



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO



## FACULTAD DE INGENIERÍA

“REESTRUCTURACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO EN UNA  
UNIVERSIDAD PRIVADA AL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA ÁREA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PRESENTAN:

Corona Salcedo Jesús

Galván Irazaba Héctor

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

PRESENTA:

Solís González Javier

INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

PRESENTA:

Teapila Cuateco Rodrigo

DIRECTOR DE TESIS:

M.C. Edgar Baldemar Aguado Cruz

Ciudad Universitaria, México, D.F., 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

A mi madre por todo el apoyo, la confianza y la dedicación que me ha dado toda la vida y en especial durante mis estudios.

A Daniel por su apoyo, compañía y paciencia en la elaboración de este trabajo y en la vida.

A mi hermana y hermanos por alentarme durante toda la vida y su soporte durante mis estudios.

Al Dr. Francisco García Ugalde por sus enseñanzas, paciencia y soporte en mis estudios.

Al Ing. Jesús Reyes García por sus enseñanzas y apoyo para la culminación de mis estudios de Ingeniería en Telecomunicaciones.

Javier Solís González

Gracias a Dios por darme la oportunidad de conocer este maravilloso mundo y sobretodo darme unos maravillosos padres.

A mis padres:

Papá gracias por darme la vida y una buena educación, un saludo donde quiera que estés te amo y te extraño, espero que estés orgulloso de mi.

Mamá nunca terminare de agradecerte, este espacio es tan pequeño, pero tengo que decirte que has sido ese gran pilar que hizo posible que ahora este aquí, gracias por ese apoyo incondicional, por comprenderme, tolerarme y siempre tener palabras de amor y aliento.

A mis hermanos, por estar en el momento justo de mi vida.

A mis amigos, por darme el apoyo incondicional y ser mis otros hermanos.

A mi esposa por darme una nueva luz en mi vida.

A mis hijos que son el motivo de seguir adelante.

Agradezco a la UNAM especialmente a la Facultad de Ingeniería por haberme brindado una educación y forjarme como profesionista.

Gracias a todas las personas que de forma desinteresada me han motivado a seguir siempre adelante.

Gracias de todo corazón

Jesús Corona Salcedo

**A mis padres:**

Con mucho cariño dedico estas líneas para agradecerles toda la confianza y apoyo que me brindaron que sin duda alguna sin ello no hubiese logrado dar este paso tan importante en mi vida. Sus consejos y palabras me ayudaron en gran medida a seguir adelante y fueron un motivo para mejorar día con día. Muchas gracias por todo lo que hicieron por mí.

**A mis hermanos:**

Yola, Richar, Mari, tal vez falten palabras para agradecerles a todos su apoyo incondicional, solo quiero decirles que estoy muy orgulloso de tenerlos como hermanos y que siempre me dieron un ejemplo positivo a seguir y con este resultado simplemente les digo "*Muchas gracias hermanos y que dios los bendiga y cuide siempre*".

**A mi esposa e hijos:**

Dedico este trabajo a mi esposa Verónica quien ha sido mi pilar y soporte en todo el desarrollo de este trabajo y a mis hijos Ian y Citlalli como una muestra para que se sigan superando y logren sus objetivos profesionales.

Rodrigo Teapila Cuateco

A mis padres Hilario y Yolanda, por su cariño, ejemplo y enseñanzas.

A mi hermana Lily, por su apoyo.

A mi esposa Rosario, por ser parte de mi vida, por su incondicional complicidad y por motivarme siempre.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme como Ingeniero.

Héctor Galván Irazaba

---

---

<b>CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Sistema de cableado estructurado (definición).....	1
1.1.2 Antecedentes históricos.....	2
1.1.3 Consideraciones generales para la elección del cableado.....	3
1.2 Descripción del cableado estructurado.....	5
1.3 Utilidad y ventajas.....	8
<b>CAPÍTULO 2. MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....</b>	<b>12</b>
2.1.1 Cable Coaxial.....	12
2.1.2 Aplicaciones del Cable Coaxial.....	15
2.1.3 Par trenzado .....	15
UTP (Unshielded Twisted Pair) .....	15
Cable STP (Shielded Twisted Pair) .....	16
2.2 Fibra Óptica.....	17
2.2.1 Fabricación de Fibras Ópticas.....	17
2.2.2 Sistemas de comunicación por fibras ópticas.....	20
Principales limitaciones.....	22
Descripción de los elementos ópticos en los sistemas de comunicaciones.....	22
Mecanismo de propagación de luz.....	24
Tipos de fibras ópticas.....	26
2.3 Inalámbrico.....	27
2.3.1 Señales y Ondas electromagnéticas.....	28
2.3.2 Propagación de Ondas Electromagnéticas.....	28
2.3.3 Tecnologías WiFi.....	29
2.3.4 Tecnologías WiMax.....	30
<b>CAPÍTULO 3. COMPONENTES Y ESPECIFICACIONES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO.....</b>	<b>31</b>
3.1 Categorías del cableado estructurado.....	31
3.2 Conectores.....	33

3.3	Materiales para cableado.....	41
3.3.1	Equipo de terminación en bloques.....	41
3.3.2	Cable de interconexión o patch cord.....	42
3.3.3	Distribuidor de fibra óptica.....	43
3.3.4	Paneles de interconexión o paneles de parcheo.....	43
3.3.5	Gabinete de cableado.....	44
3.3.6	Bastidor abierto (Rack) .....	45
3.3.7	Organizadores de cableado.....	46
3.4	Tubería y accesorios para cableado estructurado.....	46
3.4.1	Tubos conduit metálicos.....	47
	El tubo conduit de pared gruesa (metálico rígido) .....	48
	El tubo conduit intermedio o semipesado.....	50
	El tubo metálico de pared delgada (rígido ligero).....	51
	El tubo conduit metálico flexible.....	52
3.4.2	Tubos conduit no metálicos.....	53
	Tubo de PVC.....	53
3.4.3	Ductos metálicos con tapa.....	55
3.4.4	Charolas para cables.....	57
	Charolas de paso.....	58
	Charolas tipo escalera.....	58
	Charolas tipo canal.....	59
3.4.5	Canalizaciones superficiales (canaletas) .....	60
3.4.6	Cantidad máxima de cables UTP en tubería.....	61
<b>CAPÍTULO 4. GENERALIDADES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO.....</b>		<b>62</b>
4.1	Norma ANSI/TIA/EIA-568-B. Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales. ....	63
4.1.1	Topología de la red.....	63
4.1.2	Distancias recomendadas de cableado.....	64
4.1.3	Configuración de tomas y conectores.....	65
4.1.4	Características de las componentes del sistema.....	65

---

---

4.2	Norma ANSI/TIA/EIA 569A. Rutas y espacios de telecomunicaciones para edificios comerciales. ....	68
4.2.1	Facilidades de Entrada.....	69
4.2.2	Rutas de cableado horizontal.....	69
4.2.3	Rutas de cableado vertical, dorsal o backbone.....	70
4.2.4	Cuarto de Telecomunicaciones.....	70
4.2.5	Cuarto de Equipo.....	71
4.2.6	Área de Trabajo.....	71
4.3	Norma TIA/EIA 606. Administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales.....	72
4.3.1	Clase 1.....	74
4.3.2	Clase 2.....	74
4.3.3	Clase 3.....	75
4.3.4	Clase 4.....	75
4.4	Norma TIA/EIA 607. Requerimientos de puesta a tierra y continuidad del sistema de telecomunicaciones para edificios comerciales.....	76
<b>CAPÍTULO 5. TIPOS DE REDES DE DATOS.....</b>		<b>82</b>
5.1	Descripción de las redes de datos.....	82
5.2	Redes LAN, MAN y WAN.....	86
5.2.1	Redes LAN.....	86
5.2.2	Redes MAN.....	87
5.2.3	Redes WAN.....	88
5.3.	El Modelo OSI. ....	90
5.3.1	Capa Física. ....	91
5.3.2	Capa Enlace de Datos. ....	91
5.3.3	Capa de Red. ....	92
5.3.4	Capa de Transporte. ....	92
5.3.5	Capa de Sesión. ....	92
5.3.6	Capa de Presentación. ....	92
5.3.7	Capa de Aplicación. ....	93

---

---

5.4	Componentes de una red.....	93
	Estación de trabajo.....	93
	Servidor.....	93
	Tarjetas o placas de interfaz de red.....	93
	Sistema de cableado.....	96
	Equipo de conectividad.....	96
	Hub (concentrador) .....	96
	Switch (conmutador) .....	97
	Repetidor.....	98
	Puente.....	99
	Router (encaminador) .....	99
	Gateway (compuerta) .....	101
	Modem ADSL.....	101
	Sistema operativo de red.....	102
5.5	Topología de una red.....	103
5.6	Topología de anillo.....	104
5.6.1	Ventajas de topología de anillo.....	105
5.6.2	Desventajas de topología de anillo.....	106
5.6.3	Topología de doble anillo.....	106
5.6.4	Ventajas y desventajas de la topología de doble anillo.....	107
5.7	Topología de estrella. ....	108
5.7.1	Ventajas de la topología de estrella. ....	109
5.7.2	Desventajas de la topología de estrella. ....	109
5.8	Topología de bus.....	110
5.8.1	Ventajas de la topología de bus.....	111
5.8.2	Desventajas de la topología de bus.....	111
5.9	Topología de red en malla.....	111
5.9.1	Ventajas de la topología de red en malla.....	112
5.9.2	Desventajas de la topología de red en malla.....	113

---

---

<b>CAPÍTULO 6. DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO EN LA UNIVERSIDAD.....</b>	<b>114</b>
6.1 Necesidades y requerimientos de la institución.....	114
6.1.1 Auditoría informática.....	115
6.1.2 Alcances de la auditoría.....	116
6.1.3 Estado actual.....	116
6.1.4 Requerimientos.....	119
6.1.5 Recomendaciones.....	120
6.1.6 Áreas de acción.....	120
6.1.7 Arrendamiento de equipo.....	121
6.1.8 Estado general de los equipos de comunicación y áreas de trabajo.....	123
6.2 Croquis y localización de oficinas en la Universidad.....	139
6.3. Diseño del cableado estructurado.....	142
6.3.1 Facilidades de entrada.....	144
6.3.2 Rutas de cableado vertical (backbone).....	145
6.3.3 Áreas de trabajo.....	145
6.3.4 Rutas de Cableado Horizontal.....	146
6.3.5 Cuarto de Equipo y Cuarto de Telecomunicaciones.....	146
6.3.6 Trayectoria de los enlaces de Fibra Óptica.....	147
6.4 Resultados obtenidos. ....	148
6.4.1 Site CTI (Centro de Teleinformática).....	148
6.4.2 Site RDI (Nuevo Site Principal).....	152
6.4.3 Rack Centro de Idiomas.....	155
6.4.4 Site Mac.....	157
6.4.5 Site Rectoría.....	158
6.4.6 Áreas de Trabajo.....	160
6.5 Análisis económico.....	162
6.5.1 Costos de la auditoría.....	162
6.5.2 Estimación de Costos de la reestructuración del cableado estructurado.....	162

---

---

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>164</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>167</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>171</b>
<b>MESOGRAFÍA.....</b>	<b>175</b>

## CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

### 1.1.1 Sistema de cableado estructurado (definición)

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 al mismo, basándose en una normativa completa de identificación de cables y de componentes, así como en el empleo de cables y conectores de las mismas características para todos los equipos.

Así pues el SCE proporciona el medio físico de conexión para llevar hasta el puesto de trabajo los servicios telemáticos y de comunicaciones, sean voz, datos o vídeo; permiten la incorporación de nuevos o futuros servicios sobre la red de distribución ya existente y la posibilidad de su modificación interna sin que por ello se pierda la eficiencia ni el nivel de servicios disponibles. El cableado estructurado facilita el intercambio de información entre todos los sistemas de telecomunicación existentes, utilizando una infraestructura, en gran medida, común. Figura. 1.1.1.

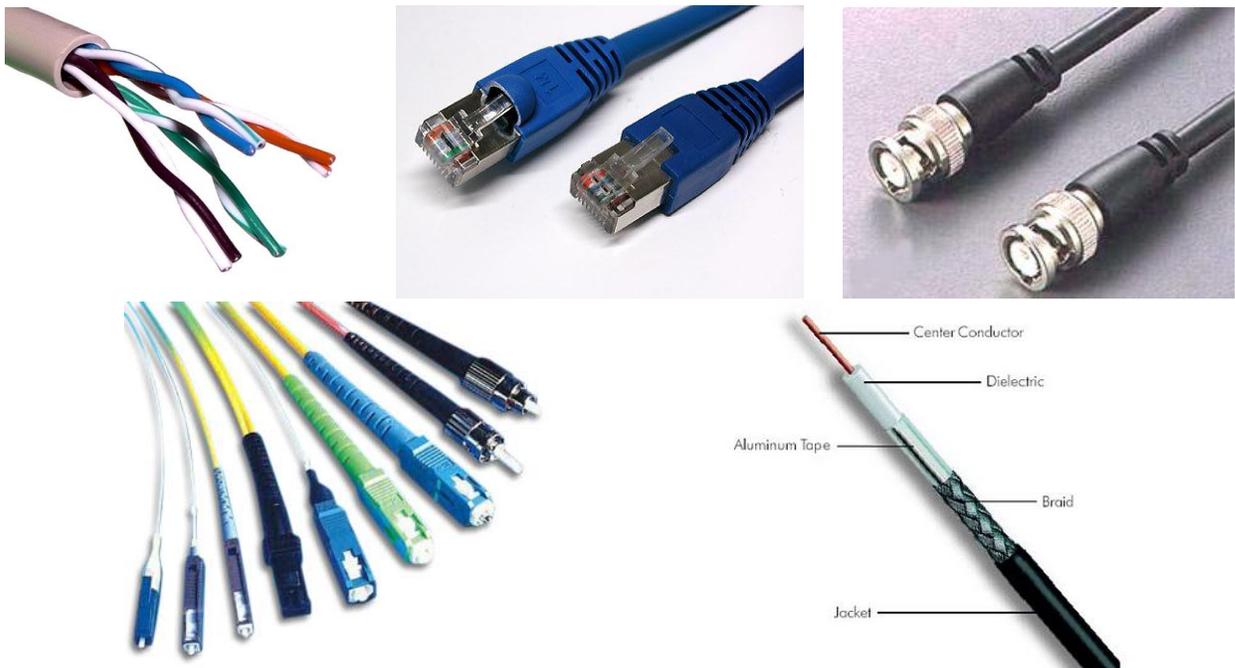


Figura. 1.1.1 Diferentes tipos de cableado

El cableado, como un sistema muy costoso que es, necesita de una planificación muy cuidadosa, por cuanto una vez instalado se pretende que tenga una vida útil entre 10 y 15 años; si nos equivocamos, probablemente tendremos que volver a recablear todo el edificio, con la enorme inversión que ello supone.

### **1.1.2 Antecedentes históricos**

En los años 70 y principios de los 80, las necesidades de comunicación entre diferentes dispositivos se resolvían de una forma específica para cada sistema en concreto. Cada fabricante desarrollaba un sistema y disponía de su propio sistema de cableado propietario. Generalmente, cada sistema de cableado era incompatible con el de otros fabricantes, y en algunos casos, con otros sistemas del propio fabricante.

Existe una serie de problemas asociados al empleo de cableados específicos para cada sistema. Por ejemplo, la migración del sistema implicaba probablemente una sustitución del cableado existente. También surgen problemas al intentar hacer convivir múltiples sistemas informáticos en un mismo edificio, ya que cada uno tendrá su propio sistema de cableado y esto obligará a la instalación de múltiples sistemas de cableado paralelo. Otra limitación, y quizá de las más importantes, está en que no se pueden hacer planificaciones a mediano plazo para la infraestructura de comunicación de la empresa. El sistema de cableado está atado al sistema informático y, por tanto, no parece muy prudente hacer un precableado que pueda cubrir ampliaciones o movimientos del personal. Como consecuencia de la ausencia de planificación, cada vez que se traslada un equipo o surge una necesidad de ampliación, hay que instalar nuevos cables, nuevos conectores, etc. Durante ese tiempo, la empresa queda afectada y en muchos casos el sistema inutilizable.

En conclusión, la reordenación del espacio o el cambio de equipo resulta muy caro y requiere mucho tiempo.

### **1.1.3 Consideraciones generales para la elección del cableado**

La elección del tipo de cableado es resultado de un análisis cauteloso de las necesidades de la operación del negocio. Algunas consideraciones importantes son:

- Tipos de aplicación que va a tener que soportar la red, prestando especial atención al tráfico que generan cada una de ellas.
- El número de usuarios y la previsión futura de ampliación.
- La localización de los usuarios y las distancias máximas entre ellos.
- La previsión y reubicación de usuarios y servicios.
- El equipamiento existente, tanto hardware como software y, si es posible, prever nuevos equipos o sistemas de información, que irán en función de las necesidades futuras de los usuarios.
- Espacio físico disponible para el sistema de cableado.
- Disponibilidad económica.
- Requisitos de seguridad y normativas existentes, tanto nacionales como internacionales.
- Importancia de la protección contra caídas del servicio y pérdidas de datos.
- La distancia máxima que debe cubrir la red.
- La expectativa de duración del sistema.
- Los niveles de interferencia electromagnética (EMI) presentes en el edificio.
- Las instalaciones previas existentes que se requieran reutilizar.

Una vez definida correctamente la especificación con los parámetros anteriores, existen además condiciones generales a la hora de elegir el cable. El cableado depende del lugar en el que hay que instalarlo y no es lo mismo diseñar un sistema para una pequeña oficina que para un gran edificio. Algunas de las consideraciones que afectan al coste del cableado y al rendimiento que va a ofrecer son:

- **Características de la instalación**

Hay que prestar atención especial a la dificultad de la instalación y a su posterior mantenimiento. En instalaciones pequeñas, donde la seguridad no sea un factor determinante, no tiene mucho sentido invertir en un cableado de altas prestaciones y de un coste muy elevado.

Todos los cables, salvo la fibra óptica, invariablemente tienen conductores de cobre aislados y protegidos por una o más fundas plásticas.

Es importante comprobar el espacio disponible para el sistema de cableado antes de decidir el tipo de cable que se va emplear. El tamaño, el peso y la flexibilidad son parámetros estrechamente relacionados con el tipo de cable y las cubiertas.

- **Protección del cable ante ruido electromagnético externo**

Los elementos de protección, como las pantallas y las cubiertas, vienen determinados por la necesidad de protección frente a interferencias electromagnéticas. El ruido inducido por motores, líneas eléctricas y transmisores de radio puede afectar seriamente a la integridad de los datos en grandes redes.

- **Velocidad de transmisión**

La velocidad de transmisión se mide en Mbps. El coaxial denominado thick (grueso) es capaz de transmitir a distancias mayores, pero es mucho más difícil de instalar. La fibra consigue sin dificultad velocidades muy superiores, pero su instalación es mucho más compleja, así como su coste, que es superior.

- **Atenuación**

La atenuación es la razón para que existan recomendaciones en la longitud máxima de un cable. Si la señal sufre demasiada atenuación en el punto de recepción, no se podrían entender los datos transmitidos. En algunos sistemas existen elementos intermedios denominados repetidores de señal,

que evitan la atenuación en grandes distancias. Pero los repetidores implican retransmisión y esto siempre necesita tiempo y ralentiza la red.

## 1.2 Descripción del cableado estructurado

El cableado estructurado trata de especificar una “Estructura” o “Sistema” de cableado para empresas y dentro del área de un terreno privado uniendo varios edificios (figura 1.2.1):

- Común y a la vez independiente de las aplicaciones.
- Documentada (identificación adecuada).
- Diseñada a largo plazo (mayor a 10 años).



**Figura. 1.2.1 Estructura o sistema de cableado**

Un sistema de red cableado estructurado es un sistema completo del hardware (parte física) y cableado asociado, que proporciona una infraestructura de telecomunicaciones global aptas para la transmisión de voz, datos e imagen. Figura 1.2.2.



**Figura 1.2.2 Hardware y cable asociado**

Cada sistema de cableado estructurado es único. Esto es debido a las variaciones en:

- La estructura arquitectónica del edificio, donde se encuentra la instalación de cableado. Figura 1.2.3.
- El cable de conexión y productos.

- Los tipos de equipos de la instalación de cableado apoyará - presente y futuro.
- La configuración de un sistema ya instalado (mejoras y modificaciones).
- Necesidades del cliente.
- Las garantías del fabricante.



**Figura 1.2.3 Corte de la estructura arquitectónica del edificio**

Los métodos que utilizamos para completar y mantener las instalaciones de cableado son relativamente estándar. La estandarización de estas instalaciones es necesaria debido a la necesidad de garantizar un rendimiento aceptable en el sistema de arreglos cada vez más complejos.

Estos ayudan a asegurar una correcta instalación del cableado. Los beneficios de estas normas son:

- Coherencia del diseño y la instalación.
- La conformidad con los requisitos físicos y de línea de transmisión.
- Una base para examinar un proyecto de expansión del sistema y otros cambios.

Las instalaciones de cableado estructurado típicamente incluyen: instalaciones de entrada, vías troncales verticales y horizontales, cables troncales verticales y horizontales; vías horizontales, cables horizontales, puntos de venta del área de trabajo, salas de máquinas, armarios de telecomunicaciones, instalaciones de conexión cruzada, multi-usuario asambleas de salida de telecomunicaciones; puntos de transición y puntos de consolidación.

La instalación de entrada incluye los componentes de cableado necesarios para proporcionar un medio para conectar las instalaciones de servicios externos para el cableado de instalaciones. Esto puede incluir las vías de entrada de servicio, cables, partes físicas de conexión, dispositivos de protección del circuito, y el hardware de transición.

### **1.3 Utilidad y ventajas**

El cableado estructurado permite la interconexión de todos los dispositivos involucrados en un sistema de comunicaciones dentro de una oficina, un edificio o una localidad, ya que constituye el medio físico a través del cual será transportada la información intercambiada por dichos dispositivos, enfocándose principalmente a la transportación de señales de voz, datos, imágenes y vídeo de una manera segura y confiable.

Mediante el cableado estructurado se pretende contar con una plataforma universal que permita la comunicación, independientemente de la aplicación, del tipo de red, del formato o protocolo de transmisión que se utilice y que por el contrario sea flexible a todas las posibilidades y combinaciones para obtener como resultado un alto desempeño de la red de comunicaciones.

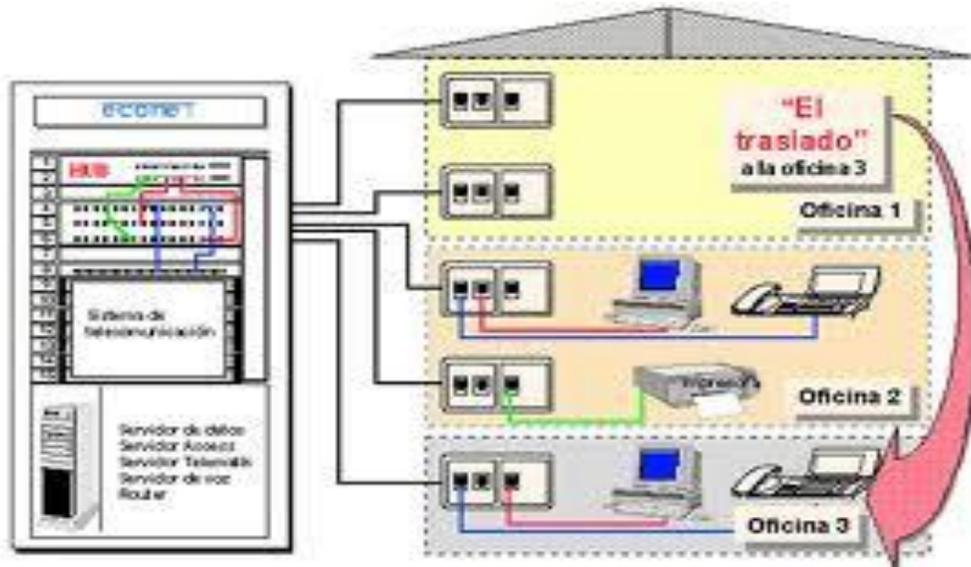
Puede mencionarse que el cableado estructurado ofrece las siguientes ventajas y beneficios con respecto a un cableado implementado sin planeación alguna:

- Permite interconectar equipos activos y/o pasivos de la misma o de diferentes tecnologías.
- Pueden conectarse e incorporarse equipos y dispositivos que pueden ser de uno o de diversos fabricantes.
- Al cumplir con la normatividad contemplada por los diseñadores y fabricantes de equipos de comunicaciones, puede ser utilizado por un periodo mínimo de 10 años, sin importar los avances tecnológicos y la modernización de los equipos.



**Figura 1.3.1 Utilidad del cableado estructurado**

- Su diseño planificado y flexibilidad, permiten la adaptabilidad a las necesidades futuras, ya que es posible llevar a cabo la reubicación de áreas de trabajo y/o la incorporación de nuevos equipos y usuarios de una manera rápida, sencilla y a un bajo costo. El cableado estructurado se convierte así en una parte fundamental de la infraestructura de comunicaciones para un área local determinada.



**Figura 1.3.2 Reubicación de áreas de trabajo**

- Sus características, permiten el fácil acceso de todos los usuarios a los servicios de comunicaciones disponibles, de acuerdo con las necesidades definidas.
- Garantiza el funcionamiento óptimo de una red de comunicaciones, además de que simplifica la administración y facilita el mantenimiento, la detección y la corrección de fallas.



**Figura 1.3.3 Mantenimiento de cableado estructurado**

- Contempla los aspectos de seguridad necesarios que impiden su deterioro por un uso inadecuado de los recursos por parte de los usuarios.
- Considera en la medida de lo posible minimizar la exposición a las fuentes de ruido eléctrico e interferencias, impidiendo que estas afecten el buen funcionamiento de las comunicaciones de la red.

---

---

## CAPÍTULO 2. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

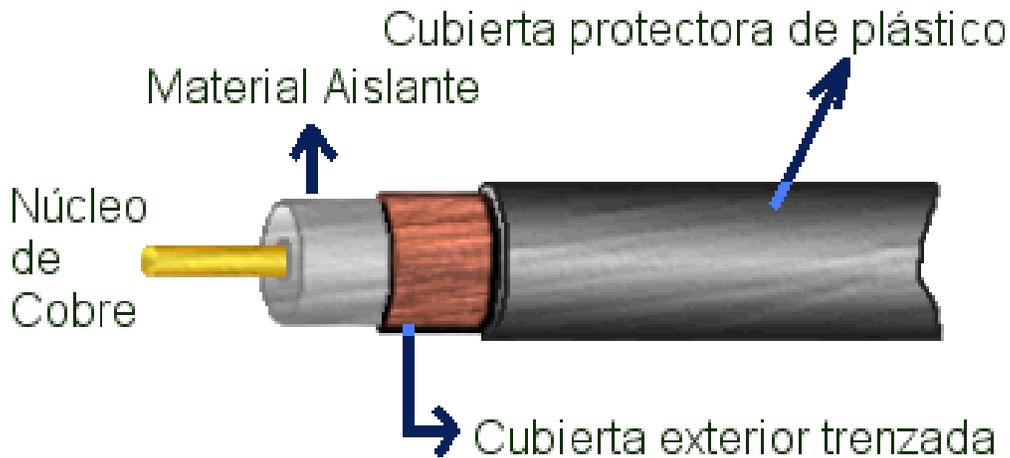
El medio de transmisión constituye el soporte físico a través del cual emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión de datos. Los medios de transmisión se pueden dividir en dos grandes categorías: guiados y no guiados. Los medios guiados conducen o guían las ondas a través de un camino físico, ejemplos de estos medios son el cable coaxial, el par trenzado y la fibra óptica. Los medios no guiados proporcionan un soporte para que las ondas se transmitan, pero no las dirigen; como ejemplo de ellos tenemos el aire y el vacío.

### 2.1.1 Cable Coaxial

Coaxial, viene de la contracción de Common Access o acceso común al medio; el cable coaxial se utiliza en redes de comunicación de banda ancha (cable de televisión) y cables de banda base (Ethernet). Se usa normalmente en la conexión de redes con topología de Bus como Ethernet y ArcNet, es llamado así porque su construcción es de forma coaxial.

El cable coaxial está compuesto por los siguientes elementos:

- Núcleo de cobre: un núcleo de cobre sólido, o de acero con capa de cobre, o bien de una serie de fibras de alambre de cobre entrelazadas (dependiendo del fabricante).
- Capa de aislante: generalmente está hecho de material de polivinilo, su función es cubrir el núcleo o conductor, dicho aislante se encarga de guardar una distancia uniforme del conductor con el exterior.
- Capa de blindaje metálico: generalmente está formado de cobre o aleación de aluminio entretejido, su función es la de mantenerse lo más apretado posible para eliminar las interferencias, además de que evita de que el eje común se rompa.
- Cubierta protectora: generalmente de color negro (coaxial delgado) o amarillo (coaxial grueso), y por lo general de vinilo, xelón, polietileno uniforme para mantener la calidad de las señales.



**Figura 2.1.1 Estructura del cable coaxial**

La terminología del cableado coaxial se determina por el diámetro del conductor interno de cobre, las medidas más comunes son RG-59 y RG-6. RG quiere decir "Indicador de Radio". Los números se refieren al diámetro (59 significa .059 y 6 significa .06) Algunos cables coaxiales indican su calibre en un costado del cable. Existen diferentes tipos de conectores para cable coaxial, por mencionar algunos: "N", "BNC", "F", "DNC", "SMA" y "TNC".



**Figura 2.1.2 Cable coaxial RG-59 con conector BNC (Aplicaciones: LAN)**



**Figura 2.1.3 Cable coaxial RG-6 con conector tipo F (Aplicaciones: TV Cable)**

Existen diferentes tipos de cables coaxiales, entre los que destacan los siguientes:

- Cable coaxial delgado, denominado también RG-58, con una impedancia de 50 ohms. El conector utilizado es del tipo “BNC”.
- Cable coaxial grueso, denominado también cable estándar Ethernet, tiene una impedancia de 50 ohms. El conector que utiliza es del tipo “N”.

La siguiente tabla nos muestra los diferentes tipos de cable coaxial y sus características:

<b>Tipo</b>	<b>Impedancia</b>	<b>Usos</b>
RG-8	50 ohms.	10Base5
RG-11	50 ohms.	10Base5
RG-58	50 ohms.	10Base2
RG-62	93 ohms.	ARCnet
RG-75	75 ohms.	CTV (Televisión)

**Tabla 2.1.1 Tipos de cable coaxial**

### **2.1.2 Aplicaciones del cable coaxial**

Algunos de los usos del cable coaxial son los siguientes:

- Distribución de televisión por cable e internet.
- Antenas para televisión.
- Telefonía a la larga distancia.
- Redes de área local 10BASE2 y 10BASE5.

### **2.1.3 Par trenzado**

Este es el tipo de cable más común usado actualmente, se originó como solución para conectar diferentes dispositivos tales como teléfonos, terminales, computadoras, etc. sobre el mismo cableado. Cada cable de este tipo está formado por hilos, que son de cobre o de aluminio, estos hilos están trenzados entre sí para reducir las interferencias electromagnéticas (IEM) de fuentes externas y la diafonía de los cables adyacentes. El número de pares por cable son 4, 25, 50, 100, 200 y 300. Cuando el número de pares es superior a 4 se habla de cables multipar.

Los colores del aislante están estandarizados, y son los siguientes: Naranja/ Blanco-Naranja, Verde/ Blanco-Verde, Azul/ Blanco-Azul, Marrón/ Blanco-Marrón.

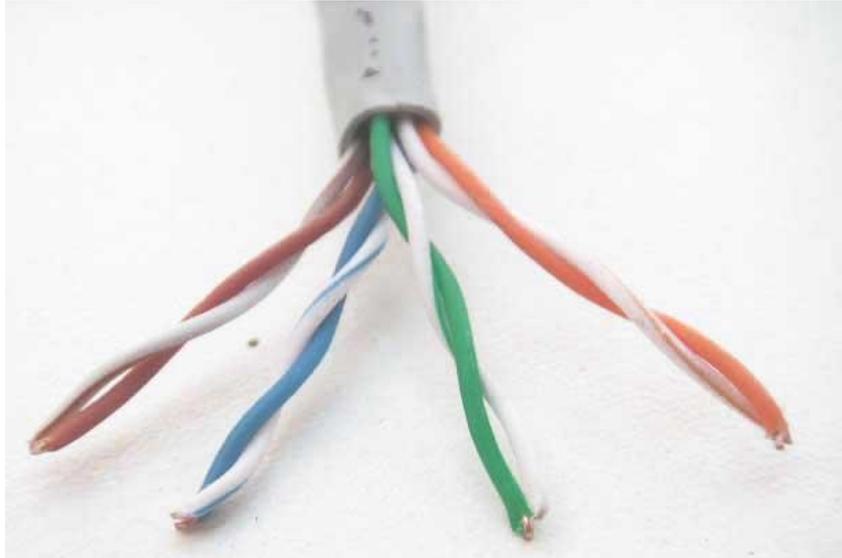
El cable de par trenzado se clasifica en:

- **UTP (Unshielded Twisted Pair), o cable par trenzado sin blindaje.**
- **STP (Shielded Twisted Pair), o cable par trenzado blindado.**

### **Cable UTP (Unshielded Twisted Pair)**

El cable UTP es un sistema de cableado estructurado, consiste de una infraestructura flexible de cables que puede aceptar y soportar sistemas de computación y de teléfono múltiples. Es un cable que tiene 4 pares hilos de cobre de calibre 22 o 24, tiene una impedancia de 100 ohms; esto lo hace diferente de los demás tipos de cables ya que se puede usar en cualquier arquitectura de red

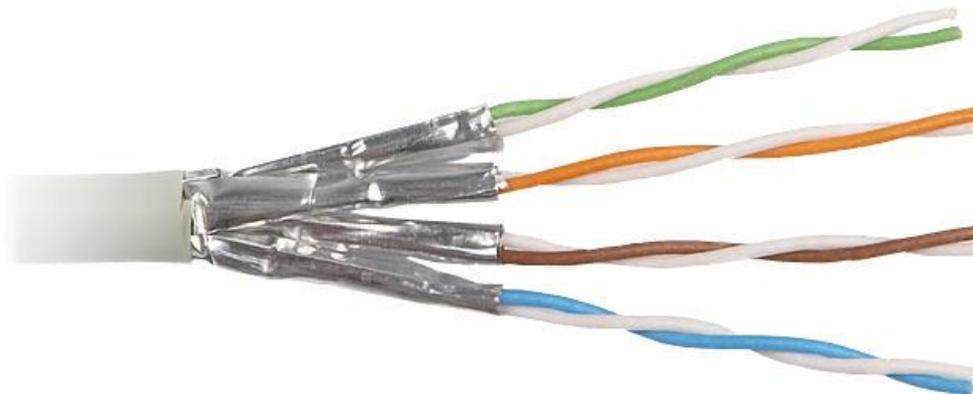
principal, por lo tanto es el más utilizado y el más popular en el cableado estructurado.



**Figura 2.1.4 Cable UTP (Unshielded Twisted Pair)**

#### **Cable STP (Shielded Twisted Pair)**

Este tipo de cable se caracteriza porque cada par va recubierto por una maya conductora, la cual es mucho más protectora y de mucha más calidad que la utilizada en el UTP. Esa carcasa de metal evita que penetre el ruido electromagnético y elimina un fenómeno denominado interferencia, que es el efecto indeseado de un canal sobre otro canal.



**Figura 2.1.5 Cable STP (Shielded Twisted Pair)**

## **2.2 Fibra Óptica**

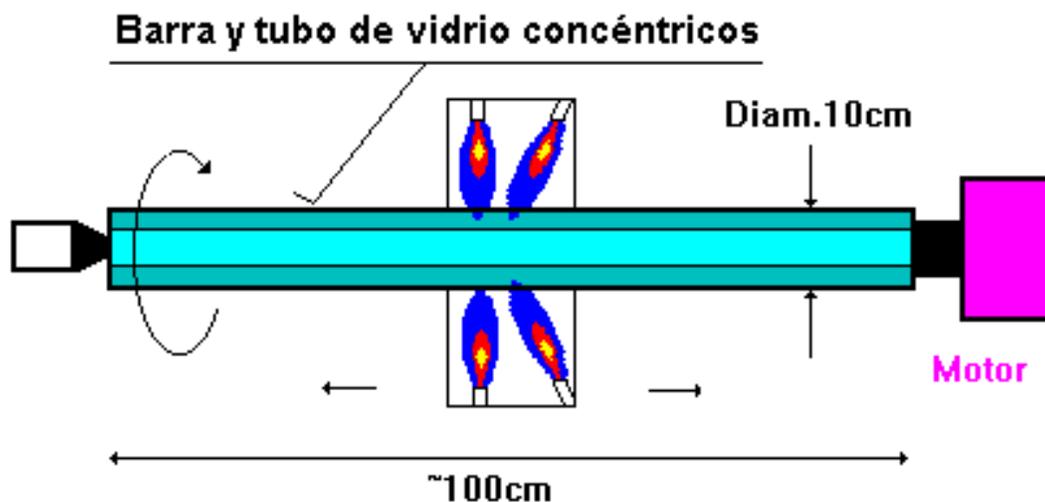
Sabemos que la luz ha sido utilizada como un medio a través del cual se puede transmitir algún tipo de información de un lugar a otro. Recordemos que los primeros indios usaban las reflexiones de luz en los espejos para alertarse entre ellos que los trenes de soldados estaban cerca.

En el año 1880, Alexander Graham Bell habló empleando un haz de luz. Utilizó la luz del sol, que enfocó por medio de un reflector y una lente sobre un dispositivo; éste, a su vez podía hacerse vibrar en armonía con el habla de un aparato de voz humana. El rayo de luz se hizo de forma que se enfocara y desenfocara, de tal manera que su potencia sobre un detector de selenio causara la variación. Este producía una señal eléctrica variable desde el detector y desde éste se podía activar un teléfono receptor en la manera usual, reproduciendo así el diálogo original. La distancia entre el transmisor y el receptor era muy corta si la comparamos con las posibilidades actuales de transmisión de rayos de luz. El principio indicado era válido y todavía sirve como base para nuestra actual tecnología de comunicación, utilizando la luz como medio conductor. El método de variación de intensidad (o modulación) de rayo de luz es hoy en día diferente: se emplea tecnología de estado sólido y nuestros detectores han sido mejorados, aunque el concepto básico siga siendo el mismo.

### **2.2.1 Fabricación de Fibras Ópticas**

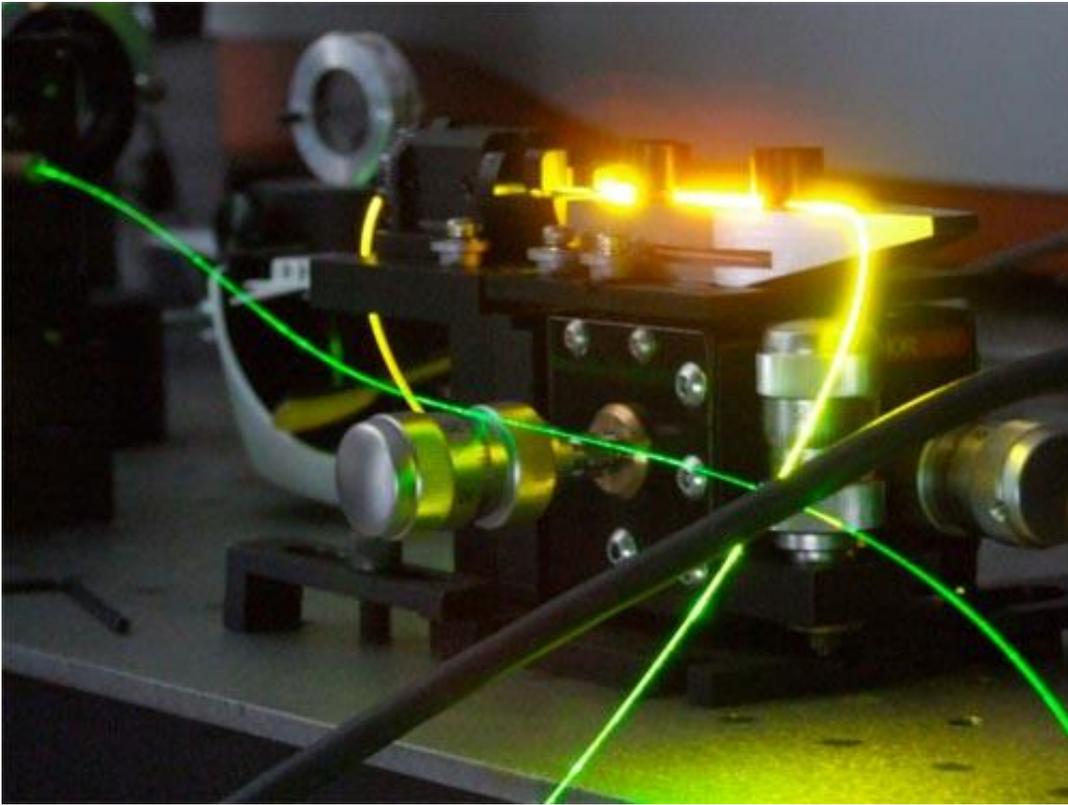
Si se desea fabricar un hilo de cobre hay que tomar una barra de cobre, calentarla y empezar a estirarla. A medida de que se hace más y más larga se la mantiene semirecogida hasta que finalmente se introduce uno de los extremos calientes a través de un pequeño agujero en un troquel metálico y se estira a través de ese agujero hasta que resulte el tamaño deseado. A continuación, se enfría y enrolla en un carrete, con lo que ya tendremos el cable. Si se desea cubrirla con aislamiento habría que pasarlo a través de un baño de dicho revestimiento antes de enrollarlo.

La fabricación de una fibra óptica es similar. Se calienta arena, sílice y otros productos químicos hasta que se fundan. Se les remueve hasta que formen una mezcla uniforme. A continuación, se comienza a formar la varilla de vidrio de manera muy similar a como se hizo en el hilo de cobre. En el proceso de estiramiento del vidrio, es posible que deba añadirse calor para mantener la correcta plasticidad del material, de tal manera que se consiga ese minúsculo tamaño de las fibras ópticas. Figura 2.2.1.



**Figura 2.2.1 Una barra de vidrio de una longitud de 1 m y de un diámetro de 10 cm permite obtener por estiramiento una fibra monomodo de una longitud de alrededor de 150 km.**

El punto de reblandecimiento del vidrio utilizado en las fibras ópticas suele estar entre 800 y 1200 grados centígrados. Este margen de temperaturas es necesario para que la fibra alcance un formato útil. Existen algunos tipos de fibras ópticas fabricadas a partir de varillas de vidrio sólido, especialmente preparadas y se necesitan temperaturas por encima de los 2000 grados centígrados para hacer que el material de alto contenido en sílice se convierta en plástico y pueda llegar a ser una fibra de pequeño diámetro. Figura 2.2.2.



**Figura 2.2.2 Construcción de una fibra óptica**

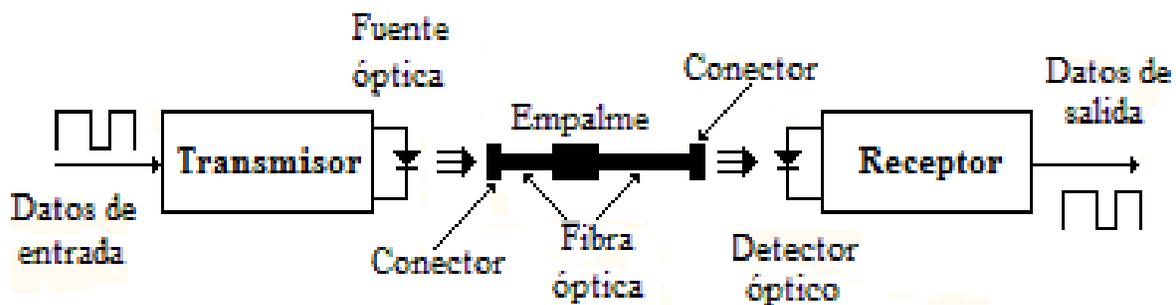
Para asegurar la pureza adecuada de la fibra, los propios materiales deben ser “superpuros”; en otras palabras, equivale a concentraciones insignificantes de otros tipos de moléculas “contaminantes”. Para tener una idea sobre la pureza que debe tener la fibra óptica, imaginemos transmitir luz a través de un vidrio de 60 km de espesor. Todo esto exige que durante la preparación se realice un muestreo para asegurar que únicamente se utilizan materiales de máxima pureza. Además, los métodos usados para la fusión del vidrio deben asegurar también que la fibra posea la calidad adecuada.

Uno de los materiales usados para fabricar fibras ópticas es el cristal de borosilicato sódico dopado con óxido de talio. Este tipo de fibra se ha denominado Selfoc.

Otro material usado en el desarrollo de fibras ópticas es un material sintético aunque realmente se trata de un óxido de silicio fundido. Este permite un buen paso de luz y baja atenuación en las cercanías de la región infrarroja.

### 2.2.2 Sistemas de comunicación por fibras ópticas

Los sistemas de comunicaciones por fibras ópticas emplean también un medio físico dieléctrico como canal de transmisión. En este tipo de sistemas la información viaja en forma de rayos de luz, o sea en ondas electromagnéticas guiadas; la única diferencia con las ondas electromagnéticas de radio es la frecuencia de operación. Como en los sistemas de radiocomunicación, estos sistemas requieren de transductores para el acondicionamiento de la señal a transmitirse y recibirse. En el transmisor se requiere de un transductor de ondas de voltaje y corriente en ondas luminosas, en el receptor se requiere de un transductor de ondas luminosas en ondas de voltaje y corriente. Un diagrama de bloque de un sistema de comunicaciones punto a punto por fibras ópticas donde se incluyen los elementos básicos de estos sistemas se muestran en la figura 2.2.3.



**Figura 2.2.3 Enlace de comunicaciones punto a punto por fibras ópticas**  
**Características y aplicaciones de los sistemas de comunicaciones por fibras ópticas**

<b>Características</b>	<b>Ventajas</b>
Eliminación de las interferencias electromagnéticas	Seguridad de alta calidad de transmisión Reducción de costos de protección contra el ruido Localización cercana a líneas de alta tensión
Aislamiento eléctrico	Eliminación de los problemas de bucle de tierra Travesía segura en zonas peligrosas Seguridad contra descargas eléctricas
Pérdidas pequeñas	Espaciamiento grande entre repetidoras Confiabilidad grande al número pequeño de repetidoras Menor mantenimiento
Ancho de banda grande	Capacidad grande de transmisión Eliminación de igualadores Atenuación independiente del ancho de banda del mensaje transmitido
Diámetro y peso pequeños	Reducción de costos de instalación y reparación
Estabilidad en medios severos	Confiabilidad alta de la transmisión Reducción de la protección contra el medio ambiente

Otras características adicionales:

- a) Alta privacidad de la transmisión.
- b) Sensibilidad limitada por el ruido cuántico.
- c) Niveles pequeños de potencia eléctrica en el transmisor.
- d) Se facilita la movilidad en áreas reducidas (gracias a su peso y dimensiones menores en comparación con el peso y dimensiones de los conductores eléctricos).
- e) Las derivaciones de la fibra óptica son más complicadas e introducen mayores atenuaciones en comparación con las derivaciones con cable eléctrico.

- f) Gran abundancia de la materia prima SiO<sub>2</sub>.
- g) Interferencias pequeñas entre fibras.
- h) Cableado de muchas fibras en un solo ducto.
- i) Mayor economía para enlaces mayores de 2 km y velocidades mayores a 2 MB/s.

**Principales limitaciones:**

Como en el caso de los enlaces por cable eléctrico se requiere de un medio físico.

Movilidad reducida en comparación con los sistemas de radiocomunicación.

Mayor dificultad en comunicaciones multipunto.

Las fuentes ópticas son relativamente de alta no linealidad.

**Descripción de los elementos ópticos en los sistemas de comunicaciones**

Los elementos ópticos que contiene cualquier sistema de comunicaciones por fibra óptica son: fuentes ópticas, fibras ópticas, empalmes, conectores y detectores ópticos. Las fuentes ópticas son los transductores que transforman las ondas de voltaje y corriente guiadas en ondas luminosas guiadas.

Las fibras ópticas son el medio de transmisión y son las guías de las ondas luminosas. Los empalmes son las uniones permanentes entre secciones de fibra óptica.

Los conectores son uniones removibles que se emplean generalmente para conectar al transmisor y al receptor con la fibra óptica.

Las características más importantes que deben poseer, tanto conectores como empalmes son:

- a) Tamaño compatible con las fibras ópticas.
- b) Alta confiabilidad.
- c) Atenuación pequeña.
- d) Repetitividad grande.

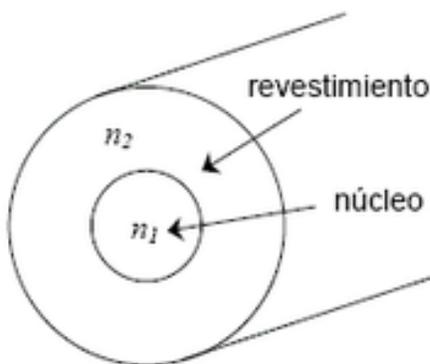
- e) Vida media de los conectores compatibles.
- f) Costo competitivo.

Un medio de transmisión debe tener características que lo hagan compatible con los requerimientos que exigen los sistemas de comunicaciones, y también se requiere compatibilidad con los otros sistemas que forman parte del sistema. Los requerimientos más importantes exigidos a la fibra óptica son:

- a) Atenuación pequeña.
- b) Distorsiones Pequeñas.
- c) Tamaño y peso Pequeños.
- d) Costo competitivo.
- e) Baja sensibilidad al medio ambiente.
- f) Ventajas de transmisión compatibles con las fuentes y detectores ópticos.
- g) Velocidades de transmisiones grandes.

En la actualidad existen diferentes tipos de fibras ópticas que cumplen estas características. Para darles robustez ante las inclemencias del medio ambiente, las fibras ópticas pueden tener uno o varios recubrimientos plásticos, pueden estar acompañadas de uno o varios alambres de acero para darles rigidez mecánica, o estar agrupadas en cables de fibra óptica.

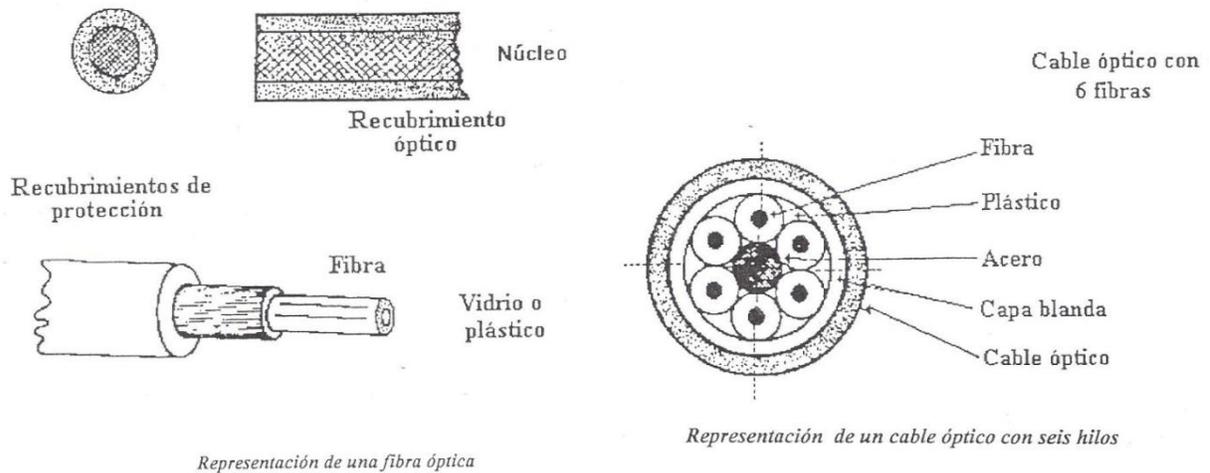
En las fibras ópticas, el cilindro interno donde viaja la luz se denomina núcleo, el siguiente cilindro se denomina cubierta óptica o revestimiento. Figura 2.2.4.



**Figura 2.2.4 Representación de una fibra óptica**

Además de estos cilindros, puede tener otras cubiertas tanto de plástico blando, como de plástico duro que sirven de protección.

Una representación de una fibra óptica y de un cable que agrupa a un conjunto de fibras ópticas se representa en la figura 2.2.5.



**Figura 2.2.5 Representación de una fibra óptica y de un cable óptico con seis fibras**

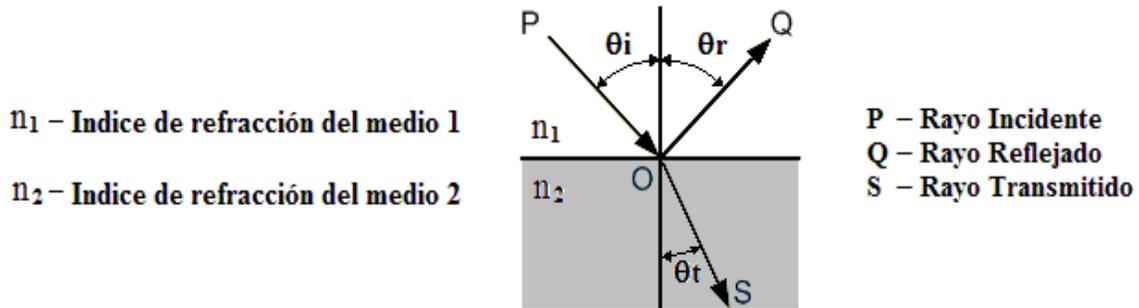
### Mecanismo de propagación de luz

Para describir los mecanismos de propagación de luz a través de una fibra óptica, aquí se usará la óptica geométrica, la cual se basa en que la luz se considera como rayos angostos. Esta aproximación es suficiente para analizar las principales características de las fibras como medio de transmisión de un sistema.

Los rayos cumplen las siguientes reglas:

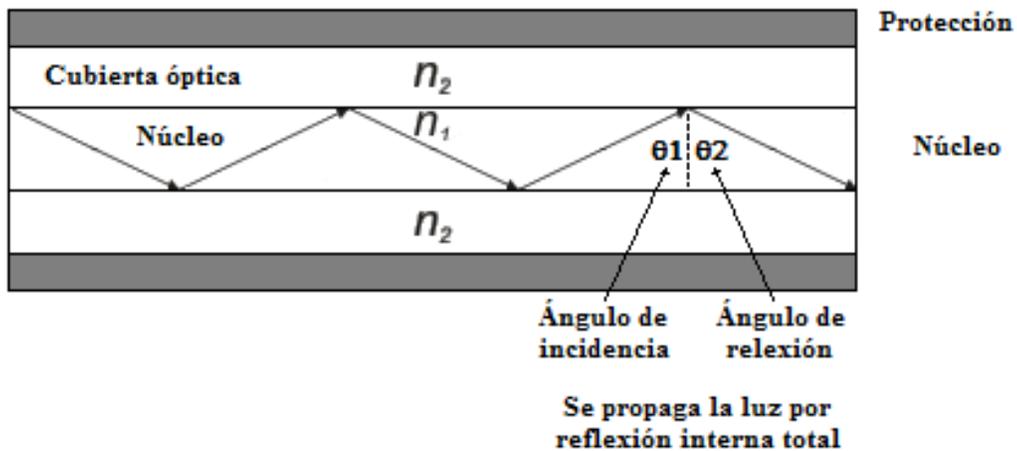
- a) En un medio denso, cualquiera que no sea el vacío, los rayos viajan a una velocidad ( $v$ ) igual a:  $v = c / n$  donde:
  - $c$  es la velocidad de los rayos en el vacío
  - $n$  es el índice de refracción en el medio
- b) Los rayos viajan en línea recta, al menos que exista un cambio del índice de refracción.

- c) Cuando un rayo llega a una frontera entre dos medios con diferentes índices de refracción, éste es reflejado y el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia, como se muestra en la figura 2.2.6.



**Figura 2.2.6 Representación de la reflexión y transmisión de un rayo al incidir en la frontera de dos medios**

El comportamiento de la propagación de la luz se puede obtener en un material con índice de refracción  $n_1$  rodeado con otro material con índice de refracción  $n_2$ . Si estos materiales tienen una geometría cilíndrica, donde el material con  $n_1$  tiene un diámetro menor al del material con  $n_2$  tal como se ilustra en la figura 2.2.7, se tiene la estructura de las fibras ópticas.

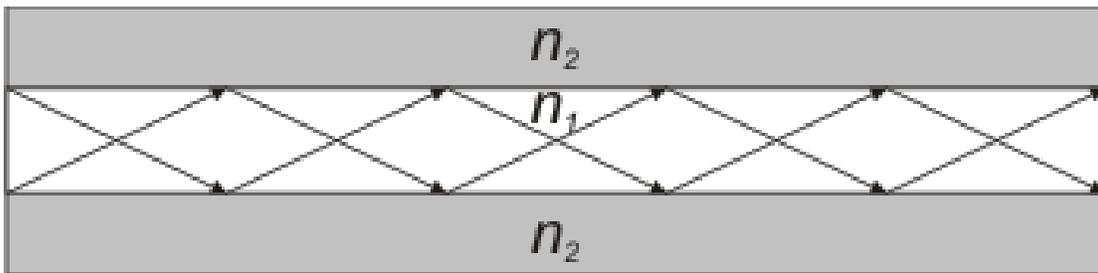


**Figura 2.2.7 Estructura de una fibra óptica**

### Tipos de fibras ópticas

Las fibras ópticas utilizadas actualmente en el área de las telecomunicaciones se clasifican fundamentalmente en dos grupos según el modo de propagación: Fibras Multimodo y Fibras Monomodo.

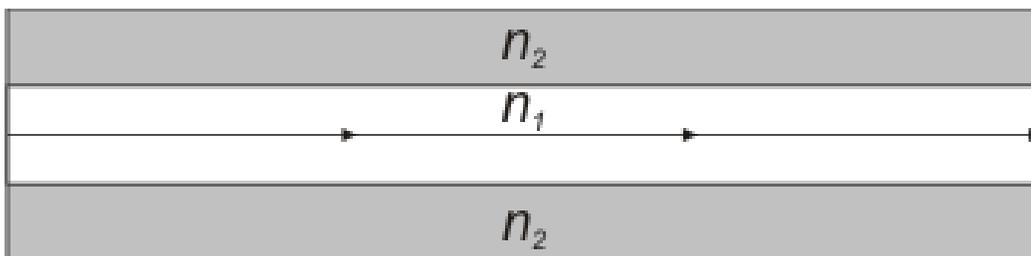
**Fibras ópticas Multimodo.** Son aquellas que pueden guiar y transmitir varios rayos de luz por sucesivas reflexiones, (modos de propagación). Figura 2.2.8.



**Figura 2.2.8 Forma de propagación en una fibra óptica multimodo**

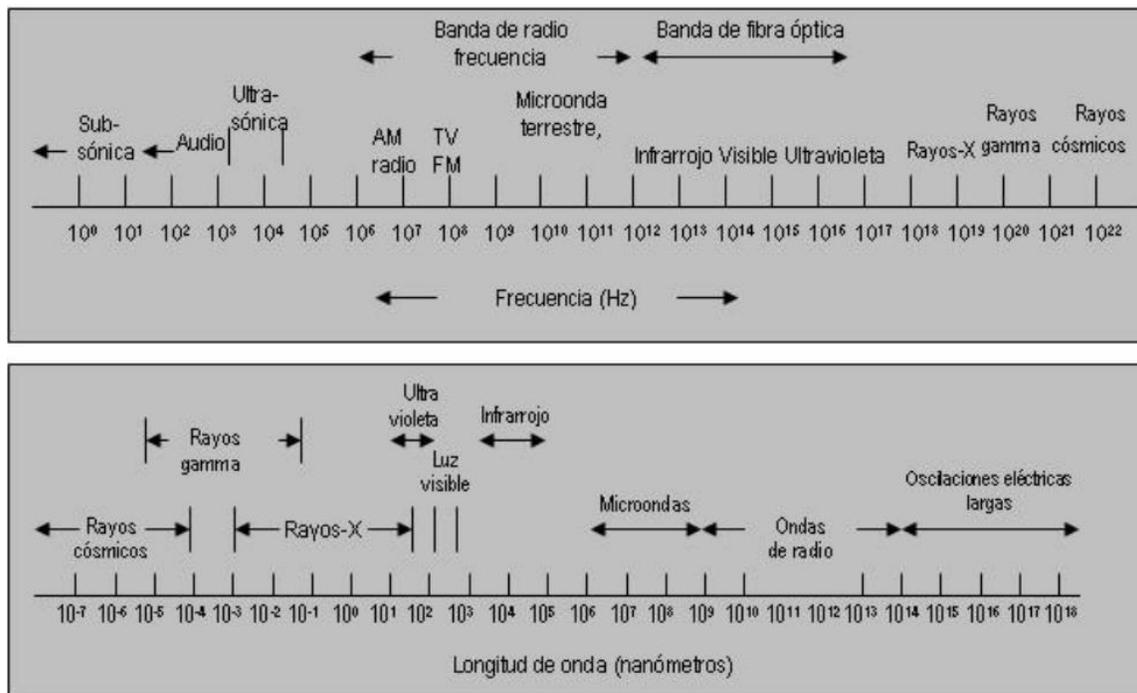
Los modos son formas de ondas admisibles, la palabra modo significa trayectoria.

**Fibras ópticas Monomodo.** Son aquellas que por su especial diseño pueden guiar y transmitir un solo rayo de luz (un modo de propagación) y tiene la particularidad de poseer un ancho de banda elevadísimo. Figura 2.2.9.



**Figura 2.2.9 Forma de propagación en una fibra óptica monomodo**

En la siguiente imagen (figura 2.2.10) se muestra el rango de frecuencias de la fibra óptica respecto al espectro electromagnético de frecuencias.



**Figura 2.2.10 Espectro electromagnético de frecuencias**

### 2.3 Inalámbrico

Cuando hablamos de medios de transmisión inalámbricos nos referimos a la transmisión de señales electromagnéticas a través del espacio, sin la necesidad de otro medio físico. Esta capacidad de las ondas de radio de atravesar algunos obstáculos y cubrir amplias áreas dan a la tecnología inalámbrica una manera versátil para la construcción de redes telecomunicaciones.

Para el objetivo de este trabajo nos enfocaremos a las señales electromagnéticas en el rango de Radio Frecuencia que son utilizadas por las principales tecnologías inalámbricas que se describirán a continuación y que tienen las siguientes características:

- Se propagan en el espacio libre sin requerir un medio físico.
- Su velocidad de propagación es igual a la de la luz.
- Ciertos objetos que se encuentren en la trayectoria pueden ser traspasados por las ondas de radio.

### 2.3.1 Señales y Ondas electromagnéticas

Uno de los primeros conceptos que debemos definir es qué entendemos por señales y ondas electromagnéticas. Así podemos definir a una señal electromagnética como una magnitud eléctrica que varía en función del tiempo (Figura 2.3.1) y a partir de este concepto si agregamos a la señal la capacidad de viajar en el espacio y variar con el tiempo podemos llegar al concepto general de un campo u onda electromagnética. La característica de onda de variar en el tiempo se denomina frecuencia ( $f$ ).

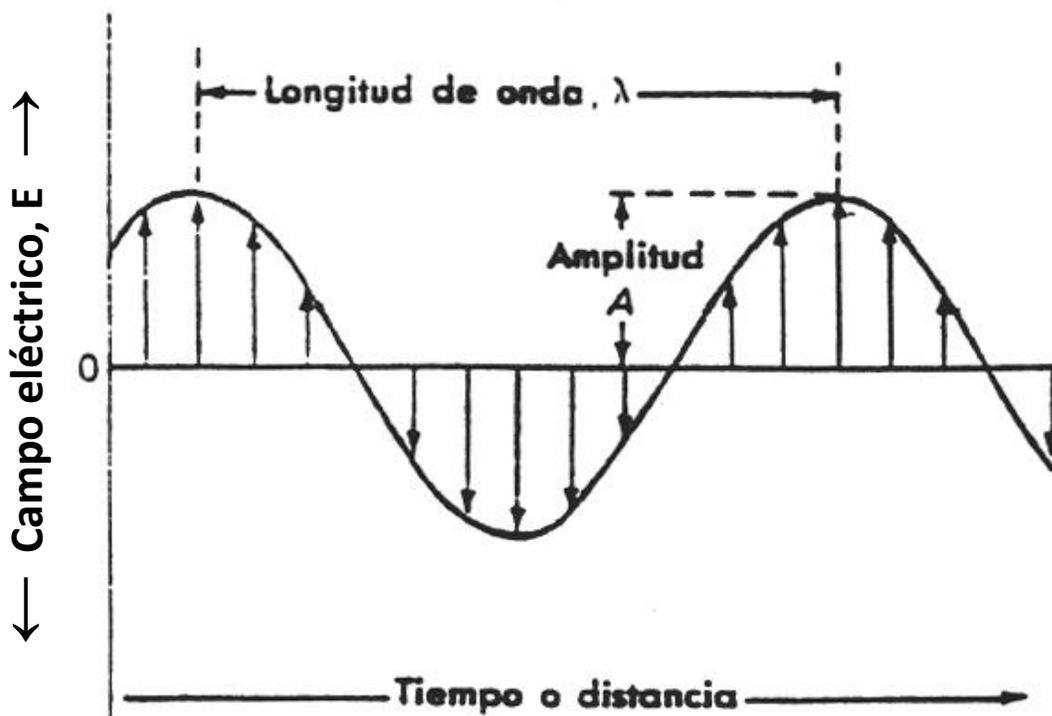
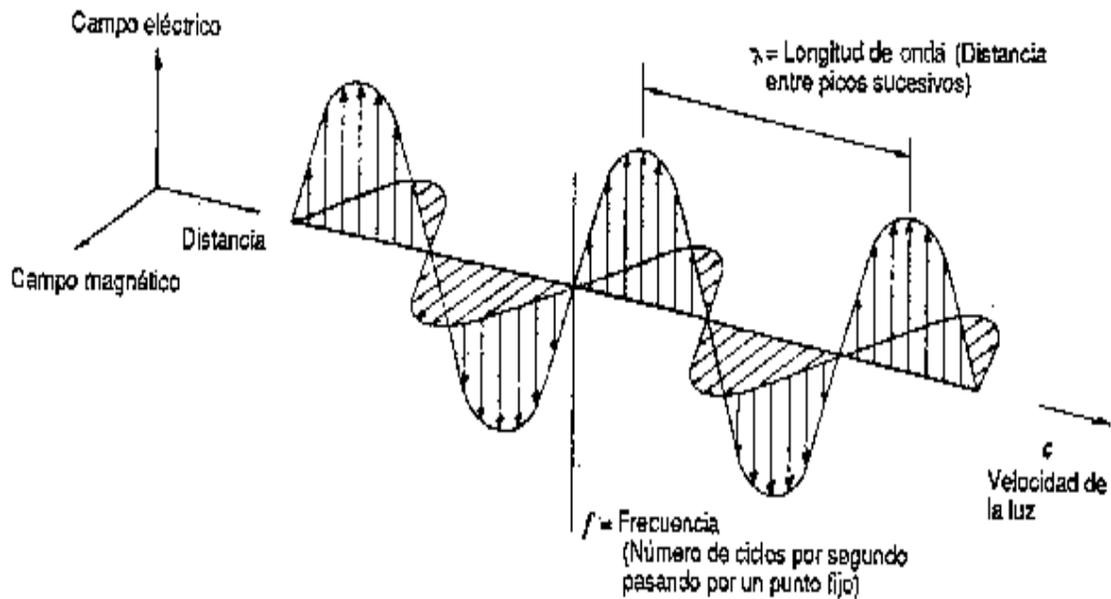


Figura 2.3.1 Señal

### 2.3.2 Propagación de Ondas Electromagnéticas

Otro concepto que debemos definir es la Propagación de ondas electromagnéticas, así si hacemos pasar una corriente alterna a través de un conductor generará un campo magnético, este a su vez generará un campo eléctrico y así sucesivamente se generarán alternadamente campos magnéticos y eléctricos que viajarán a través del espacio a velocidad de la luz de acuerdo con las Leyes de Maxwell. Figura 2.3.2.



**Figura 2.3.2 Propagación de Señales Electromagnéticas**

### 2.3.3 Tecnologías WiFi

Cuando hablamos de tecnologías WiFi nos referimos de manera genérica a las tecnologías de redes LAN inalámbricas que tienen como base el estándar de la IEEE 802.11.

WiFi es pues una tecnología diseñada para redes LAN, que nos permite conectarnos a una red en cualquier parte sin cables; una red WiFi se compone de tres elementos esenciales: puntos de acceso, medio inalámbrico y estaciones. El objetivo es la transmisión de datos entre las distintas estaciones de nuestra red y de otras redes conectadas a la nuestra.

Las estaciones son cualquier dispositivo (computadoras, tabletas, laptops) con una interfaz de red compatible con el estándar 802.11. El medio, es en este caso, el espacio libre por el que se transmiten las ondas electromagnéticas que llevan la información. Los puntos de acceso actúan como enlace entre el medio y el sistema de distribución que nos comunicará con la red troncal. Estos dispositivos

se conectan a la infraestructura de red normalmente cableada y proporcionan la comunicación entre esta y las estaciones.

El estándar 802.11 es parte de los estándares de la IEEE agrupados en el IEEE 802. En el 802.11 se especifica para las dos últimas capas del modelo OSI, la subcapa MAC de la capa de enlace de datos y la capa física que determina aspectos de conexión como la frecuencia de transmisión

#### **2.3.4 Tecnologías WiMax**

WiMax es una tecnología desarrollada para redes de tipo WMAN (redes de área metropolitana) con base en el estándar de IEEE 802.16. WiMax es una norma de transmisión por ondas de radio que permiten la transmisión de datos por microondas. El estándar IEEE 802.16 define el protocolo para redes de área metropolitana, proporcionando accesos concurrentes con varios repetidores de señal superpuestos, ofreciendo una cobertura promedio de 50 km y velocidades de hasta 124 Mbps. Este estándar tiene una subdivisión dependiendo del tipo de terminal, teniendo el protocolo IEEE 802.16d para terminales fijas, para ello utiliza antenas fijas (similares a las de televisión) con velocidades de hasta 75 Mbps y rangos de alcance de hasta 10 km y el IEEE 802.16e para terminales móviles donde podemos alcanzar velocidades de 35 Mbps y alcance de 3.5 km.

---

## **CAPÍTULO 3. COMPONENTES Y ESPECIFICACIONES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO**

### **3.1 Categorías del cableado estructurado**

Una categoría de cableado estructurado es un conjunto de características y parámetros que garantizan un ancho de banda y una determinada velocidad de transmisión en un canal de comunicaciones. Para el caso de los estándares americanos se denominan categorías, mientras que para los estándares de los organismos internacionales se denominan clases.

Dentro de los sistemas de cableado estructurado pueden mencionarse las siguientes categorías y clases:

#### **a) Categoría 1 / Clase A, utilizando cables UTP**

Este cableado se utiliza generalmente para la transmisión de voz analógica y no es recomendable para la transmisión de datos, salvo para aquellos casos en que la velocidad de transmisión sea muy baja, como por ejemplo señales de alarma o de control. Alcanza como máximo un ancho de banda de hasta 100 KHz. Está compuesto por un solo par de cables de cobre trenzados. Actualmente no está reconocida por los estándares vigentes dada su limitada capacidad y mínimas aplicaciones.

#### **b) Categoría 2 / Clase B, utilizando cables UTP**

Este tipo de cableado puede ser empleado en telefonía analógica y digital, así como para la transmisión de datos con velocidades de hasta 4Mbps o un ancho de banda de 4 MHz en categoría 2, mientras que para la clase B alcanza solo un ancho de banda de 1 MHz. Está integrado por 4 pares de cables de cobre trenzados. No está reconocida por los estándares vigentes al no cubrir las necesidades generadas por los avances tecnológicos.

**c) Categoría 3 / Clase C, utilizando cables UTP y coaxiales**

Utilizado para la transmisión de voz analógica, digital y datos con velocidades de hasta 10 Mbps y un ancho de banda de 16 MHz. Permite la implementación de redes de área local (LAN) con tecnologías Token Ring (topología de red anillo) o Ethernet 10Base-T. También se utiliza para la implementación de redes ISDN y DSL. Generalmente se trata de cables cuyo calibre es 24 AWG, con una impedancia característica de 100 ohms y puede estar integrado por un grupo de 4 pares de cables de cobre trenzados. Esta categoría se encuentra reconocida por los estándares vigentes.

**d) Categoría 4, utilizando cables UTP**

De manera similar al cableado categoría 3 puede utilizarse en telefonía analógica y digital, además de que tiene la capacidad de manejar comunicaciones en redes de computadoras a velocidades de 20 Mbps y un ancho de banda de 20 MHz. Sin embargo, por tener características ligeramente superiores al cableado de categoría 3 y un costo muy cercano al cableado de categoría 5, actualmente no es reconocido por los organismos reguladores.

**e) Categorías 5 y 5e / Clase D, utilizando cables UTP y FTP**

Tiene la capacidad de garantizar la transmisión de datos a una velocidad de 100 Mbps y un ancho de banda de 100 MHz. Generalmente se utilizan cables de calibre 24 AWG con una impedancia característica de 100 ohms. Las aplicaciones más comunes son telefonía digital, Ethernet 10Base-T, Token Ring y Fast Ethernet 100Base-TX.

La categoría 5e supera las características de transmisión de la categoría 5, lo cual permite alcanzar velocidades de transmisión de datos de hasta 165 Mbps para aplicaciones de **ATM**.

La clase D incluye especificaciones para cables de fibra óptica, las cuales no se consideran en el estándar **ANSI/TIA/EIA-568-B**.

**f) Categoría 6 / Clase E, utilizando cables UTP o FTP y Fibra óptica**

Maneja la comunicación de datos con una velocidad de hasta 1000 Mbps y un ancho de banda de 250 MHz. La aplicación más común es Gigabit Ethernet 1000Base-T.

**g) Categoría 7 / Clase F, utilizando cables SSTP y Fibra óptica**

Soporta velocidades de comunicación de hasta 10 Gbps y un ancho de banda de hasta 600 MHz por lo que supera los alcances de un cable UTP. En este caso la fibra óptica cobra mayor importancia por las amplias prestaciones que ofrece.

### **3.2 Conectores**

El conector es el elemento más importante en una instalación de cableado estructurado, y en el que deben extremarse las exigencias de calidad. En los conectores se basan la seguridad, integridad y durabilidad de las conexiones a lo largo de todo el tiempo de explotación de un sistema de cableado estructurado, que se estima en unos 20/25 años.

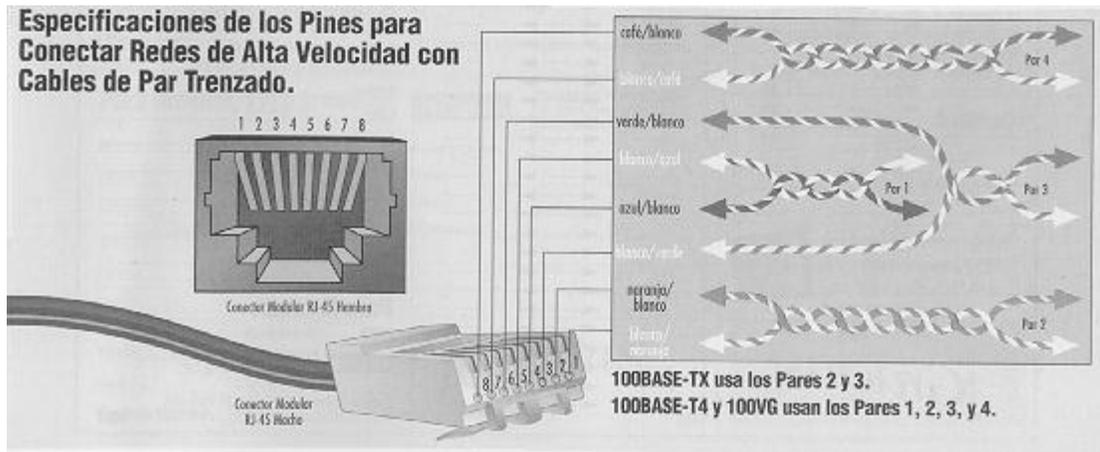
Estos elementos hacen posible la unión entre el cable que transporta una señal y el equipo o accesorio que la envía o recibe. Nos facilitan la tarea de conectar y desconectar, permitiéndonos cambiar equipo o cableado rápidamente.

#### **Conector RJ-45**

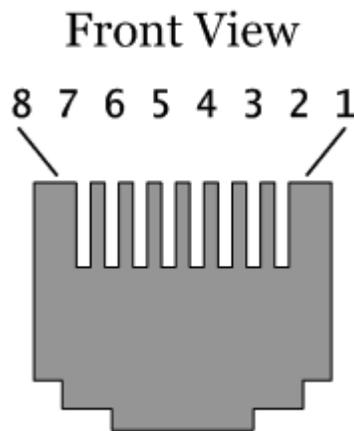
Este conector es el que ha brindado un gran empuje a estas redes, pues es muy sencillo conectarlo a las tarjetas y a los HUB's (que comentaremos más adelante), además es seguro gracias a un mecanismo de enganche que posee, mismo que queda firmemente ajustado a otros dispositivos, no como en el cable coaxial donde permanentemente se presentan fallas en la conexión.

La figura 3.2.2 muestra el conector RJ-45, con 8 contactos para los 8 hilos del cable UTP, tanto de perfil como una vista superior e inferior. En este punto cabe

indicar que el orden de los colores está estandarizado, justamente en la forma en que se muestra en la figura 3.2.1 y 3.2.2.



**Figura 3.2.1 Conector RJ-45 con 8 contactos**



**Figura 3.2.2 Vista frontal del conector RJ-45**

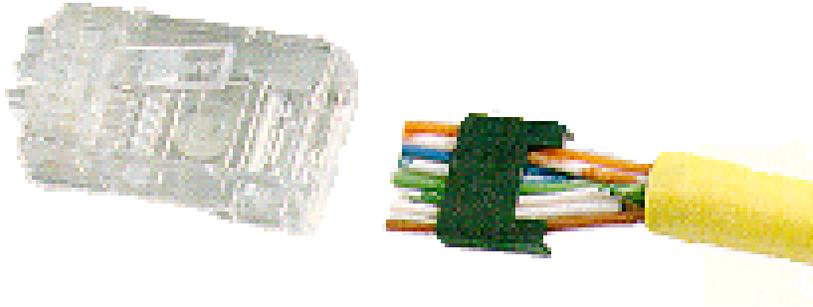
Un aspecto general a toda instalación de este tipo de cableado es que todos los elementos deben corresponder a la categoría 5, ya que esto asegura de que todos los elementos del cableado pueden soportar las mismas velocidades de transmisión, resistencia eléctrica, etc. El conector en este caso no es la excepción.

Este tipo de conector es el recomendado para la instalación del cableado estructurado, aquí se muestra como conectar el cable en el conector.

El conector RJ-45 sujeta al cable par trenzado de manera que impide que este se suelte. Para ensamblar el conector primero se colocan en orden los trenzados de

los cables, haciendo una hilera horizontal de cables. Se inserta la hilera de cables dentro del conector hasta realizar buen contacto con las terminales del conector.

Figura 3.2.3.



**Figura 3.2.3 El conector RJ-45 sujetando al cable par trenzado**

En el conector hembra RJ-45 estos terminales suelen estar soldados sobre un pequeño circuito impreso, del que sobresalen los 8 pines que conectarán a su vez con el conector macho RJ-45. El diseño de este minúsculo circuito impreso, las formas y dimensiones de los terminales, y la geometría de los 8 pines será lo que determinará las características eléctricas del conector, que permitirán certificarlo en una categoría (Cat 3, Cat 5e, Cat 6, etc.). Figura 3.2.4.

Gran parte de la calidad del conector se basa en la calidad de estos 8 pines. Como su vida útil va a ser muy larga, deben mantener sus características mecánicas y eléctricas a lo largo del tiempo.

Estos pines están contruidos en bronce fosforoso, material muy elástico con efecto muelle, que permite cientos de inserciones y desinserciones sin deformarse ni perder su elasticidad. Para asegurar una mínima resistencia eléctrica de contacto, así como para evitar la oxidación a lo largo de los años de servicio, los pines llevan un baño de 50 micro pulgadas de oro.

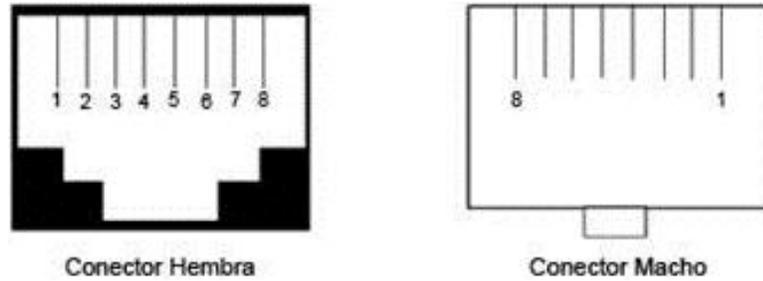


Figura 3.2.4 Pines del Conector Hembra y Macho

### Códigos de conexión para las tomas de información o jacks RJ-45

La norma EIA/TIA 568 especifica dos configuraciones de conexión para el cable UTP de 4 pares, los códigos de conexión 568-A y 568-B. Las diferencias básicas entre uno y otro radican en que en el 568-A el par #2 del cable (naranja) termina en los contactos 3 y 6 y el par #3 del cable (verde) en los contactos 1 y 2 mientras que el 568-B solo intercambia estos dos pares. El par #1 y #4 no varían de una configuración a otra. Figura 3.2.5 Y 3.2.6.

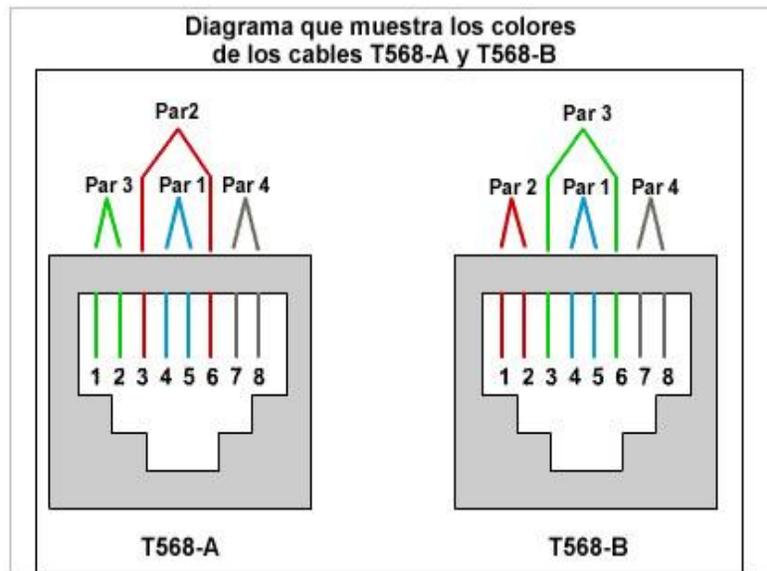
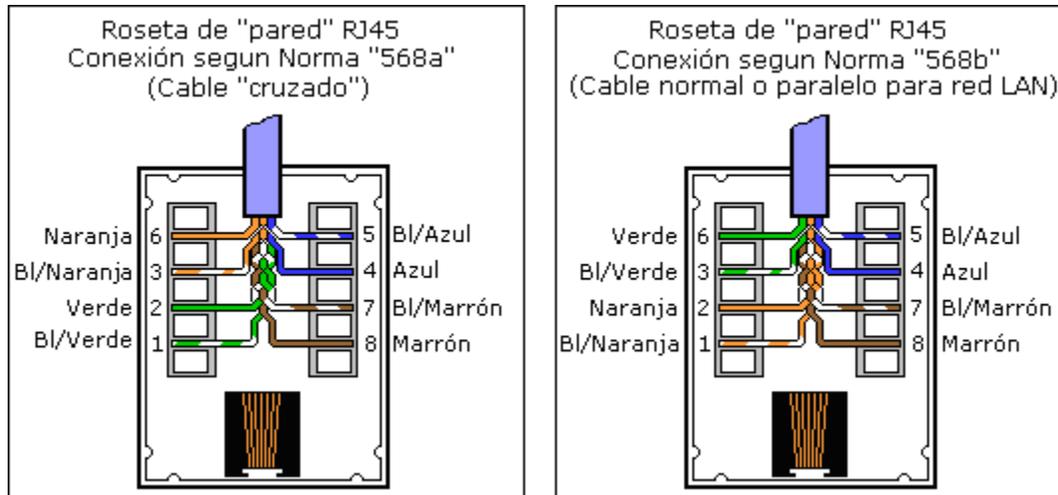


Figura 3.2.5 Diagrama de colores de los cables T568-A y T568-B



**Figura 3.2.6 Código de colores para rosetas “murales” RJ-45**

### Alicate RJ-45

Luego de cortado el cable de acuerdo con las necesidades y distancias establecidas, se debe proceder a instalar un conector RJ-45 en cada uno de los extremos del cable UTP. Esta es una tarea sencilla luego de haber instalado un par de conectores. Para el proceso se deben alinear los 8 hilos del cable de acuerdo con la disposición mostrada en las figuras anteriores e insertar una porción de los mismos de aproximadamente 8 mm al conector RJ-45.

Por supuesto nos hace falta pelar los cables. Una vez hecho esto, el conector se introduce en una ranura especial que posee un alicate fabricado precisamente para estos efectos.

Al aplicar presión sobre el alicate, este mecánicamente produce que los contactos del conector RJ-45 se aseguren firmemente contra cada uno de los cables en su interior. Figura 3.2.7.



**Figura 3.2.7 Alicata para RJ-45**

### **Conector BNC**

La instalación de una red empleando cable coaxial es relativamente sencilla, el proceso más complicado es el ajuste del conector BNC al cable coaxial. El nombre BNC proviene de la abreviatura de Conector Nacional Británico, y existen diversos tipos de los mismos, como se muestra en la figura 3.2.8



**Figura 3.2.8 BNC macho y hembra**

Cada una de las tarjetas de red de las computadoras se conecta al conector BNC T, que se muestra en la figura 3.2.9. Este conector permite unir dos porciones o segmentos de red incorporando a una computadora a la red misma. El problema principal en esta red radica precisamente en la gran cantidad de conexiones o juntas que se realizan con estos conectores, lo que normalmente puede derivar

en que una porción de la red quede inutilizada, hasta descubrir el conector aflojado. Por su parte, cada porción de cable entre dos computadoras debe tener un conector BNC macho y uno hembra, tal como se muestra en la figura 3. Actualmente existen diversos tipos de conectores según la forma de conexión que tiene al cable coaxial, algunos de ellos son por presión, otros por inserción de púas, a tornillos, etc.



**Figura 3.2.9 BNC-T**

Finalmente cabe destacar el último elemento de una red por cable coaxial, y son los terminadores. Estos dispositivos se conectan en cada uno de los extremos de la red, tal como si se tratase de una tubería de agua. Su objetivo es el de proveer la resistencia necesaria en cada uno de los extremos, aspecto que es empleado por el protocolo de red para ciertas operaciones. Es importante notar que hoy en día las redes de computadoras que emplean cable coaxial han quedado desplazadas por el cable UTP, en muchos sentidos, particularmente por la seguridad de la topología UTP que evita los frecuentes problemas que presenta el cable coaxial al perderse la señal por algún conector en mala posición.

Por esta razón, si de instalar una red nueva se trata, siempre ha de ser más conveniente el cable UTP. Para mantener la compatibilidad hacia medios coaxial, es importante contar con un hub provisto del respectivo conector BNC.



**Figura 3.2.10 Terminadores BNC**

### **El HUB**

El HUB es el dispositivo más importante de todas estas redes, ya que al contrario de lo que sucedía con las redes que emplean cable coaxial, donde el mismo iba de computadora a computadora, en las redes con cable UTP el cable va de cada una de las computadoras hacia al HUB necesariamente. Esto le da a la red una topología física, netamente en estrella, aunque la transmisión interna sea en bus por difusión.

El HUB es simplemente un dispositivo que trabaja en la capa física de las redes, y tiene por objeto repetir la señal que proviene de una de sus entradas hacia absolutamente todas las otras. En este proceso el HUB puede, según sus características particulares, mejorar la señal ampliándola, reajustando los bits.

Cuando se adquiere un HUB este tiene una determinada cantidad de puertos disponibles, la misma que por un proceso de crecimiento de la red puede quedar insuficiente, por esta razón, el HUB debe soportar conexiones en cascada, es decir, poder emplear uno de sus puertos para unirse a otro HUB ampliando de esta forma la cantidad de puertos disponibles.

Se pueden conectar un máximo de cuatro HUB's en serie para no producir excesiva atenuación a la señal.



**Figura 3.2.11 Hub para cuatro puertos**

### **3.3. Materiales para cableado estructurado**

Los materiales que pueden ser utilizados en el cableado estructurado dependen de la solución específica que considere el tipo de espacio a cablear y sus características, a continuación se describen los diferentes materiales los cuales se deberán seleccionar de acuerdo con las normas que apliquen para cada situación.

#### **3.3.1 Equipo de terminación en bloques**

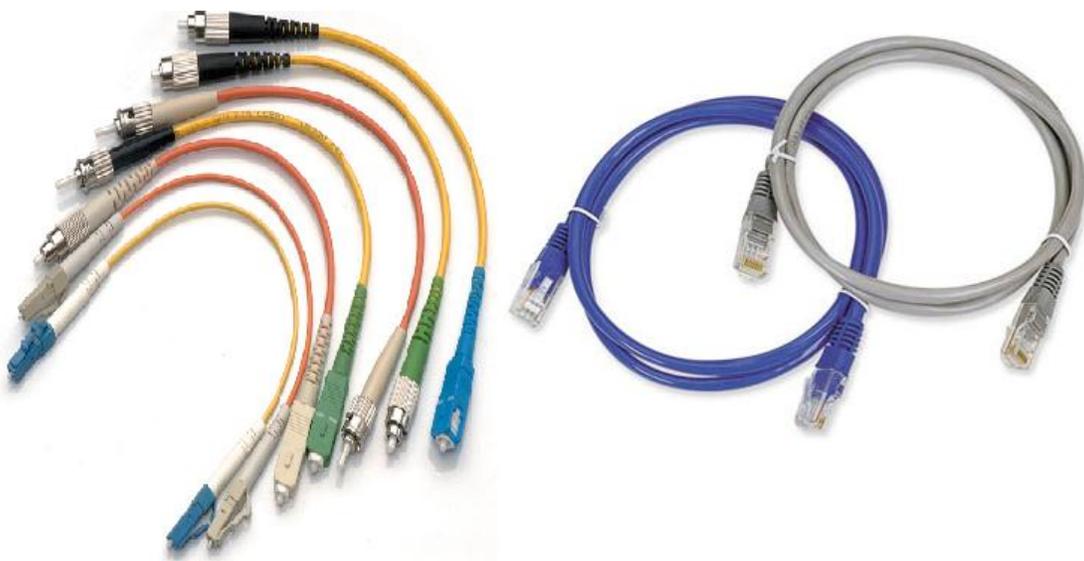
Los terminadores de bloques son utilizados comúnmente en infraestructura de voz, en estos el cable de cobre es directamente conectado y en general se utilizan cables multipar. Figura 3.3.1.



**Figura 3.3.1** Equipo terminador de bloques

### 3.3.2 Cable de interconexión o patch cord

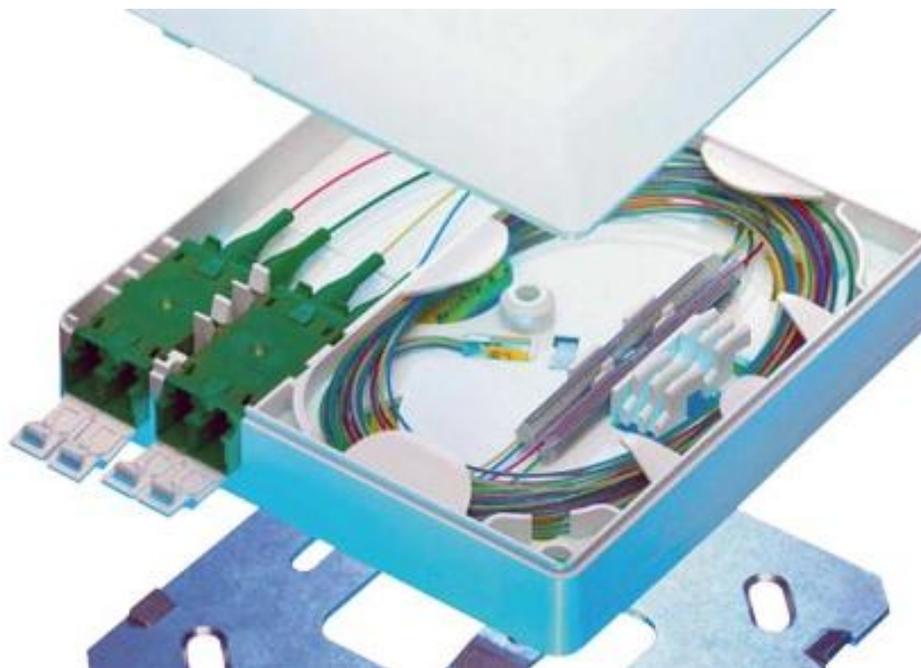
Los cables de interconexión son segmentos de cable coaxial, UTP o Fibra óptica conectorizados en ambos extremos y son utilizados para interconectar diferentes posiciones en un gabinete de cableado.



**Figura 3.3.2** Patch cord

### 3.3.3 Distribuidor de fibra óptica

Los distribuidores de fibra óptica son cajas diseñadas para el mejor manejo de fibras, permiten organizar diferentes tipos de fibras y pueden terminar en cualquiera de los conectores disponibles, con estos distribuidores las fibras se organizarán de manera que cumplan con los ángulos máximos de flexión, así como manejo de empalmes.



**Figura 3.3.3 Distribuidor de fibra óptica**

### 3.3.4. Paneles de Interconexión o paneles de parcheo

De la misma forma que los distribuidores de fibra óptica, en este caso los paneles de parcheo nos permiten organizar de manera óptima y, cumpliendo las diferentes normas al respecto, tanto cables de fibra óptica como cableado eléctrico, como se muestra en la figura 3.3.4, estos paneles pueden ser utilizados para diferentes tipos de conectores.



**Figura 3.3.4 Paneles de parcheo**

### **3.3.5 Gabinete de cableado**

Los gabinetes de cableado son utilizados para la instalación tanto de paneles de parcheo como distribuidores de fibra óptica de esta manera se mantienen organizados los diferentes tipo de cables, utilizando para ello diferente aditamentos que permiten organizar, distribuir e identificar cada uno de los cables y conexiones que se realizan a través de los cables de interconexión.



**Figura 3.3.5 Gabinete de cableado**

### **3.3.6. Bastidor Abierto (Rack)**

Al igual que los gabinetes, los bastidores abiertos son utilizados para la instalación de paneles de interconexión y distribuidores de fibra óptica de manera que puedan ser organizados de acuerdo con las normas de cableado.



**Figura 3.3.6 Rack**

### 3.3.7. Organizadores de cableado

Estos elementos de cableado nos auxilian en la organización de los diferentes cableados, definiendo trayectorias en los gabinetes, separando cables de fibra y cables eléctricos, asimismo permiten que cada cable sea guiado de manera que sea fácilmente identificado.



Figura 3.3.7 Organizadores de cableado

### 3.4 Tubería y accesorios para cableado estructurado

A diferencia de una red convencional, la red de cableado estructurado se segmenta o divide en tramos para estudiar cada uno por separado y dar soluciones de forma independientemente sin que se afecten entre sí. Figura 3.4.1.

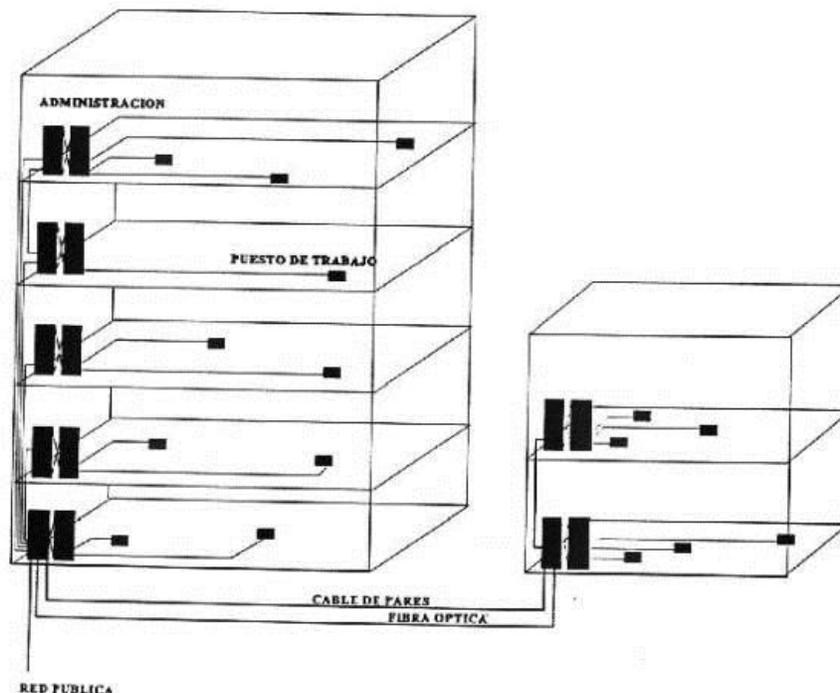


Figura 3.4.1 Diseño de instalación de cableado estructurado

El cable UTP se puede utilizar en ambientes que no presenten altos índices de ruido, siempre debe ir en ductos metálicos o tubería EMT (Electrical Metallic Tubing) con el fin de evitar que señales parásitas afecten el rendimiento de la red. En ambientes de alto margen de ruido e interferencia se recomienda utilizar cable STP, o en su efecto fibra óptica la cual por estar construida de materiales dieléctricos no se ve afectada por dichos fenómenos.

La tubería conduit tipo EMT es una canalización de sección circular utilizada en las instalaciones eléctricas visibles u ocultas en lugares de ambiente seco no expuestas a humedad o ambiente corrosivo.

La función de la tubería conduit tipo EMT es:

- Alojarse y proteger a los conductores contra el deterioro mecánico.
- Evitar incendios por arco eléctrico que pudieran presentarse por condiciones de corto circuito.
- Facilitar al instalador el tendido de la red cableada.

#### **3.4.1 Tubos conduit metálicos**

Los tubos conduit metálicos, dependiendo del tipo usado, se pueden instalar en exteriores o interiores, en áreas secas o húmedas; dan una excelente protección a los conductores. Los tubos conduit rígidos constituyen el sistema de canalización más comúnmente usado, ya que prácticamente se pueden usar en todo tipo de atmósferas y para todas las aplicaciones.

En los casos de ambientes corrosivos, se debe tener cuidado de especificar los tubos con alguna pintura anticorrosiva, puesto que la presentación normal de estos tubos es galvanizada (recubrimiento de zinc).

Los tipos más usados son:

- De pared gruesa (tipo rígido).
- Intermedio o semipesado.

- De pared delgada.
- Tipo metálico flexible (Green field).

### **El tubo conduit de pared gruesa (metálico rígido)**

Este tipo de tubo conduit normalmente se suministra en tramos de 3.05 metros (10 pies) de longitud en acero o en aluminio y se encuentra disponible en diámetros desde ½ pulgada (13 mm) hasta 6 pulgadas (152.4 mm); cada extremo del tubo se proporciona con rosca y uno de ellos tiene un cople. El tubo metálico de acero normalmente es galvanizado y tiene un recubrimiento especial para utilizarlo en áreas corrosivas. Figura 3.4.2.



**Figura 3.4.2 Tubo conduit de pared gruesa**

El tubo conduit rígido puede quedar embebido en las construcciones de concreto (muros o losas), o bien, puede ir montado superficialmente con soportes especiales. También puede colocarse apoyado en bandas de tuberías.

Algunas recomendaciones generales para su aplicación son las indicadas en el Artículo 346 de la NOM-SEDE-2005:

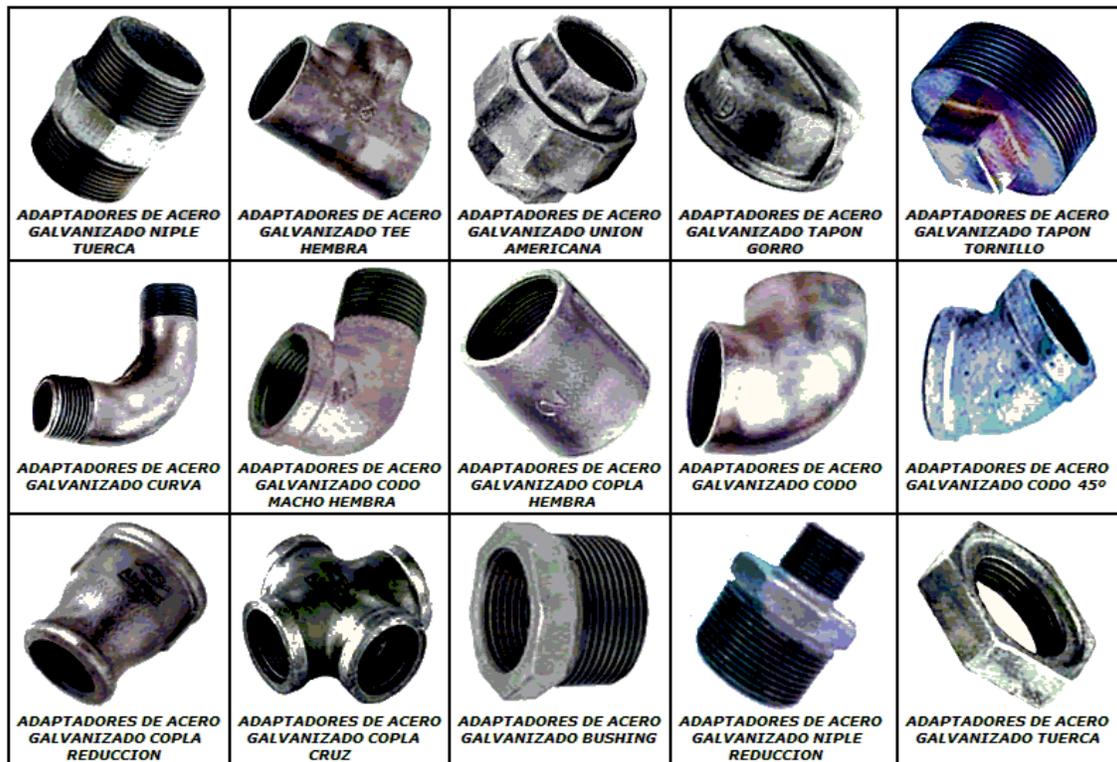
- El número de dobleces o curvas entre dos puntos de sujeción en la trayectoria de un conduit no debe exceder de 360°.
- Los tubos se deben soportar como mínimo cada 3 m y se debe sujetar firmemente a menos de 1 m de cada caja de salida.

Tamaño nominal (mm)	Distancia máxima entre soportes en metros
16 – 21	3.9
27	3.7
35 – 41	4.3
53 – 63	4.9
78 y mayores	6.1

- No se debe usar tubo conduit de tamaño nominal menor a 16 mm ni mayor a 155 mm.
- El número de conductores dentro de un tubo conduit no debe superar lo permitido en la siguiente tabla:

Número de conductores	Factor de relleno (%)		
	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

- Cuando un tubo conduit entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se deben instalar boquillas o adaptadores que protejan el conductor o cable de la abrasión.
- Siempre que sea posible y para evitar el efecto de la acción galvánica, las cajas y conectores usados con los tubos metálicos deben ser del mismo material. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente contra la corrosión o estar protegidos con material resistente contra la corrosión. Figura 3.4.3.



**Figura 3.4.3 Adaptadores de tubo conduit metálico rígido de pared gruesa**

### El tubo conduit intermedio o semipesado

Se fabrica en diámetros de hasta 4 pulgadas (102 mm), su construcción es similar al tubo conduit rígido de pared gruesa, pero sus paredes son más delgadas. Se debe tener mayor cuidado con el doblado de estos tubos, ya que tienden a deformarse. Tiene roscados sus extremos igual que el de pared gruesa y, de hecho, tiene aplicaciones similares.

De igual forma debe cumplir con el artículo 345 de la NOM-SEDE-2005, la cual, por mencionar los aspectos más importantes, indica:

- El número de dobleces o curvas entre dos puntos de sujeción en la trayectoria de un conduit no debe exceder de 360°.
- No se debe usar tubo conduit de tamaño nominal menor a 16 mm ni mayor a 103 mm.

- El número de conductores dentro de un tubo conduit no debe superar lo permitido en la siguiente tabla:

Número de conductores	Factor de relleno (%)		
	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

### El tubo metálico de pared delgada (rígido ligero)

Estos tubos son similares a los de pared gruesa, pero tienen su pared interna más delgada, se fabrican en diámetros hasta de 4 pulgadas (102 mm), se pueden usar en instalaciones visibles u ocultas, embebido en concreto embutido en mampostería, pero en lugares secos no expuestos a humedad o ambientes corrosivos. Estos tubos no tienen sus extremos roscados y tampoco usan los mismos conectores que los tubos metálicos rígidos de pared gruesa, usan sus propios conectores de tipo atornillado. Figura 3.4.4.

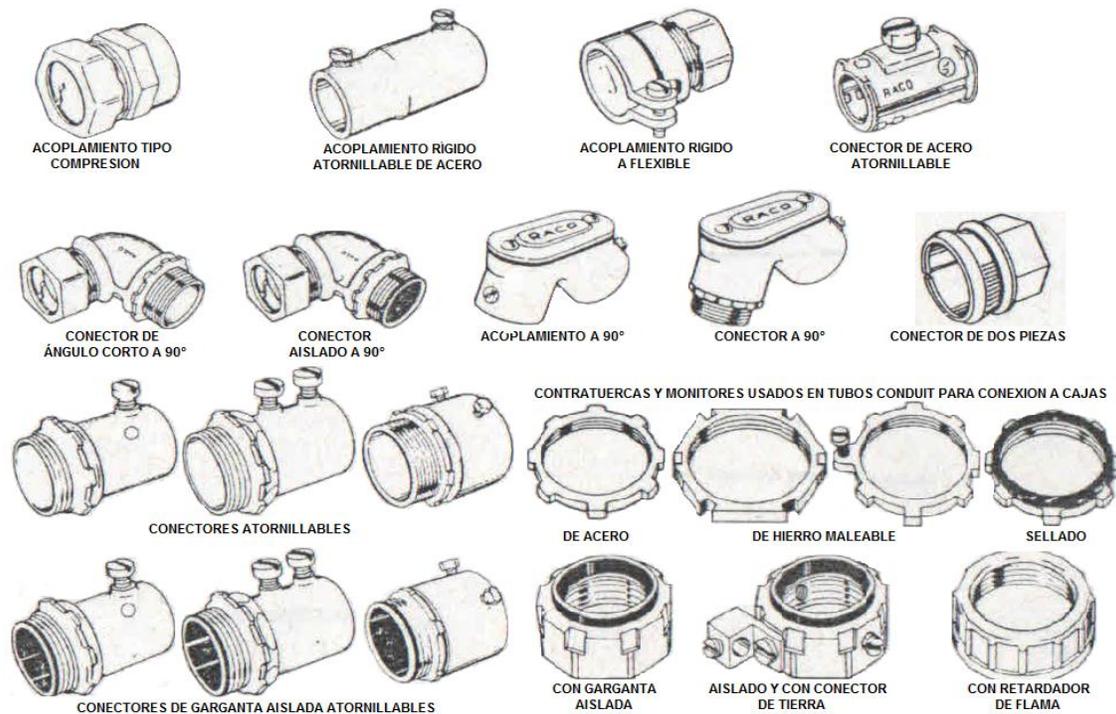


Figura 3.4.4 Adaptadores de tubo conduit metálico rígido de pared delgada

Su instalación debe cumplir con el artículo 348 de la NOM-SEDE-2005:

- El número de dobleces o curvas entre dos puntos de sujeción en la trayectoria de un conduit no debe exceder de 360°.
- No se debe usar tubo conduit de tamaño nominal menor a 16 mm ni mayor a 103 mm.
- El número de conductores dentro de un tubo conduit no debe superar lo permitido en la siguiente tabla:

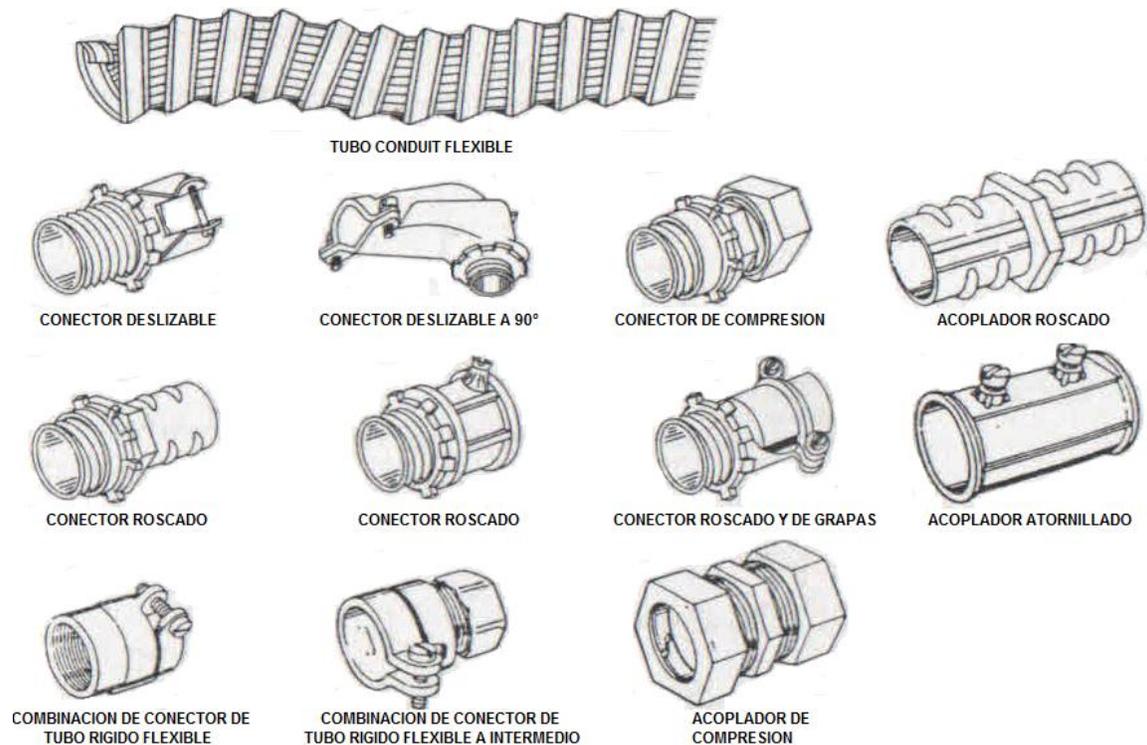
Número de conductores	Factor de relleno (%)		
	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

#### **El tubo conduit metálico flexible**

Es un tubo hecho de cinta metálica engargolada (en forma helicoidal) sin recubrimiento alguno, aunque existe otro tipo de tubo metálico que tiene una cubierta exterior de material no metálico para hacerlo hermético a los líquidos. Este tipo de tubo conduit es útil cuando se hacen instalaciones en áreas difíciles y se dificultan los dobleces con tubo conduit metálico, o bien, en lugares donde existen vibraciones mecánicas que pueden afectar las uniones rígidas de las instalaciones.

Este tipo de tubo se fabrica en un diámetro mínimo de 13 mm (1/2 pulgada) y máximo de 102 mm (pulgadas).

Este tipo de tubo solo se debe usar con sus accesorios, según lo indicado en el artículo 349 de la NOM-SEDE-2005, los cuales deben cerrar eficazmente cualquier abertura de la conexión. Figura 3.4.5.



**Figura 3.4.5 Tubo conduit flexible y sus accesorios**

Usos no permitidos: No se debe usar en huecos de elevadores, cuartos de bóvedas de bancos de baterías, directamente enterradas o empotradas en concreto colado o agregado, si están expuestas a daños físicos y en tramos de más de 1.8 m.

### 3.4.2 Tubos conduit no metálicos

En la actualidad hay muchos tipos de tubos conduit no metálicos que tienen una gran variedad de aplicaciones y están contruidos de distintos materiales, tales como cloruro de polivinilo (PVC), fibra de vidrio y otros.

#### Tubo de PVC

Es el más usado en instalaciones residenciales (más conocido como poliducto), que es un material auto extinguido, resistente al aplastamiento, a la humedad y a los agentes químicos específicos.

Según el artículo 347 de la NOM-SEDE-2005, se pueden usar en:

- Instalaciones ocultas.
- Instalaciones visibles, cuando no se expone el tubo a daño mecánico.
- En lugares expuestos a los agentes químicos específicos, donde el material es resistente.

No se puede usar en:

- Áreas y locales considerados como peligrosos.
- Para soportar luminarias o equipos.
- Cuando las temperaturas sean mayores de 70°C.

Estos tubos se pueden doblar mediante la aplicación de aire caliente o líquido caliente. Las instalaciones con tubo rígido PVC se debe soportar a intervalos no mayores:

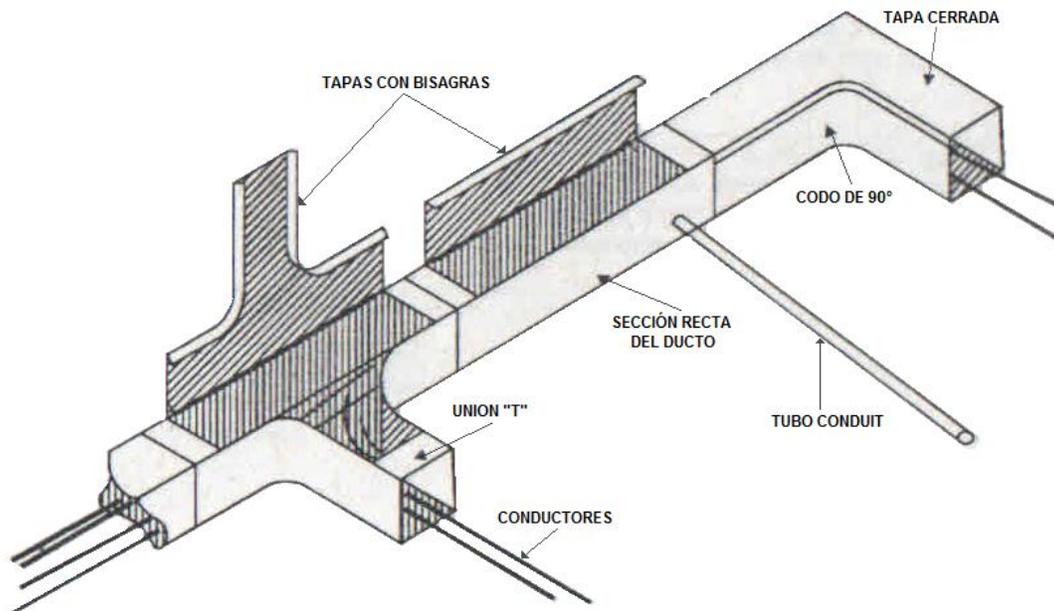
- Tubo de 13 y 19 mm → 1.20 m
- Tubo de 25 a 51 mm → 1.50 m
- Tubo de 63 y 76 mm → 1.80 m
- Tubo de 89 y 102 mm → 2.10 m

El tubo conduit de PVC debe ser resistente a la humedad y a ciertos agentes químicos específicos. Su resistencia mecánica debe ser adecuada para proporcionar protección a los conductores y soportar el trato rudo a que se ve sometido durante su instalación. Por lo general, se le identifica con el color anaranjado. Puede operar con voltajes hasta 150 V a tierra, embebido en concreto o embutido en muros, pisos y techos. También se puede enterrar a una profundidad no menor de 0.50 m.

No se recomienda su utilización en instalaciones visibles.

### 3.4.3 Ductos metálicos con tapa

Este tipo de ductos puede tener una tapa abisagrada o de tipo desmontable, sirven para contener y a la vez proteger a los conductores que se colocan en el ducto, cuando éste ha sido totalmente instalado. Figura 3.4.6.



**Figura 3.4.6 Elementos de ductos metálicos**

Se usan como canalizaciones visibles en lugares secos, cuando se instalan a la intemperie se deben especificar a prueba de agua. Con base en el artículo 362 de la NOM-SEDE-2005, estos ductos no se deben aplicar en los casos siguientes:

- Cuando puedan estar sujetos a daño mecánico severo.
- Cuando estén expuestos a vapores o gases corrosivos.
- Cuando se instalen en lugares clasificados como peligrosos.

Para fines de espacio de ventilación, todos los conductores alojados en un ducto, lleven o no corriente, no deben ocupar más del 40% de la sección transversal interior del ducto (Art. 362-5) y no deben alojar más de 30 conductores que lleven corriente. Los conductores para circuitos de control y señalización, como los usados en estaciones de botones, lámparas de señalización y los de puesta a tierra, no se consideran como portadores de corriente.

Debido a los problemas mecánicos, los ductos metálicos se diseñan de acuerdo con el peso máximo de los conductores que puedan contener, por lo que no deben instalarse conductores de un calibre mayor para el cual se ha diseñado el ducto.

Los ductos metálicos tienen como accesorios de acoplamiento: uniones rectas, ángulos o codos y uniones T, y se deben soportar a intervalos que no excedan entre soportes 1.50 m. Los ductos se fabrican en dimensiones estándar de 10 x 10 cm, 15 x 15 cm y 20 x 20 cm, y longitudes de 150 cm, 60 cm y 30 cm.

Clasificación NEMA para ductos metálicos:

NEMA 1	Usos generales	Servicio interior, condiciones atmosféricas normales construido de lámina metálica
NEMA 2	A prueba de goteo	Servicio interior, ofrece protección contra goteo de líquidos corrosivos, las entradas del conduit requieren conectores especiales tipo glándula
NEMA 3	Servicio intemperie	Servicio exterior protección contra aire húmedo y polvos resistente a la corrosión
NEMA 3R	A prueba de lluvia	Servicio exterior a prueba de lluvia, resistente a la corrosión, requieren conectores especiales tipo glándula
NEMA 4	A prueba de agua y polvo	Servicio exterior a prueba de salpicaduras de agua y polvos directos, construcción de lámina metálica o gabinete fundido, soportes exteriores de montaje
NEMA 5	A prueba de polvo	Servicio interior, protección hermética contra polvos
NEMA 7	A prueba de gases explosivos	Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas, gases explosivos, gabinete fundido atornillable, requiere de conectores especiales, soportes exteriores de montaje
NEMA 9	A prueba de polvos explosivos	Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas, evita la entrada de polvos explosivos

NEMA 12	Servicio industrial	Servicio interior, protección contra polvos, pelusas, goteo, salpicaduras, insectos, aceite, líquidos refrigerantes, requiere de conectores de sello, soportes exteriores de montaje
NEMA 13	Servicio industrial	Hermético aceite y polvo. Servicio interior, protección contra polvos, líquidos refrigerantes y aceites

### 3.4.4 Charolas para cables

Las charolas o pasos de cable son conjuntos prefabricados en secciones rectas con herrajes que se pueden unir para formar sistemas de canalizaciones. Figura 3.4.7. El artículo 318 de la NOM-SEDE-2005 señala las condiciones que debe cumplir su instalación.

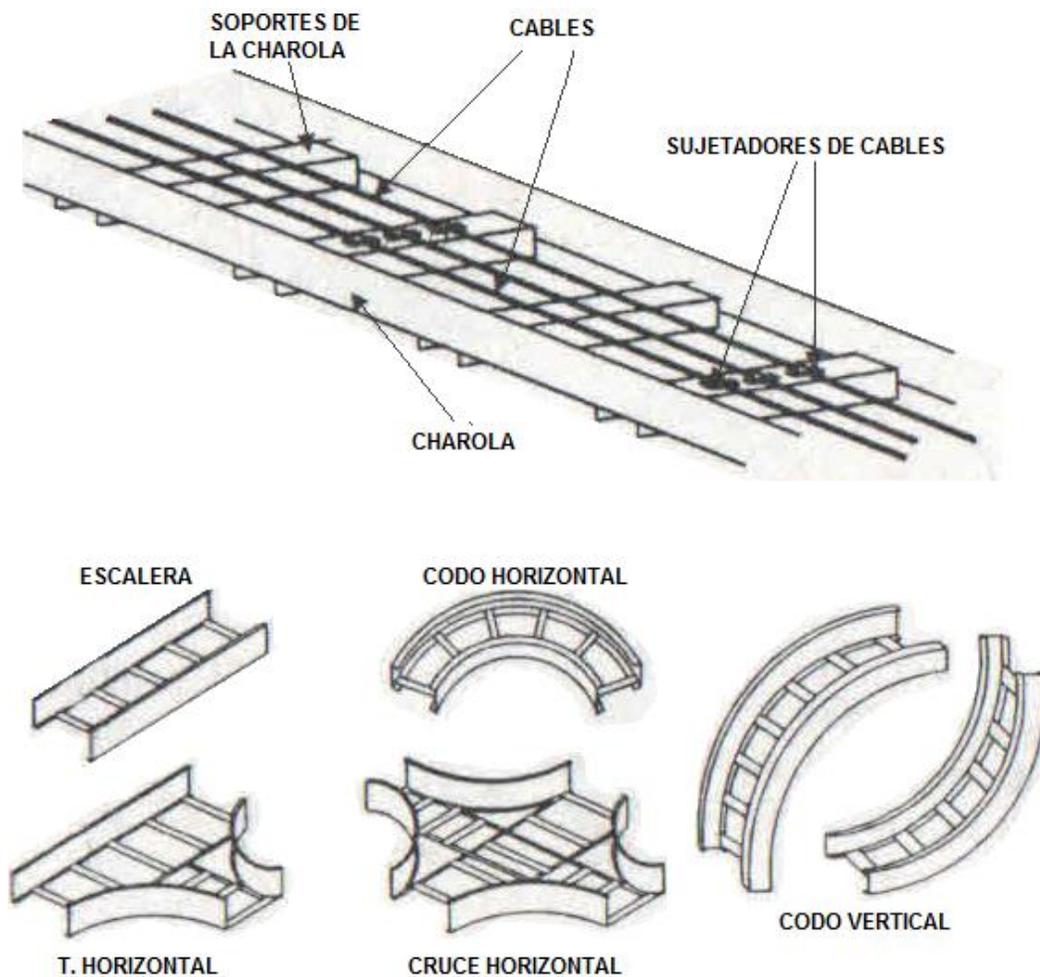
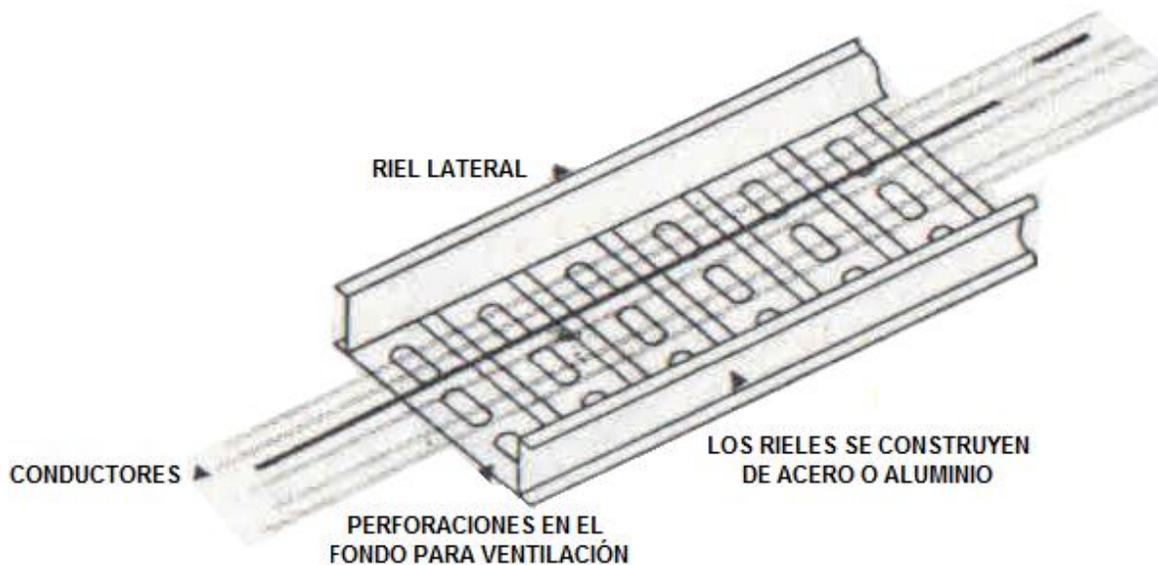


Figura 3.4.7 Charolas y algunos accesorios

En general, se tienen disponibles tres tipos de charolas para cables:

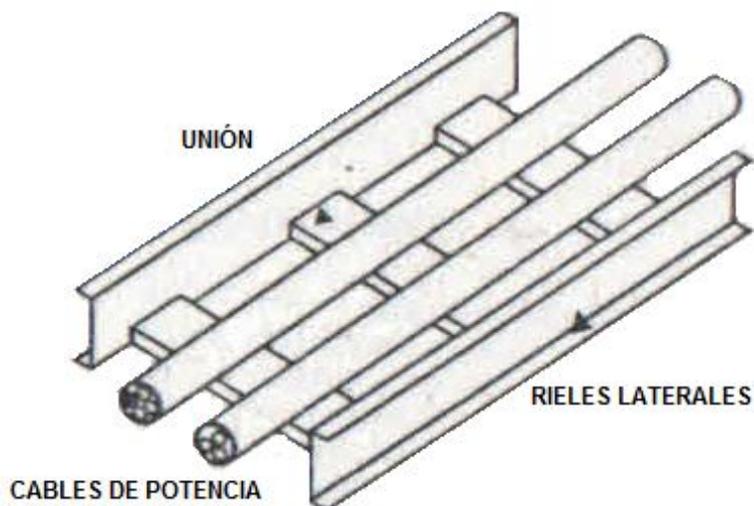
- Charolas de paso.
- Charolas tipo escalera.
- Charolas tipo canal.

**Charolas de paso.** Son las que tienen un fondo continuo, ya sea ventilado o no, y son de anchos estándar de 15 cm, 22 cm, 30 cm y 60 cm. Este tipo se usa cuando los conductores son pequeños y requieren de un soporte completo. La charola de paso tipo ventilado se apoyan en soportes sujetos al techo, estructuras, o bien, en bandas de tuberías. Figura 3.4.8.



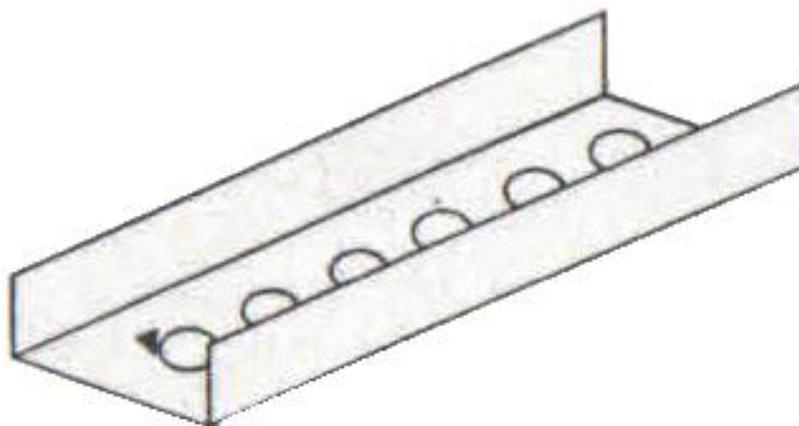
**Figura 3.4.8 Charolas de paso tipo ventilado**

**Charolas tipo escalera.** Son de construcción muy sencilla, consisten en dos rieles laterales unidos o conectados por barrotes individuales. Por lo general se usan como soportes de los cables de potencia. Se fabrican en anchos estándar de 15 cm, 22 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm y 75 cm, se fabrican ya sean de acero o de aluminio. Figura 3.4.9.



**Figura 3.4.9 Charolas tipo escalera**

**Charolas tipo canal.** Están constituidas de una sección de canal ventilada. Se usan por lo general para soportar cables de potencia sencillos o múltiples, o bien, varios cables de control (multiconductores). Se fabrican de acero o aluminio, con anchos estándar de 7.5 cm o 10 cm. Figura 3.4.10.



**Figura 3.4.10 Charola tipo canal**

Recomendaciones para la instalación de ductos o charolas con base en el artículo 318-6 de la NOM-SEDE-2005:

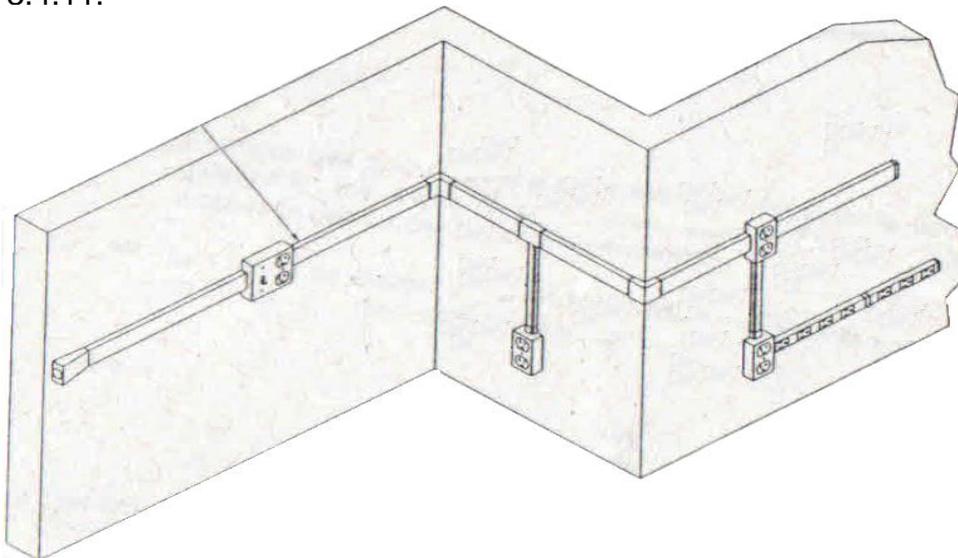
Cuando se requiera instalar cable en ductos o charolas, se deben tomar las siguientes precauciones, además de aquellas aplicables a la instalación en conduit:

- Usar poleas de gran radio y bajo peso, donde se requiera cambios de dirección y poleas pequeñas en las secciones de soporte recto; esto facilita la instalación y reduce notablemente la tensión de jalado.
- Mantener los radios de curvatura mínimos recomendados en los cambios de dirección (al menos ocho veces el diámetro del cable).
- Donde los cables sean sujetados a las charolas, asegurarse de que los medios de sujeción no dañen el aislamiento.
- Los conductores de un mismo circuito, deben permanecer agrupados, pero siempre que sea posible, hay que mantenerlos espaciados en los diferentes circuitos, para obtener la mejor capacidad de conducción de corriente y evitar concentración de calor.

#### 3.4.5 Canalizaciones superficiales (canaletas)

Las canalizaciones superficiales se fabrican de distintas formas, en el tipo metálico y no metálico. Generalmente se usan en lugares secos no expuestos a la humedad, y tienen conectores y herrajes de distintos tipos para dar prácticamente todas las formas deseables. Su aplicación se recomienda en aquellos lugares donde los tubos conduit embebidos no se justifiquen, por costo o por ser imprácticos. Se pueden montar en pared, techo, piso, según sea la necesidad.

Figura 3.4.11.



**Figura 3.4.11 Canalización superficial**

El artículo 352 de la NOM-SEDE-2005 indica, entre otros aspectos, que:

- Las canalizaciones superficiales metálicas y no metálicas deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.
- Se permite que las canalizaciones superficiales metálicas pasen a través de paredes, ladrillos y pisos secos, respectivamente, si el tramo que atraviesa estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores.

### 3.4.6 Cantidad máxima de cables UTP en tubería

En base a la NOM-SEDE-2005 del artículo 800 (Circuitos de comunicación) la cantidad de cables permitidos dentro de una tubería conduit, tomando como referencia el diámetro de cada cable, no debe superar el factor de relleno o el porcentaje de ocupación según lo indicado en la siguiente tabla:

Cantidad máxima de cables UTP en tubería (40% de ocupación de la sección)					
Conduit	Categoría y diámetro exterior				
	Cat 5e 0.200"	Cat 6 0.250"	Cat 6A 0.354"	Cat. 6A 0.330"	Cat 6 FTP 0.290"
¾	5	4	2	2	3
1	9	6	3	4	5
1 ¼	15	10	5	6	7
1 ½	25	14	7	8	11
2	40	26	13	15	19
2 ½	70	40	20	23	30
3	100	58	29	33	43

---

## **CAPÍTULO 4. NORMAS Y ESTÁNDARES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO**

Para que un sistema de cableado estructurado proporcione los beneficios y ventajas mencionados anteriormente en este trabajo, es necesario que sus componentes cumplan con una serie de normas y estándares perfectamente definidos.

Existen diversas organizaciones internacionales, tales como la ISO, que es una organización no gubernamental integrada por más de 140 países y que se encarga de promover el desarrollo de la normalización y actividades relacionadas. El trabajo de la ISO tiene como resultado el acuerdo entre las diferentes naciones afiliadas, que finalmente se publican como normas y estándares internacionales. El Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI), es miembro de la ISO.

La Alianza de Industrias de Electrónica (EIA) es una organización integrada por industrias especializadas en electrónica de alta tecnología, cuya misión es promover la competitividad y el desarrollo de la industria electrónica. La EIA genera los estándares que, entre otras cosas, definen las características eléctricas y funcionales de los equipos de interfaz, por lo que dichas normas garantizan la compatibilidad entre equipos de comunicación de datos y los equipos terminales.

La Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA), es la principal asociación comercial con que cuenta el mundo de la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC). Se encarga del desarrollo de normas, iniciativas políticas, análisis de mercado y oportunidades de negocios. La TIA está acreditada por la ANSI y se especializa en la generación de estándares para cableado de telecomunicaciones y sus estructuras de soporte.

Algunas de las principales normas que regulan los sistemas de cableado estructurado son las siguientes:

- ANSI/TIA/EIA-568-B. Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-569-A. Rutas y espacios de telecomunicaciones para edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-606. Administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-607. Requerimientos de puesta a tierra y continuidad del sistema de telecomunicaciones para edificios comerciales.

#### **4.1 Norma ANSI/TIA/EIA-568-B. Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales**

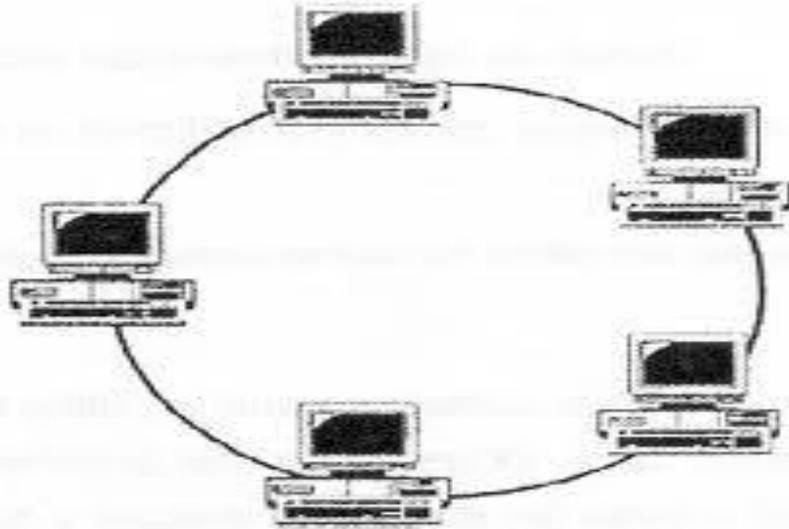
Esta norma está dirigida al establecimiento de las condiciones que debe cumplir un sistema genérico de cableado de telecomunicaciones para un edificio comercial, de manera que dicho sistema, sea capaz de soportar un ambiente de múltiples equipos, sin importar la diversidad de tecnologías o fabricantes de los mismos.

Algunas de las principales consideraciones de esta norma son las siguientes:

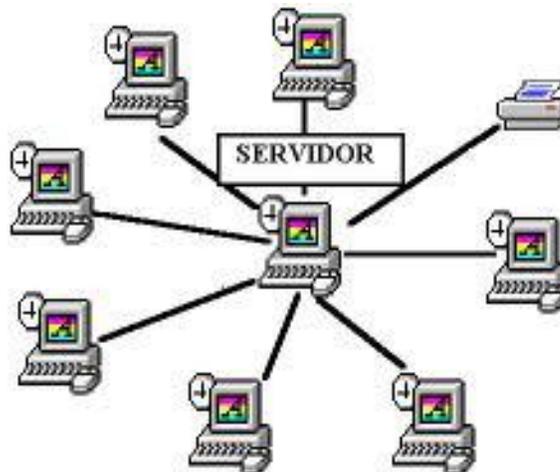
- Topología de la red.
- Distancias recomendadas de cableado.
- Configuración de tomas y conectores.
- Características de los componentes del sistema.
- La vida útil del sistema de cableado debe ser al menos de 10 años.

##### **4.1.1 Topología de la red**

Es la forma en que se distribuyen físicamente los cables para la interconexión de las diferentes componentes del sistema de telecomunicaciones. Las topologías de red más comunes son: Topología de bus, Topología de árbol, Topología de anillo y Topología de estrella.



**Figura 4.1.1 Topología de anillo**



**Figura 4.1.2 Topología de estrella**

#### **4.1.2 Distancias recomendadas de cableado**

Permite garantizar que las condiciones adversas como la atenuación de las señales transmitidas y las interferencias, no afectaran el desempeño y seguridad del sistema de comunicaciones.

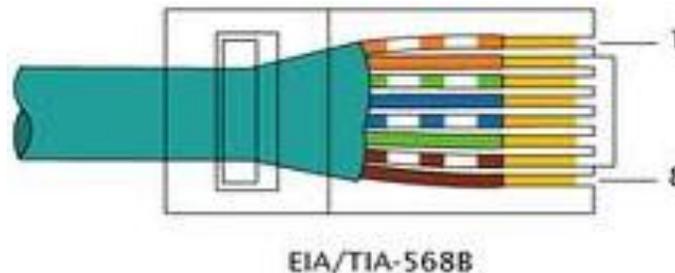
Por ejemplo, para un sistema de cableado categoría 5e, se recomienda una distancia máxima entre repetidores de 100 m, de los cuales se utilizan 3 m en el

lado del área de patch cord, 90 m de distancia del cable y 7 m se utilizan en el lado del área de trabajo. En el caso de un sistema de cableado categoría 6 de fibra óptica, se recomiendan distancias de 1000 m para fibra multimodo y 2000 m para fibra monomodo.

#### 4.1.3 Configuración de tomas y conectores

Las conexiones e interconexiones en un sistema de cableado estructurado, permiten que el flujo de información entre las diversas componentes se lleve a cabo de manera adecuada.

Dado que los cables de comunicaciones se componen de uno o varios pares de hilos de diversos colores, es necesario cumplir con las condiciones de asignación de pines señaladas por la norma, en el armado de los conectores para que el transporte de datos y señales se realice correctamente.



**Figura 4.1.3 Conector RJ-45 y sus pines de acuerdo con la normatividad**

#### 4.1.4 Características de las componentes del sistema

En esta norma, el sistema de cableado estructurado se divide principalmente en 6 subsistemas, que son:

- a) Instalación de entrada o acometida.
- b) Sala de equipos (Site).
- c) Cableado vertical o backbone.
- d) Armario o gabinete de telecomunicaciones.
- e) Cableado horizontal.
- f) Áreas de trabajo.

Cada uno de estos subsistemas cumple una función específica y debe cubrir ciertos requisitos establecidos por la norma. Dichos subsistemas se encuentran estratégicamente distribuidos en el edificio comercial para garantizar su buen desempeño, así como su fácil administración y operación.



**Figura 4.1.4 Componentes del cableado estructurado**

**a) Instalación de entrada o acometida**

Es la sección del sistema por donde llegan y entran los servicios de telecomunicaciones al edificio y debe ubicarse muy cerca del cableado vertical o backbone.

**b) Sala de equipos (Site)**

Es el espacio donde residen los equipos principales de telecomunicaciones comunes al edificio, como son: los servidores centrales, centrales de video, etc. El tamaño mínimo recomendado es de 13.5 m<sup>2</sup>. Se recomienda un tamaño de 0.07 m<sup>2</sup> por cada 10 m<sup>2</sup> de área utilizable.

**c) Cableado vertical o backbone**

Es el cableado que interconecta la sala de equipos con los armarios de telecomunicaciones y acometidas. Los armarios de telecomunicaciones deben ubicarse uno en cada piso, siguiendo una línea vertical para simplificar su interconexión.

**d) Armarios o gabinetes de telecomunicaciones**

Es la sección que actúa como punto de transición entre el cableado vertical y el cableado horizontal. Esta sección puede estar integrada por equipos de telecomunicaciones, equipos de control y terminaciones de cables para realizar interconexiones. Su ubicación debe ser lo más cercana posible al centro del área a la que atenderá. Se recomienda por lo menos un armario de telecomunicaciones por piso y un armario por cada 1000 m<sup>2</sup> de área utilizable.

**e) Cableado horizontal**

Es el cableado que vincula las áreas de trabajo con los armarios de telecomunicaciones en cada piso del edificio. La distancia horizontal de cableado desde el armario de telecomunicaciones a cada área de trabajo no debe exceder los 90 m.

**f) Áreas de trabajo**

Son los espacios en donde se encuentran ubicados los escritorios o lugares habituales de trabajo de los usuarios. Se diseñan de forma que permitan realizar los traslados, adiciones y cambios fácilmente. Se recomienda considerar como mínimo 2 dispositivos por área de trabajo.

## 4.2. Norma ANSI/TIA/EIA 569A. Rutas y espacios de telecomunicaciones para edificios comerciales

El propósito de la norma es estandarizar las prácticas sobre el diseño y construcción de rutas y espacios que dan soporte tanto a los medios de transmisión como a los diferentes equipos de telecomunicaciones. Los principales aspectos que considera son:

- Facilidades de Entrada.
- Rutas de cableado horizontal.
- Rutas de cableado vertical, dorsal o backbone.
- Cuarto de Telecomunicaciones.
- Cuarto de Equipo.
- Área de trabajo.

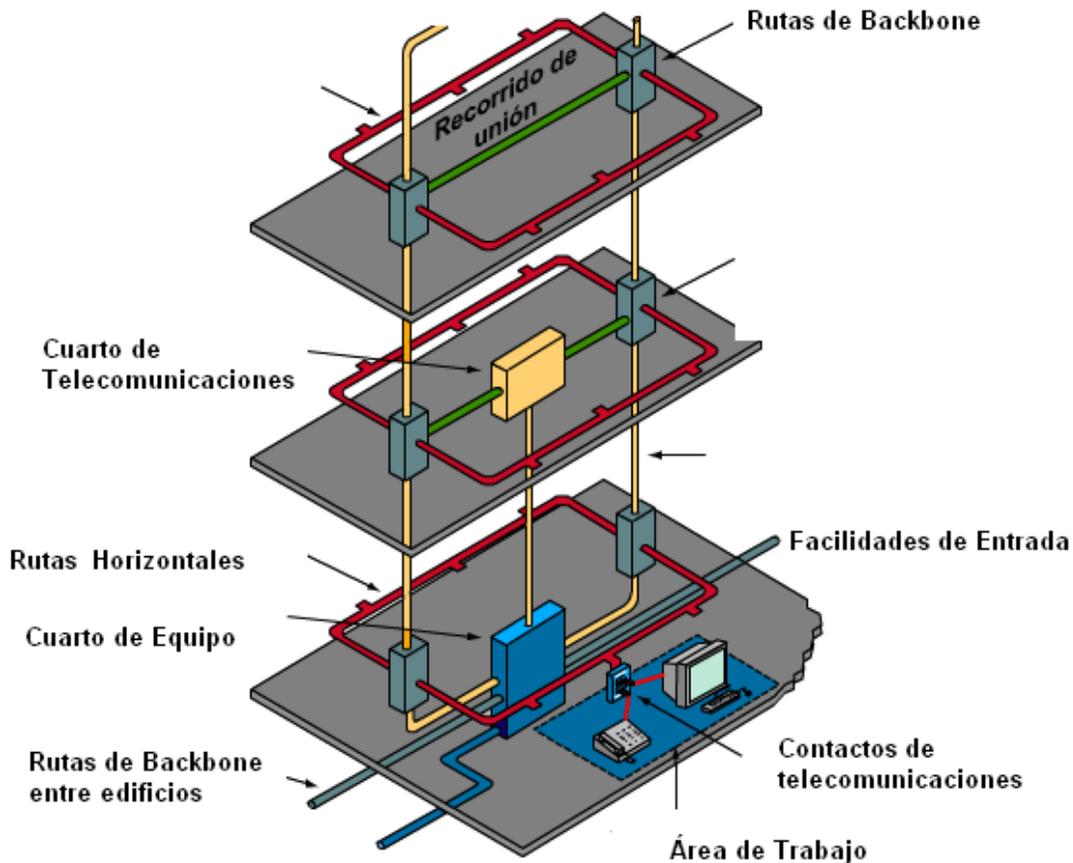


Figura 4.2.1 Norma ANSI/TIA/EIA-569-A

#### **4.2.1 Facilidades de Entrada**

Se considera Facilidad de Entrada a cualquier ubicación donde los servicios de telecomunicaciones entran al edificio y/o las rutas de enlaces de backbone que interconectan con otros edificios. Las Facilidades de Entrada pueden contener interfaces de la red pública y equipo de telecomunicaciones de algún proveedor de servicio. La norma recomienda que esta ubicación sea un área seca y cerca de las trayectorias de backbone.

#### **4.2.2 Rutas de cableado horizontal**

Las rutas de cableado horizontal son facilidades usadas para la instalación de cableado horizontal del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones. Estas rutas deben ser diseñadas para manejar todo tipo de cables tales como UTP y fibra óptica. Para determinar el tamaño de la ruta es necesario considerar el crecimiento previsto. Algunas de las opciones que considera la norma para la instalación de rutas horizontales son:

- Ductos bajo piso o soterrados. Estos son ductos rectangulares empotrados en el concreto a una profundidad de 2.5" y 4", los cables de red y los de electricidad deben conducirse por ductos separados.
- Piso falso. Estas rutas son construidas con paneles modulares de piso soportados con pedestales, este tipo de son comunes en cuartos de cómputo y cuartos de equipo.
- Conductos (Conduit). Este tipo de conductos pueden ser metal-eléctricos, metal y PVC rígido. Algunas consideraciones que deben hacerse con este tipo de conductos es que son localizados en ubicaciones permanentes, tienen bajas capacidades, las secciones no pueden ser de más de 30m y las secciones no pueden tener más de dos curvas de 90°
- Canaletas. Las canaletas son estructuras rígidas para alojar cables de telecomunicaciones, éstas estructuras prefabricadas pueden ser instaladas en el techo o bajo el piso.
- Techo Falso. Las rutas en techo falso son instaladas en generalmente con canaletas ubicadas a una distancia mínima de separación de la losa de 7.6

cm y una altura máxima desde el piso de 3.6m, es importante utilizar aditamentos para las curvas que cumplan la norma y se deben utilizar canaletas diferentes para los cableados de telecomunicaciones y los cableados eléctricos.

#### **4.2.3 Rutas de cableado vertical, dorsal o backbone**

La norma define a las rutas de cableado vertical como aquellas rutas entre los diferentes pisos de un edificio y aquellas que unen a diferentes edificios, estas pueden seguir trayectorias horizontales o verticales, conocidas también como rutas de cableado de backbone son utilizadas para conectar la Entrada de Facilidades y el cuarto de telecomunicaciones y consisten de conduits, canaletas y/o tubos, es importante no instalarlas en áreas destinadas a elevadores, en su diseño se deben tener las siguientes consideraciones:

- Se debe predisponer de un conduit de 4" por cada 5000 m<sup>2</sup> de espacio utilizable más dos conduits adicionales para crecimiento o respaldo.
- Deben estar apropiadamente equipados con barreras contra fuego.
- Resistente contra la corrosión.
- Se debe asegurar el correcto aterrizaje de todo el sistema de canalización metálica.

Para trayectoria de backbone entre edificios tenemos tres opciones:

- a) Subterráneo.
- b) Aéreo.
- c) Enterrada.

#### **4.2.4 Cuarto de Telecomunicaciones**

Los cuartos de Telecomunicaciones (CT) conocido como armario de telecomunicaciones se define como el espacio que tiene la función de punto de acceso común entre las rutas backbone y rutas horizontales, estos espacios alojan equipo de telecomunicaciones, equipo de control, terminación de cables y cables de interconexión, se recomienda tener al menos un CT por piso, sin embargo es

recomendable tener alguno adicional cuando el área de piso sea mayor a 1000 m<sup>2</sup>. Algunas de las características que debe tener el CT son:

- Capacidad de carga de 50 lb/ft<sup>2</sup>
- El cuarto debe tener provista iluminación.
- Los terminados de paredes, piso y techo deben tener color que favorezcan la iluminación.
- Para equipo de fuerza deben ser provistos al menos dos contactos eléctricos dúplex con circuitos separados, es deseable colocarlos a 1.8m de separación entre ellos alrededor de las paredes.
- Se recomienda tener calefacción ventilación y aire acondicionado 24 horas por día los 365 días del año.
- Se considera como área utilizable el 75% de las dimensiones del CT.

#### **4.2.5 Cuarto de Equipo**

Los cuartos de equipos son cualquier espacio en el edificio donde el equipo común de telecomunicaciones sea alojado. En el diseño y ubicación del Cuarto de Equipo se debe considerar el espacio necesario para futuros crecimientos, se considera un espacio largo, la mínima área recomendada es de 14m<sup>2</sup> y debe considerarse la facilidad de acceso para la entrega de materiales y equipos. Algunas consideraciones de los cuartos de equipo son:

- Es el cuarto donde comúnmente se alojas PBX, equipo de cómputo como mainframes y conmutadores de video (switches).
- Solo equipo de telecomunicaciones, control y de clima pueden ser ubicados en esta área.
- Idealmente el cuarto de equipo debe ser ubicado cerca de las trayectorias de backbone.

#### **4.2.6 Área de Trabajo**

Las áreas de trabajo se describen en general como ubicaciones en el edificio en los que los usuarios interactúan con los equipos de telecomunicaciones. Las áreas de trabajo deben tener las dimensiones necesarias para alojar a los usuarios y el

equipamiento necesario. Normalmente el área de trabajo mide 10 m<sup>2</sup>. Los contactos de telecomunicaciones representan la conexión entre los cableados horizontales y los cables que conecta a los dispositivos del área de trabajo.

### 4.3 Norma TIA/EIA 606. Administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales

El estándar para la administración de la infraestructura de edificios de telecomunicaciones residencial y comercial liviano fue definido por la TIA/EIA como la norma TIE/EIA 606, la cual recoge las guías para la administración del sistema de cableado de telecomunicaciones y fue publicado en agosto de 1993.

Proporciona normas para la codificación de colores, etiquetado, y documentación de un sistema de cableado instalado. Seguir esta norma, permite una mejor administración de una red, creando un método de seguimiento de los traslados, cambios y adiciones. Facilita además la localización de fallas, detallando cada cable tendido por características, para proveer un esquema de información sobre la administración del camino para el cableado de telecomunicación, espacios y medios independientes. Marcando con un código de color y grabando en estos los datos para la administración de los cables de telecomunicaciones para su debida identificación. Figura 4.3.1.

Naranja	Terminación central de oficina
Verde	Conexión de red / circuito auxiliar
Purpura	Conexión mayor / equipo de dato.
Blanco	Terminación de cable MC a IC.
Gris	Terminación de cable IC a MC
Azul	Terminación de cable horizontal
Café	Terminación del cable del campus.
Amarillo	Mantenimiento auxiliar, alarmas y seguridad.
Rojo	Sistema de teléfono.

**Figura 4.3.1 Código de colores para las etiquetas de los cables**

Esta infraestructura debe ser pensada como la conexión de los siguientes componentes:

- a) Espacios para telecomunicaciones.
- b) Ductos y bandejas porta-cable.
- c) Sistema de tierra.
- d) Cables y sistemas de terminación apropiados.

La administración de la infraestructura de telecomunicaciones requiere de una documentación adecuada que incluya:

- a) Etiquetas.
- b) Registros grabados.
- c) Planos.
- d) Reportes.
- e) Órdenes o Procesos de trabajo.

La Norma TIA/EIA 606-A desplaza al anterior (TIA/EIA 606), esta versión fue aprobada en mayo de 2002.

Esta nueva versión especifica cuatro clases de sistemas de administración para un rango de infraestructura de telecomunicaciones.

- Clase 1.
- Clase 2.
- Clase 3.
- Clase 4.

#### 4.3.1 Clase 1:

Es para edificios sencillos que sirven desde un único cuarto de equipos. Figura 4.3.1.1.

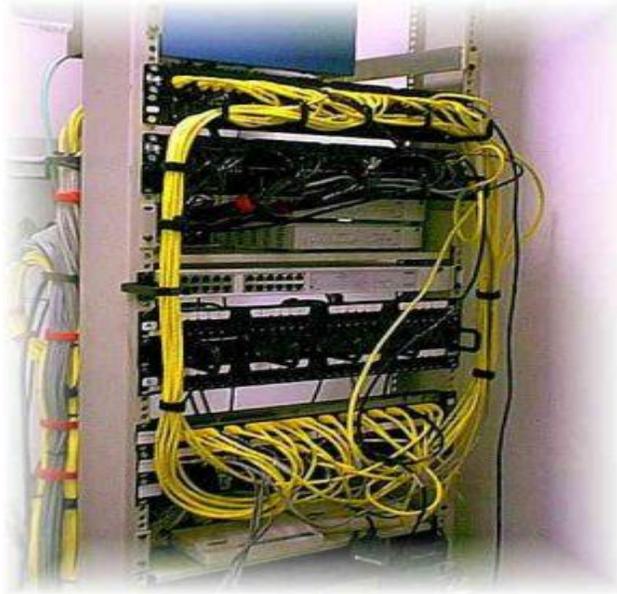


Figura 4.3.1.1 Único cuarto con equipo

#### 4.3.2 Clase 2:

Es para edificios sencillos con un cuarto de equipos y varios cuartos de telecomunicaciones.

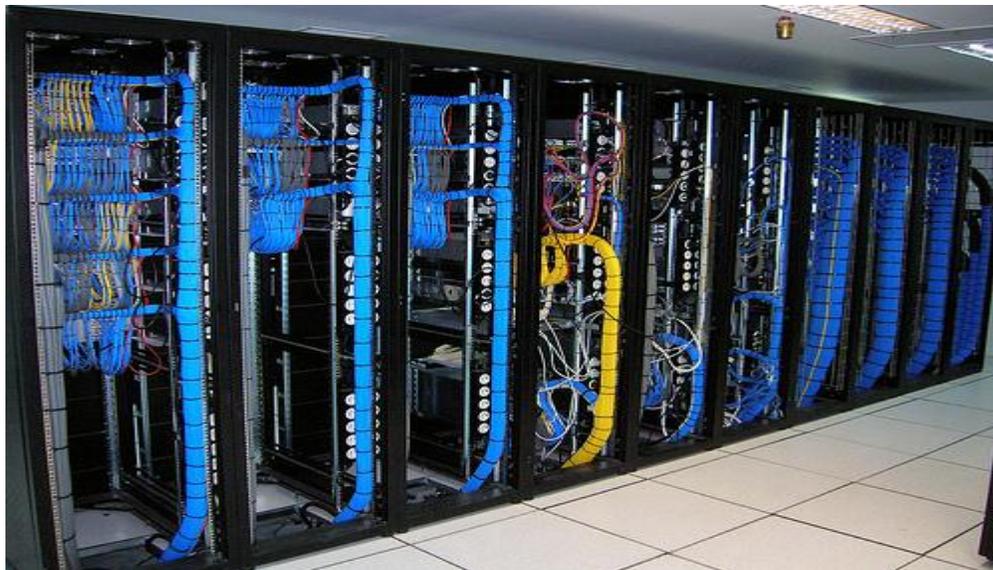


Figura 4.3.2.1 Un cuarto y varios equipos de telecomunicaciones

### 4.3.3 Clase 3:

Es para campus con varios edificios interconectados.

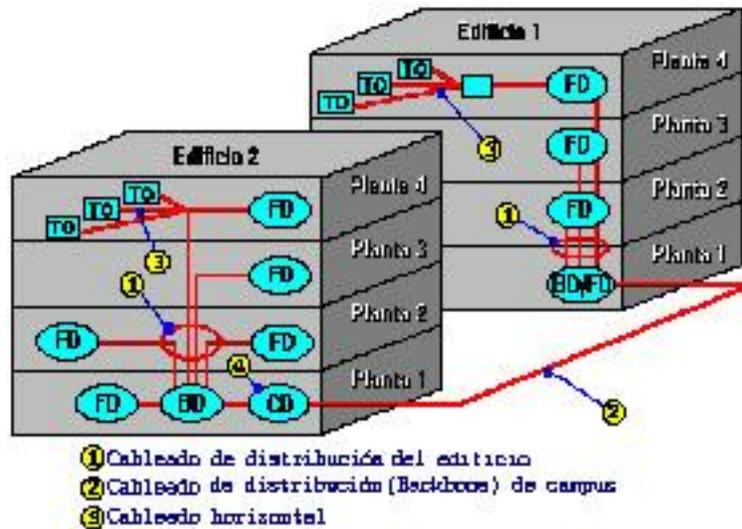


Figura 4.3.3.1 Varios edificios interconectados

### 4.3.4 Clase 4:

Es para ambientes multicampus.



Figura 4.3.4.1 Ambiente multicampo

#### **4.4 Norma TIA/EIA 607. Requerimientos de puesta a tierra y continuidad del sistema de telecomunicaciones para edificios comerciales**

En los sistemas de telecomunicaciones es común la presencia de descargas atmosféricas las cuales pueden ingresar a las instalaciones a través de diversos medios, por impacto directo o por corrientes inducidas. Esta energía busca su propio camino para llegar a tierra utilizando cableado de alimentación de energía eléctrica, de voz y datos, produciendo acciones destructivas en la red.

Para evitar estos efectos, se debe instalar dispositivos de protección para que en el caso de presentarse sobretensiones superiores a las nominales, formen un circuito alternativo a tierra para que disipe dicha energía. El sistema de puesta a tierra debe asegurar una capacidad de disipación adecuada.

Finalmente otra fuente importante de disturbios son las redes de energía eléctrica, debido a la conmutación de sistemas y grandes cargas inductivas.

Un sistema de puesta a tierra para los sistemas de comunicaciones debe ofrecer un camino seguro para las descargas de corrientes de fallas, descargas de rayos, descargas estáticas y señales de interferencia electromagnética y radiofrecuencia (EMI y RFI).

El sistema de puesta a tierra es muy importante en el diseño de una red ya que ayuda a maximizar el tiempo de vida de los equipos, además de proteger la vida del personal a pesar de que se trate de un sistema que maneja voltajes bajos.

Aproximadamente el 70% de anomalías y problemas asociados a sistemas distribución de potencia son directa o indirectamente relacionados a temas de conexiones y puestas a tierra. A pesar de esto, el sistema de puesta a tierra es uno de los componentes del cableado estructurado más obviados en la instalación. El estándar que describe el sistema de puesta a tierra para las redes de telecomunicaciones es ANSI/TIA/EIA-607. El propósito principal es crear un camino adecuado y con capacidad suficiente para dirigir las corrientes eléctricas y voltajes pasajeros hacia la tierra.

A continuación se explicarán términos básicos para entender un sistema de puesta a tierra en general (figura 4.4.1):

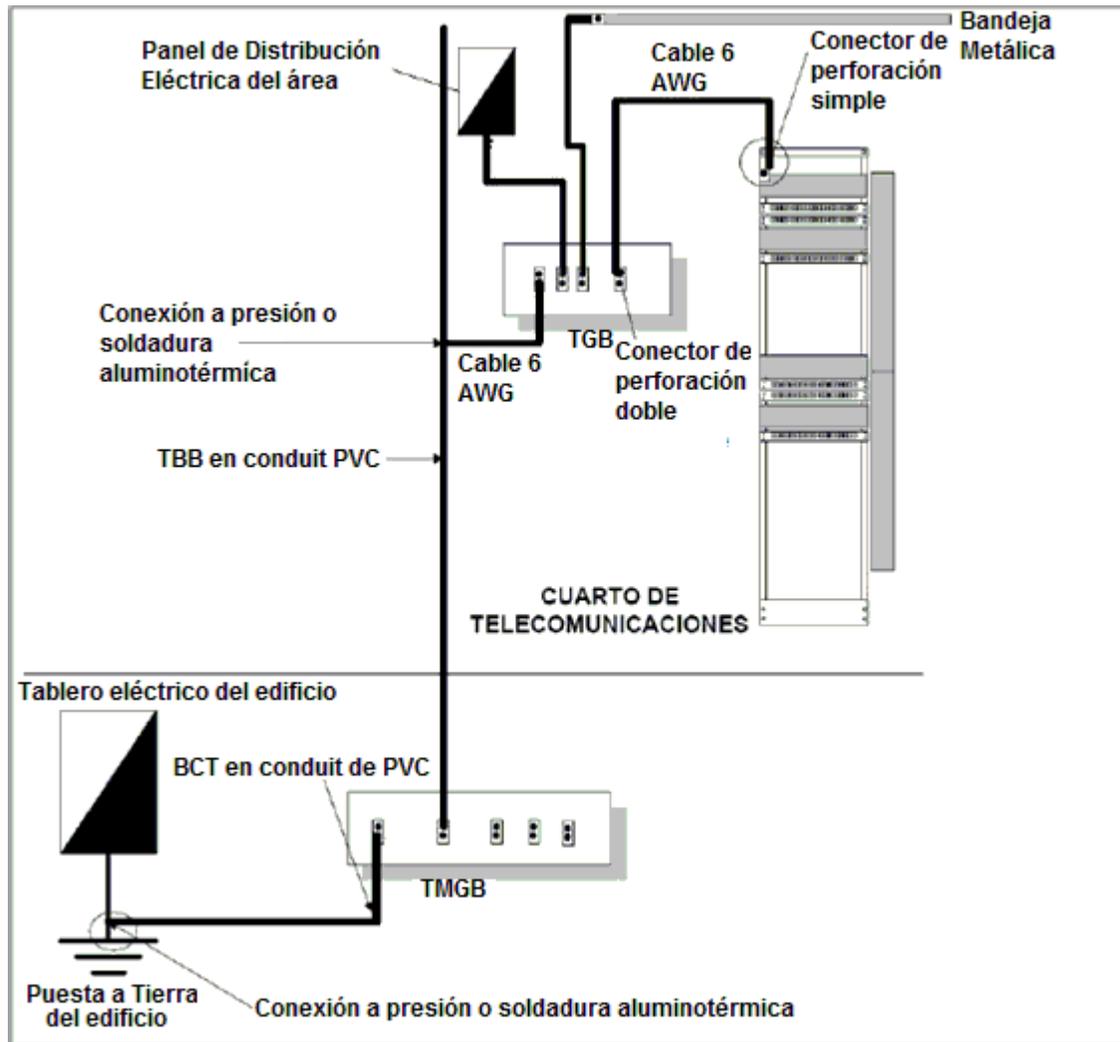


Figura 4.4.1 Puesta a tierra de equipos de telecomunicaciones

**Puesta a tierra** (definición según la IEEE). Se trata de una conexión conductora, ya sea intencional o accidental, por medio de la cual un circuito eléctrico o equipo se conecta a la tierra o a algún cuerpo conductor de dimensión relativamente grande que cumple la función de la tierra.

**BCT (Bonding Conductor for Telecommunications), Conductor de enlace equipotencial para telecomunicaciones.** Es un conductor de cobre aislado que interconecta el sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones al sistema de

puesta a tierra del edificio. Por lo tanto une el TMGB con la puesta a tierra del sistema de alimentación. Debe ser dimensionado al menos de la misma sección que el conductor principal de enlace de telecomunicaciones (TBB) y no debe llevarse en conductos metálicos (se usa tubo conduit de PVC).

**TMGB (Telecommunications Master Grounding Busbar), Barra maestra de puesta a tierra de telecomunicaciones.** Es una barra que sirve como una extensión dedicada del sistema de electrodos de tierra (pozo a tierra) del edificio para la infraestructura de telecomunicaciones. Todas las puestas a tierra de telecomunicaciones se originan en él, es decir que sirve como conexión central de todos los TBB's del edificio.

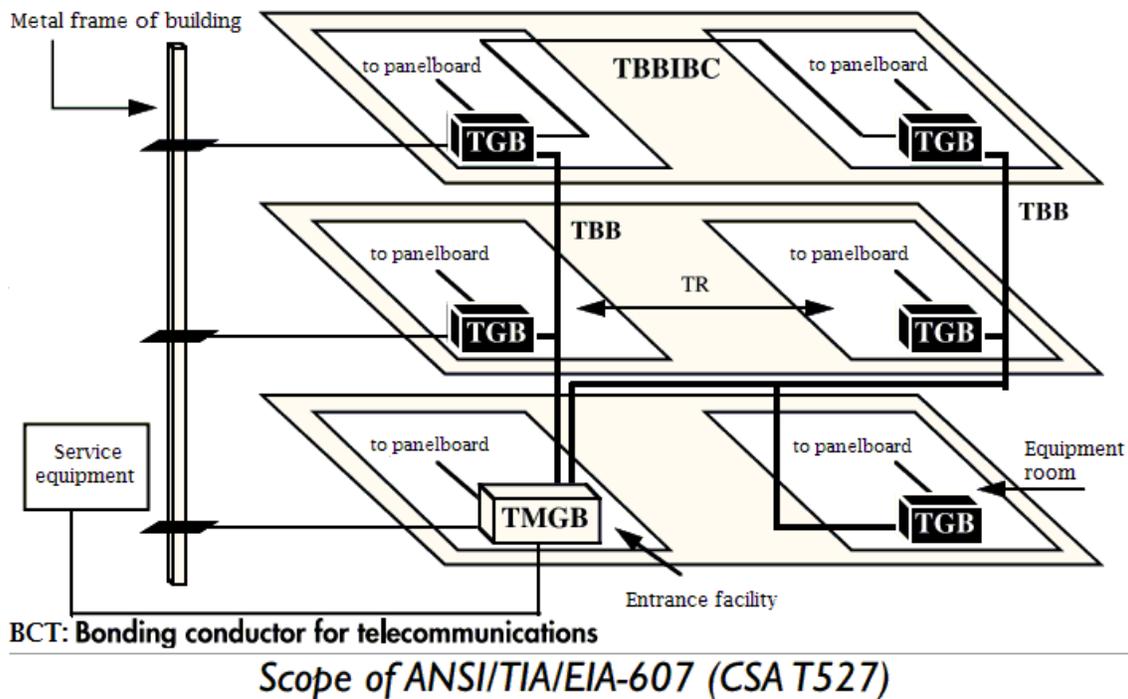
Consideraciones del diseño:

- Usualmente se instala una por edificio.
- Generalmente está ubicada en el cuarto de entrada de servicios o en el cuarto de equipos, en cualquiera de los casos se tiene que tratar de que el BCT sea lo más corto y recto posible.
- Montada en la parte superior del tablero o caja.
- Aislada del soporte mediante aisladores poliméricos (50 mm mínimo)
- Hecha de cobre y sus dimensiones mínimas 6 mm de espesor y 100 mm de ancho. Su longitud puede variar, de acuerdo a la cantidad de cables que deban conectarse a ella y de las futuras conexiones que tendrá.

**TBB (Telecommunications bonding backbone), Conductor central de enlace equipotencial de telecomunicaciones.** Es un conductor aislado de cobre usado para conectar la barra principal de tierra de telecomunicaciones (TMGB) con las barras de tierra de los armarios de telecomunicaciones y salas de equipos (TGB). Su función principal es la de reducir o igualar diferencias de potenciales entre los equipos de los armarios de telecomunicaciones. Se deben diseñar de manera de minimizar las distancias. El diámetro mínimo es de 6 AWG. No se admiten empalmes. No se admite utilizar cañerías de agua como "TBB".

Consideraciones del diseño:

- Se extiende a través del edificio utilizando la ruta del cableado vertical.
- Su calibre debe ser mínimo 6 AWG y máximo 3/0 AWG, por lo tanto se deberá usar un conductor de cobre aislado cuya sección acepte estas medidas.
- Deben evitarse empalmes, pero sí de todas maneras existen estos deben ubicarse en algún espacio del cuarto de telecomunicaciones.
- Se permite varios TBB's dependiendo del tamaño del edificio.
- Cuando dos o más TBB's se usen en un edificio de varios pisos, éstos deberán ser unidos a través de un TBBIBC (Telecommunications Bonding Backbone Interconnecting Bonding Conductor) cada tres pisos y en el último piso. Figura 4.4.2.



**Figura 4.4.2 Telecommunications Bonding Backbone Interconnecting Bonding Conductor**

- El estándar ha establecido una tabla para diseñar este conductor de acuerdo a su distancia (figura 4.4.3):

Longitud del TBB (m)	Calibre (AWG)
Menor a 4	6
4 – 6	4
6 – 8	3
8 – 10	2
10 – 13	1
13 – 16	1/0
16 – 20	2/0
Mayor a 20	3/0

**Figura 4.4.3 Tabla 2.4 – Dimensionamiento del TBB**

**TGB (Telecommunications Grounding Busbar), Barra de tierra para telecomunicaciones.** Es la barra de tierra ubicada en el cuarto de telecomunicaciones o de equipos que sirve de punto central de conexión de tierra de los equipos de la sala. Consideraciones del diseño:

- Cada equipo o gabinete ubicado en dicha sala debe tener su TGB montada en la parte superior trasera.
- El conductor que une el TGB con el TBB debe ser cable 6 AWG. Además se debe procurar que este tramo sea lo más recto y corto posible.
- Hecha de cobre y sus dimensiones mínimas 6 mm de espesor y 50 mm de ancho. Su longitud puede variar, de acuerdo a la cantidad de cables que deban conectarse a ella y de las futuras conexiones que tendrá.
- Aislada mediante aisladores poliméricos (h=50 mm mínimo).

Es importante mencionar que los conectores usados en la TMGB y los usados en la conexión entre el TBB y el TGB, deberán ser de compresión de dos perforaciones. Mientras que la conexión de conductores para unir equipos de telecomunicaciones a la TMGB o TGB pueden ser conectores de compresión por tornillo de una perforación, aunque no es lo más recomendable debido a que

pueden aflojarse por cualquier movimiento. Todos los elementos metálicos que no lleven corriente en el sistema de cableado estructurado deberán ser aterrados, como por ejemplo bastidores (racks), bandejas o conduits.

Por último, cualquier doblez que se tenga que realizar a los cables no debe ser mayor a 2,54 cm. Figura 4.4.4.

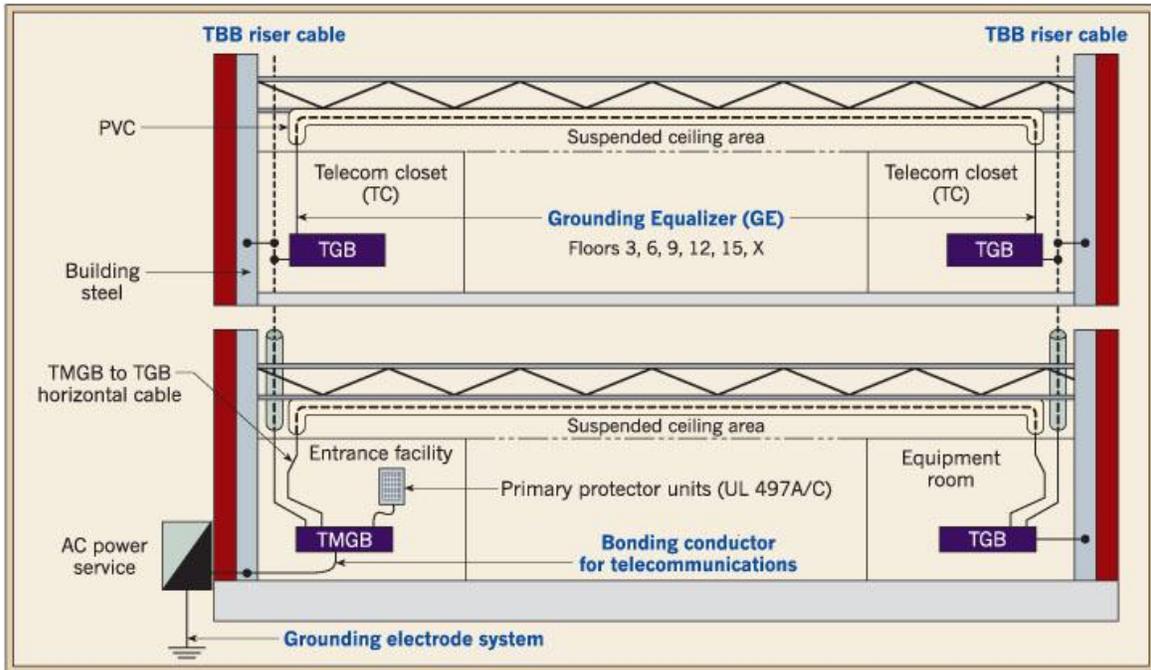


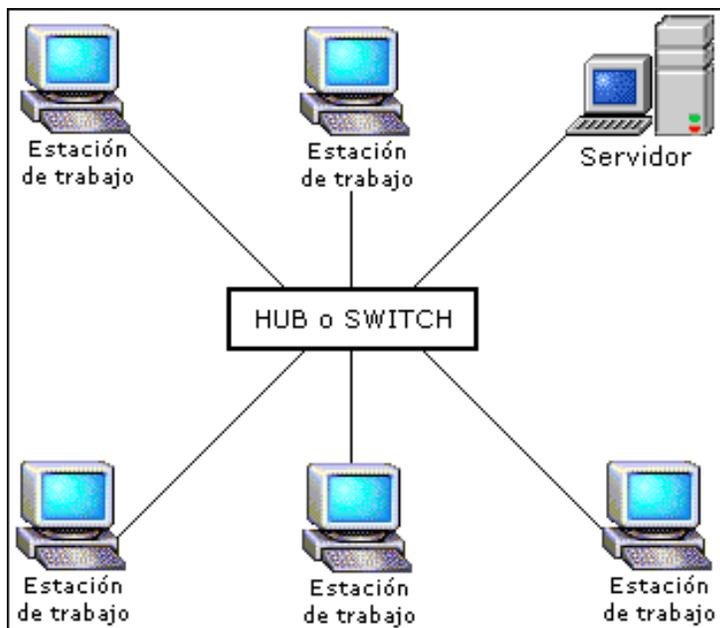
Figura 4.4.4 TMGB y TGB

## CAPÍTULO 5. TIPOS DE REDES DE DATOS

### 5.1 Descripción de las redes de datos

Una red en general es un sistema de transmisión de datos que permite el intercambio de información entre dispositivos electrónicos (computadoras) que toman el nombre de HOST. El HOST es todo dispositivo electrónico (computadora) conectado a una red. En definición más específica, una red es un conjunto de computadoras conectados entre sí con la finalidad de compartir archivos (carpetas, datos, imágenes, audio, video, etc.) o recursos (disco duro, lector, monitor, impresora, fotocopiadora, multifuncional, cámara web, etc.), éstas computadoras pueden estar interconectadas por un medio físico o inalámbrico.

Una red de comunicaciones es un conjunto de medios de transmisión y conmutación para el envío de información entre puntos separados geográficamente. Esta definición resulta extremadamente general y en la actualidad existe un gran número de implementaciones diferentes que responden a necesidades específicas, tales como redes de acceso de datos, troncales, inalámbricas, redes de voz, etc. Figura 5.1.1.



**Figura 5.1.1 Red de datos**

La finalidad de una red es que los usuarios de los sistemas informáticos de una organización puedan hacer un mejor uso de los mismos mejorando de este modo el rendimiento global de la organización. Así las organizaciones obtienen una serie de ventajas del uso de las redes en sus entornos de trabajo, como pueden ser:

- Mayor facilidad de comunicación.
- Reducción del presupuesto para proceso de datos.
- Reducción de los costos de proceso por usuario.
- Mejoras en la administración de los programas.
- Mejoras en la integridad de los datos.
- Mejora en los tiempos de respuesta.
- Flexibilidad en el proceso de datos.
- Mayor variedad de programas.
- Mayor facilidad de uso.

Para la prestación de los servicios de red se requiere que existan sistemas en la red con capacidad para actuar como servidores. Los servidores y servicios de red se basan en los sistemas operativos de red. Un sistema operativo de red es un conjunto de programas que permiten y controlan el uso de dispositivos de red por múltiples usuarios. Estos programas interceptan las peticiones de servicio de los usuarios y las dirigen a los equipos servidores adecuados. Por ello, el sistema operativo de red, le permite a ésta ofrecer capacidades de multiproceso y multiusuario. Según la forma de interacción de los programas en la red, existen dos formas de arquitectura lógica:

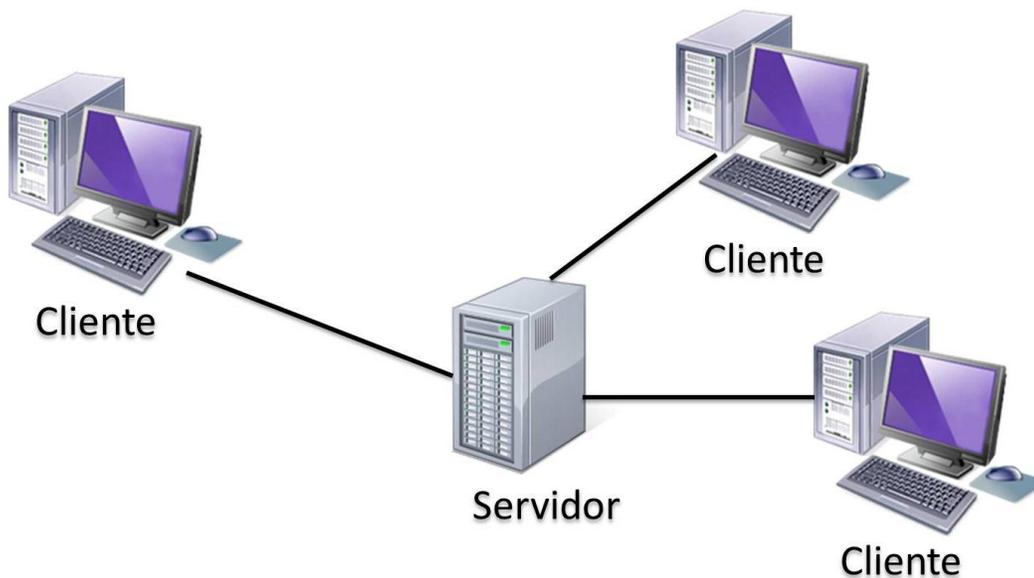
### **Cliente-servidor**

Este es un modelo de proceso en el que las tareas se reparten entre programas que se ejecutan en el servidor y otros en la estación de trabajo del usuario. En una red cualquier equipo puede ser el servidor o el cliente. El cliente es la entidad que solicita la realización de una tarea, el servidor es quien la realiza en nombre del cliente. Este es el caso de aplicaciones de acceso a bases de datos, en las cuales

las estaciones ejecutan las tareas del interfaz de usuario (pantallas de entrada de datos o consultas, listados, etc.) y el servidor realiza las actualizaciones y recuperaciones de datos en la base. En este tipo de redes, las estaciones no se comunican entre sí. Figura 5.1.2.

Las ventajas de este modelo incluyen:

- Incremento en la productividad.
- Control o reducción de costos al compartir recursos.
- Facilidad de administración, al concentrarse el trabajo en los servidores.
- Facilidad de adaptación.



**Figura 5.1.2 Arquitectura Cliente-servidor**

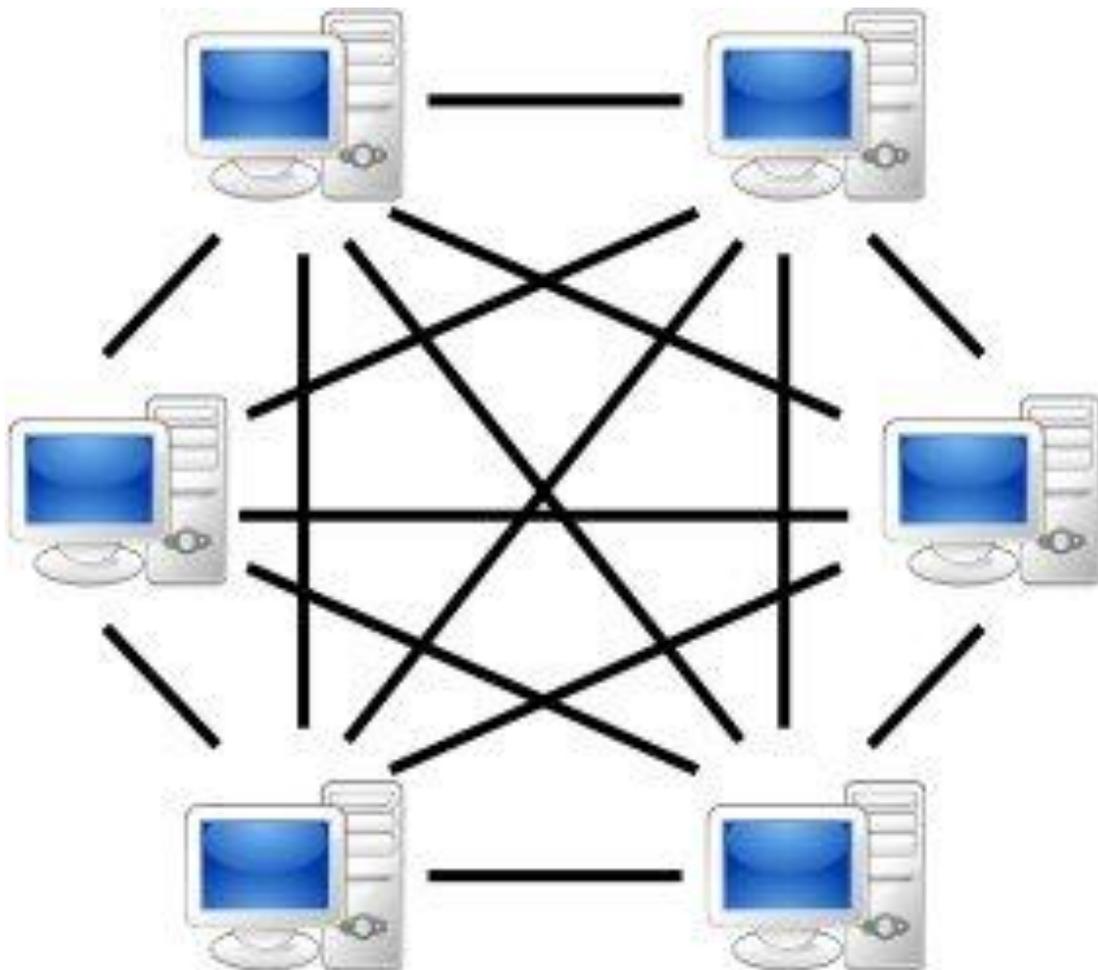
### **Redes de pares (peer-to-peer)**

Las redes de pares, también conocidas como P2P (por la sigla de su nombre en inglés “Peer to Peer”), son las redes que la gente usa para intercambiar archivos de todo tipo. En otras palabras, en una red P2P los participantes no asumen roles separados como “clientes” y “servidores”, sino que todos ellos se comportan como clientes y como servidores a la vez. Así, en las redes P2P se establece una conexión directa entre usuarios, donde cualquier nodo puede transmitir

información al mismo tiempo que la recibe. Lo que se comparte en estas redes es información que está almacenada en los discos rígidos de las computadoras personales de cada usuario en línea. Este modelo permite la comunicación entre usuarios (estaciones) directamente sin tener que pasar por un equipo central para la transferencia. Figura 5.1.3.

Las principales ventajas de este modelo son:

- Sencillez y facilidad de instalación, administración y uso.
- Flexibilidad. Cualquier estación puede ser un servidor y puede cambiar de papel, de proveedor a usuario según los servicios.



**Figura 5.1.3. Arquitectura Red de pares**

## 5.2 Redes LAN, MAN y WAN

Las redes de datos pueden clasificarse de acuerdo con la extensión geográfica que abarcan de la siguiente manera (figura 5.2.1):

- Redes de Área Local LAN (Local Area Network).
- Redes de Área Metropolitana MAN (Metropolitan Area Network).
- Redes de Área Ampla WAN (Wide Area Network).

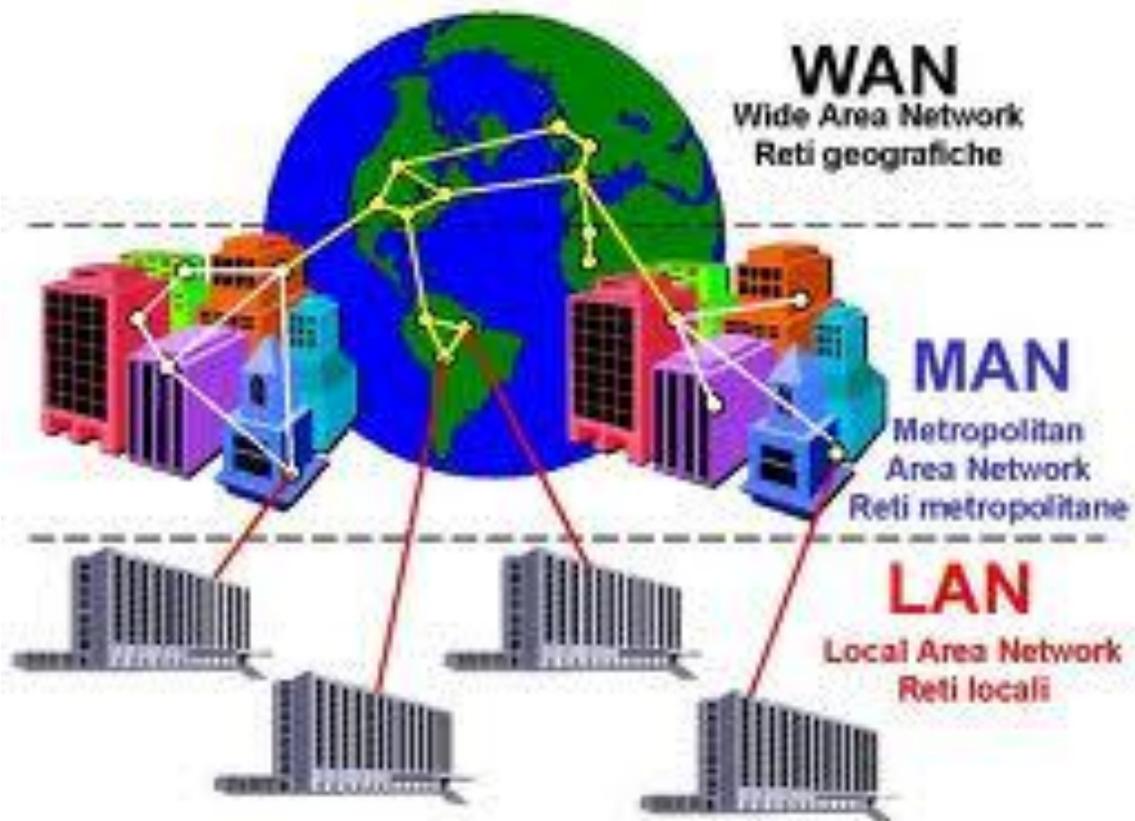


Figura 5.2.1 Representación de redes LAN, MAN y WAN

### 5.2.1 Redes LAN

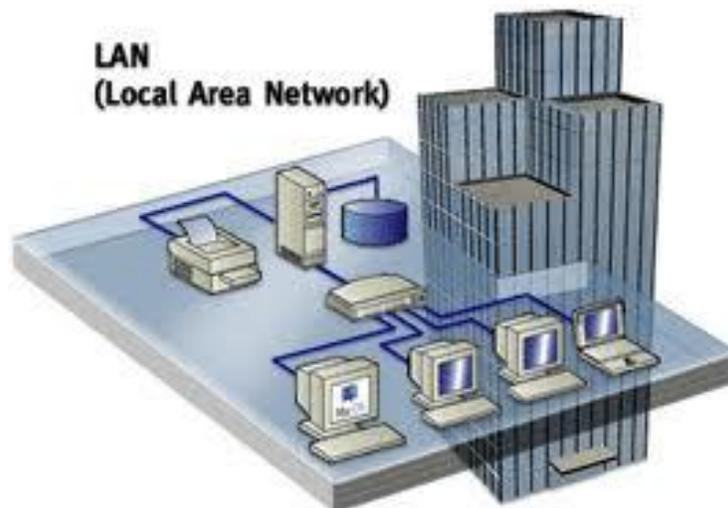
Son redes de propiedad privada que abarcan un cuarto, un edificio o un campus de pocos kilómetros de longitud. Se utilizan generalmente para la interconexión de computadoras personales y estaciones de trabajo en las diferentes áreas de una empresa con el fin de compartir recursos e intercambiar información. El hecho de

que el tamaño de la red es limitado y perfectamente conocido, simplifica la administración de la red LAN.

Las LANs tradicionales operan a una velocidad de 10 a 100 Mbps, mientras que las LANs de tecnologías más modernas operan a una velocidad de hasta 10 Gbps.

Las LANs pueden tener diferentes topologías, entre las cuales destacan las siguientes (figura 5.2.2):

- Topología de bus
- Topología de anillo
- Topología de estrella
- Topología de red en malla



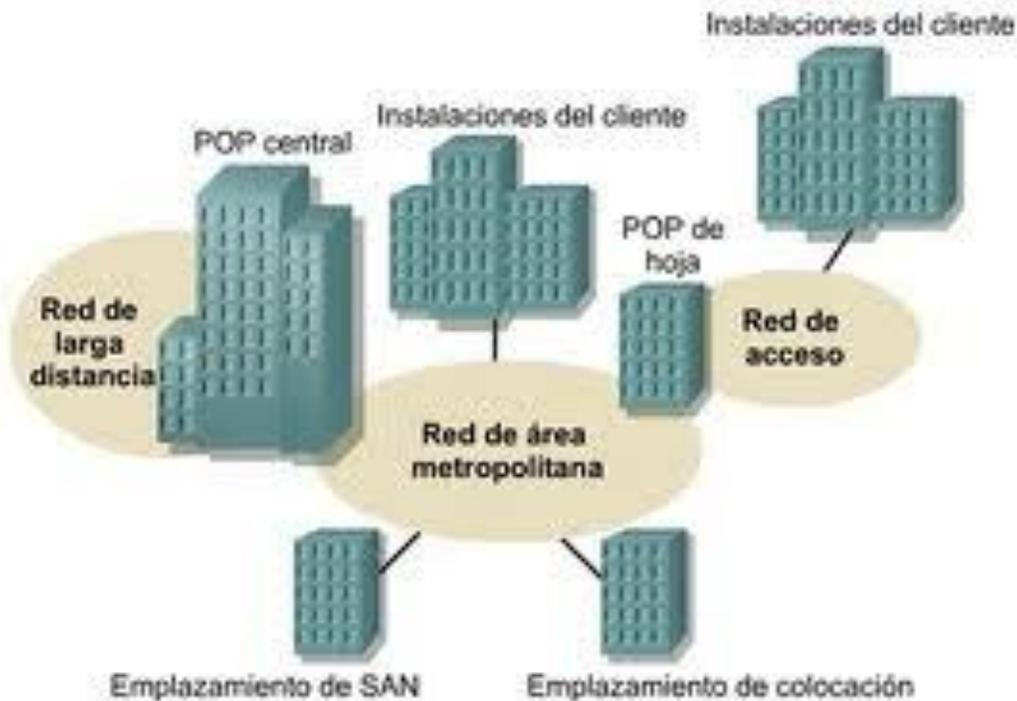
**Figura 5.2.2 Representación de una LAN**

### 5.2.2 Redes MAN

Una red MAN generalmente abarca una ciudad completa. El ejemplo más conocido de una red MAN es el sistema de televisión por cable disponible en muchas ciudades.

En un principio, eran sistemas diseñados de manera local y con fines específicos. Posteriormente las compañías obtuvieron las autorizaciones y contratos para cablear toda una ciudad.

A partir de la implementación y crecimiento de internet, los operadores de la red de TV por cable, con algunas modificaciones en sus sistemas, lograron ofrecer también el servicio de internet, con lo que el sistema de TV por cable empezaba a transformarse y quedaba configurada como una red de área metropolitana. Figura 5.2.3.



**Figura 5.2.3 Representación de una MAN**

### 5.2.3 Redes WAN

Una red de área amplia abarca, como su nombre lo dice, una gran área geográfica, con frecuencia un país o un continente. Contiene un conjunto de equipos diseñado para programas de usuario, conocidos como hosts. Los hosts se encuentran conectados por una subred. Los clientes son quienes poseen a los

hosts, mientras que por lo general, las compañías telefónicas o los proveedores de los servicios de internet poseen y operan la subred. La función de una subred es permitir el intercambio de información entre hosts.

En la mayoría de las redes de área amplia la subred consta de dos componentes distintos: líneas de transmisión y elementos de conmutación. Las líneas de transmisión, como se ha comentado a lo largo de este trabajo, pueden estar compuestas por diferentes medios de transmisión, como pueden ser cables de cobre, fibras ópticas o radioenlaces. Los elementos de conmutación son computadoras especializadas que conectan tres o más líneas de transmisión. Cuando los datos llegan a través de una línea de entrada, el elemento de conmutación debe elegir una línea de salida por la cual serán retransmitidos dichos datos. Estas computadoras de conmutación se conocen como conmutadores o enrutadores.

En la mayoría de las WANs, la red contiene numerosas líneas de transmisión, cada una de las cuales conecta un par de enrutadores. Si dos enrutadores que no comparten la misma línea de transmisión quieren conectarse, deberán hacerlo de manera indirecta, a través de otros enrutadores. Cuando un paquete de datos es enviado desde un enrutador a otro a través de uno o más enrutadores intermedios, el paquete se recibe completo en cada uno de los enrutadores, se almacena ahí hasta que la línea de salida requerida este libre y por último se reenvía. Una subred que opera utilizando este principio se conoce como subred de almacenamiento y reenvío (store and forward) o de conmutación de paquetes. Casi todas las redes de área amplia tienen subredes de almacenamiento y reenvío. Cuando los paquetes son pequeños y tienen el mismo tamaño, se les llama celdas.

Cuando un proceso de cualquier host tiene un mensaje que se va a enviar a un proceso de algún otro host, el host emisor divide primero el mensaje en paquetes, los cuales tienen un número de secuencia. Estos paquetes se envían por la red de

uno en uno en una rápida sucesión. Los paquetes se transportan de manera individual a través de la red y se depositan en el host receptor, donde se reensamblan en el mensaje original y se entregan al proceso receptor.

Generalmente, las decisiones de enrutamiento se hacen de manera local utilizando un algoritmo de enrutamiento de datos. Figura 5.2.4.



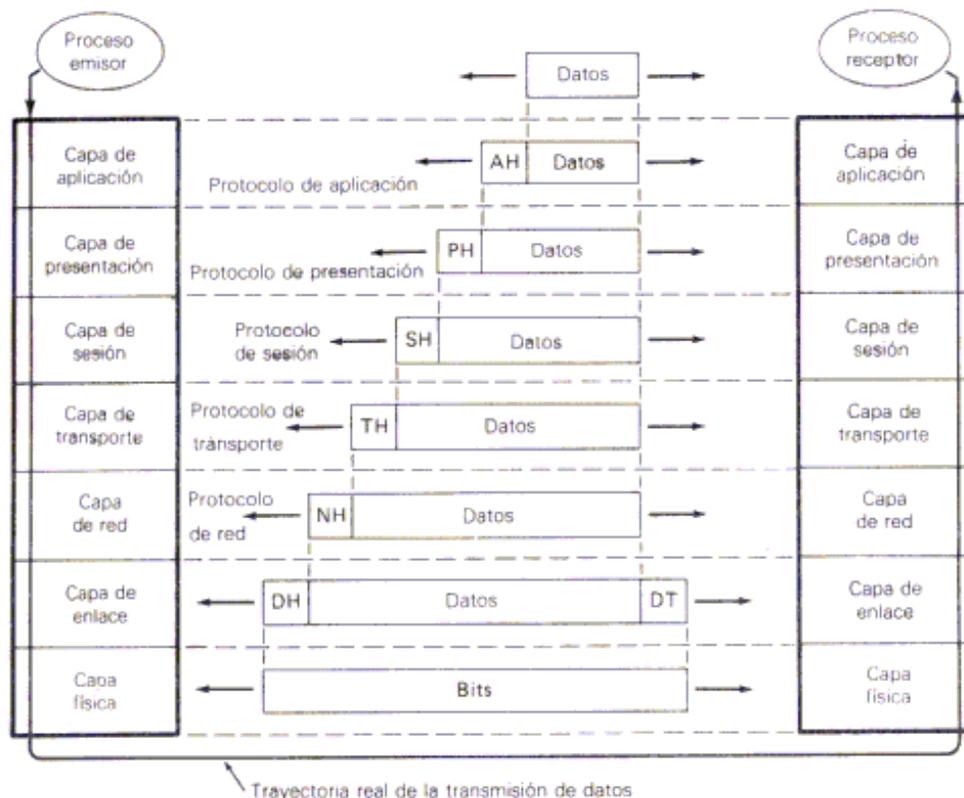
**Figura 5.2.4 Representación de una WAN**

### **5.3. El Modelo OSI**

El Modelo de Referencia OSI, Sistema Abierto de Interconexión (Open System Interconnection) fue definido por ISO en 1984 con el fin de establecer un esquema que diera a los fabricantes un conjunto de estándares que aseguraran la compatibilidad e interoperabilidad entre tecnologías de red producidas por diferentes proveedores en el mundo.

El modelo OSI es un modelo de siete capas que define que funciones deben realizarse en cada una y los servicios que prestan a la capa superior y los servicios que le presta la capa inferior. Con base en lo anterior para la comunicación entre dos sistemas, la capa superior del sistema emisor se

comunica con la capa más alta del sistema receptor, pero esta comunicación se realiza vía las capas inferiores de cada sistema.



**Figura 5.3.1 Representación del modelo OSI**

### 5.3.1 Capa Física

La capa física define las especificaciones eléctricas, mecánicas, procedimentales y funcionales para activar, mantener y desactivar la conexión física entre dos sistemas. Características tales como niveles de voltaje, retardos en cambios de voltaje, tasa de transmisión de datos físicos, distancias máximas de transmisión, conectores físicos y demás atributos similares son definidos en esta capa.

### 5.3.2 Capa Enlace de Datos

La capa de enlace de datos define como los datos son formateados para su transmisión y como es controlado el acceso al medio físico, esta capa normalmente realiza funciones de detección y corrección de errores de manera que garantice confiabilidad de los datos, en esta capa se realiza el

empaquetamiento de los bit de capa física en grupos de bit denominados tramas (frame en inglés).

### **5.3.3 Capa de Red**

La capa de red provee de conectividad y selección de trayectorias entre dos sistemas que pueden estar geográficamente localizados en redes separadas. El crecimiento de la Internet ha llevado a su vez a un mayor número de usuarios accediendo a información en sitios alrededor del mundo, es la capa de red la que maneja esta conectividad. De esta manera es la capa responsable del direccionamiento y del control de datos por la red a través del establecimiento, mantenimiento y terminación de conexiones, esto incluye conmutación de paquetes, enrutamiento, congestión de datos y traducción de las direcciones lógicas en direcciones físicas (MAC).

### **5.3.4 Capa de Transporte**

La capa de transporte es responsable de la transferencia confiable de datos entre dos puntos, a través de la recuperación de errores y control de flujo de datos, manejo de paquetes, empaquetado de mensajes, división de mensajes en pequeños paquetes (denominados segmentos) y manejo de errores.

### **5.3.5 Capa de Sesión**

La capa de sesión establece, maneja y termina sesiones entre dos equipos de comunicaciones. Esta capa también sincroniza el dialogo entre los dos equipos y maneja el intercambio de datos. Adicionalmente para administración de sesiones esta capa ofrece un manejo eficiente de transferencia de datos, clases de servicios (CoS) y reporta a las capas superiores problemas existentes.

### **5.3.6 Capa de Presentación**

La capa de presentación es responsable de asegurar que la información enviada a la capa de aplicación de un sistema tiene el formato que permita ser interpretada por la capa de aplicación del otro sistema.

### 5.3.7 Capa de Aplicación

Finalmente la capa de aplicación es la más cercana al usuario, está provee servicios de red a las aplicaciones del usuario tales como correo electrónico, transferencia de archivos y emulación de terminal.

### 5.4 Componentes de una red

Una red de computadoras consta tanto de hardware como de software. En el hardware se incluyen: estaciones de trabajo, servidores, tarjeta de interfaz de red, cableado y equipo de conectividad. En el software se encuentra el sistema operativo de red (Network Operating System, NOS) como puede ser Windows 95, 98, ME, 2000, XP, 7, 8, etc.

A continuación se listan los componentes:

- a) **Estaciones de Trabajo.** Cada computadora conectada a la red conserva la capacidad de funcionar de manera independiente, realizando sus propios procesos. Asimismo, las computadoras se convierten en estaciones de trabajo en red, con acceso a la información y recursos contenidos en el servidor de archivos de la misma.
  
- b) **Servidor.** Son aquellas computadoras capaces de compartir sus recursos con otras. Los recursos compartidos pueden incluir impresoras, unidades de disco, CD-ROM, directorios en disco duro e incluso archivos individuales. Los tipos de servidores obtienen el nombre dependiendo del recurso que comparten. Algunos de ellos son: servidor de discos, servidor de archivos, servidor de archivos distribuido, servidores de archivos dedicados y no dedicados, servidor de terminales, servidor de impresoras, servidor de discos compactos, servidor web y servidor de correo.
  
- c) **Tarjetas o Placas de Interfaz de Red.** Para comunicarse con el resto de la red, cada computadora debe tener instalada una tarjeta de interfaz de red

(Network Interface Card, NIC). Se les llama también adaptadores de red o tarjetas de red. En la mayoría de los casos, la tarjeta se adapta en la ranura de expansión de la computadora, aunque algunas son unidades externas que se conectan a ésta a través de un puerto serial o paralelo. La tarjeta de interfaz obtiene la información de la PC, la convierte al formato adecuado y la envía a través del cable a otra tarjeta de interfaz de la red local. Esta tarjeta recibe la información, la traduce para que la PC pueda entender y la envía a la PC. Figura 5.4.1.



**Figura 5.4.1. Tarjeta de red**

Estos pasos hacen que los datos de la memoria de una computadora pasen a la memoria de otra.

Toda computadora que se conecta a una red necesita de una tarjeta de interfaz de red que soporte un esquema de red específico, como Ethernet, ArcNet o Token Ring. El cable de red se conectará a la parte trasera de la tarjeta. El papel de una tarjeta adaptadora de red es actuar como interfaz física o de conexión entre el computador y el cable de red.

Las funciones de la tarjeta de red son:

- **Preparar datos desde el computador para el cable de red.** Antes de que los datos puedan ser enviados para la red, la tarjeta adapta la

señal para que pueda viajar. El camino por el que viajan los datos en el computador es el bus. Los primeros buses de 8 bits fueron de IBM, IBM PC/AT usó bus de 16 bits, algunos computadores usan buses de 32 bits. En el bus los bits viajan en paralelo, mientras que en el cable de red viajan en serie. La tarjeta adaptadora de red toma los datos que viajan en paralelo, los agrupa y envía en serie por el cable de red, traduce las señales digitales del computador en señales ópticas y eléctricas para que puedan viajar por el cable.

- **Direcciones de red.** La tarjeta de red indica la localización o la dirección del resto de la red para distinguir todas las otras tarjetas. Las direcciones en la red son determinadas por la IEEE. Cada tarjeta tiene una dirección única quemada. En las tarjetas que utilizan DMA(Acceso Directo a Memoria) el computador asigna algo del espacio de la memoria para la tarjeta, solicita datos al computador, en el bus mueve datos de la memoria a la tarjeta, almacena en RAM mientras transmite o recibe cuando los datos viajan más rápido de lo que puede manejar.
- **Enviar y controlar datos.** La tarjeta transmisora y la receptora se ponen de acuerdo antes de enviar los datos en:
  - ✓ Tamaño máximo del grupo de datos a enviar.
  - ✓ Cantidad de datos que se envían antes de la transmisión (Confirmación).
  - ✓ Intervalo de tiempo entre cada trozo de datos enviado.
  - ✓ Tiempo de espera antes que la confirmación sea enviada.
  - ✓ Cantidad de datos que cada tarjeta puede retener antes de un sobre flujo.
  - ✓ Velocidad de la transmisión.
- **Las tarjetas necesitan igual velocidad para transmitir.** Algunas tarjetas tienen circuitos que permiten que se ajusten a la velocidad de otras tarjetas más lentas. Cuando todos los detalles de la

comunicación han sido determinados, las dos tarjetas comienzan a transmitir y recibir datos.

- **Controlar el flujo de datos entre los computadores y el sistema de cableado.** Recibir los datos entrantes del cable y traducir en bytes para que la CPU las pueda entender. Contiene hardware y firmware programado que implementa el control lógico de enlace (Logical Link Control) y las funciones de control de acceso al medio (Media Access Control).

**d) Sistema de Cableado.** El sistema de la red está constituido por el cable utilizado para conectar entre si el servidor y las estaciones de trabajo.

**e) Equipos de conectividad.** Por lo general, para redes pequeñas, la longitud del cable no es limitante para su desempeño; pero si la red crece, tal vez llegue a necesitarse una mayor extensión de la longitud de cable o exceder la cantidad de nodos especificada. Existen varios dispositivos que extienden la longitud de la red, donde cada uno tiene un propósito específico. Sin embargo, muchos dispositivos incorporan las características de otro tipo de dispositivo para aumentar la flexibilidad y el valor.

- **Hub (concentrador).** Los "Hub" o concentradores son simples dispositivos repetidores destinados a interconectar grupos de usuarios. Este dispositivo reenvía los paquetes de datos que recibe desde una estación de trabajo a los restantes puertos del dispositivo. Por lo tanto, todos los usuarios conectados al "Hub" están en el mismo segmento de colisión compartiendo el ancho de banda disponible. Es por eso que conectar más estaciones de trabajo al mismo segmento provoca una disminución de la performance o rendimiento de la red e inclusive puede colapsar en los horarios de mayor demanda.

Los Hubs son un punto central de conexión para nodos de red que están dispuestos de acuerdo a una topología física de estrella. Son dispositivos

que se encuentran físicamente separados de cualquier nodo de la red, aunque algunos Hubs se enchufan aun puerto de expansión en un nodo de red. El hub tiene varios puertos a los que se conecta el cable de otros nodos de red. Pueden conectarse varios Hubs para permitir la conexión de nodos adicionales.

Un hub pertenece a la capa física, se puede considerar como una forma de interconectar unos cables con otros. Un hub o concentrador es el punto central desde el cual parten los cables de par trenzado hasta las distintos puestos de la red, siguiendo una topología de estrella. Se caracterizan por el número de puertos y las velocidades que soportan. Figura 5.4.2.



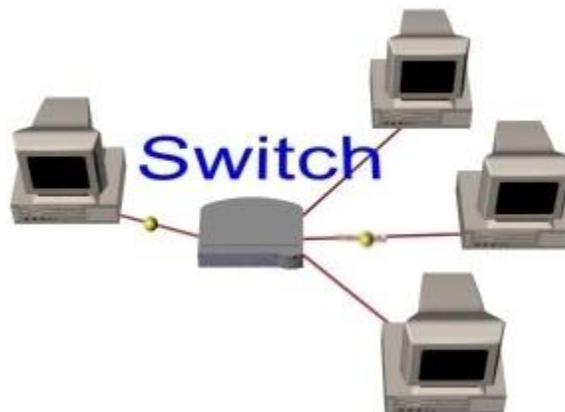
**Figura 5.4.2. Hub**

- **Switch (conmutador).** Son dispositivos más eficientes que los "Hubs" al efectuar una manipulación inteligente de los paquetes de datos lo que se traduce en un mayor ancho de banda disponible. Un switch es un hub mejorado, tiene las mismas posibilidades de interconexión que un hub, sin embargo se comporta de un modo más eficiente reduciendo el tráfico en las redes y el número de colisiones.

Un switch no difunde las tramas Ethernet por todos los puertos, sino que las retransmite sólo por los puertos necesarios. Algunas de sus características son las siguientes:

- Cada puerto tiene un buffer o memoria intermedia para almacenar tramas Ethernet.
- Puede trabajar con velocidades distintas en sus ramas (autosensing): unas ramas pueden ir a 10 Mbps y otras a 100 Mbps.
- Suelen contener 3 diodos luminosos para cada puerto: uno indica si hay señal (link), otro la velocidad de la rama (si está encendido es 100 Mbps, apagado es 10 Mbps) y el último se enciende si se ha producido una colisión en esa rama.

Un conmutador reduce la cantidad de tráfico innecesario porque la información recibida en un puerto se envía solamente al dispositivo que tiene la dirección de destino correcta. Figura 5.4.3.



**Figura 5.4.3. Switch**

- **Repetidor.** Un repetidor es un dispositivo que permite extender la longitud de la red; amplifica y retransmite la señal de red. Los repetidores multipuertos permiten conectar más de dos segmentos de cable de red. Es importante no olvidar que aunque el repetidor multipuertos permite crear una topología física de estrella basada en varias topologías físicas de bus, el propósito principal de un repetidor es extender la longitud máxima permitida del cable de la red.

- **Puente.** Un puente es un dispositivo que conecta dos LAN separadas para crear lo que aparenta ser una sola LAN. Los puentes revisan la dirección asociada con cada paquete de información. Luego si la dirección es correspondiente a un nodo del segmento de red actual, no pasara el paquete a otro lado. La función del puente es transmitir la información enviada por un nodo de una red al destino pretendido en la otra red. Opera en la capa de acceso al medio (capa 2). Los puentes también se emplean para reducir la cantidad de tráfico en un segmento de red. Mediante la división de un solo segmento de red en dos segmentos y conectándolos por medio de un puente se reduce el trafico general de la red. El puente mantendrá aislada la actividad de la red en cada segmento a menos de que el nodo de un segmento envíe información al nodo de otro segmento en cuyo caso el puente pasaría la información. Pueden ser programados para que sepan que direcciones se encuentran de qué lado del puente o pueden identificarlo simplemente observando los paquetes y viendo de donde vienen y a donde van.
- **Router (encaminador).** El router (enrutador o encaminador) es un dispositivo hardware o software de interconexión de redes de computadoras que opera en capas. Este dispositivo interconecta segmentos de red o redes enteras. Hace pasar paquetes de datos entre redes tomando como base la información de la capa de red. El router toma decisiones lógicas con respecto a la mejor ruta para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirige los paquetes hacia el segmento y el puerto de salida adecuados. Sus decisiones se basan en diversos parámetros. Una de las más importantes es decidir la dirección de la red hacia la que va destinado el paquete (En el caso del protocolo IP esta sería la dirección IP).

Otras decisiones son la carga de tráfico de red en los distintos interfaces de red del router y establecer la velocidad de cada uno de ellos, dependiendo del protocolo que se utilice.

Los protocolos de enrutamiento son aquellos protocolos que utilizan los routers o enrutadores para comunicarse entre sí y compartir información que les permita tomar la decisión de cuál es la ruta más adecuada en cada momento para enviar un paquete.

Los enrutadores son similares a los puentes, sólo que operan a un nivel diferente. Requieren por lo general que cada red tenga el mismo sistema operativo de red. Con un sistema operativo de red común el ruteador puede ejecutar funciones más avanzadas de las que podría permitir un puente, como conectar redes basadas en topologías lógicas completamente diferentes como Ethernet y token ring. También determinan la ruta más eficiente para el envío de datos en casos de haber más de una ruta.

También sirve para enviar paquetes a través de rutas distintas cuando se conectan varias redes. Esto significa que los enrutadores pueden enviarse por la ruta más rápida, más barata, más confiable etc. dependiendo del criterio que resulte más importante. Existen dos clases: Los estáticos: difíciles de mantener, ya que el administrador de red tiene que proporcionarles información sobre como seleccionar rutas para los paquetes. Los dinámicos: Mucho más inteligentes que los estáticos. Observan todas sus interfaces y construyen tablas que identifican las rutas óptimas. Si una ruta falla y hay una conexión alterna disponible, un ruteador dinámico puede asegurar que el sistema de inter redes soporte las fallas. Sin embargo un ruteador básico solo conecta redes cuyos protocolos pueda entender. Un ruteador está diseñado de manera que si no puede canalizar los paquetes actúa como puente.

Un router pertenece a la capa de red. Trabaja con direcciones IP. Se utiliza para interconectar redes y requiere una configuración. Podemos averiguar los routers que atraviesan nuestros datagramas IP mediante el comando Tracert.

- **Gateway (compuerta).** Una compuerta permite que los nodos de una red se comuniquen con tipos diferentes de red o con otros dispositivos. Este tipo de compuertas también permiten que se compartan impresoras entre las dos redes. Una vez que se pasa a funciones tales como encontrar datos en un registro, o archivo, es necesario construir toda clase de controles, verificaciones y protocolos para establecer, verificar, mantener y usar los servicios. Aquí es donde se hace necesario un método para traducir una manera de solicitar y usar servicios de otra. Las compuertas cubren este papel de traducción. Se colocan entre dos sistemas y convierten las solicitudes del emisor a un formato que puede ser entendido por el receptor.
- **Modem ADSL.** ADSL son las siglas de Asymmetric Digital Subscriber Line ("Línea de Abonado Digital Asimétrica"). ADSL es un tipo de línea DSL. Consiste en una línea digital de alta velocidad, apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando el alcance no supere los 5,5 km. medidos desde la Central Telefónica.

Es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha, lo que implica capacidad para transmitir más datos, lo que, a su vez, se traduce en mayor velocidad. Esto se consigue mediante la utilización de una banda de frecuencias más alta que la utilizada en las conversaciones telefónicas convencionales (300-3.800 Hz) por lo que, para disponer de ADSL, es necesaria la instalación de un filtro (llamado splitter o discriminador) que se encarga de separar la señal telefónica convencional de la que será usada para la conexión mediante ADSL.

Esta tecnología se denomina asimétrica debido a que la velocidad de descarga (desde la Red hasta el usuario) y de subida de datos (en sentido inverso) no coinciden. Normalmente, la velocidad de descarga es mayor que la de subida.

En una línea ADSL se establecen tres canales de comunicación, que son el de envío de datos, el de recepción de datos y el de servicio telefónico normal. (Splitter para línea ADSL).

En otras palabras, ADSL es la tecnología que algunas compañías telefónicas usan para darnos servicio de internet mediante el mismo cable telefónico, entonces por el mismo cable pueden transmitir voz y datos, diferenciándose según la frecuencia (pulsaciones por segundo) a la que son mandados. El splitter tiene como función separar lo que es voz y lo que son datos y mandarlos a su respectivo aparato (teléfono si es voz, y computadora si son datos).

**f) Sistema operativo de red.** Después de cumplir todos los requerimientos de hardware para instalar una LAN, se necesita instalar un sistema operativo de red (Network Operating System, NOS), que administre y coordine todas las operaciones de dicha red. Los sistemas operativos de red tienen una gran variedad de formas y tamaños, debido a que cada organización que los emplea tiene diferentes necesidades. Algunos sistemas operativos se comportan excelentemente en redes pequeñas, así como otros se especializan en conectar muchas redes pequeñas en áreas bastante amplias.

Los servicios que el sistema operativo de red realiza son:

- **Soporte para archivos.** Esto es; crear, compartir, almacenar y recuperar archivos, actividades esenciales en que el sistema operativo de red se especializa proporcionando un método rápido y seguro.
- **Comunicaciones.** Se refiere a todo lo que se envía a través del cable. La comunicación se realiza cuando por ejemplo, alguien entra a la red, copia un archivo, envía correo electrónico, o imprime.

- **Servicios para el soporte de equipo.** Aquí se incluyen todos los servicios especiales como impresiones, respaldos en cinta, detección de virus en la red, etc.

## 5.5 Topología de una red

Se llama topología de una red al patrón de conexión entre sus nodos, es decir, a la forma en que están interconectados los distintos nodos que la forman. Los criterios a la hora de elegir una topología, en general, buscan los caminos más simples entre nodos, dejando en segundo plano factores como la renta mínima, el coste mínimo, etc. Otro criterio determinante es la tolerancia a fallos o facilidad de localización de éstos. También tenemos que tener en cuenta la facilidad de instalación y reconfiguración de la Red.

La topología de red la determina únicamente la configuración de las conexiones entre nodos. La distancia entre los nodos, las interconexiones físicas, las tasas de transmisión y los tipos de señales no pertenecen a la topología de la red, aunque pueden verse afectados por la misma. Figura 5.5.1.

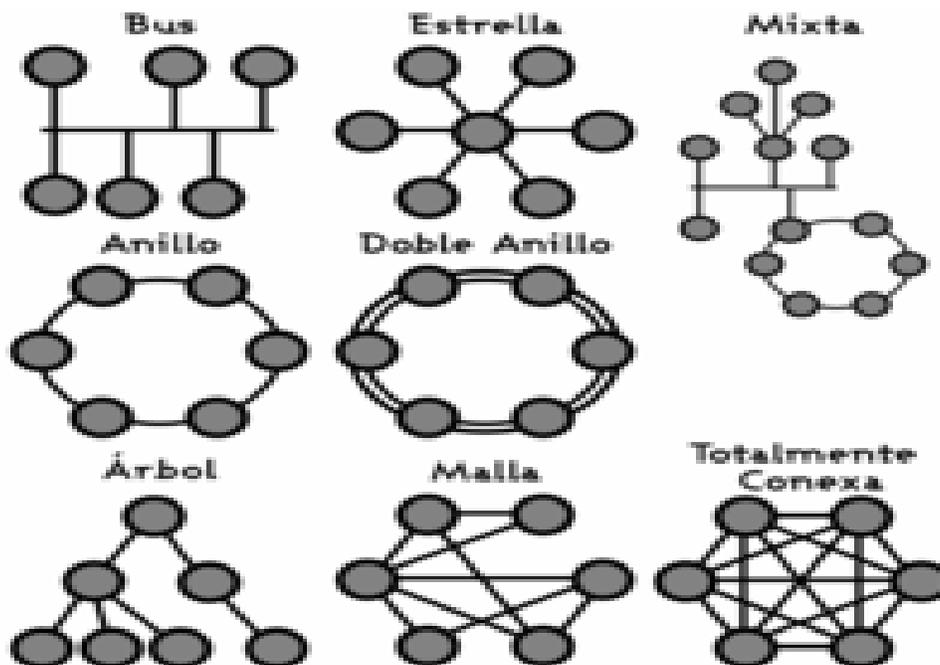


Figura 5.5.1 Diferentes Topologías de una red

## **5.6 Topología de anillo**

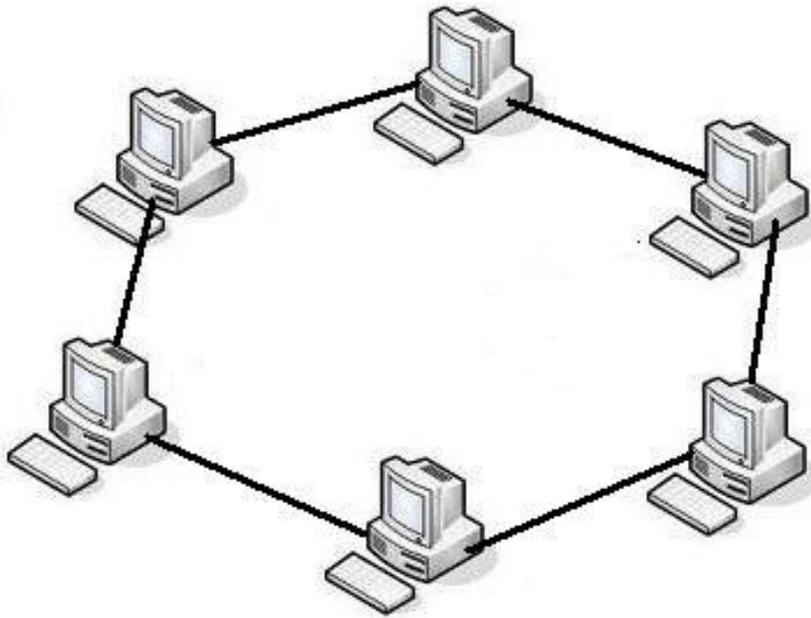
La topología de anillo se compone de un solo anillo formado por computadoras y cables. El anillo, como su propio nombre indica, consiste en conectar linealmente entre sí todos los ordenadores, en un bucle cerrado. La información se transfiere en un solo sentido a través del anillo, mediante un paquete especial de datos, llamado testigo, que se transmite de un nodo a otro, hasta alcanzar el nodo destino.

El cableado de la red en anillo es el más complejo, debido por una parte al mayor coste del cable, así como a la necesidad de emplear unos dispositivos denominados Unidades de Acceso Multiestación (MAU) para implementar físicamente el anillo.

A la hora de tratar con fallos y averías, la red en anillo presenta la ventaja de poder derivar partes de la red mediante los MAU's, aislando dichas partes defectuosas del resto de la red mientras se determina el problema. Un fallo, pues, en una parte del cableado de una red en anillo, no debe detener toda la red. La adición de nuevas estaciones no supone una complicación excesiva, puesto que una vez más los MAU's aíslan las partes a añadir hasta que se hallan listas, no siendo necesario detener toda la red para añadir nuevas estaciones.

La topología de anillo mueve información sobre el cable en una dirección y es considerada como una topología activa. Las computadoras en la red retransmiten toda la información que reciben y la envían a la siguiente computadora en la red. El acceso al medio de la red es otorgado a una computadora en particular en la red por un "token". El token circula alrededor del anillo y cuando una computadora desea enviar datos, espera al token y posiciona de él. La computadora entonces envía los datos sobre el cable, a la computadora destino y esta envía un mensaje de vuelta diciendo que los datos se recibieron correctamente. La computadora que transmitió los datos, crea un nuevo token y los envía a la siguiente computadora, empezando el ritual de paso de token o estafeta (token passing) nuevamente.

Cada computadora tiende a estar unida de una forma única. Cuando algún mensaje es enviado, este viaja a través de computadora en computadora. Cada una de ellas examina la dirección de destino. Si el mensaje no está direccionado a ella, reenvía el mensaje a la próxima computadora, y así hasta que el mensaje encuentre la computadora destino. Figura 5.6.1.



**Figura 5.6.1 Topología de anillo**

### 5.6.1 Ventajas de la topología de anillo

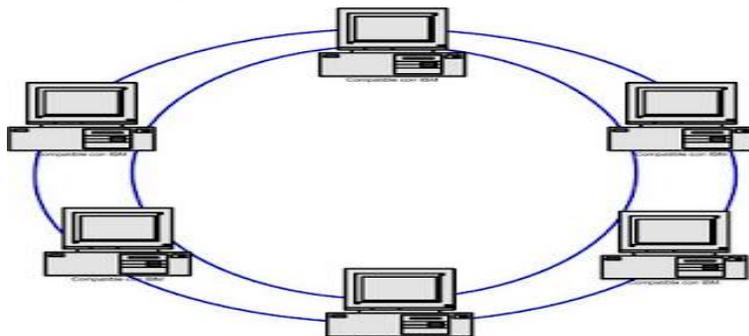
- La principal ventaja de la red de anillo es que se trata de una arquitectura muy sólida, que pocas veces entra en conflictos con usuarios.
- La mayor ventaja que posee es el costo, pues para crearla, basta con que los equipos cuenten con tarjetas de red y con que exista un cable coaxial que una un punto con otro.
- Si se poseen pocas estaciones puede obtenerse un rendimiento óptimo.
- El sistema provee un acceso equitativo para todas las computadoras.
- Esta topología usa menos cable que la topología de estrella.
- Se puede operar a grandes velocidades, y los mecanismos para evitar colisiones son sencillos.

### 5.6.2 Desventajas de la topología de anillo

- La ruptura de algún cable o fallo de un nodo altera el funcionamiento de toda la red, al igual que las distorsiones afectan a toda la red.
- La topología de anillo utiliza más cable que la topología en bus pero menos que la topología en estrella.
- En algunos tipos de topología de anillo es necesario bajar todo el sistema para agregar nodos.
- Si se posee gran cantidad de estaciones el rendimiento decaerá.
- En algunos casos para conectar una máquina al sistema es necesario desconectarlo de varias máquinas.
- Posee una mayor lentitud en la transmisión de la señal, debido a que la información es repartida por todo el anillo.

### 5.6.3 Topología de doble anillo

Una topología en anillo doble como su nombre lo indica en vez de solo tener un anillo tiene dos anillos concéntricos para transmitir la información, donde cada host de la red está conectado a ambos anillos, aunque los dos anillos no están conectados directamente entre sí. Es análoga a la topología de anillo, con la diferencia de que, para incrementar la confiabilidad y flexibilidad de la red, hay un segundo anillo redundante que conecta los mismos dispositivos. La topología de anillo doble es que cada anillo trabaja por sí mismo (es decir, actúa de forma independiente), para que si uno de los dos sufre algún tipo de daño el otro siga trabajando y cumpla su función de transmitir la información sin verse afectado por la falta de el otro anillo. Figura 5.6.3.1.



**Figura 5.6.3.1 Topología de doble anillo**

FDDI es una tecnología similar a Token Ring, pero utiliza luz en lugar de electricidad para transmitir datos. Utiliza el anillo dual.

La tecnología de LAN FDDI (interfaz de datos distribuida por fibra) es una tecnología de acceso a redes a través de fibra óptica. De hecho son dos anillos: el anillo primario y el anillo secundario que permite capturar los errores del primero. La FDDI es una red en anillo que posee detección y corrección de errores.

El tráfico de cada anillo viaja en direcciones opuestas. Físicamente los anillos están compuestos por dos o más conexiones punto a punto entre estaciones adyacentes. Los dos anillos de la FDDI se conocen como primario y secundario. Figura 5.6.3.2.

- Primario: se usa para la transmisión de datos.
- Secundario: se usa para respaldar.



**Figura 5.6.3.2 Interfaz de datos distribuidos por fibra (FDDI)**

La norma establece un límite de 2km entre estaciones y una distancia máxima total de 100km.

#### **5.6.4 Ventajas y desventajas de la topología de doble anillo**

- Es la de redundancia porque si falla el primer anillo queda el segundo.
- Incrementa la confiabilidad y la flexibilidad de la red.

- La desventaja muy común que tiene la topología de doble anillo es el costo ya que se duplica la infraestructura necesaria.

### 5.7 Topología de estrella

La topología de estrella es una de las topologías más populares de una LAN (Local Área Network). Se conecta cada computadora a un HUB central. El HUB puede ser Activo, Pasivo o Inteligente. Un HUB activo es solo un punto de conexión y no requiere energía eléctrica. Un HUB activo (el más común) es actualmente un repetidor con múltiples puertos; impulsa la señal antes de pasarla a la siguiente computadora. Un HUB Inteligente es un HUB Activo pero con capacidad de diagnóstico, puede detectar errores y corregirlos.

Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador (router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub) siguen esta topología. El nodo central en estas sería el enrutador, el conmutador o el concentrador, por el que pasan todos los paquetes.

Dado su transmisión, una red en estrella activa tiene un nodo central *activo* que normalmente tiene los medios para prevenir problemas relacionados con el eco.

Figura 5.7.1

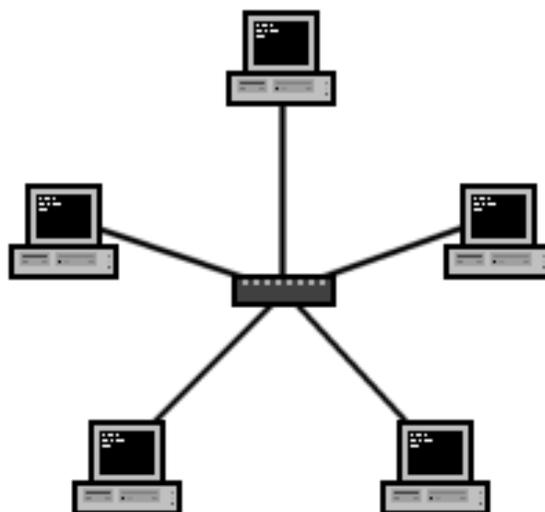


Figura 5.7.1 Topología de estrella

Para aumentar el número de estaciones, o nodos, de la red en estrella no es necesario interrumpir, ni siquiera parcialmente la actividad de la red, realizándose la operación casi inmediatamente.

A diferencia de la topología en malla, la topología en estrella no permite el tráfico directo de dispositivos. El controlador actúa como un intercambiador: si un dispositivo quiere enviar datos a otro, envían los datos al controlador, que los retransmite al dispositivo final.

Una topología en estrella es más barata que una topología en malla. En una red de estrella, cada dispositivo necesita solamente un enlace y un puerto de entrada/salida para conectarse a cualquier número de dispositivos.

Este factor hace que también sea más fácil de instalar y reconfigurar. Además, es necesario instalar menos cables, y la conexión, desconexión y traslado de dispositivos afecta solamente a una conexión: la que existe entre el dispositivo y el concentrador.

#### **5.7.1 Ventajas de la topología de estrella**

- A comparación de las topologías Bus y Anillo, si una computadora se daña el cable se rompe, las otras computadoras conectadas a la red siguen funcionando.
- Agregar una computadora a la red es muy fácil ya que lo único que hay que hacer es conectarla al HUB o SWITCH.
- Tiene una mejor organización ya que al HUB o SWITCH se lo puede colocar en el centro de un lugar físico y a ese dispositivo conectar todas las computadoras deseadas.

#### **5.7.2 Desventajas de la topología de estrella**

- No es tan económica a comparación de la topología Bus o Anillo porque es necesario más cable para realizar el conexionado.

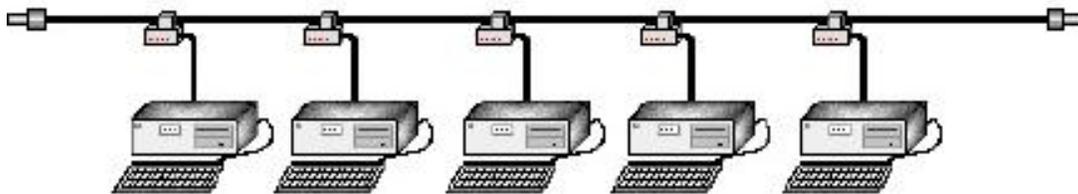
- Si el HUB o SWITCH deja de funcionar, ninguna de las computadoras tendrá conexión a la red.
- El número de computadoras conectadas a la red depende de las limitaciones del HUB o SWITCH.

## 5.8 Topología de bus

Red cuya topología se caracteriza por tener un único canal de comunicación denominado bus, troncal o backbone, al cual se conectan los diferentes dispositivos.

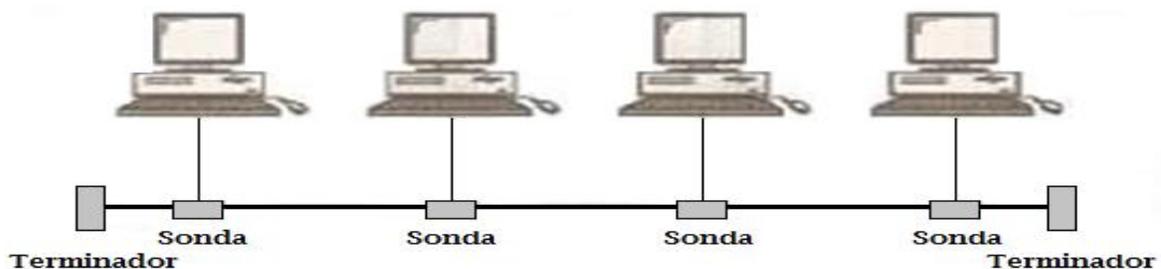
De esta manera todos los dispositivos comparten el mismo canal para comunicarse entre sí.

Una topología de bus es multipunto. Un cable largo actúa como una red troncal que conecta todos los dispositivos en la red. Figura 5.8.1.



**Figura 5.8.1 Topología de bus**

Los nodos se conectan al bus mediante cables de conexión y sondas. Un cable de conexión que va desde el dispositivo hasta el cable principal. Una sonda es un conector que, o bien se conecta al cable principal, o se pincha en el cable para crear un contacto en núcleo metálico. Figura 5.8.2.



**Figura 5.8.2 Diagrama de conexión topología de bus**

El bus es pasivo, no se produce regeneración de las señales en cada nodo. Los nodos en una red de "bus" transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

### **5.8.1 Ventajas de la topología de bus**

- Facilidad de complementación y crecimiento.
- Simplicidad en la arquitectura.
- Sencillez en la instalación.
- El cable troncal puede tenderse por el camino más eficiente y, después, los nodos se pueden conectar al mismo mediante líneas de conexión de longitud variable. De esta forma se puede conseguir que un bus use menos cable que una malla, una estrella o una de árbol.

### **5.8.2 Desventajas de la topología de bus**

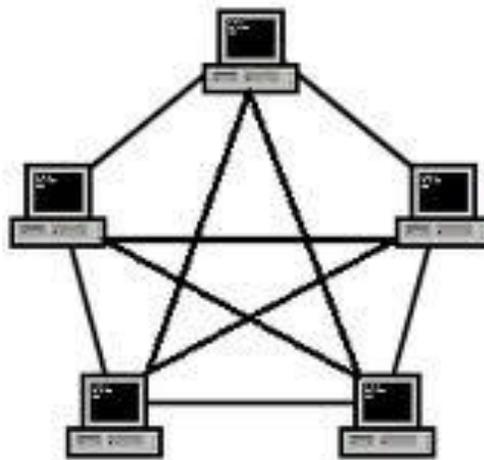
- Longitudes de canal limitados.
- Un problema en el canal usualmente degrada toda la red.
- El desempeño disminuye a medida que la red crece.
- El canal se requiere ser correctamente cerrado (camino cerrado).
- Altas pérdidas de transmisión en debido a colisiones entre mensajes.
- Es una red que ocupa mucho espacio.

### **5.9 Topología de red en malla**

Es una topología configurada de tal manera que cada nodo está conectado al resto de los nodos de la red. De esta forma es posible llevar la información de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red con esta topología se encuentra completamente conectada, no podrá existir absolutamente ningún tipo de interrupción en las comunicaciones ya que cada servidor tiene sus propias conexiones con los demás servidores.

Esta topología, a diferencia de otras como la topología en árbol o la topología en estrella, no requiere de un servidor o nodo central, con lo que se reduce la necesidad de mantenimiento, además de que una falla en un nodo determinado, no implica la caída de toda la red. Las redes de este tipo son autorroteables, de manera que cuando se presenta una falla en alguno de los nodos, se evita el paso por el nodo fallado y se continúan las comunicaciones utilizando alguna de las rutas en servicio, lo cual se traduce en un alto grado de confiabilidad.

Aunque una red con topología de malla ofrece una redundancia y fiabilidad superiores y la solución de problemas generalmente es más sencilla, su instalación resulta cara, ya que se utiliza mucho cableado. Por ello, su aplicación puede cobrar mayor importancia en un sistema de comunicaciones inalámbrico o bien en combinación con otras topologías para formar una topología híbrida. Figura 5.9.1.



**Figura 5.9.1 Topología de red en malla**

### **5.9.1 Ventajas de la topología de red en malla**

Podrían mencionarse como ventajas para esta topología las siguientes:

- Ofrece fiabilidad y seguridad. Esto se debe a que la información enviada solo será vista por el destinatario correspondiente.

- Utilización de canales dedicados. La información solo será enviada a los hosts que se encuentran conectados, eliminando los problemas que pueden presentarse cuando la información es enviada a muchos dispositivos.
- Gran tolerancia a fallas. Dado que los hosts están enlazados de manera física, se crea una redundancia que permite que la información llegue a su destino aun si en alguno de los enlaces se ha producido una falla.
- Fácil detección de problemas. Los enlaces punto a punto facilitan la detección de fallas y los aíslan.
- Mayor velocidad. Esto se debe a que no se comparten los enlaces.
- Si un nodo desaparece o falla no tiene afectación sobre las comunicaciones de los demás nodos.

### **5.9.2 Desventajas de la topología de red en malla**

Podrían mencionarse las siguientes desventajas para esta topología:

- El costo de la red se incrementa si se trata de una red alámbrica debido a que utilizan mayor cantidad de cableado.
- La cantidad necesaria de cables puede ser mayor que el espacio disponible para acomodarlos.
- La instalación puede ser más compleja por requerir rutas redundantes y espacios adicionales.
- Su tamaño puede estar limitado, debido a que todos los hosts deben estar conectados entre sí.

## **CAPÍTULO 6. DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO EN LA UNIVERSIDAD**

Ante la necesidad de optimizar los recursos de informática (Software, impresoras, compartir información, seguridad, correos electrónicos, etc.), se implementa el uso de una Red de cableado estructurado, la finalidad es que todos los usuarios de una Red realicen su trabajo cotidiano de una manera más rápida y confiable: investigaciones, consulta de archivos, impresión de documentos, realización de trabajos y tareas, etc.

Una de las tareas más importantes del área de sistemas dentro de cualquier empresa, es garantizar la comunicación interna entre todos los niveles que conforman una organización, por lo que deberá de verse a la red de cableado estructurado como la parte medular de la operación de la misma, o como el medio de transporte para la transmisión de toda la información.

### **6.1 Necesidades y requerimientos de la institución**

La Universidad Simón Bolívar cuenta con un sistema de planeación y evaluación institucional, cuyo resultado principal es el plan de desarrollo institucional, que constituye la guía que define, direcciona y dirige la transformación y modernización de la Universidad en el corto, mediano y largo plazo, en congruencia con su filosofía institucional, misión, visión y valores, con el fin de responder, con pertinencia y oportunidad, a los nuevos desafíos del presente y futuro, que se dan en el contexto nacional e internacional.

La Universidad Simón Bolívar es una institución que se preocupa por estar a la vanguardia tecnológica, es por ello que constantemente se está renovando y actualizando el equipo de cómputo para el personal administrativo, docente y alumnos de la Universidad, así mismo se lleva a cabo la adquisición y configuración de nuevos servidores.

Para detectar las necesidades y requerimientos de la Universidad, se contrataron los servicios de una empresa de telecomunicaciones para llevar a cabo una auditoría informática, la cual ayudará a tomar decisiones a corto y mediano plazo y que se verán reflejadas en la satisfacción de los clientes finales que son:

- Estudiantes.
- Personal docente.
- Personal administrativo.

### **6.1.1 Auditoría Informática**

Dentro del proceso de revisión de la Auditoría Informática se llevaron a cabo los siguientes puntos:

- a) Revisión de Servidores y Equipos (PC`s).
  - Física (Hardware, Memoria RAM, Procesador, Disco Duro, etc.).
  - Lógica (Diseño de la Red, Tipos de servicios o Aplicaciones y Configuración).
  - Licenciamiento.
- b) Revisión de Red y Equipos de Comunicación.
  - Site (Instalación física, Rack, energía eléctrica, aire acondicionado, etc.).
  - Cableado (estándares, categorías y estado físico).
- c) Revisión de Soporte Técnico.
  - Mantenimiento preventivo.
  - Mantenimiento correctivo (tiempo de respuesta, seguimiento y soluciones de problemas).
  - Control de inventarios (equipos nuevos, reposición de equipos).
  - Control de incidencias.
- d) Revisión de Aplicaciones.
  - Sistemas ya instalados.

- Tipo de bases de datos.
  - Desarrollos que se estén realizando (Lenguajes).
  - Compatibilidad con programas de terceros.
  - Método de acceso a usuarios.
- e) Revisión de seguridad de la información.
- Acceso a sistemas (usuarios, contraseñas y permisos).
  - Bases de datos.
  - Respaldos de información.

### **6.1.2 Alcances de la Auditoria**

La auditoría contempló los siguientes rubros:

- Cableado.
- Servidores.
- Equipos de Salas de Cómputo.
- Equipos de Cómputo de personal administrativo.
- Manejo de Información.
- Seguridad.
- Sistema Escolar.

### **6.1.3 Estado Actual**

- a) Equipos de Salas de Cómputo.
- Sistema de acceso controlado mediante dominio.
  - Configuración básica de manejo de credenciales y accesos.
  - Equipo estándar de un solo modelo y marca.
  - Instalación de software controlada por el departamento de sistemas.
  - No existe procedimiento de selección de software ni responsable directo de esto.
  - Acceso a instalación y desinstalación de software en equipos sin supervisión.

- b) Equipos de cómputo del personal administrativo.
  - Sistema de acceso controlado mediante dominio.
  - La información se encuentra localmente.
  - No tiene restricciones de instalación de Software.
  - Sistema Antivirus descentralizado.
  
- c) Cableado.
  - El cableado en general se encuentra en mal estado.
  - No hay cableado estructurado, ni memorias técnicas.
  - No existen planos actualizados, ni certificación.
  - No hay estándar en marcas y tipos de cables.
  - No existe una adecuada administración física.
  - No hay procesos de mantenimiento.
  - El performance de la Red se encuentra sumamente debilitado por las interconexiones físicas.
  
- d) Servidores.
  - Estado de abandono.
  - Maquinas PC configuradas como Servidores de misión crítica.
  - Interconexión de Sistemas en mal estado.
  - No existen manuales de procedimientos aplicativos a estructura actual.
  - Dependencia a una sola persona para la administración de Servidores.
  - Implementaciones de soluciones dudosas.
  
- e) Manejo de Información.
  - Respaldos.
  - Los respaldos se generan de manera manual y directamente por los interesados.
  - No existen procedimientos relacionados al respaldo y resguardo de información.

- Información Institucional.
- La Información Institucional no se encuentra relacionada ni dictaminada.
- No se mantiene relacionada la información por puesto y/o función.
- Información Privada.
- Cada usuario es libre de ingresar y sustraer información de sus equipos.
- No se cuenta con una bitácora de accesos ni medidas de supervisión de información privada.

f) Seguridad.

Accesos.

- Las medidas de acceso no están centralizadas.
- El Sistema de acceso a las instalaciones no es automático y está a cargo de áreas que no son de su competencia.
- Procedimientos.
- No existen procedimientos ni manuales actualizados.
- Contratos de confidencialidad.
- No existen contratos de confidencialidad explícitos para la tenencia y responsabilidad de acceso a la información de la institución.

g) Sistema Escolar.

- El Sistema Escolar se encuentra en funcionamiento parcial por actualizaciones desde el 15 de diciembre del 2009.
- Se encuentra a cargo de un área en la cual son juez y parte.
- No existe documentación oficial del Sistema.
- No existen mecanismos de seguimiento de implementación del Sistema.
- No existen procedimientos oficiales para el desarrollo de actualizaciones y módulos nuevos.
- No existe Sistema de control de versiones.
- Se encuentra desarrollado en una herramienta no estándar y casi exclusiva.

- La herramienta File Maker no está diseñada para entornos de más de 250 usuarios.
- El costo de desarrollo es elevado y las herramientas son muy limitadas.
- Al no existir ningún tipo de documentación formal del desarrollo principal así como de sus actualizaciones, la institución se ve totalmente en manos de los desarrolladores actuales.

#### **6.1.4 Requerimientos**

##### a) Cableado.

- Se requiere la implementación de un Backbone para la debida interconexión de dispositivos de comunicación.
- Se requiere la rehabilitación de más del 80% del cableado interno, debido a fallas de planeación e implementación del cableado original.
- Es necesario la implementación de un Sistema centralizado de administración fuera del área de oficina de soporte.

##### b) Servidores.

Es necesario la implementación de Servidores en los siguientes rubros:

Correo electrónico.

- Firewall.
- Sistema WEB.
- Servicio de respaldo de información automático.

##### c) Manejo de información.

- Es necesario implementar políticas de respaldo y centralización de información.
- Generación e implementación de manuales y procedimientos para el resguardo de la información propiedad de la Universidad.

##### d) Seguridad.

- Implementación de servicios antivirus centralizados y auditados.

- Firma de contratos de confidencialidad para el debido resguardo de la información.
- e) Sistema Escolar.
- Replanteamiento general del Sistema Escolar.

### **6.1.5 Recomendaciones**

- a) A corto plazo.
- Rehabilitación del IDF (Intermediate Distribution Facility) principal.
  - Implementación de Backbone.
  - Instalación y migración de Servidores e-mail, Web.
  - Implementación de Sistema Firewall con restricciones en diferentes niveles de acceso.
  - Replanteamiento de Sistema Escolar.
- b) A largo plazo.
- Rehabilitación del 80% del cableado en toda la Red USB.
  - Implementación de manuales y procedimientos de todas las áreas relacionadas a Sistemas.
  - Renovación tecnológica de Sistemas de Comunicaciones (Voz y Datos).
  - Implementación de Sistemas Convergentes (Voz sobre IP).
  - Certificación de la Red de datos.

### **6.1.6 Áreas de acción**

- a) Cableado.
- Implementación de Backbone.
  - Rehabilitación de cableado.
  - Suministro e instalación de Sistemas de administración de cableado.
- b) Seguridad.
- Implementación de Sistemas de Seguridad Biométricos.

- Implementación de Sistemas de Circuito Cerrado.
- c) Desarrollo.
- Implementación y desarrollo de aplicaciones a la medida.
  - Consultoría para la creación de áreas de desarrollo.
  - Implementación de sistemas de seguridad y seguimiento a versiones.
- d) Servidores.
- Implementación de servidor firewall.
  - Implementación de servicios de seguridad informática centralizada.
  - Implementación de servicios de página WEB y correo electrónico así como suites de colaboración.
- e) Soporte técnico.
- Servicio de soporte técnico en sitio y a distancia.
- f) Venta y arrendamiento de equipo.
- Venta de equipo especializado.
  - Renta de equipo especializado.

#### **6.1.7 Arrendamiento de equipo**

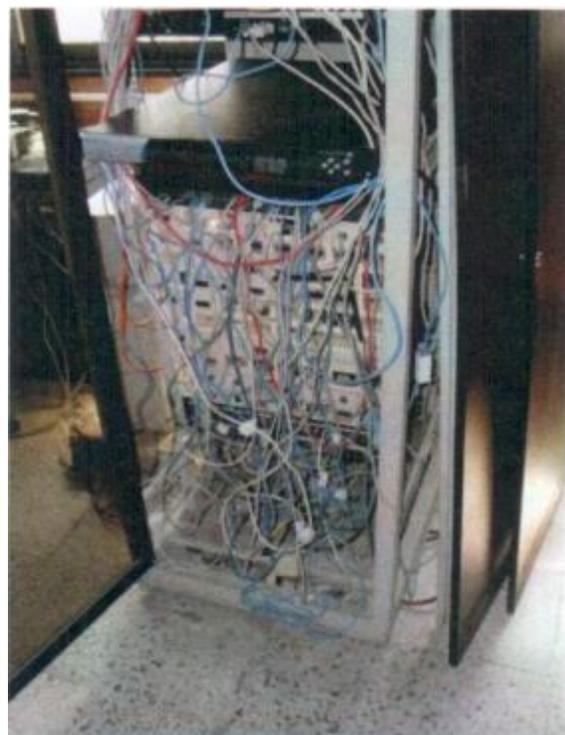
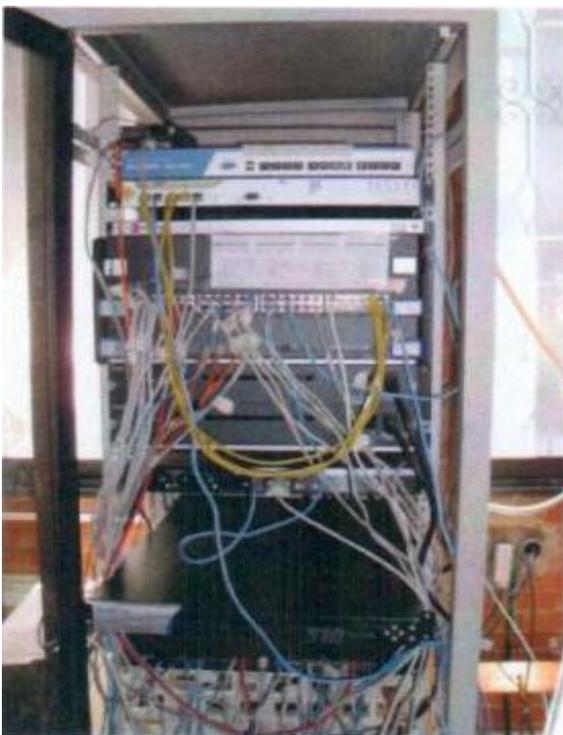
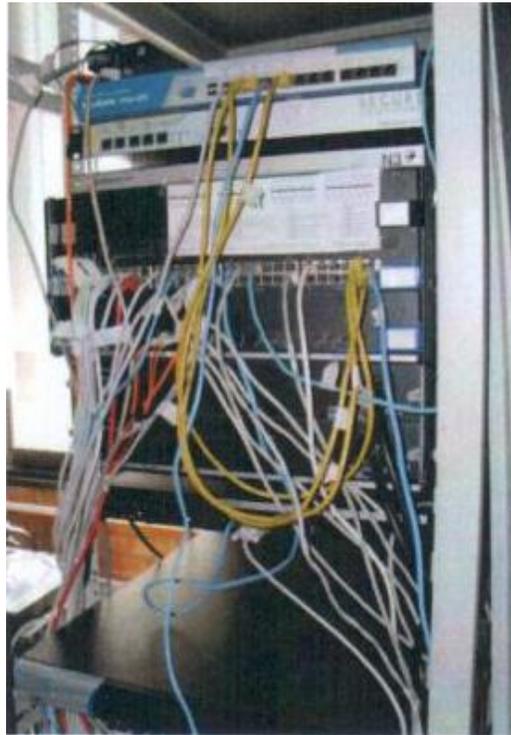
- a) Ventajas.
- Se puede financiar el 100% de la inversión.
  - Brinda la posibilidad de hacerse de bienes de larga duración sin destinar de forma inmediata una gran cantidad de recursos para adquirir equipos de oficina, de cómputo, etc.
  - Se mantiene libre la capacidad de endeudamiento del cliente.
  - El interés por financiamiento es más que un préstamo bancario.
  - Flexibilidad en plazos, cantidades y accesos a servicios (12, 18, 24 y 36 meses).
  - Permite conservar las condiciones de venta al contado.

- La cuota de amortización es gasto tributario, por lo cual el valor total del equipo salvo la cantidad de la opción de compra se rebaja como gasto, en un plazo que puede ser menor al de la depreciación acelerada. La empresa así, puede obtener importantes ahorros tributarios.
  - Minima conservación del capital de trabajo.
  - Oportunidad de renovación tecnológica.
  - Rapidez en la operación.
  - El leasing permite el mantenimiento de la propiedad de la empresa. En caso contrario (sin leasing), si en una actividad comercial se requiere una fuente de inversión para nuevos equipos, es frecuente que se haga el financiamiento del proyecto con aumentos de capital o emisión de acciones de pago, lo que implica, en muchos casos, dividir la propiedad de la empresa entre nuevos socios reduciéndose el grado de control sobre la compañía.
  - El interés de financiamiento es más bajo que pedir un préstamo bancario.
- b) Desventajas.
- Se accede a la propiedad del bien, a veces al final del contrato, al ejercer la opción de compra.
  - No permite entregar el bien hasta la finalización del contrato.
  - Un impacto fiscal de relevancia para efectos de la determinación del ajuste anual por inflación es el mencionado en el artículo 48 de la LISR, el cual establece que se considerara deuda la obligación en numerario pendiente de pago derivada del arrendamiento financiero. Este punto tendría que ser analizado por la empresa, ya que si la cuenta por pagar, deriva del Arrendamiento Financiero es considerada una deuda, entonces incrementaría el saldo promedio anual de las deudas para efectos del ajuste anual por inflación y si al enfrentar dicho promedio contra el promedio anual de los créditos resulta mayor el promedio de deudas, entonces esto implicaría un ajuste anual.

### **6.1.8 Estado General de los Equipos de Comunicaciones y áreas de trabajo**

a) Site Principal (Edificio D).

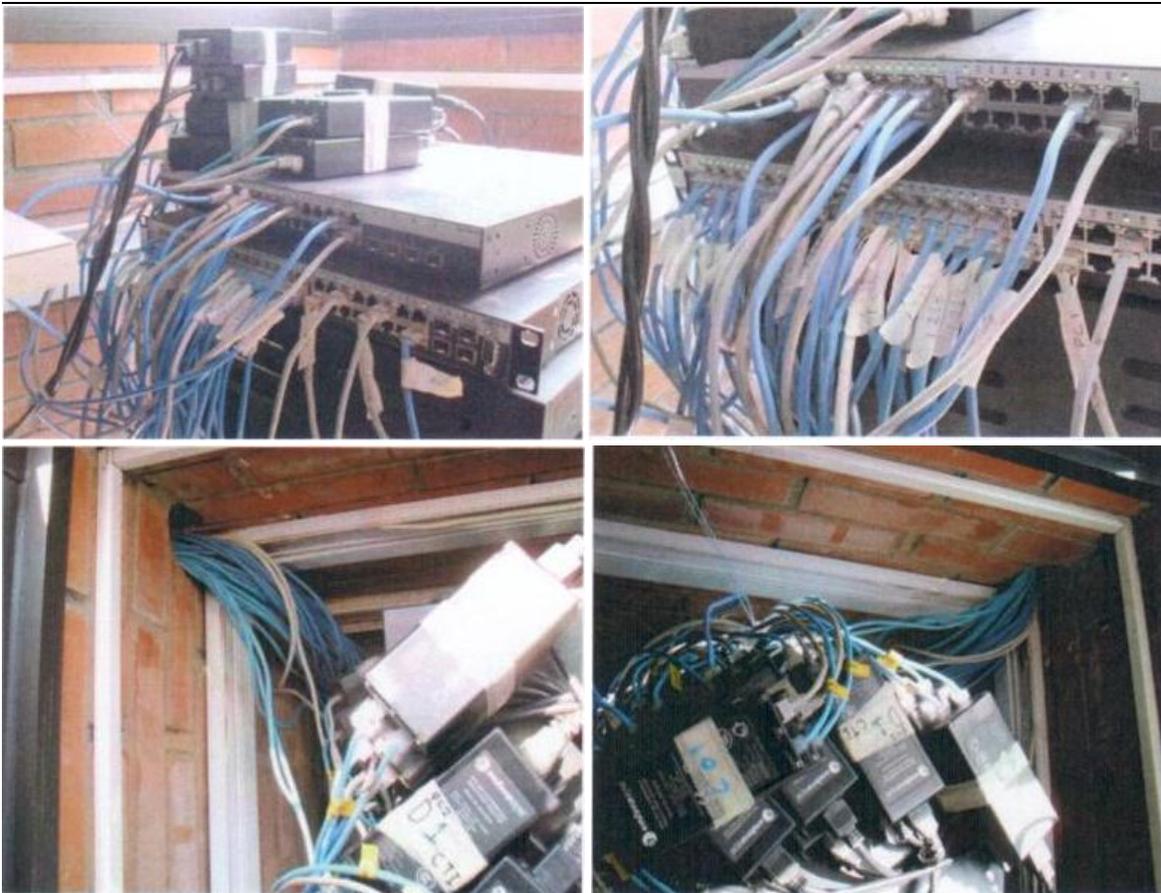
- Cuenta con paneles de parcheo marca AMP cat. 5 en mal estado, algunos de los puertos del panel ya no funcionan. Figura 6.1.8.1.
- El estado de las cables de red es malo ya que son muy viejos, algunos son muy largos y se arrastran, otros son muy cortos y están estirados, todos los cables de red de encuentran enredados y no se tiene identificado tanto paneles de parcheo ni Switches, no existe una memoria técnica que nos permita saber hacia dónde se dirige cada cable a su estación de trabajo. Figura 6.1.8.2.
- No existe una memoria técnica que nos permita saber cada una de las conexiones entre servidores, Switch, panel de fibra, panel de datos, panel de voz, solo algunos cables están marcados con cinta adhesiva.
- No se encuentra dentro de los gabinetes de comunicación algún organizador horizontal o vertical para un óptimo reacomodo de cables de red. Figura 6.1.8.3.
- Nunca se ha realizado un mantenimiento preventivo dentro de los gabinetes de comunicación, por lo cual se encuentra muy sucio y en mal estado.
- No existe alguna marca en cuanto a cableado estructurado con alguna certificación, ya que dentro de la institución encontramos 6 marcas distintas (Belden, Nordx/cdt, Intellinet, Ortronic, Grandmax, AMP, Condumex).
- Encontramos amontonamiento de equipo de comunicaciones dentro de los gabinetes de comunicación.
- Se encuentran contactos de energía en sobrecarga en regletas de alimentación; además encontramos UPS colocado sobre una base de cartón, con lo cual todo esto podría provocar un calentamiento y así un incendio.
- El aire acondicionado se encuentra siempre muy alto de 22° a 25° ya que ingeniero encargado del departamento de CTI lo usa también como su oficina y esto no es adecuado para los equipos ya que deben estar siempre en una temperatura de 16 a 18° para su óptimo funcionamiento.



**Figuras 6.1.8.1, 6.1.8.2, y 6.1.8.3 Rack principal de la Universidad**

### **Recomendaciones Site**

- Cambio de paneles de parcheo.
  - Reacomodo en equipo de comunicación.
  - Identificación de cableado.
  - Instalación de canalización.
  - Instalación eléctrica adecuada.
  - Cambio de cables de red.
  - Instalación de organizadores para cables.
  - Reacomodo de todo el Site (muebles, pc, Servidores).
  - Cambio de cables en áreas más afectas.
- b) Sala PC2.
- Se encuentran 2 Switches Enterasys encimados en un rincón del Site en una base de madera, en estado de sucio y total desorden.
  - El cableado llega directamente de los puntos de trabajo a los Switches con un cableado categoría 5; encima de los Switches están los inyectores de los Access Point. Este espacio es muy pequeño y se genera mucho calor dentro de los equipos.
  - En esta sala no tenemos identificado los cables de red tanto en la estación de trabajo como en el Switch de comunicación, nada más encontramos como referencia en cada cable una cinta adhesiva pegada en cada cable que con el tiempo se van cayendo y esto no es muy funcional.
  - En esta sala se observa que los cables de red encontrados que no todos son de la misma categoría, marca, color tamaño; algunos cables de parcheo ya son muy viejos y torcidos. Figuras 6.1.8.4; 6.1.8.5; 6.1.8.6 y 6.1.8.7.



**Figuras 6.1.8.4; 6.1.8.5; 6.1.8.6 y 6.1.8.7 Switches e inyectores sala PC2**

### **Recomendaciones PC2**

- Instalación de un gabinete para un óptimo reacomodo de cables.
- Paneles de parcheo para una conexión adecuada en cableado.
- Identificación en paneles y áreas de trabajo.
- Instalación de cables de red entre paneles y Switches.
- Instalación de organizadores para el resguardo de cables.
- Cambios de cables de red (de panel de parcheo a área de trabajo).
- Plano y memoria técnica del cableado estructurado.

c) Sala PC3.

- Se encuentran 3 Switches, dos de ellos se encuentran en un costado de la sala encimados, colocados sobre un anaquel, tiene sobra de cable sueltos sobre una de las bases del anaquel amarrados con un cable para sujetarse.
- El cable llega directamente de los puntos de trabajo a los Switches con un cableado categoría 5, alguno de los cables no entran por la canalización por lo tanto van sueltos.
- En esta área de la sala no tenemos identificados los cables de red, tanto en la estación de trabajo como en el Switch.
- En el lado opuesto de la sala encontramos otro Switch sujeto a la pared, el cableado llega directamente de los puntos de trabajo a los Switches con un cable categoría 5.
- Se encuentran la conexión de dos inyectores de Access Point colocadas en piso sobre una tabla de madera que van conectadas al Switch. Figuras 6.1.8.8 - 6.1.8.11.

**Recomendaciones PC3**

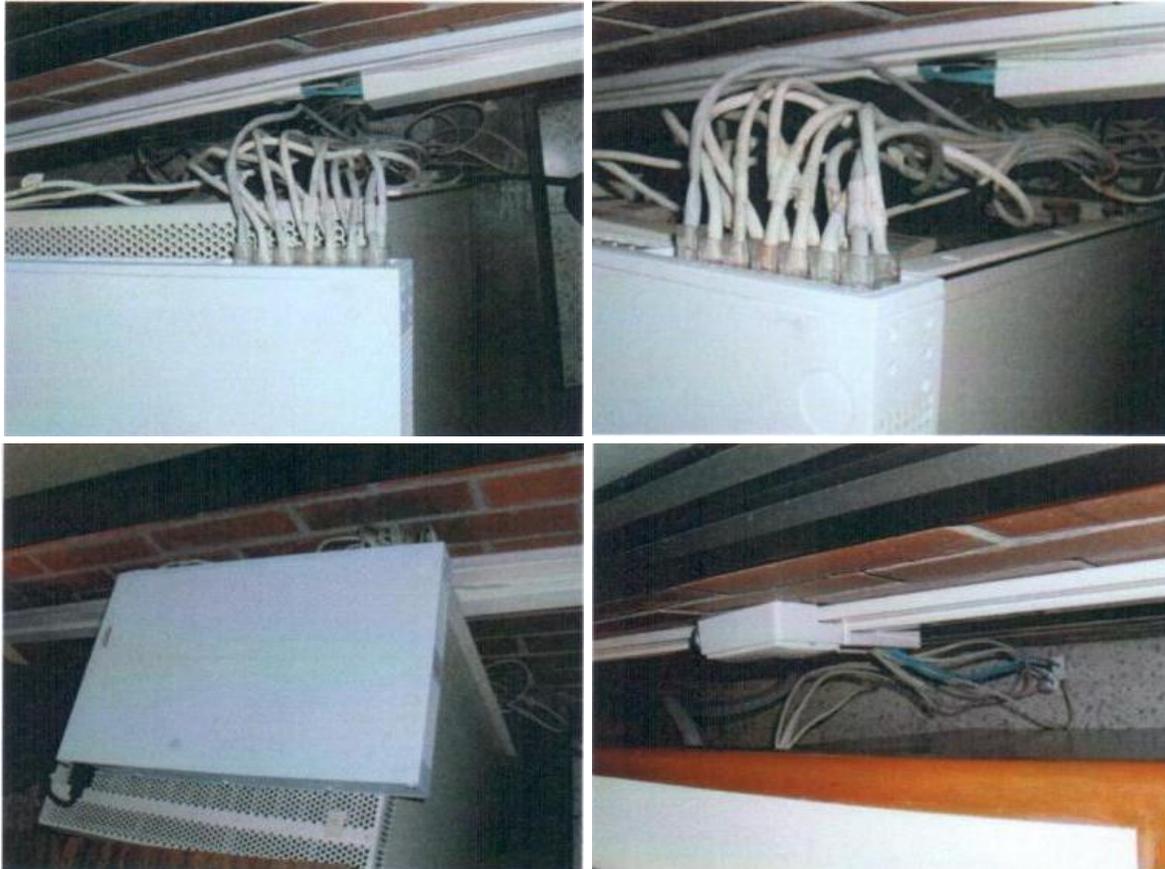
- Instalación de gabinete para un óptimo reacomodo de cables.
- Concentrado de los Switches en gabinete.
- Instalación de cableado estructurado en una parte de la sala para tener todo en un solo gabinete y así tener todo concentrado en un solo lugar.
- Paneles de parcheo para una conexión adecuada en el cableado.
- Identificación en paneles y áreas de trabajo.
- Instalación de cables en red entre paneles y Switches.
- Instalación de organizadores para el guardado de cables.
- Plano y memoria técnica del cableado estructurado.



**Figuras 6.1.8.8; 6.1.8.9; 6.1.8.10 y 6.1.8.11 Switches y cableado de Sala PC3**

d) Sala PC4

- En esta sala encontramos un Switch 3com de 24 puertos instalado encima de un mueble con interconexión al Site.
- El cableado llega directamente de los puntos de trabajo al Switch con un cableado categoría 5, encontramos identificados los cables con cinta adhesiva, algunos cables no están identificados.
- El cableado se va por canaleta para llegar a los puntos del área de trabajo, encontramos que no en todos los lugares llega con Jack, tenemos también que algunos cables están sueltos y enredados con los Jack sueltos.
- Los cables de red que llegan del Jack al equipo encontramos que no son de la misma marca, algunos ya son muy viejos y torcidos. Figuras 6.1.8.12; 6.1.8.13; 6.1.8.14 y 6.1.8.15.



**Figuras 6.1.8.12; 6.1.8.13; 6.1.8.14 y 6.1.8.15 Switch 3com localizado en PC4**

e) Sala PC5

- El cableado estructurado de esta sala sale de la sala PC3, ya en la sala PC5 encontramos los cables sueltos sin ninguna canalización sujetos con cinta adhesiva para mantenerlos unidos.
- Los cables llegan a las computadoras directamente con conectores RJ45 ya que no cuentan con Jack, tampoco se cuentan con cables de red de Jack a PC.
- Encontramos el Switch en un estado sucio ya que no se ha realizado un mantenimiento preventivo. Figuras 6.1.8.16; 6.1.8.17; 6.1.8.18 y 6.1.8.19.



**Figuras 6.1.8.16; 6.1.8.17; 6.1.8.18 y 6.1.8.19 Cableado Sala PC5**

#### **Recomendaciones PC4 y PC5**

- Instalación de canalización dentro de las salas PC4 y PC5.
- En la sala PC4 se recomienda un recableado directo a sala PC3  
Identificación de paneles y áreas de trabajo.
- Plano y memoria técnica del cableado estructurado.

#### **f) Sala MAC1.**

- En esta sala encontramos el cableado estructurado en canalización, terminación en Jack RJ45, cables de Red y alimentando los equipos con UPS.
- El cableado estructurado categoría 5 llega a la oficina de MAC1 donde encontramos los Switches instalados dentro de un mueble sin ninguna

protección y ventilación, se encuentran dos Switches encimados donde llegan los cables de las estaciones de trabajo.

- Los Switches no se encuentran limpios por falta de un mantenimiento preventivo y una ventilación adecuada, por lo cual el rendimiento del equipo disminuye.
- La cableada no cuenta con una identificación y tan solo algunos están identificados con cinta adhesiva.
- El cableado estructurado al llegar a la oficina donde se concentra, encontramos que no se cuenta con una canalización y los cables se encuentran amarrados en la pata del escritorio.
- Encontramos la conexión de dos inyectores de Access Point dentro del Switch en un estado sucio y que provocan mayor calentamiento.

g) Sala MAC2.

- En esta sala encontramos el cableado estructurado en canalización, terminación en Jack RJ45, cables de red y alimentando los equipos con UPS.
- El cableado estructurado llega a esta misma sala que se interconecta con la sala MAC1 por medio de un Switch 3com establecido sobre una mesa de trabajo sin ninguna protección.

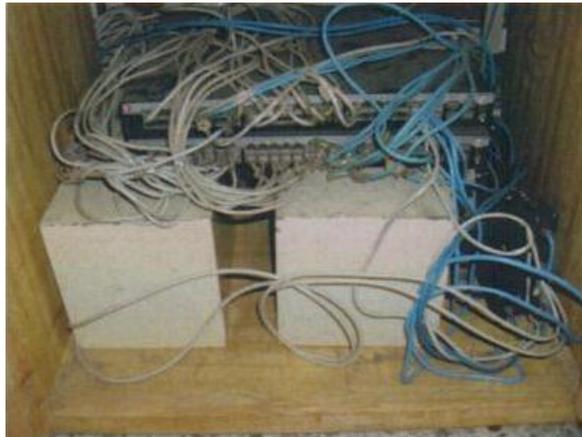
h) Sala MAC3.

- En esta sala encontramos el cableado estructurado categoría 5 canalizado y con llegada a estaciones de trabajo con Jacks y cables de red.
- Esta sala se interconecta con la sala MAC2 por medio de un Switch 3com localizado en una de las esquinas de la misma sala con los cables llegando directo con RJ45.
- El cableado se encuentra sujeto con cinta adhesiva, además no se encuentra identificado totalmente, algunos cables se encuentran torcidos en su llegada al Switch, este equipo está sobre una madera la cual no está

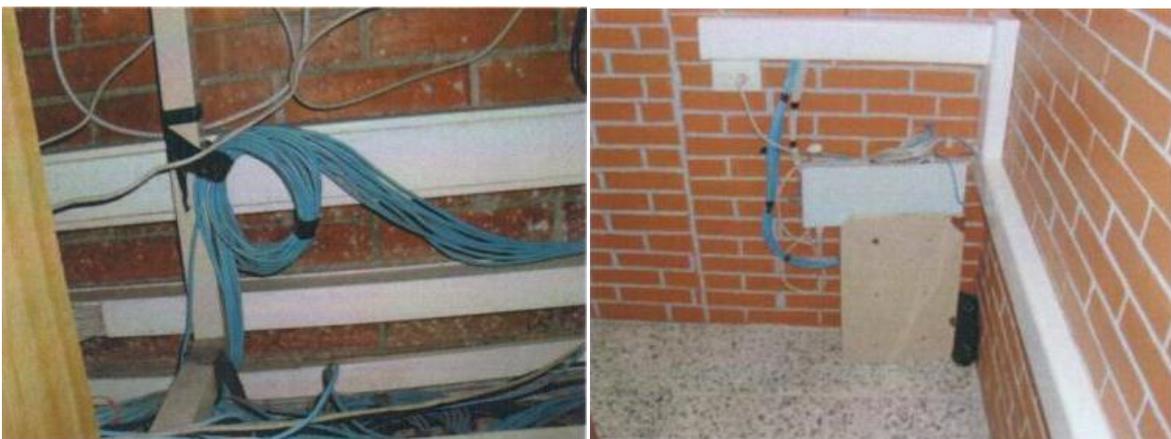
sujeta y en cualquier momento se puede caer y dañarse el equipo. Figuras 6.1.8.20; 6.1.8.21 y 6.1.8.22.

### Recomendaciones sala MAC1, MAC2 y MAC3

- Instalación de un gabinete para un óptimo reacomodo de cables.
- Concentrado de los Switches en gabinete.
- Realizar el cableado para concentrar dentro del gabinete.
- Identificación en paneles y áreas de trabajo.
- Plano y memoria técnica del cableado estructurado.
- Instalación de cableado estructurado.



**Figura 6.1.8.20 Switches y cableados en sala MAC1**



**Figuras 6.1.8.21 y 6.1.8.22 Switch y cableado en sala MAC2**

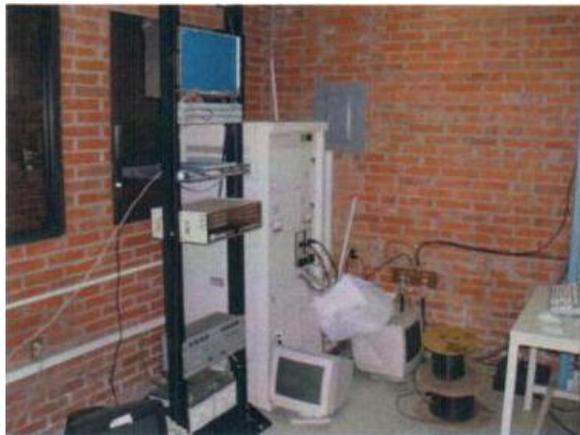
i) Site RDI.

- Se localiza en el edificio B de la Universidad, encontramos un Conmutador Telefónico con un Sistema de interconexiones por medio de regletas, en las cuales se conectan los multipares que van hacia los diferentes gabinetes de la Universidad.
- En esta área se localiza un Rack de Comunicaciones en el cual encontramos el enlace de datos (Fibras Ópticas, Coaxiales, Ruteador).
- Se localiza un gabinete en el cual se da servicio de datos a las oficinas de este edificio por medio de paneles de parcheo categoría 5, estos paneles no funcionan en su totalidad ya que no funcionan ciertos puertos del mismo y algunos cables están conectados con rosetas sueltas.
- No se encuentra dentro de este gabinete de comunicación algún organizador horizontal o vertical para un óptimo reacomodo de cables de red.
- Encontramos 4 inyectores de Access Point conectados a los Switches por medio de cables de red que salen fuera y se localizan encima del gabinete.
- Esta área se encuentra en una forma como si fuera bodega ya que encuentran canaletas sueltas, cajas con cables, bobinas de cable y monitores que no están en funcionamiento.
- Se localiza un Switch 3com de 24 puertos con interconexión de la sala del conmutador, además se cuenta con un panel de 12 puertos para telefonía, no se encuentran identificados los puestos de trabajo, panel y Switch. Se encuentran instalados en pared de laboratorio sin ninguna protección. Figuras 6.1.8.23; 6.1.8.24; 6.1.8.25; 6.1.8.26 y 6.1.8.27.

**Recomendaciones Edificio B**

- Instalación de un gabinete para un óptimo reacomodo de cables.
- Limpieza del lugar (sacar monitores, cajas, canaletas, bobinas de cable, etc.).
- Realizar cableado para concentrar dentro del gabinete.
- Identificación en paneles y áreas de trabajo.

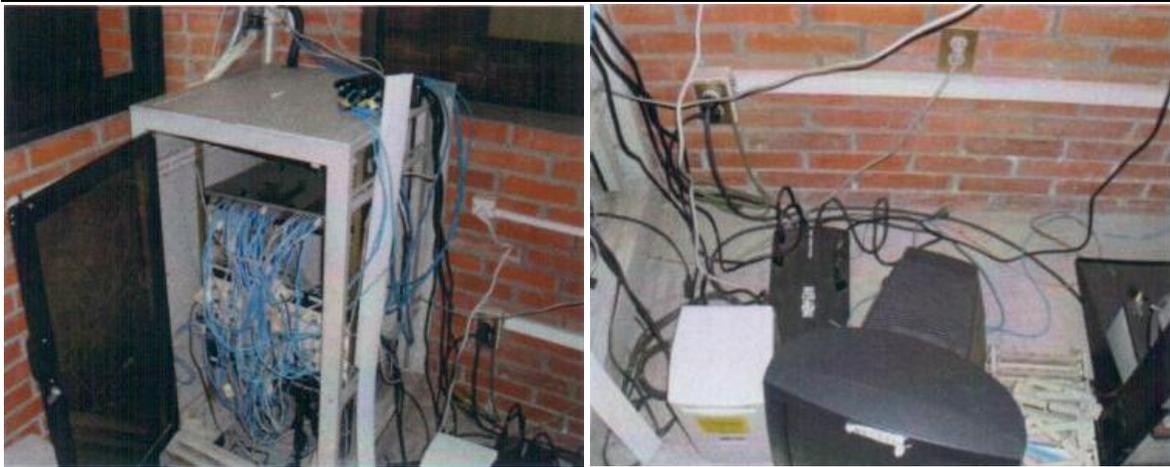
- Plano y memoria técnica del cableado estructurado.
- Mantenimiento al Conmutador Telefónico.
- Cambio de paneles de parcheo.
- Reacomodo en equipo de comunicación.
- Instalación de canalización.
- Cambio de cables de red.
- Instalación de organizadores para cables.
- Realizar cableado estructurado en las oficinas administrativas.



**Figura 6.1.8.23 Rectificador y Enlace de Fibra Óptica**



**Figuras 6.1.8.24 y 6.1.8.25 Condiciones del cableado localizado en RDI**



**Figuras 6.1.8.26 y 6.1.8.27 Gabinete de comunicaciones, monitor y no break localizados RDI**

j) Edificio A (RECTORIA).

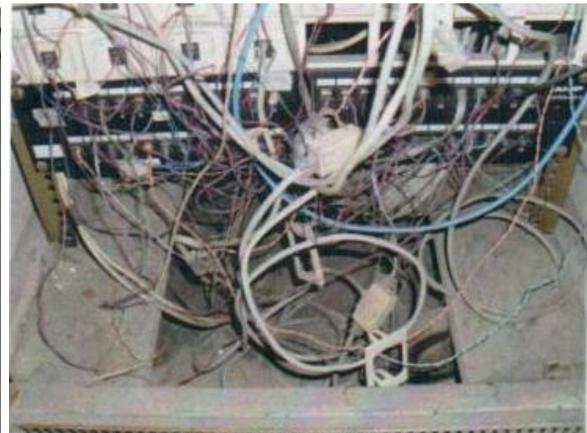
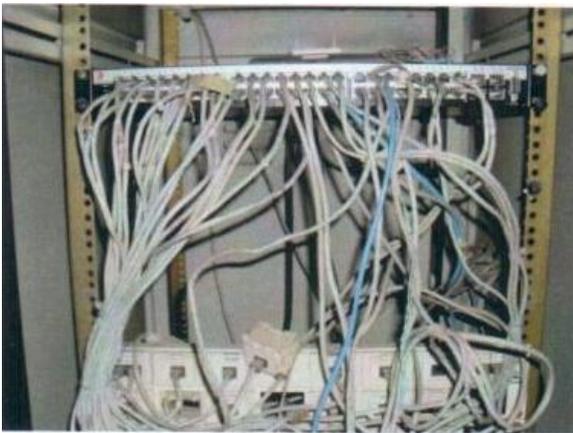
- Se localiza un gabinete en el cual se da servicio de datos a las oficinas de este edificio por medio de paneles de parcheo categoría 5, estos paneles no funcionan en su totalidad ya que no funcionan ciertos puertos del mismo y algunos están conectados con rosetas sueltas.
- No se encuentra dentro de este gabinete de comunicaciones algún organizador horizontal o vertical para un óptimo acomodo de cables de red.
- El Switch Enterasys se encuentra en un estado sucio, los cables de red se encuentran sin identificar. Figuras 6.1.8.28; 6.1.8.29; 6.1.8.30 y 6.1.8.31.

#### **Recomendaciones Edificio A**

- Instalación de un gabinete para un óptimo reacomodo de cables.
- Realizar cableado para concentrar dentro del gabinete.
- Identificación en paneles y áreas de trabajo.
- Plano y memoria técnica del cableado estructurado.
- Cambio de paneles de parcheo.
- Cambio de cables de red.
- Instalación de organizadores para cables.
- Realizar cableado estructurado en las oficinas administrativas.



**Figuras 6.1.8.28 y 6.1.8.29 Gabinete localizado en el Edificio A**



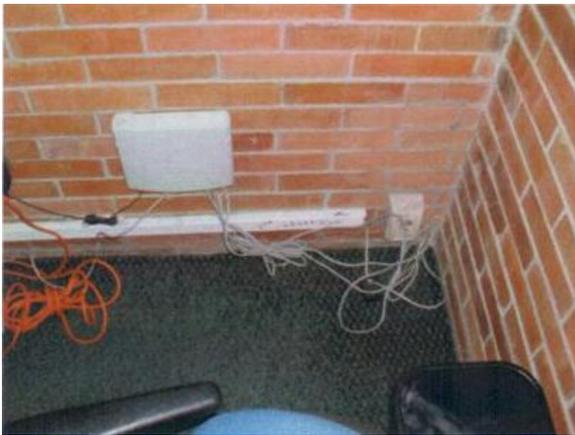
**Figuras 6.1.8.30 y 6.1.8.31 Switch y cableado en mal estado dentro del Rack de Rectoría**

- k) Planta Piloto.
- Se encuentran dos Switch 3com en oficina con cables que vienen de oficinas de la misma área.
  - Los cables se encuentran enredados, no están identificados y sin canalización.

- La interconexión que llega del edificio A no llega por tubería y se encuentra a la intemperie sin ninguna protección de sol y lluvia. Figuras 6.1.8.32 y 6.1.8.33.

### Recomendaciones planta piloto

- Instalación de un gabinete de pared para un óptimo reacomodo de cables.
- Realizar cableado para concentrar dentro del gabinete.
- Identificación en paneles y áreas de trabajo.
- Plano y memoria técnica del cableado estructurado.
- Cambio de paneles de parcheo.
- Cambio de cables de red.
- Instalación de organizadores para cables.
- Llevar interconexión del Site a la planta piloto por tubería.
- Realizar cableado estructurado en las oficinas administrativas.



**Figuras 6.1.8.32 y 6.1.8.33 Switch 3com localizado en el interior de oficina en Planta Piloto y cableado localizado sobre una de las rejas de la Universidad**

- l) Azotea de la Universidad.
- En la parte de la azotea encontramos cables que van a diferentes áreas de trabajo y no van por tubería, se encuentran a la intemperie, expuestos al sol y a la lluvia, lo cual disminuye el tiempo de vida útil de los cables. Figuras 6.1.8.34 y 6.1.8.35.

#### Recomendaciones azotea

- En esta área es importante canalizar en tubería conduit todos los cables que van a diferentes áreas.
- Realizar un cableado que valla por la tubería.



**Figura 6.1.8.34 Tubería oxidada en la azotea de la Universidad**



**Figura 6.1.8.35 Azotea de la Universidad**

- m) Enlace primaria y preparatoria.
- Estas interconexiones se hacen por medio de fibra óptica armada ST llegando así a un convertidor de medios que después le da señal de red por medio de Switch Enterasys.

- Encontramos los Switches Enterasys sobre mesas y en un cajón de madera, en un estado sucio, sin identificación de puestos de trabajo, sin organización de cableado. Figuras 6.1.8.36; 6.1.8.37; 6.1.8.38 y 6.1.8.39.



**Figuras 6.1.8.36 y 6.1.8.37 Gabinete de comunicaciones y Acometida de Fibra Óptica localizados en la Primaria**



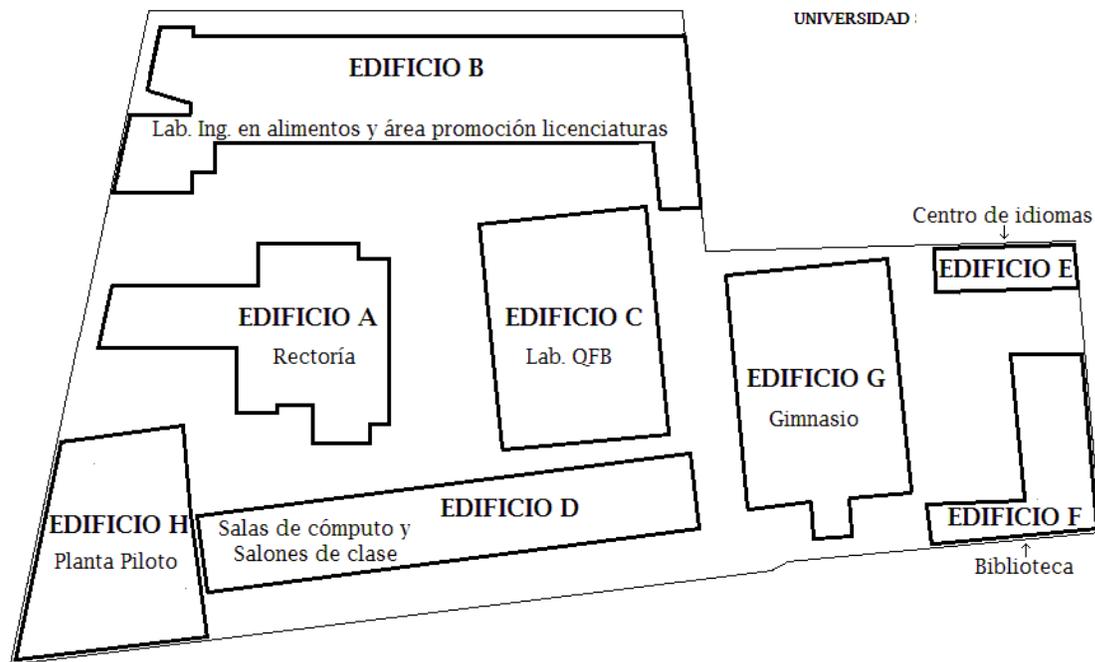
**Figuras 6.1.8.38 y 6.1.8.39 Switches Enterasys localizados en la Primaria**

## **6.2 Croquis y localización de oficinas en la Universidad**

La Universidad Simón Bolívar cuenta 8 edificios en los cuales se localizan las siguientes áreas:

- Salones de clases.
- Laboratorios de Química.
- Laboratorios de Circuitos Lógicos.

- Laboratorios de Cómputo y Macintosh.
- Laboratorio de Fotografía.
- Laboratorio de Radio y Televisión.
- Dirección de Servicios Escolares.
- Oficinas de personal administrativo y docentes de tiempo completo.



**Figura 6.2.1 Croquis Universidad**

En el edificio A o también denominado edificio de Rectoría, está dividido por dos niveles. En la planta baja encontramos la Sala de Maestros, el Auditorio “Gabriel Maciel”, la Sala de Proyecciones, los departamentos de Sistemas de Información Electrónica e Imagen Institucional, la Coordinación de la Licenciatura en Educación Primaria, la Coordinación de la Licenciatura en Computación y la Coordinación de la carrera de Químico Fármaco Biólogo. En la planta alta se encuentra la oficina de Rectoría y Vicerrectoría Académica, la Sala de Juntas Simón Bolívar, la Dirección de Servicios Escolares, los departamentos de Recursos Humanos, Planeación Institucional y Psicopedagogía así como la Dirección de la Facultad Ciencia y Tecnología.

El edificio B está dividido por dos niveles. En la planta baja se localiza recepción, la caja, los departamentos de promoción de licenciaturas, desarrollo humano integral y educación continua, la dirección de comunicación universitaria, vicerrectoría administrativa, el laboratorio de circuitos lógicos, laboratorios de química, una sala de docentes de apoyo de biología así como diferentes salones de clases. En la planta alta se localizan los laboratorios Macintosh y los laboratorios de ingeniería en alimentos, así como una sala de docentes de apoyo ingeniería en alimentos.

El edificio C está dividido en dos niveles, en la planta baja se localizan los laboratorios de química, la coordinación de laboratorios en QFB, la coordinación de administración de empresas, la coordinación de la maestría en ciencias ambientales y la coordinación de diseño de la comunicación visual. En la planta alta se localizan salones de clases para las diferentes licenciaturas y maestrías que se imparten en la Universidad.

El edificio D está dividido en dos niveles, en la planta baja se localizan salones donde toman clases alumnos de las diferentes licenciaturas que se imparten en la universidad. En la planta alta se encuentra el Centro de Teleinformática (CTI), las diferentes salas de cómputo, el laboratorio de fotografía, el laboratorio de radio y televisión y la coordinación de maestría en multimedia interactiva.

En el edificio E se localiza el centro de idiomas donde se imparten clases de inglés, alemán, japonés, italiano, y francés.

En el edificio F se localiza la Biblioteca "Lic. Clotilde Montoya Juárez", la Hemeroteca, la sala de consulta y la sala de audiovisual.

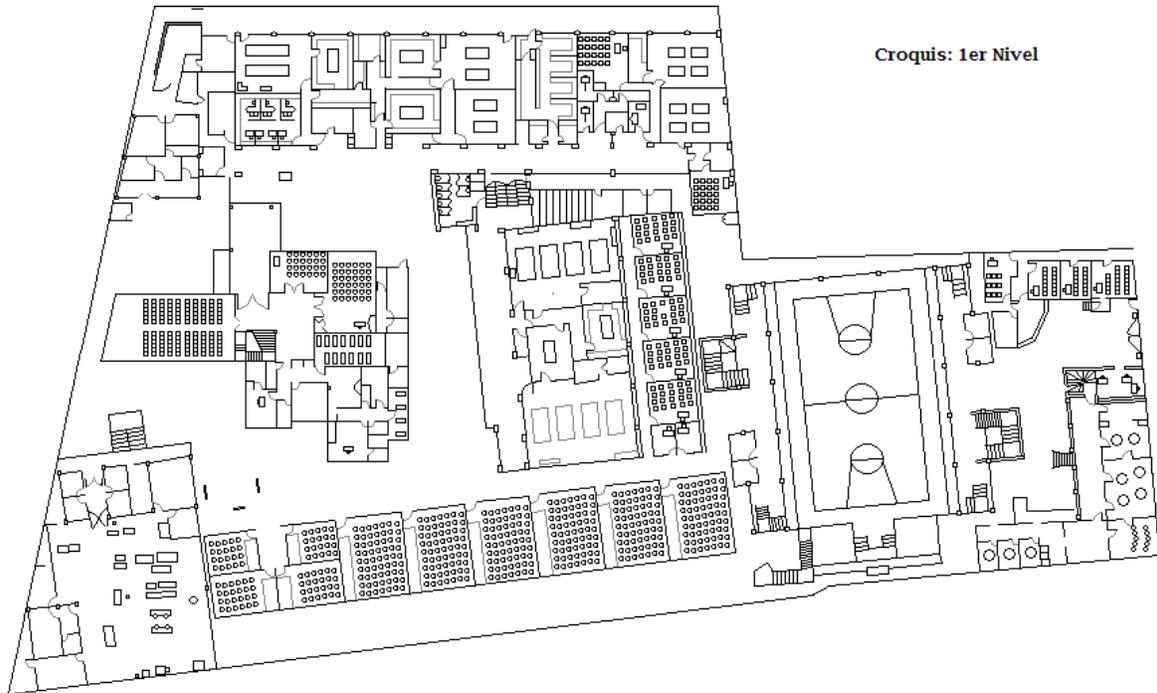
En el edificio G se localiza el gimnasio "El Juglar del Asís" y la cafetería de la Universidad.

En el edificio H, se localizan los departamentos de promoción de posgrados, diseño editorial, intercambio académico, servicios integrales y la Planta Piloto para prácticas de los alumnos de Ingeniería en alimentos.

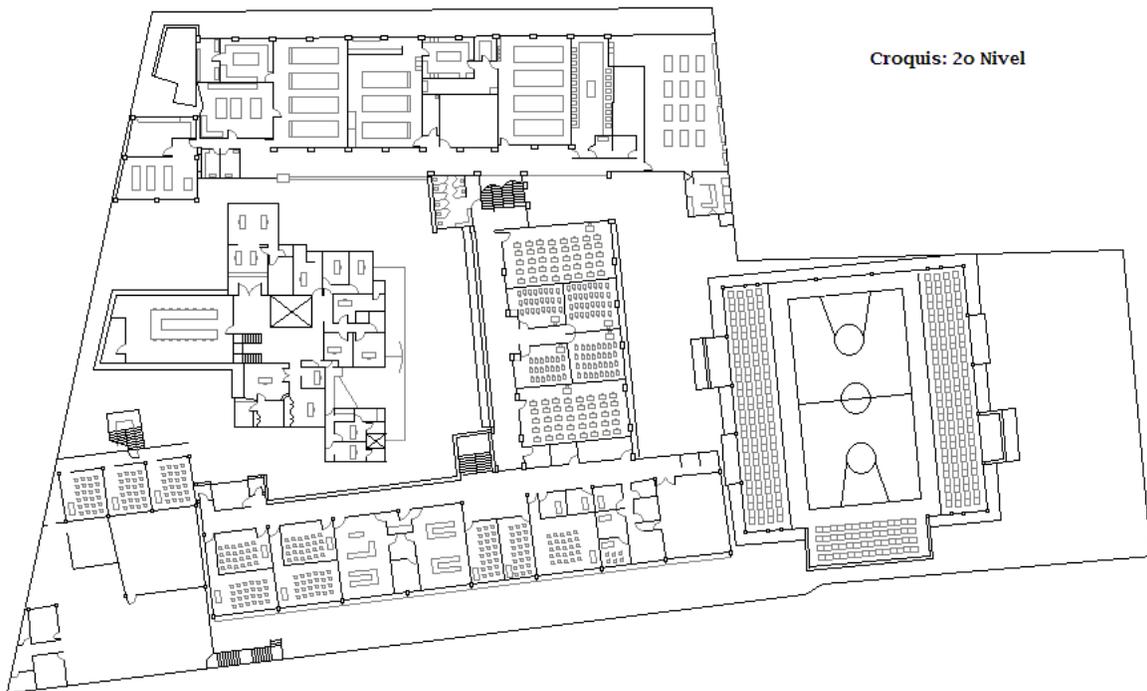
### **6.3. Diseño del cableado estructurado**

Con base en la Auditoria realizada a la infraestructura de telecomunicaciones de la Universidad encontramos que existe una problemática general en dicha infraestructura, en este trabajo nos enfocaremos principalmente en establecer un sistema de cableado estructurado que permita a la Universidad tener el control sobre su infraestructura de conexión de manera que pueda garantizar principalmente la calidad y velocidad de conexión de las diferentes áreas de trabajo, así mismo a partir de estos cambios tener un inventario actualizado de la ocupación de la red que permita hacer cambios y mantenimiento de manera ágil y segura, garantizando siempre la continuidad del servicio.

La reestructura del cableado lo realizaremos con base en las normas descritas en el capítulo 4 de este trabajo, adecuándolas a las características específicas de los diferentes espacios de la Universidad (salas, oficinas, biblioteca, etc.). La disposición de las diferentes áreas de la Universidad se muestra en los planos siguientes:



**Figura 6.3.1 Croquis 1er Nivel de la Universidad**



**Figura 6.3.2 Croquis 2° Nivel de la Universidad**

Inicialmente identificaremos las áreas en las que se requiere tener los diferentes servicios de telecomunicaciones (voz y datos) y establecer los diferentes componentes que debe cumplirse de acuerdo a las normas. De esta manera de acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 569A identificaremos inicialmente los diferentes sitios que deben ser considerados:

### **6.3.1 Facilidades de entrada**

En la Universidad se cuenta con una sala denominada RDI en su edificio B, la cual es considerada como facilidades de entrada, esta sala tiene la canalización necesaria al exterior del inmueble que permite el acceso de la fibra óptica del proveedor de servicio de datos y voz, así mismo en este espacio se encuentra instalado la acometida digital y equipo para la conexión a Internet y tiene acceso al cableado de backbone.

Para ajustar a la normatividad esta sala se deben tener las siguientes consideraciones:

- a) Instalar gabinetes para el acomodo de equipos de datos y voz.
- b) Instalar paneles de parcheo, distribuidores de fibra óptica y organizadores de cables.
- c) Cablear los diferentes puertos de los equipos de telecomunicaciones a los rack de cableado y realizar a través de “patch cord “ las interconexiones necesarias, es importante garantizar las distancias de cableado de acuerdo a las norma ANSI/TIA/EIA-568-B.
- d) Identificar cada uno de los elementos del cableado con etiquetas de acuerdo a la norma TIA/EIA-606.
- e) Realizar el registro de cada uno de los elementos de cableado y su ocupación de acuerdo a la norma TIA/EIA-606.
- f) En esta sala se encuentra instalado entre otros elementos el rectificador de AC a DC y el banco de baterías de respaldo por tanto debe verificarse que se cumpla con la norma TIA/EIA-607 para el sistema de tierras físicas.

### **6.3.2. Rutas de cableado vertical (backbone)**

La Universidad tiene en los sites denominados CTI y RDI racks de cableado para la conexión de sus diferentes áreas de trabajo y entre los diferentes edificios, estos sitios cuentan con ductos necesarios para acceder a ellos de acuerdo a la normatividad, es sin embargo necesario la implementación de las siguientes actividades:

- a) Instalar gabinetes para el acomodo de equipos de datos y voz.
- b) Instalar paneles de parcheo, distribuidores de fibra óptica y organizadores de cables.
- c) Cablear los diferentes puertos de los equipos de telecomunicaciones a los racks de cableado y realizar a través de “patch cord” las interconexiones necesarias, es importante garantizar las distancias de cableado de acuerdo a las norma ANSI/TIA/EIA-568-B.
- d) Identificar cada uno de los elementos del cableado con etiquetas de acuerdo a la norma TIA/EIA-606.
- e) Realizar el registro de cada uno de los elementos de cableado y su ocupación de acuerdo a la norma TIA/EIA-606.

### **6.3.3. Áreas de trabajo**

En la Universidad existen muy diversas áreas de trabajo, definidas de acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 569A como la áreas donde los usuarios tienen acceso a los servicios de telecomunicaciones a través de sus diferentes dispositivos, en la Universidad tenemos las áreas de trabajo de 5 Salas de PC, sala de maestros, biblioteca, servicios escolares, Planta Piloto, salas MAC, edificio de Idiomas, Rectoría y oficinas de personal administrativo.

En estas áreas la normatividad no es cumplida ya que el cableado no utiliza escalerillas, no está identificado y existe dispositivos conectados directamente a los Switches. Para ajustar la normatividad es necesario realizar las siguientes actividades:

- a) Instalar gabinetes para el acomodo de los diferentes Switches.
- b) Instalar paneles de parcheo, distribuidores de fibra óptica y organizadores de cables.
- c) Instalar nodos de voz y datos en cada oficina de los diferentes departamentos y del personal administrativo
- d) Identificar cada uno de los elementos del cableado con etiquetas de acuerdo a la norma TIA/EIA-606.
- e) Realizar el registro de cada uno de los elementos de cableado y su ocupación de acuerdo a la norma TIA/EIA-606.

#### **6.3.4. Rutas de Cableado Horizontal**

De las diferentes áreas de trabajo existen trayectorias con ductos que llegan a los cuartos de comunicaciones de RDI y CTI, de esta manera se tiene acceso a los servicios de voz y datos. Para cubrir la normatividad debe verificarse los siguientes puntos:

- a) Validar la capacidad de ductos de acuerdo al número de cables UTP y fibra óptica requeridos.
- b) Identificar cada uno de los elementos del cableado con etiquetas de acuerdo a la norma TIA/EIA-606.
- c) Realizar el registro de cada uno de los elementos de cableado y su ocupación de acuerdo a la norma TIA/EIA-606.

#### **6.3.5. Cuarto de Equipo y Cuarto de Telecomunicaciones**

En la Universidad el cuarto de equipos comparte la función de Facilidades de entrada en la Site de RDI, los puntos descritos anteriormente permitirán cumplir la norma ANSI/TIA/EIA 569A.

### 6.3.6. Trayectoria de los enlaces de Fibra Óptica

En la siguiente imagen se muestra la trayectoria de la tubería y cableado a partir de la facilidad de entrada principal (RDI) que es donde llegan los servicios que proporciona el proveedor de voz y datos:

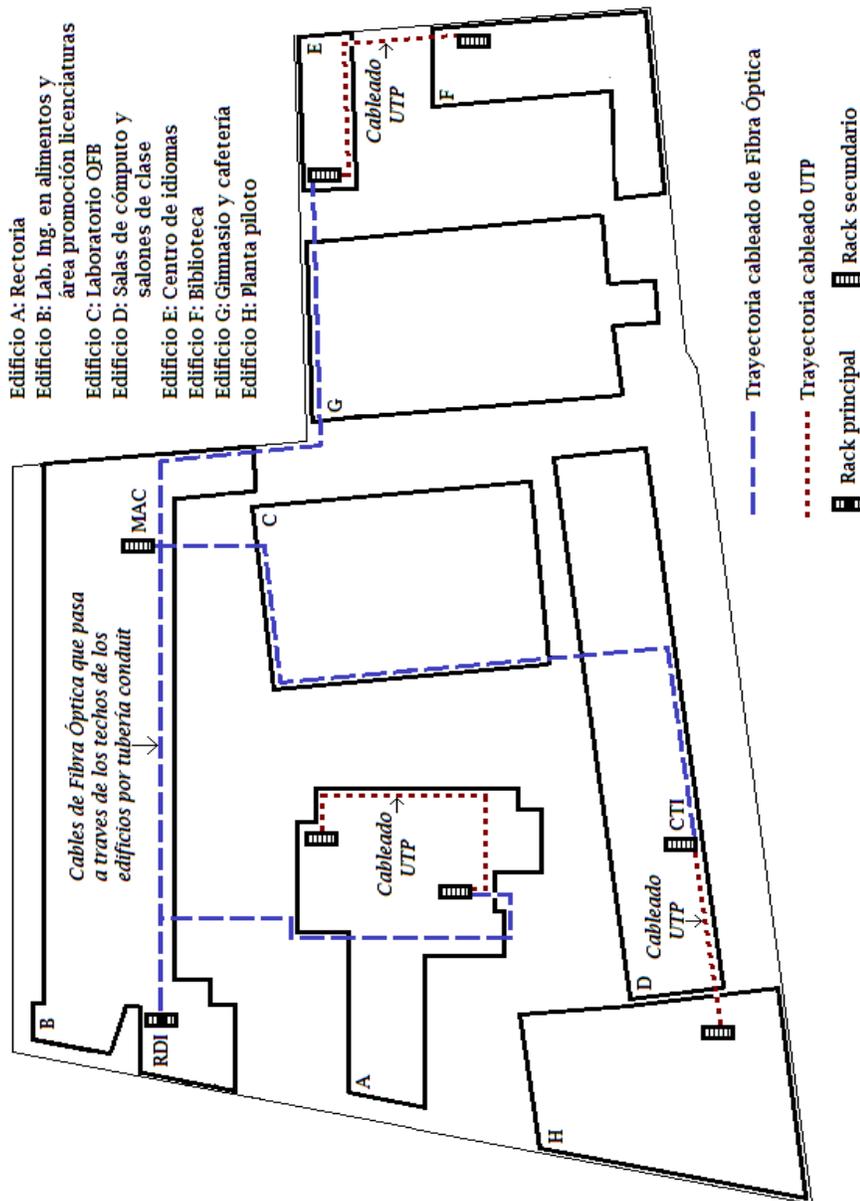


Figura 6.3.1 Trayectoria de los enlaces de Fibra Óptica y cable UTP

#### **6.4. Resultados obtenidos**

En este apartado se dará una descripción de los trabajos realizados en el Site Principal y cada uno de los Site Secundarios, así también en las áreas de trabajo de las diferentes oficinas.

##### **6.4.1. Site CTI (Centro de Teleinformática)**

En este Site se realizaron diversos trabajos de remodelación los cuales consistieron en cambiar toda la infraestructura existente, debido a que todas las conexiones de red se encontraban en mal estado.

Se eliminó un gabinete, el cual ya era viejo y obsoleto y no contaba con reja de seguridad, los Servidores que se encontraban alojados en este Site se trasladaron hacia el Site de RDI el cual fue acondicionado como nuevo Site Principal, se sustituyó el sistema de aire acondicionado debido a que el equipo con el que se contaba anteriormente se encontraba en mal estado, ya que este Site permanecía la mayor parte del tiempo con la puerta abierta debido a que también era utilizado como oficina por parte del administrador de la red y eso ocasionaba que el aire acondicionado trabajara de más y el aire frío se escapara del Site, también era muy común que en algunas ocasiones goteara el equipo del aire acondicionado debido a que el sistema de enfriamiento no trabajaba adecuadamente.

En este Site se implementó un gabinete de acero inoxidable color negro de 2.10 metros de altura, en el cual se instalaron 3 Switches marca Enterasys Modelo C3 de 48 puertos cada uno, donde se realizan las conexiones de red de todos los equipos de las 5 Salas de Computo, se instaló 1 Switch marca Linksys de 48 puertos donde se realizan las conexiones de red de los oficinas del personal administrativo de los edificios C, D y G, se instaló 1 Switch Enterasys modelo C3 de 24 puertos donde se realizan las conexiones de red de los diferentes Access Point que se localizan en los edificios C, D y H.

También se instalaron organizadores de cable horizontal para el perfecto acomodamiento de los cables, se instalaran paneles de parcheo para realizar las conexiones a los diferentes Patch Cord de los nodos de red hacia los Switches.

Se instalaron cables Patch Cord categoría 6 de diferentes tamaños para realizar las conexiones de red de los diferentes Switches a los Paneles de parcheo, se realizó el etiquetado de los Switches así como de los diferentes nodos de red.

Se instaló una Charola de distribución para las diferentes conexiones de Fibra Óptica provenientes del Site principal y que se conectan a los diferentes Switches, dichas conexiones se realizan utilizando Patch Cord de Fibra Óptica, Multimodo 62.5 micras con conector LC-ST Dúplex, de 3 metros, marca Optronics.

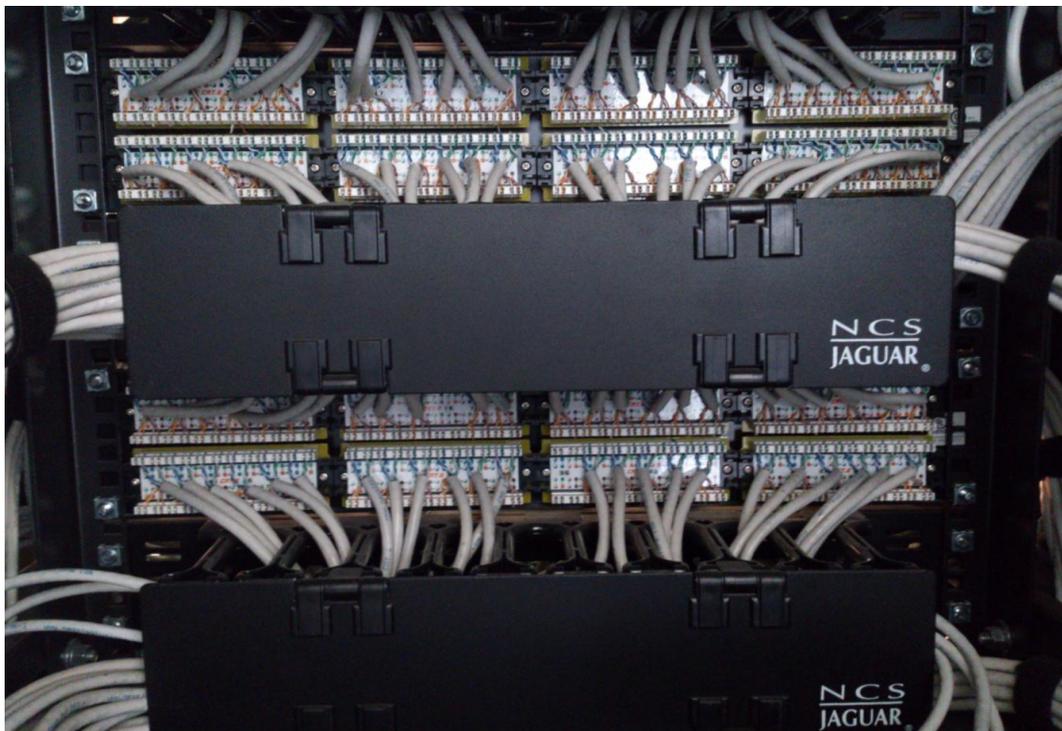
Se instaló un Rack de pared en el cual se concentran las conexiones de voz provenientes del Conmutador Meridian que se localiza en el Site Principal, dichas extensiones corresponden a las oficinas del personal administrativo de los edificios C, D, G y H.

También se implementó un piso falso para ocultar los cables provenientes de las diferentes Salas de Cómputo y facilitar el tendido y ordenamiento de los cables de red utilizando escalerillas de distribución para cableado estructurado.

De este Rack sale un enlace de cable UTP que se conecta al gabinete localizado en planta piloto, el cual contiene un Switch marca Linksys y un panel de parcheo para llevar acabo las conexiones de voz y de datos hacia las diferentes oficinas localizadas en este edificio, también se cuenta con un panel de parcheo.



**Figura 6.4.1 Rack de Comunicaciones localizado en CTI**



**Figura 6.4.2 Parte trasera del panel de parcheo**



**Figura 6.4.3 Piso falso del Site de CTI**



**Figura 6.4.4 Instalación de escalerilla en Site de CTI**



**Figura 6.4.5 Gabinete instalado en planta piloto**

#### **6.4.2. Site RDI (Nuevo Site Principal)**

En este Site se llevó a cabo el acondicionamiento necesario para convertirlo en el nuevo Site Principal, debido a que cuenta con las dimensiones necesarias para establecerlo como tal, se implementó un Sistema de Acceso controlado por un lector de huellas digitales asegurándose el acceso a únicamente el personal autorizado.

Como primer actividad de remodelación se quitó el gabinete existente debido a que se encontraba en malas condiciones y se desalojó todo el material que no se utilizaba en esta área como monitores y cables viejos.

Se instalaron 2 gabinetes de acero inoxidable color negro de 2.10 metros de altura. En el primer gabinete se concentran todos los Servidores de la Universidad como son el Servidor Firewall, Servidor de Dominio, Servidor DNS, Servidor de página Web, Servidor de base de datos para Control Escolar, Servidor de Alumnos, entre otras aplicaciones.

En el segundo gabinete se encuentra un Switch Enterasys modelo N3 de 48 puertos que es el Switch principal donde se realizan todas las conexiones por cable UTP hacia los diferentes Servidores y las conexiones por Fibra Óptica hacia los diferentes Switches de los demás Racks de la Universidad, 1 Switch Enterasys modelo C3 de 48 puertos donde se realizan las conexiones de red de los oficinas del personal administrativo del edificio B.

También se instalaron organizadores de cable horizontal para el perfecto acomodamiento de los cables, se instalaran paneles de parcheo para realizar las conexiones a los diferentes Patch Cord de los nodos de red hacia los Switches. Se instalaron Patch Cord categoría 6 de diferentes tamaños para realizar las conexiones de red de los diferentes Switches a los Paneles de parcheo, se realizó el etiquetado de los Switches así como de los diferentes nodos de red.

Se instaló una Charola de distribución para los diferentes enlaces de Fibra Óptica que conecta el Site Principal con los demás Site Secundarios (Rack CTI, Rack Rectoría, Rack Mac, Rack idiomas), dichas conexiones se realizan utilizando Patch Cord de Fibra Óptica, Multimodo 62.5 micras con conector LC-ST Dúplex, de 3 Metros, marca Optronics.

En la parte superior de los gabinetes se instaló una escalerilla de distribución para cableado estructurado para facilitar el tendido y ordenamiento de los cables de red los cuales parten hacia las diferentes oficinas del edificio B.

En este Site también se cuenta con el conmutador telefónico, el rectificador de AC a DC, el banco de baterías, así como los enlaces de Fibra Óptica para la conexión a internet.

El sistema de enfriamiento cuenta con dos equipos aire acondicionado para una mejor ventilación del lugar y asegurar que el Site se encuentre siempre a la temperatura correcta.

Se llevó a cabo la remodelación de la red eléctrica implementando un tablero de conexiones eléctricas, el cual está conectado a la planta de luz de la Universidad la cual funciona con diésel asegurando que los equipos nunca se lleguen a apagarse debido a un corte o falla en el suministro eléctrico.



**Figura 6.4.6 Gabinetes instalados en el Site de RDI**



**Figura 6.4.7. Rectificador y enlace de internet**



**Figura 6.4.8 Servidores instalados en el Rack de RDI**

### **6.4.3. Rack Centro de Idiomas**

En este Site se llevó a cabo el cambio de gabinete, en el cual localiza un Switch Enterasys modelo C3 donde se realizan las conexiones hacia los diferentes salones y oficinas de este edificio. También se localizan 2 paneles de parcheo una para conexiones de datos y otro para conexiones de voz.

De este Rack sale un enlace de cable UTP que se conecta al gabinete localizado en el edificio de Biblioteca, el cual contiene un Switch Enterasys modelo C3 donde se realizan las conexiones hacia los diferentes nodos localizados en Biblioteca, Hemeroteca y Sala de Consulta.



**Figura 6.4.9 Rack de Comunicaciones en Centro de idiomas**



**Figura 6.4.10 Gabinete localizado en Biblioteca**

#### 6.4.4 Site MAC

En este Site se implementó un gabinete metálico de 1.5 metros de altura en el cual se concentran 3 Switches Enterasys modelo c3 de 24 puertos, donde se llevan a cabo las conexiones de red de las 3 diferentes Salas de MAC, se instaló un Switch marca 3com para realizar las conexiones del personal administrativo de los edificios B y C, se instaló un organizador y cables Patch Cord. También se instaló un sistema de aire acondicionado para la adecuada ventilación de los equipos de Comunicaciones.

Se instaló también una Charola de Fibra Óptica en la cual se realiza la conexión del enlace proveniente de Site RDI y que conecta a los diferentes Switches de este gabinete



Figura 6.4.11 Rack de Comunicaciones localizado en la Sala de Macintosh

#### **6.4.5 Site Rectoría**

En este Site se realizó el cambio de gabinete debido a que era muy viejo y en malas condiciones. Se llevó a cabo la instalación de un Switch Enterasys modelo de C3 de 48 puertos, donde se realizan las conexiones de red del personal administrativo del edificio de Rectoría un panel de parcheo y organizadores de cable.

Se instalaron organizadores de cable horizontal para el perfecto acomodamiento de los cables, así como paneles de parcheo para realizar las conexiones a los diferentes Patch Cord de los nodos de red hacia el Switch.

Se instaló también una Charola de Fibra Óptica en el cual se realiza la conexión del enlace proveniente de Site RDI y que conecta a los al Switch de este gabinete, dicha conexión se realiza utilizando Patch Cord de Fibra Óptica, Multimodo 62.5 micras con conector LC-ST Dúplex.

De este Rack de Comunicaciones se deriva un Enlace de cable UTP hacia la Sala de Maestros, donde se implementó un gabinete de pared donde se realizan las conexiones hacia los nodos de esta sala y de Servicios Escolares. Se utilizaron escalerillas de distribución para cableado estructurado para realizar el tendido de cables.



**Figura 6.4.12 Rack de Comunicaciones de Rectoría**



**Figura 6.4.13 Gabinete de comunicaciones en Sala de Maestros**

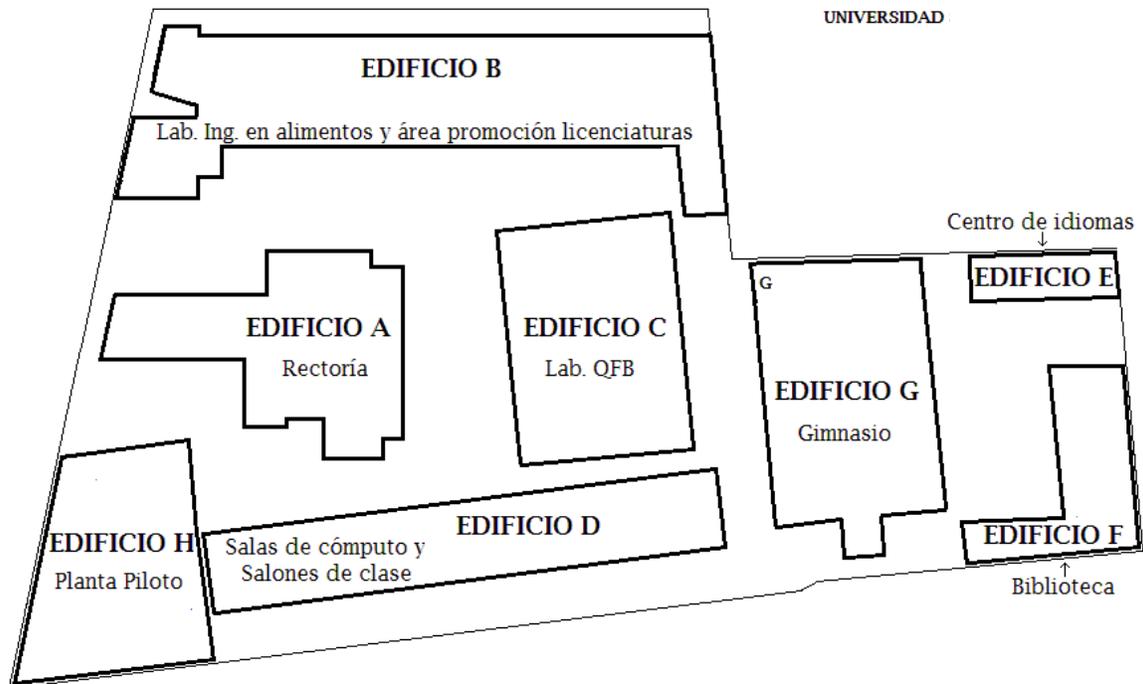
### 6.4.6 Áreas de Trabajo

En todas las oficinas del personal administrativo se llevaron diferentes acciones como son:

- Instalación de Canaletas.
- Instalación de cajas Universales.
- Instalación de Jacks.
- Etiquetado de nodos.
- Colocación de cable Pach Cord del Nodo al Equipo de Cómputo.



**Figura 6.4.14** Nodo de red



EDIFICIO	NÚMERO DE NODOS	
	Planta baja	Planta alta
A	27	20
B	54	32
C	11	10
D	---	76
E	13	---
F	28	---
G	2	---
H	18	---

Figura 6.4.15 Localización de nodos

## **6.5 Análisis económico**

Se elaboró el análisis económico considerando como primera fase los costos de la auditoria para determinar la situación original del cableado y equipos en general y como segunda fase los costos de la reestructuración del cableado estructurado con base en los resultados de dicha auditoria.

### **6.5.1 Costos de la auditoria**

Con base en el análisis y planteamiento del problema, y conocidos los puntos de revisión, se programó realizar dicha revisión en un tiempo estimado de 50 horas, distribuidas en 25 horas a la semana, de manera que el trabajo de auditoria estaría concluido al termino de 2 semanas.

El costo de la auditoria fue de \$1,966.88 usd más el impuesto al valor agregado.

Subtotal	\$1,966.88 usd
I.V.A.	\$314.70 usd
Total	\$2,281.58 usd

### **6.5.2 Estimación de Costos de la reestructuración del cableado estructurado**

Este proyecto incluye la instalación, equipamiento y configuración base de los servidores que cubrirán las necesidades de la institución.

A continuación se presentan los costos estimados para cada uno de los edificios de la institución, considerando que parte de los recursos con los que contaba anteriormente la Universidad, fueron reutilizados en la nueva infraestructura de red.

t.c.	12.7105	ÁREAS									TOTAL NODOS
		Rectoría	RDI	Lab. QFB	S. Computo y clases	Centro Idiomas	Biblioteca	Gimnasio	Planta piloto		
		A	B	C	D	E	F	G	H		
EDIFICIO		47.00	86.00	21.00	76.00	13.00	28.00	2.00	18.00	291.00	
NODOS											
#	UNIDAD	CONCEPTO	SUBTOTAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	SUMA SUBTOTAL
1	Mts.	Cable UTP Cat-6 gris	750.25	2335.93	573.65	2411.08	389.53	149.05	31.31	385.77	7026.57
2	Pza.	Jack Cat-6 blanco	334.61	612.26	149.51	541.07	92.55	64.07	14.24	128.15	1936.45
3	Pza.	Face plate sencillo blanco	7.45	31.29	7.45	41.72	8.94	10.43	2.98	5.96	116.23
4	Pza.	Face plate doble blanco	11.92	44.70	10.43	29.80	5.96	1.49	-----	10.43	114.74
5	Pza.	Face plate cuadruplex	13.37	13.37	8.02	32.10	-----	-----	-----	2.67	69.55
6	Pza.	Patch Cord RJ45-RJ45 Cat-6 3 ft gris	322.63	590.34	144.15	521.69	89.24	61.78	-----	123.56	1853.39
7	Pza.	Patch Cord RJ45-RJ45 Cat-6 7 ft gris	441.80	808.41	197.40	714.41	122.20	84.60	-----	169.20	2538.03
8	Pza.	Panel de Parcheo de 48 Ptos, Cat- 6	665.05	997.57	665.05	997.57	332.52	-----	-----	665.05	4322.80
9	Pza.	Gabinete modelo Optimo 40 U.R. negro	688.60	1377.21	688.60	1377.21	-----	-----	-----	688.60	4820.23
10	Pza.	Organizador Horizontal 2UR sencillo 19" ducto de 3"x3" negro liso	59.38	118.76	59.38	118.76	-----	-----	-----	59.38	415.64
11	Pza.	Organizador vertical doble Rack 7ft ducto de 4"x4" negro Text (45UR)	233.51	467.01	233.51	467.01	-----	-----	-----	233.51	1634.54
12	Pza.	Charola sencilla acero 19"x 15" negro	32.46	64.91	32.46	64.91	-----	-----	-----	32.46	227.19
13	Pza.	Charola doble central para servidor en rack de acero color negro	54.46	54.46	54.46	54.46	-----	-----	-----	54.46	272.29
14	Mts.	Fibra Óptica Multimodo 62.5/125 Interna Riser 6 Fibras	183.67	288.62	262.38	341.10	590.36	-----	-----	-----	1666.12
15	Pza.	Bandeja 360G2 DE 1U, FIJA, Acepta 4 modulos	264.38	528.76	264.38	528.76	-----	-----	-----	264.38	1850.65
16	Pza.	Modulo para 12 Conectores LC G2	58.62	117.24	58.62	117.24	-----	-----	-----	58.62	410.36
17	Pza.	Conector LC Multimodo, Cerámico EZ&EPÓXICO 900UM	47.57	95.15	47.57	95.15	-----	-----	-----	47.57	333.01
18	Pza.	Jumper de FO LC A ST 10 FT 62/125 um	206.11	206.11	206.11	206.11	206.11	-----	-----	0.00	1030.56
19	Pza.	Jumper de FO LC-LC 10 FT 62.5/125 um	-----	206.11	-----	206.11	-----	-----	-----	-----	412.22
20	Pza.	Caja Plástica Universal de PVC Thorsman	44.61	82.84	44.61	82.84	21.24	19.12	4.25	38.24	337.75
21	Pza.	Caja para salida de voz-datos. Periscopica	-----	433.50	-----	433.50	-----	-----	-----	-----	867.00
22	Tramo 2.5m	Canaleta plástica de PVC de 1 vía	-----	29.74	-----	29.74	-----	19.83	0.00	0.00	79.30
23	Tramo 2.5m	Canaleta plástica de PVC de 2 vías, PT48	317.85	921.76	317.85	921.76	158.92	190.71	31.78	254.28	3114.90
24	Tramo 2.5m	Canaleta Lina 25 60X60 MM BTI 36212	-----	153.10	-----	153.10	-----	-----	-----	-----	306.20
25	ML	Ranurar piso aprox. 20 mts.	-----	393.38	-----	-----	-----	-----	-----	-----	393.38
26	Lote	Misceláneos que incluye: Cinchos, cinta de aislar, taquetes de expansión, cinta velcro y etiquetas	275.76	494.18	275.76	494.18	87.43	188.32	11.80	275.76	2103.19
27	Lote	Mano de obra	2233.94	4491.46	2233.94	4491.46	708.32	1525.62	11.80	2233.94	17930.47
SUBTOTAL			7247.99	15958.16	6535.28	15472.83	2813.34	2315.01	108.17	5731.98	56182.75
IVA 16%			1159.68	2553.31	1045.64	2475.65	450.13	370.40	17.31	917.12	8989.24
TOTAL			8407.67	18511.47	7580.92	17948.48	3263.47	2685.42	125.47	6649.09	65171.99
COSTO PROMEDIO POR NODO (USD):			178.89	215.25	361.00	236.16	251.04	95.91	62.74	369.39	193.07

Tabla 6.5.1 Tabla de Costeo del Cableado Estructurado

---

---

## CONCLUSIONES

El objetivo de la reestructuración del cableado estructurado en la Universidad se ha cumplido satisfactoriamente, ya que con el desarrollo de este trabajo se logró implementar un Sistema de Cableado Estructurado, mejorando notablemente la operación de todos los sistemas de información con que cuenta dicha institución.

La Universidad se encontraba en una situación sumamente complicada y con un alto riesgo de que sus sistemas de información colapsaran, debido a que las fallas eran cada vez más frecuentes y cada vez más difíciles de solucionar. La condición del Cableado y los diferentes elementos de la red hacían difícil determinar y aislar la causa de las fallas, además de que los costos para mantener sus sistemas operando eran demasiado altos. Por otra parte era notorio que sus sistemas estaban operándose de manera muy ineficiente, puesto que la mayor parte de sus recursos estaban siendo mal aprovechados con velocidades de transmisión muy bajas, frecuentes y prolongadas interrupciones en el servicio y con una escasa seguridad, lo cual daba como resultado una operación informática extremadamente inestable.

La implementación del sistema de cableado estructurado propuesto, ha logrado tener un sistema de comunicaciones estable, el riesgo de fallas se ha minimizado y puede tenerse la seguridad de que en caso de presentarse alguna falla, ésta será fácilmente solucionable, ya que ahora se cuenta con la información necesaria que permitirá identificar, aislar y corregir dicha falla de una manera sencilla y rápida.

Otro de los grandes beneficios alcanzados con el desarrollo de este trabajo es la fácil administración de los sistemas de información. La fácil incorporación de nuevos usuarios y la posibilidad de reubicar a los usuarios ya existentes permitirá a esta institución realizar las adecuaciones necesarias para enfrentar cualquiera de las crecientes necesidades que se presenten, a un bajo costo, y sin que la

estabilidad de la operación de los sistemas se vea afectada; todo esto gracias a la gran flexibilidad y durabilidad que ofrece el cableado estructurado.

El planteamiento del objetivo de crear un Sistema de Cableado Estructurado en la Universidad nos permitió utilizar diferentes conceptos básicos como medios de transmisión, topologías de redes, modelos de referencias y normatividad existente. A partir de estos conceptos y buscando cumplir con la premisa básica de tener una red que permitiera a los diferentes usuarios tener una mejor velocidad en sus diferentes aplicaciones, planteamos una solución de Cableado Estructurado adecuándola a las necesidades de la Universidad y planeando una solución económicamente viable y que pudiera solucionar la situación en un corto plazo.

Con el resultado obtenido pudimos validar que un Sistema de Cableado Estructurado es un elemento vital en el funcionamiento adecuado de una red de datos, de ahí que modelos como el desarrollado por OSI tengan una capa dedicada a los elementos físicos de las redes, entre ellos los elementos de cableado y que organismos como TIA, EIA y ANSI pongan especial énfasis en la Normatividad aplicable.

Este trabajo nos permitió utilizar diferentes conceptos adquiridos desde Ciencias Básicas y las áreas profesionales de las diferentes carreras que estudiamos los participantes, nos permitió de manera interdisciplinaria compartir el conocimiento que nos brindó la Facultad de Ingeniería, a través del estudio de cada una de las asignaturas y laboratorios de nuestra carrera. Con el desarrollo de este trabajo, pudimos poner en práctica los conocimientos y valores orgullosamente adquiridos en ella.

De manera general, pudo comprobarse que el contar con un sistema de cableado estructurado que cumple cabalmente con las normas establecidas, permite garantizar que las comunicaciones se realicen de manera confiable y segura.

Los avances tecnológicos hacen obligatorio contar con un sistema de comunicaciones confiable y seguro. Las características del cableado estructurado, por su naturaleza, lo convierten en una solución universal que puede ser aplicada en muchas de las áreas del sector económico, productivo y social, no solo de nuestro país, sino a nivel mundial, dados los alcances y creciente presencia del Internet.

---

---

## GLOSARIO

**ANSI:** Siglas del inglés American National Standards Institute (Instituto Nacional de Normalización Estadounidense). Organización privada sin fines lucrativos que administra y coordina la normalización voluntaria y las actividades relacionadas a la evaluación de conformidad en los Estados Unidos.

**Apantallamiento:** Recubrimiento metálico que rodea a los conductores aislados en los cables apantallados.

**ATM:** Siglas del inglés Asynchronous Transfer Mode (Modo de transferencia asíncrono). Modo de transmisión de datos en forma de paquetes cortos con el fin de aprovechar un mismo canal de comunicaciones para diferentes aplicaciones.

**AWG:** Siglas del inglés American Wire Gauge (Calibre de cable americano). Estándar americano para definir el calibre de cables y alambres.

**Backbone:** Segmento central de una red de área extendida –WAN- que soporta una gran capacidad de tráfico. Red de rango superior que conecta entre sí los nodos de la misma.

**Barrote:** Parte de una barra, normalmente de hierro, que sirve para afianzar o reforzar dos extremos.

**BNC:** (Bayonet Neill-Concelman). Conector Nacional Británico.

**Concentrador:** Dispositivo que conecta estaciones de trabajo a la red.

**DSL:** Siglas del inglés Digital Subscriber Line (Línea de abonado digital). Tecnologías que proveen una conexión digital de alta velocidad sobre las líneas de abonado de la red telefónica.

---

---

**EDI:** (Electronic Data Interchange): Intercambio electrónico de datos (documentos) entre aplicaciones mecanizadas, que pretende evitar el uso de papel y agilizar las operaciones.

**EIA:** Siglas del inglés Electronic Industries Alliance (Alianza de Industrias de Electrónica). Organización integrada por industrias electrónicas de alta tecnología en los Estados Unidos, cuya misión es promover la competitividad y desarrollo de la industria de la electrónica.

**Embebido:** Absorción de un cuerpo sólido dentro de otro en estado líquido.

**EMI:** (Electromagnetic Interference): Interferencia producida por una señal electromagnética que causa una distorsión de la señal que afecta a su integridad, dando errores o pérdidas de datos.

**FTP:** Siglas del inglés Foiled Twisted Pair (Par trenzado con blindaje global). Conjunto de pares de cobre trenzados cubiertos por un blindaje de grupo.

**Hardware:** Parte física o tangible que trabaja o interactúa de algún modo con la computadora.

**HUB:** Es un dispositivo que permite centralizar el cableado de una red y poder ampliarla, es decir, recibe una señal y repite esta señal emitiéndola por sus diferentes puertos.

**IEEE:** Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

**ISDN:** Siglas del inglés Integrated Services Digital Network (Red digital de servicios integrados). Como su nombre lo indica, se refiere a una serie de servicios digitales, tales como voz, datos y video integrados en una misma red o sistema de interconexión.

---

**ISO:** Siglas del inglés International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estándares).

**MAC:** Control de Acceso al Medio (Media Access Control).

**Mbps:** Megabit por segundo.

**Modelo OSI:** El modelo de interconexión de sistemas abiertos (open system interconnection).

**NOM-001-SEDE-2005:** Norma Oficial Mexicana, Instalaciones Eléctricas (utilización), Aprobada el 8 de Noviembre de 2005.

**Patch cord:** Son cables de red cortos que permiten interconectar secciones de cableado o dispositivos activos de telecomunicaciones.

**SCE:** sistema de cableado estructurado.

**Servicio Telemático:** Es un servicio de transferencia de textos entre usuarios de una red de telecomunicación. Ejemplos del mismo son el Videotext y el EDI.

**Site:** Sitio o recinto en el cual se alojan los equipos centrales de telecomunicaciones que dan servicio a un edificio.

**SSTP:** Siglas del Inglés Shielded Screened Twisted Pair (Par trenzado blindado y apantallado). Conjunto de pares de cables de cobre trenzados blindados por pares y apantallados en grupo. Se conoce también como cable de doble blindaje.

**STP:** Siglas del inglés Shielded Twisted Pair (Par trenzado blindado). Pares de cables de cobre trenzados con un blindaje por cada par.

**Transductores:** Es un elemento que permite convertir una energía en otra, es decir, transforma magnitudes físicas a eléctricas (sensor) o magnitudes eléctricas a físicas (actuador) que implica memoria estática o dinámica

**TIA:** Siglas del inglés Telecommunications Industry Association (Asociación de la Industria de Telecomunicaciones). Es la principal asociación comercial que representa la industria mundial de la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) a través del desarrollo de normas, iniciativas políticas, oportunidades de negocios, análisis de mercado y eventos. TIA está acreditada por ANSI.

**UTP:** Siglas del inglés Unshielded Twisted Pair (Par trenzado no blindado). Par de cables de cobre trenzados sin blindaje.

---

---

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- Alonso, Nuria Olivia, Castro Gil, Manuel A, Losada de Dios, Pablo y Díaz Orueta, Gabriel.  
*“Sistemas de Cableado Estructurado”*.  
Alfaomega, primera edición, México, D.F. febrero 2007.
- Crisp, John.  
*“Introduction to Cooper Cabling”*.  
Newnes, 2002.
- Edward L. Safford.  
*“Introducción a la fibra óptica y el laser”*.  
Paraninfo, segunda edición, Madrid, España, 1994.
- Elliot, Barry J.  
*“Cable engineering for local area networks”*.  
Woodhead Publishing Ltd. 2000.
- Elliot, Barry J.  
*“Designing a Structured Cabling System to ISO 11801”*.  
Woodhead Publishing Ltd, 2<sup>nd</sup> edition, 2002.
- Enríquez Harper, Gilberto.  
*“Manual de aplicación del reglamento de instalaciones eléctricas”*.  
Limusa SA de CV, Primera edición, México D.F.
- Hesselbach Serra, Xavier y Altés Bosch, Jordi  
*“Análisis de redes y sistemas de comunicaciones”*  
Editorial: Editions UPC, Primera edición, 2002

- Huidobro, José Manuel.  
*“Todo sobre comunicaciones”*  
Paraninfo, tercera edición, Madrid, España, 2000.
- Jardon Aguilar, Hildeberto y Linares y Miranda, Rodolfo.  
*“Sistemas de comunicaciones por fibras ópticas”*  
Alfa omega grupo editor SA de CV, primera edición, 1995.
- Karen, Webb.  
*“Building Cisco Multilayer Switched Network”*.  
Ciscopress, 2001.
- Lázaro Laporta, Jorge.  
*“Fundamentos de Telemática”*.  
Alfa omega, 2004.
- Levinton Network Solution.  
*“Curso de Certificación para Integradores”*.  
Abril de 2009.
- Newton, Harry.  
*“Newton’s Telecom Dictionary”*.  
CMP Books, 18<sup>th</sup> edition, 2002.
- Rodríguez Ruiz, Francisco.  
*“NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones eléctricas (utilización)”*.  
Secretaría de energía, primera edición, México D.F. 2001.
- Sheldon, Tom.  
*“Enciclopedia LAN times de redes (Networking)”*.  
Mc Graw-Hill, 1994.

- Stallings, William.  
*“Comunicaciones y redes de computadores”*.  
Pearson Education, 7a edición, 2004.
- Theodore S, Rappaport.  
*“Microwave Communication”*.  
Prentice Hall, 2011.
- Tanenbaum, Andrew S.  
*“Redes de computadoras”*.  
Pearson Education, Cuarta edición, México 2004.
- Yáñez Menéndez, José A. y García Fumero, Alberto  
*“Redes, Comunicaciones y el Laboratorio de Informática”*  
Editorial Pueblo y Educación, Primera edición, 2002

### **Tesis**

- González Villalobos Nancy Lorena.  
*“Cableado estructurado para la red de datos de una empresa de servicios”*.  
Tesis para obtener el título de Ingeniero en Computación. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.  
Ciudad Universitaria, México, D.F., 2006.
- Hinojosa Gómez, Luis Carlos.  
*“Tópicos Selectos de fibra óptica, monografía”*.  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.  
2007.
- Martínez Onofre, Silvia Mariel y Ortiz López, Edgar.  
*“Propuesta de cableado estructurado para una unidad habitacional”*.

Tesis Profesional para obtener el título de Ingeniero en Computación.  
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.  
Ciudad Universitaria, México, D.F. 2011.

- Rugerio Juárez, Alejandra  
“Seguridad en redes virtuales privadas VPNs”  
Tesis para obtener el título de Lic. En sistemas computacionales  
Instituto de ciencias básicas e ingeniería, Universidad autónoma del estado  
de Hidalgo, 2006
- Sánchez del Valle, Jorge Iván y Ramírez Varona, Zaira Edith.  
*“Propuesta de cableado estructurado y VLANs para la Escuela Nacional de  
Enfermería y Obstetricia”*.  
Tesis para obtener el título de Ingeniero en Computación. FES Aragón,  
U.N.A.M. México, 2008.
- Wendell Odom  
*“Cisco CCNA Exam #640-507 Certification Guide”*  
Cisco Press, 2010

---

---

## MESOGRAFÍA

<http://www.angelfire.com/alt/arashi/elered.htm>. Referida 6 de enero de 2013

<http://www.angelfire.com/mi2/Redes/componentes.html>. Referida 6 de enero de 2013

<http://andresredes.tripod.com/COAXIAL.html>. Referida al día 27 de noviembre de 2012

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9268/6/Cap%205.pdf>, Referida al día 11 de noviembre de 2012

<http://www.bloginformatico.com/topologia-de-red.php> Referida al 14 de enero de 2013.

<http://brejapresa.blogspot.mx/2010/10/normas-y-estandares-de-cableado.html>.  
Referida al 10 de diciembre de 2012

.  
<http://ecmweb.com/content/basics-structured-cabling>. Referida al día 17 de noviembre de 2012

[http://electronicaHz.webcindario.com/pdf/manual\\_redes.pdf](http://electronicaHz.webcindario.com/pdf/manual_redes.pdf) Referida al día 10 de diciembre de 2012

<http://es.scribd.com/doc/42045415/31/telecomunicaciones-Norma-ANSI-TIA-EIA-607> Referida al 8 de diciembre 2012

<http://es.scribd.com/doc/42045415/34/Edificios-Comerciales-Norma-TIA-EIA-606>.  
Referida al 09 de diciembre de 2012

---

<http://es.scribd.com/doc/4915644/Topologia-en-estrella>. Referida el 14 de enero de 2013.

<http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/CableadoEstructurado2.pdf>. Referida al día 4 de diciembre de 2012.

[http://gigatecno.blogspot.mx/2012/03/ventajas-y-desventajas-de-la-topologia\\_31.html](http://gigatecno.blogspot.mx/2012/03/ventajas-y-desventajas-de-la-topologia_31.html). Referida el 15 de enero de 2013.

<http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/cableado.htm>. Referida al día 30 de Noviembre 2012.

<http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/cableado.htm>. Referida al día 02 de diciembre de 2012.

<http://redesej.tripod.com/cableadoestructurado.html>. Referida al día 02 de diciembre de 2012.

<http://redesfundamentos.blogspot.mx/2008/10/topologia-estrella.html>. Referida el 13 de enero de 2013.

<http://redesy cableadocomfealco.blogspot.mx/>. Referida al 11 de diciembre de 2012

<http://www.slideshare.net/yaretzidelangel/componentes-de-una-red-presentation-818060>. Referida 6 de enero de 2013

<http://www.slideshare.net/SuperFonso/topologias-de-bus> Referido al 14 de enero 2013

<http://www.slideshare.net/alexandrabas/topologa-de-malla> Referida al 14 de enero de 2013.

<http://topo-malla.blogspot.com/> Referida al 14 de enero de 2013.

<http://www.angelfire.com/wi/ociosonet/15.html>. Referida al día 27 de noviembre de 2012.

[http://www.ansi.org/about\\_ansi/overview/overview\\_sp.aspx](http://www.ansi.org/about_ansi/overview/overview_sp.aspx). Referida al día 27 de noviembre de 2012.

<http://www.belden.com/pdfs/Techpprs/2040.pdf> Referida al 9 de diciembre 2012

<http://www.blogextremo.com/Normatividad/11015-norma-ansi-tia-eia606.html>.  
Referida al 10 de diciembre de 2012

<http://www.electromagazine.com.uy/anteriores/numero30/conectores30.htm>.  
Referida al día 02 de diciembre de 2012.

<http://www.ense.be/PDF/2030.pdf> Referida al día 11 de noviembre de 2012

<http://www.pemex.com/files/content/NRF-022-PEMEX-2008.VF.pdf>. Referida al día 17 de noviembre de 2012.

<http://sabiundo.blogspot.mx/>. Referido el 20 de diciembre de 2012

<http://sabiundo.blogspot.mx/2009/03/topologia-en-anillo-doble.html>. Referido el 20 de diciembre de 2012

<http://redes-6d-isaidelgadoperez.blogspot.mx/2009/03/topologia-de-doble-anillo.html>. Referido el 08 de enero de 2013

[http://www.tca.cl/pdf/información/cableado\\_estructurado](http://www.tca.cl/pdf/información/cableado_estructurado). Referida al día 18 de noviembre de 2012.

<http://www.tiaonline.org/about/>. Referida al día 27 de noviembre de 2012.

<http://www.todotv.cl/accesorios/cable-coaxial/>. Referida al día 27 de noviembre de 2012.

[http://tutoriales.igluppiweb.com.ar/tutorial\\_redes/html/Componentes%20de%20la%20red.htm](http://tutoriales.igluppiweb.com.ar/tutorial_redes/html/Componentes%20de%20la%20red.htm). Referida 6 de enero de 2013

[http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes\\_1/estrella.htm](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/estrella.htm)  
Referida 6 de enero de 2013

<http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/informatica-tecnologico/redes-de-area-local-i/2012/ii/guia-3.pdf>. Referida al día 2 de diciembre de 2012.

<http://www.undec.edu.ar/Curso%20de%20Redes/Cableado%20estructurado.pdf>.  
Referida al día 18 de noviembre de 2012.

<http://www.vialibre.org.ar/mabi/4-redes-de-pares-p2p.htm> Referida al día 10 de diciembre de 2012

<http://www.wimaxforum.org/resources/technical-specifications>. Referida al día 25 noviembre 2012.

<http://www.wi-fi.org/knowledge-center/featured-topics/core-technologies-80211abgn>. Referida al día 25 noviembre 2012.

<https://sites.google.com/site/sistemasdemultiplexado/arquitecturas-de-las-redes-de-comunicacin-caractersticas/7--medios-de-transmision-de-datos>. Referida al día 27 de noviembre de 2012.