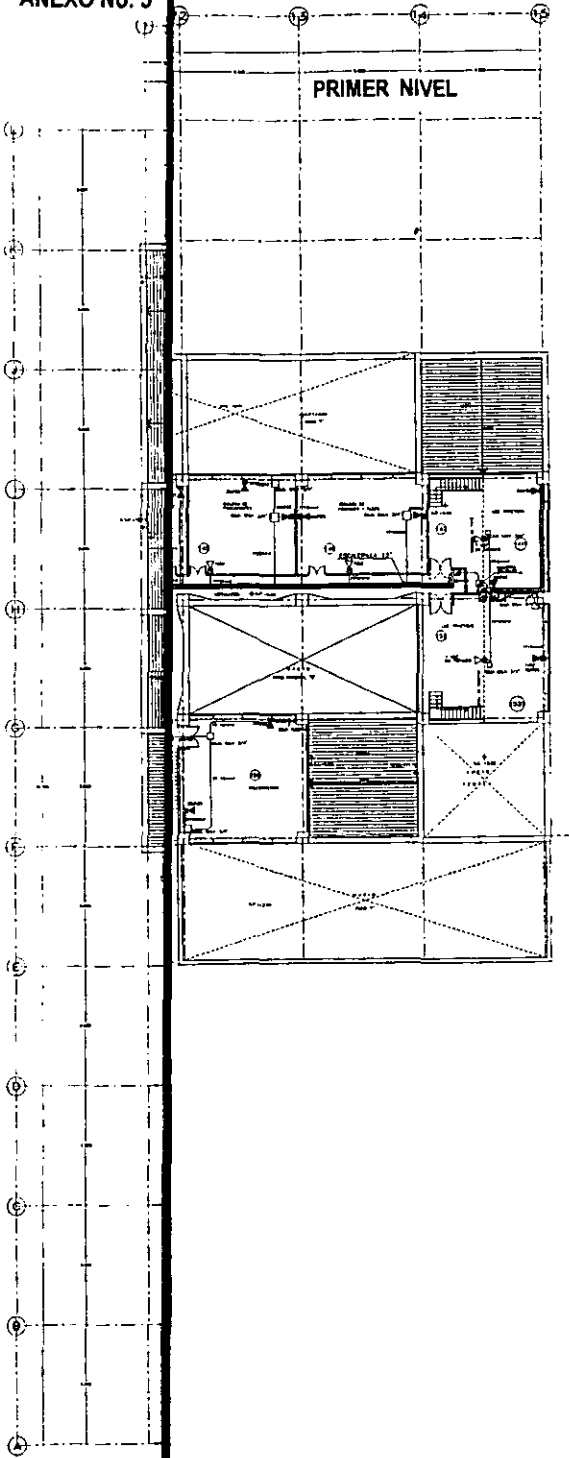
NORTE

S I M B O L O G I A

-  2 ESCALERILLAS 18" MARCA CROUSE-HINES
-  1 ESCALERILLA 12" MARCA CROUSE-HINES
-  CANCHALES DE ALUMINIO MARCA THORSDAN MODELO IN-A-140
-  TUBO CONDUCT. PARED DELGADA POR FLATON (Dimensiones indicadas)
-  SALIDA SENCILLA (VOZ O DATOS)
-  SALIDA DOBLE (DATOS)
-  SALIDA NO INDICADO (VOZ Y DATOS)
-  TELEFONO PUBLICO
-  CAJA METALICA 10x10x4cm o CAJA DE ALUMINIO SEGUN MATERIAL DE CONEXION
-  SALIDA VOZ Y/O DATOS POR LECHO BAJO DE CASA
-  SALIDA SENCILLA PARA INTERNET
-  REGISTRO TELEFONICO DE LAMINA DE DIMENSIONES INDICADAS


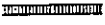
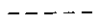












ANEXO No. 5

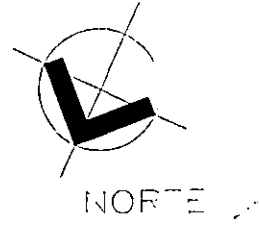
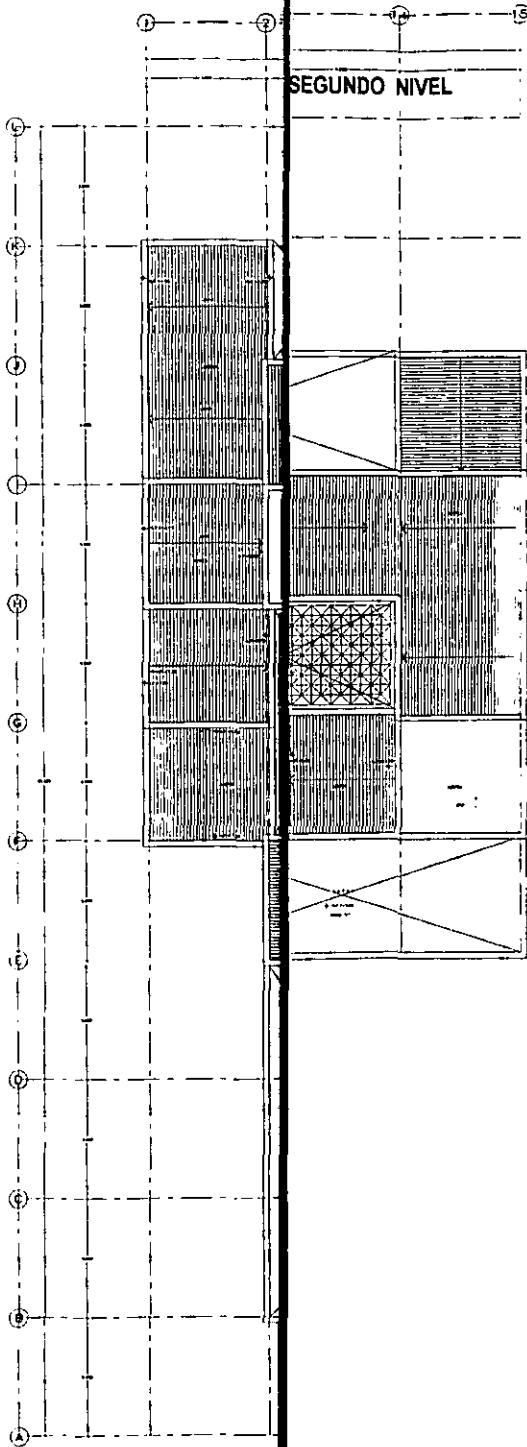


NOITE

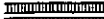


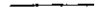









S I M B O L O G I A

-  2 ESCALERILLAS 18" MARCA CROUSE- HINES
-  1 ESCALERILLAS 12" MARCA CROUSE- HINES
-  CANALETA DE ALUMINIO MARCA THORSMAN MODELO INKA-140
-  TUBO CONDUIT PARED CEGADA POR PISO (dimensiones indicadas)
-  TUBO CONDUIT PARED CEGADA POR PLAFON (dimensiones indicadas)
-  SALIDA SENCILLA (VOZ O DATOS)
-  SALIDA DOBLE ( DATOS)
-  SALIDA No. INDICADO (VOZ Y DATOS)
-  TEL. PUB.
-  CAJA METALICA 10x10x5cm. o. CAJA DE ALUMINIO (SEGUN MATERIAL DE COVENIO)
-  SALIDA SENCILLA PARA INTERNET 2
-  REGISTRO TELEFONICO DE JAMINA DE DIMENSIONES INDICADAS
-  SALIDA VOZ Y/O DATOS POR LECHAC BAJO DE LOSA

ANEXO No. 6



S I M B O L O G I A

-  2 ESCALERILLAS 18" MARCA CROUSE-HINES
-  1 ESCALERILLA 27" MARCA CROUSE-HINES
-  CANALETA DE ALUMINIO MARCA THORVAL, MODELO WFA-140
-  TUBO CONDUIT PARED DELGADA POR FLAPON (dimensiones indicadas)
-  SALIDA SENCILLA (VOZ O DATOS)
-  SALIDA DOBLE ( DATOS )
-  SALIDA No. INDICADO VOZ O DATOS
-  TELEFONO PUBLICO
-  CAJA TIPO FE (SEGUN MATERIAL DE CONEXION)
-  SALIDA VOZ Y/O DATOS POR LETRERO BAJO DE LOSA
-  SALIDA SENCILLA PARA INTERNET
-  REGISTRO TELEFONICO EN LAMINA DE DIMENSIONES INDICADAS
-  TUBO CONDUIT PARED DELGADA POR F80 (dimensiones indicadas)

**BIBLIOGRAFIA**

AMP. Instalación y Conectorización de Sistemas de Cableado. Ed.By AMP. 1998.

BELDEN. Premise Networking Cables Catalog.Belden Electronics. Hollywood. 1999.

BESSON, René. Emisión y recepción de televisión vía satélite. Ed.Paraninfo. Madrid. 1995.

BiCSi. Telecommunications Distributions Methods Manual. Florida. 2000.

CEREZO, Claudia. "Estructurado: la columna vertebral de toda organización." en Red, Octubre 1998. p.19.

CONDUMEX. "Fibras ópticas en comunicaciones". en Memotec, Febrero 1998. p. 43.

DOUGLAS, Coner. Redes de computadoras. Ed. Prentice Hall. México. 1997.

EIA /TIA 568-A. Norma para Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales. Telecommunications Industry Association. U.S.A. 1995.

EIA /TIA 569. Norma para vías de telecomunicaciones y espacios en edificios comerciales. Electronic Industries Association. Washington.2000.

Electronics Industries Association. <http://www.eia.org>

GARZA, Mariano. "Internet 2" en Red. Enero 1999.

HARB, M. Modern Telephony. Ed. Prentice Hall. U.S.A. 1989.

HUIDOBRO, José. Todo sobre Comunicaciones. Ed. Paraninfo. Madrid. 1998.

IBM. Advanced Connectivity System 100 Ohm.Installation and Planning Guide .IBM.1995.

JIMENEZ, Fernando "Intranets" en Red. Septiembre 1999.

- JUAREZ, Alfredo. "Factores de afectación en la resistencia de puesta a tierra" en Instalaciones, Abril 2000.p.16.
- KRICK, Edward. Introducción a la ingeniería y a diseño de la Ingeniería. Ed. Limusa. México. 1988.
- NEROU, Jean. Introducción a las telecomunicaciones por fibras ópticas. Ed.Trillas. México. 1991.
- NMX-I-248-1998-NYC. Norma Mexicana: Cableado Estructurado - Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales. México. 1998.
- PALENCIA , Smale. Introducción a los sistemas de telecomunicaciones. Ed. Trillas. 1993.
- PASCUAL, Carlos. Teleinformática, Introducción, panorámica y perspectivas. Ed. Paraninfo. Madrid. 1986.
- PIERCE, John. Señales, la ciencia de las telecomunicaciones. Ed. Reverte. España. 1995.
- SANCHEZ, Rafael. Sistemas electrónicos digitales. Ed Alfaomega. México. 1995.
- SCHWARTZ, M. Cableado de Redes. Ed.ParanInfo. Madrid. 1996.
- SPURGEON, Charles. Ethernet: the definitive guide. Ed.O Reilly. E.U. 2000.
- SMALE, Phil. Introducción a los sistemas de telecomunicaciones. Ed. Trillas. México. 1993.
- Telecommunications Industry Association. <http://www.tia.org>