



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA  
INFRAESTRUCTURA DE RED DE VOZ Y  
DATOS PARA LA ESCUELA NACIONAL  
PREPARATORIA NO. 4 "VIDAL  
CASTAÑEDA Y NÁJERA"**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

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

**RUBÉN FERNANDO HERNÁNDEZ BAUTISTA**

**ASESOR DE INFORME**

**JUVENTINO CUELLAR GONZÁLEZ**



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016



# Agradecimientos

Agradecerte por darme la oportunidad invaluable de aprender de cada espacio y de cada libro de esta maravillosa Universidad, es lo mínimo que puedo hacer ahora, y de lo mejor que hasta el día de hoy has hecho por mí. No fue nada fácil, y cada sacrificio que hiciste fue la motivación que diario me hacía levantar y salir de madrugada con las ganas de sacar esto adelante, y ya lo hemos logrado. Gracias má, es tu logro, es el mío... es nuestro.

A Lalo, mi hermanito, que también, y a su manera, me ha apoyado. Siempre preguntando: *¿por qué estudia tanto mi hermano?* Hoy aquí la respuesta.

A mi familia, que siempre me aportaron algo para seguir motivado.

A Beto, que casi diario preguntando: *¿cómo vas con tu titulación?*, ¡mira, acabé por fin! Gracias por el apoyo y ese extra. Ahora te toca a ti.

A todos aquellos amigos y compañeros con los que compartí más que las tareas en la Facultad, y hacer más interesante estar todo el día en la Universidad.

A Alan, amigo, gracias por conducirme a la experiencia de trabajar en DGTIC.

Al Ing. Salvador Cárdenas, que me dio el beneficio de la duda, y me brindó la oportunidad de colaborar con él y poder realizar este trabajo para ahora dar el último estirón.

A Lidia y Amaury, que son grandes compañeros y amigos. Gracias por sus conocimientos, consejos, y regaños.

A Cristian, Karen, Carlos, Paco, porque son parte importante de este trabajo y de mi crecimiento profesional.

A la Arq. Ileana, que me enseñó a trabajar como ingeniero y arquitecto. Crecí mucho compartiendo trabajo y experiencias contigo amiga, una gran parte de este trabajo es gracias a ti.

A DGTIC, por darme herramientas y conocimientos para ser un mejor profesional.

Al Mtro. Juventino Cuellar González, por ser un apoyo incondicional para hoy concluir mi paso por esta grandiosa Facultad de Ingeniería.

Gracias UNAM, que con este trabajo te devuelvo un poco de lo que tanto recibí de ti.

**Proyecto de modernización de la infraestructura de red de voz y datos para la  
Escuela Nacional Preparatoria No. 4 “Vidal Castañeda y Nájera”**

Contenido

1. Contexto.....	1
1.1 Objetivo .....	2
1.2 Definición del problema y metodología.....	2
1.3 Antecedentes .....	7
2. Marco teórico.....	10
2.1 Redes de telecomunicaciones.....	11
2.1.1 Redes de área local.....	11
2.1.2 Topologías de una red LAN.....	13
2.1.3 Aspectos básicos en la planeación de una red LAN .....	14
2.1.4 Medios de transmisión .....	15
2.1.4.1 Medios de transmisión guiados .....	15
2.1.4.2 Medios de transmisión no guiados .....	18
2.1.5 El modelo OSI y arquitectura de una red LAN.....	19
2.1.6 Protocolos y estándares.....	20
2.1.6.1 Normas del IEEE para redes LAN .....	21
2.2 Sistemas de cableado estructurado .....	22
2.2.1 Definición .....	22
2.2.2 Normatividad del cableado estructurado .....	24

2.2.3 ANSI/TIA/EIA-568 Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales .....	24
2.2.3.1 Estructura genérica de un sistema de cableado estructurado para redes de telecomunicaciones .....	26
2.2.4 ANSI/TIA/EIA-569 Trayectorias y espacios para telecomunicaciones en edificios comerciales.....	28
2.2.4.1 Cableado y canalización vertical o de backbone .....	29
2.2.4.2 Cableado y canalización horizontal.....	30
2.2.4.3 Área de trabajo .....	31
2.2.4.4 Cuarto de telecomunicaciones.....	31
2.2.4.5 Cuarto de equipos .....	32
2.2.5 ANSI/TIA/EIA-607 Especificaciones para puesta a tierra y protección para los sistemas de telecomunicaciones en edificios comerciales .....	33
2.2.5.1 Barra principal de tierra para telecomunicaciones (TMGB) .....	33
2.2.5.2 Barras de tierra para telecomunicaciones (TGB) .....	34
2.2.5.3 Backbone de tierras (TBB).....	34
2.2.6 Otros estándares .....	34
3. Participación profesional .....	36
4. Resultados y aportaciones.....	47
4.1 Actualización y adecuación del cuarto de equipos.....	48
4.2 Adecuación de los cuartos de telecomunicaciones.....	51
4.3 Actualización de los puntos de la red inalámbrica universitaria (RIU).....	54
4.4 Adecuación y propuesta de cableado y canalizaciones verticales.....	54

4.5 Adecuación y propuesta de cableado y canalizaciones horizontales .....	55
4.6 Catálogo de conceptos .....	55
4.7 Administración de la infraestructura .....	56
5. Conclusiones .....	59
6. Anexos .....	62
<i>Glosario</i> .....	80
<i>Referencias consultadas</i> .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

*Figura 1. Metodología del proyecto*

*Figura 2. Elementos básicos que conforman una red LAN*

*Figura 3. Configuración del cable de par de cobre sin blindaje*

*Figura 4. Configuración del cable de par de cobre blindado*

*Figura 5. Composición de una fibra óptica*

*Figura 6. Configuración de los pares de cobre*

*Figura 7. Subsistemas que integran la infraestructura de cableado estructurado*

*Figura 8. a) Información del último levantamiento realizado de la infraestructura de red;  
b) Propuesta de la nueva distribución de la red de voz y datos*

*Figura 9. Situación de la infraestructura de la red actual de la ENP 4; a) Laboratorio de Ciencias y b) Cuarto de equipos, Edificio A*

*Figura 10. Identificación de las condiciones de las conexiones finales. Imágenes de la zona administrativa, edificio A, planta baja*

*Figura 11. Espacio propuesto para ser habilitado y acondicionado para funcionar como cuarto de telecomunicaciones*

*Figura 12. Canalización vertical correspondiente del cuarto de equipos al edificio B.*

*Figura 13. Cortes correspondientes al plano de propuesta del cuarto de equipos de la ENP4 (Anexo 1)*

*Figura 14. Corte correspondiente al plano de propuesta del cuarto de telecomunicaciones "Orientación" de la ENP 4 (Anexo 2)*

*Figura 15. Corte correspondiente al plano de propuesta del cuarto de telecomunicaciones "Orientación" de la ENP 4 (Anexo 2)*

*Figura 16. Corte correspondiente al plano de propuesta del cuarto de telecomunicaciones "Dirección" de la ENP 4 (Anexo 4)*

*Figura 17. Etiquetado del panel de parcheo para cada gabinete o rack de telecomunicaciones*

*Figura 18. Etiquetado de los cordones de parcheo*

## **ÍNDICE DE TABLAS**

*Tabla 1. Estándares 802 del IEEE*

*Tabla 2. Distribución de servicios por edificio y cuarto de telecomunicaciones*

*Tabla 3. Etiquetado de los cuartos de telecomunicaciones*

*Tabla 4. Información contenida en las etiquetas del panel de parcheo*

*Tabla 5. Información contenida en las etiquetas en cada salida de telecomunicaciones  
(faceplate)*

*Tabla 6. Información contenida en las etiquetas en cada cordón de parcheo*



# ***1. Contexto***

## 1.1 Objetivo

Elaborar una propuesta de infraestructura del sistema de cableado estructurado para la Escuela Nacional Preparatoria No. 4 “Vidal Castañeda y Nájera”, con base en el levantamiento de la situación actual de su infraestructura de red de voz y datos, y derivada de la revisión y análisis correspondiente del cableado estructurado existente. En el marco del proyecto de Modernización de las redes locales y red inalámbrica universitaria para los 14 planteles del bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El levantamiento servirá como marco de referencia para la propuesta de solución a las necesidades de conectividad en cada uno de los edificios que integran el plantel; asimismo, mejorará la calidad de acceso y administración de la red.

## 1.2 Definición del problema y metodología

La creciente demanda de nuevas aplicaciones y servicios lleva a requerir de mayor capacidad dentro de las redes, lo que se traduce en una cantidad proporcional en aumento del tráfico de datos a través de ellas.

Esta demanda es parte de los cambios tecnológicos que vivimos, día con día, en el campo de las redes de telecomunicaciones. Es por ello que modernizar una red no solo significa nuevo equipamiento dentro de la infraestructura, sino también actualizar puntos de acceso, cubrir adecuadamente todos y cada uno de los servicios necesarios y por supuesto pensar en los requerimientos para un futuro a corto y mediano plazo.

La Escuela Nacional Preparatoria No. 4 (ENP 4), desde la inauguración de sus instalaciones en 1964, ha ido adaptándose a las necesidades de comunicaciones, conforme al soporte que la UNAM le brinda, y a su personal técnico con el que ha ido contando a lo largo de su existencia. En los últimos años, la infraestructura se ha ido volviendo insuficiente para las necesidades actuales del plantel, lo que se está traduciendo en problemas de conectividad, y aunado a esto, están en puerta proyectos educativos que requerirán mayor soporte dentro su red para su implementación.

Cada una de las Escuelas de Nivel Medio Superior (ENMS) de la UNAM, y particularmente la ENP 4, cuenta con recursos y personal técnico que han permitido adecuar la infraestructura de telecomunicaciones a fin de poder proporcionar los servicios que la comunidad académica ha ido demandando, adecuaciones que si bien no han sido en su totalidad óptimas en cuanto a administración y soporte, como es el tendido de cableado sin canalizar, reciclaje del cableado, o el utilizar conmutadores en conexión cascada para aumentar la capacidad de puntos de conexión, por mencionar algunas.

Derivado de lo anterior, la precariedad de la red se ve reflejada en el funcionamiento y rendimiento de la misma, teniendo como factor de entrada las condiciones en las que actualmente se encuentran las canalizaciones tanto del cableado de cobre como de fibra óptica. Asimismo, el cableado expuesto, aunado a la actividad diaria y propia de la comunidad, hace crecer el riesgo de ver interrumpida la conectividad de la red.

La importancia de modernizar la red local de cada una de las ENMS radica en proveer un sistema de telecomunicaciones que sea capaz de dar soluciones particulares a cada plantel, y que sea la herramienta que dé impulso a las actividades educativas, culturales y de investigación a través de una conectividad de calidad.

Para poder atacar esta problemática se desglosó la metodología a seguir a fin de presentar una solución de modernización de la red, misma que se muestra en la figura 1.

El proyecto de modernización está compuesto por tres grandes bloques o etapas para su desarrollo, y cada una de ellas establece ciertas fases para cumplir el objetivo integral. Enseguida se enlistan y describen cada una de ellas.

1. *Análisis y alcance*. El punto de partida de este proyecto fue determinar los objetivos o alcances a los que habría que delimitarlo, los cuales era el desarrollo de nueva infraestructura de telecomunicaciones para la ENP 4 según sus necesidades particulares, y para ello habría que recolectar toda la información relacionada que ayudara a atacar el problema. Es de aquí que se dividen tres momentos para el análisis.

- Definición y alcance del problema. Dentro del alcance del proyecto, además de proveer un sistema integral de cableado estructurado, es importante indicar que,

únicamente se pensó en volver a cablear y canalizar servicios con cableado de cobre categoría inferior a 6.

- Revisión y depuración de planos de telecomunicaciones de la situación de la red de voz y datos, más reciente. Esta revisión, a nivel de planos arquitectónicos, tiene la finalidad de obtener la distribución de los servicios de telecomunicaciones y sus particularidades, como lo son los tipos de canalizaciones y si su capacidad es acorde al número de cableado que transporta, etc. La depuración ayudaba a identificar de manera práctica las áreas de trabajo de cada planta de los edificios que conforman la preparatoria.
- Revisión de los censos de datos del plantel. De los levantamientos previos hechos en cada una de la ENMS, se recogieron censos de datos que permitían conocer la ubicación de los equipos y los cuartos de telecomunicaciones, las categorías o tipos de cableado existente, etc.

2. *Proyección de la nueva infraestructura.* Una vez con los planos arquitectónicos para su edición, y verificando las salidas de telecomunicaciones existentes con sus características, la intención es crear un modelo genérico del cableado de acuerdo a la normatividad, para después presentar el proyecto y realizar las visitas correspondientes para sus ajustes o modificaciones, con el área administrativa encargada, de acuerdo a las necesidades de la Prepa 4.

- Propuesta del cableado y canalización horizontal. Establecer un sistema de cableado genérico con base en la información más reciente de la infraestructura de telecomunicaciones.
- Recorrido de verificación. Presentar el proyecto y realizar un recorrido por las instalaciones para verificar que lo propuesto, principalmente para la distribución horizontal, es posible arquitectónica y técnicamente.
- Recorrido de identificación de cableado y canalización vertical. Encontrar las conexiones de los cuartos de telecomunicaciones con el cuarto de equipos para determinar sus condiciones físicas.
- Propuesta del nuevo sistema de cableado estructurado. Una vez que el modelo genérico es retroalimentado con las necesidades y observaciones particulares de cada

usuario final, el siguiente paso es integrarlo y proponer el sistemas de cableado estructurado.

3. *Evaluación y ejecución.* La evaluación de los usuarios, los administradores y técnicos es importante, porque ellos serán los que, una vez ejecutado el proyecto, se encargaran del mantenimiento, administración y uso de la red.

- Evaluación del plantel. La retroalimentación y aceptación del plantel debe quedar plasmada en cada uno de los planos de la nueva infraestructura.
- Correcciones y actualizaciones. Si existiera el caso en que surgieran nuevos comentarios o sugerencias, o alguna modificación en el plantel que afectara al despliegue de la red, y no comunicado previamente a la fecha de presentación, será necesario regresar modificar e integrar la propuesta.
- Autorización y documentación. Una vez presentado y aceptado el proyecto por los responsables del plantel, es momento de integrar la guía, o catálogo de conceptos, de cómo se llevarán a cabo los trabajos de instalación, junto con la documentación técnica necesaria.
- Cotización, licitación e implementación. Es la fase final del proyecto donde, con base en el catálogo de conceptos se determinan las cantidades económicas para la realización del proyecto y se somete a concurso de licitación para determinar quién o quiénes serán los encargados de la ejecución.



Figura 1. Metodología del proyecto

### 1.3 Antecedentes

La evolución de los sistemas de telecomunicaciones y la creciente demanda de mayor soporte a las redes de comunicación exigen realizar un reordenamiento y actualización en la infraestructura existente dentro de las áreas de trabajo que demandan una interconexión con determinada calidad que permita la realización de las actividades en óptimas condiciones.

El análisis para obtener un panorama general de la situación actual y detectar las nuevas necesidades de la Preparatoria 4 fue con base en las normas correspondientes a los subsistemas que deben integrar el cableado estructurado.

La Escuela Nacional Preparatoria No. 4, ubicada en Av. Observatorio No. 170, Tacubaya, Miguel Hidalgo, Ciudad de México. está constituida por 5 edificios, un auditorio y diversas áreas recreativas.

La entrada de servicios o acometida principal son proporcionados a través de un enlace de microondas a Torre II de Humanidades en Ciudad Universitaria y existe un enlace más a la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala, ambos son guiados desde una antena con cable UTP (Unshielded Twisted Pair, por sus siglas en inglés) para exteriores hasta el cuarto de equipos ubicada en el primer piso del edificio A.

El cuarto de equipos es un cuarto de 3.65 m x 2.33 m x 3.5 m ubicado en el primer nivel del edificio A, lugar en el que están concentrados: la entrada de servicios, el cuarto de equipos y un cuarto de telecomunicaciones, los muros son de ladrillo macizo color blanco, el muro de la fachada exterior comparte espacio con ventanales y enseguida se encuentra la celosía de concreto que recubre la fachada interior del plantel; el techo y piso son de concreto. El sistema de potencia con el que cuenta es una unidad UPS (Uninterruptible Power Supply, por sus siglas en inglés). Los tableros eléctricos están sobrepuestos en muro, justo a un costado de los racks. Para la conexión de los equipos, el cuarto cuenta con barras de contactos y cajas con contactos regulados en la parte inferior del rack que aloja el equipo activo.

Para la distribución de las canalizaciones de las conexiones realizadas entre los cuartos de telecomunicaciones y el cuarto principal, conocidas como canalizaciones de backbone, se están empleando tuberías de PVC de diámetro variable. Las canalizaciones horizontales son

a través de diversos tipos de elementos, como lo son tubería galvanizada de pared delgada de diámetro variable, charola tipo malla, canaleta plástica y tubo licuatite.

Los equipos que se encuentran actualmente alojados en el cuarto son, distribuidores de fibra óptica, switches marca *3COM*, routers *CISCO*, conmutadores y regletas de telefonía asociados al equipo eléctrico correspondiente. Todos ellos distribuidos en 4 racks dentro del cuarto.

En el plantel existen 6 espacios asignados como cuartos de telecomunicaciones, mismos que son empleados para la distribución de los servicios de datos a lo largo de cada uno de los edificios de la preparatoria. Éstos se mencionan a continuación:

Laboratorio de Ciencias I y II. Es un cuarto de reciente instalación para este tipo de laboratorios de bachillerato; existe un rack de 7 ft. en cada uno de ellos con organizadores horizontales y verticales. La canalización para la distribución del cableado para cada laboratorio respectivo es a través de charola tipo malla. Da servicio a 20 equipos.

Cómputo Telmex. Existe un rack de 7 ft que cuenta con organizadores horizontales y verticales. La canalización para la distribución del cableado para el laboratorio de computo es a través de charola tipo malla y canaleta plástica. Da servicio a 101 equipos.

Mediateca I y II. Este cuarto de telecomunicaciones es conformado por un gabinete metálico de 42 unidades de rack (42 UR) donde está instalado el equipo activo de distribución de datos y un contacto eléctrico. Brinda servicio a 66 equipos.

Edificio C. Es un cuarto de telecomunicaciones ubicado en la planta baja central de dicho edificio, que consta de un rack de 7 ft. cuenta con organizadores horizontales y verticales. La canalización para la distribución del cableado es a través de charola tipo malla y tubería galvanizada de pared delgada. Reparte servicio a 30 equipos.

Laboratorio LACE (Laboratorios Avanzados de Ciencias Experimentales). Este cuarto de telecomunicaciones comparte espacio con material de limpieza en el edificio LACE. Consta de un rack de 7 ft. que cuenta con organizadores verticales. La canalización para la distribución del cableado es a través de charola tipo malla y ducto metálico. Da servicio a 75 equipos.



Biblioteca. Existe un rack de 7 ft colocado dentro de una oficina, no cuenta con organizadores para el acomodo de los cables y brinda espacio a equipo de telefonía. La canalización horizontal es expuesta y por tubería galvanizada llevada por plafón. Da servicio a 47 equipos.

El cableado backbone existente es fibra óptica multimodo 62.5/125  $\mu\text{m}$  de uso rudo de 4 u 8 hilos y a través de cable UTP Cat. 5 para exterior. Cada punta de las fibras está rematada en distribuidores de fibra óptica y en cajas LIU (Light Interface Unit, por sus siglas en inglés) con conectores tipo ST y SC. La topología empleada es en estrella.

El cableado horizontal empleado, para la interconexión de los cuartos de telecomunicaciones y las áreas de trabajo, es cable de cobre de pares de cobre UTP. Las categorías de este cableado identificadas en cada edificio fueron categoría 5, 5e y 6. Las canalizaciones empleadas son diversas, entre las que están: charola tipo malla, canaleta plástica de distintas dimensiones, tubería galvanizada pared delgada y ductos metálicos. Se detectó incluso cableado sin canalizar.

Las áreas de trabajo, dentro del plantel, son básicamente oficinas, cubículos, laboratorios de cómputo, laboratorios de ciencias, aulas, etc. Las salidas de telecomunicaciones actuales son, en la mayoría de los casos, tapas plásticas (o comúnmente llamadas *faceplates*) de una, dos o cuatro salidas con conectores RJ-45 y cordones de parcheo de distintas longitudes.

Dentro de las instalaciones, los elementos descritos en estos antecedentes en cuestión no cuentan con las etiquetas correspondientes para la correcta administración de la infraestructura de telecomunicaciones.

## ***2. Marco teórico***

## **2.1 Redes de telecomunicaciones**

En la actualidad, las computadoras están presentes en las actividades cotidianas del ser humano. En los hogares, en actividades como manejo de información laboral o escolar, o entretenimiento; en oficinas, para la administración y procesamiento de información; en escuelas o universidades, como auxiliar en el proceso de enseñanza y/o herramienta de investigación; por mencionar algunos ejemplos.

En algunas situaciones el uso de las computadoras en la actividad a realizar se da de manera aislada, mientras que en la mayoría de los casos el principal interés de un usuario es el manejo, procesamiento, transporte y almacenamiento de información, en colaboración con otros dispositivos electrónicos. De esta manera, el sistema resultante de la interconexión de computadoras y/o dispositivos autónomos que permite el intercambio de información y recursos es conocido como una red de computadoras.

Una red, por lo tanto, es un conjunto de computadoras o dispositivos electrónicos separados pero interconectados a través de alguna forma de medio de transmisión, cuya finalidad es la compartición de recursos y en consecuencia hacer que los datos, la información y dispositivos estén disponibles para los usuarios conectados, independiente a su ubicación física. Así, este sistema de comunicación permite la transmisión y recepción de datos generados, que representan algún tipo de información para el usuario final.

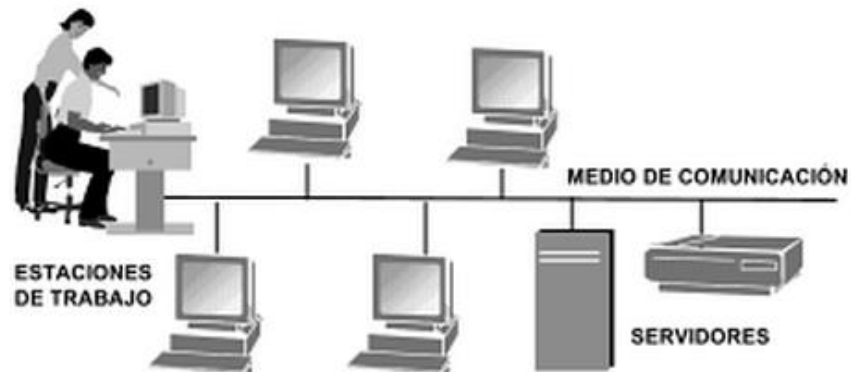
Existen diferentes clasificaciones de las redes de computadoras. Por ejemplo, con base en su área o extensión geográfica en la cual tienen cobertura (redes de datos de área local, metropolitana o extensa); la topología de conexión empleada (redes conectadas punto a punto, en estrella, en malla, etc.); por mencionar algunas, detallando posteriormente estos conceptos.

### **2.1.1 Redes de área local**

Como se mencionó anteriormente, las redes de computadoras a menudo se clasifican según su extensión geográfica. Una red de área local, o red LAN (Local Area Network, por sus siglas en inglés) es un sistema de comunicación privada que cubre una área limitada, es decir, una conexión de computadoras personales o estaciones de trabajo dentro de una oficina, un

edificio, un campus universitario o una instalación industrial, permitiendo el intercambio interno de datos y la compartición de recursos.

Como todo sistema electrónico de comunicaciones de datos, una red de área local está constituida por hardware (servidores, equipos y dispositivos terminales, el sistema de cableado) y software (control de acceso al medio, gestión de recursos, etc.) cuya distribución es limitada en área donde se encuentran los recursos (impresoras, bases de datos, etc.) a los que los usuarios conectados pueden acceder. Asimismo, la interconexión entre redes LAN, o incluso entre redes LAN y redes de área amplia, redes WAN (Wide Area Network, por sus siglas en inglés), puede ser posible a través de elementos como repetidores, puentes, ruteadores, conmutadores, entre otros.



*Figura 2. Elementos básicos que conforman una red LAN*

Según el Comité IEEE 802, una LAN se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones se restringen a un área geográfica limitada, en que pueden depender de un canal físico de comunicaciones con una tasa de transmisión alta y que presenta una reducida tasa de errores.

En todas las redes de área local se encuentra siempre un modo de transmisión/modulación (banda base o banda ancha), un protocolo de acceso (TDMA, CSMA/CD, Token Passing, FDDI), un soporte físico (cables de pares de cobre, coaxiales o fibra óptica) y una topología (bus, anillo, estrella).

### 2.1.2 Topologías de una red LAN

La topología de una red es la forma o estructura mediante en la que son interconectados al medio de comunicación los dispositivos que la conforman, y a través de la cual se busca brindar funcionalidad, eficiencia y confiabilidad en las conexiones en dicha red. Esta estructura puede dividirse en topología física, que es la forma en que físicamente los dispositivos son interconectados; y la topología lógica, refiriéndose a la manera en que se da la transferencia o flujo de datos a lo largo del sistema físico.

Los factores que influyen al momento de elegir la topología adecuada son el número de estaciones de trabajo y dispositivos asociados a conectar, el medio de transmisión, los estándares correspondientes, así como la arquitectura del espacio físico. A continuación una breve descripción de topologías comúnmente utilizadas.

*Topología en bus.* En la topología en bus, todas las estaciones de trabajo se encuentran comunicadas directamente a través un medio de transmisión lineal llamado bus. Bajo esta distribución es posible la transmisión full dúplex y ésta circula en todas direcciones a lo largo del bus, pudiendo cada estación recibir o transmitir. A pesar de estar entre las topologías más sencillas en cuanto a instalación se refiere, tiene la gran desventaja de que si el bus sufre de alguna falla o daño, el sistemas dejará de funcionar; asimismo, a medida que la longitud del bus va aumentando, la atenuación de la señal también irá aumentado. Además, y dado que todas las estaciones pueden transmitir simultáneamente, habrá que implementar un mecanismo que evite la colisión de datos.

*Topología en anillo.* En esta distribución, los dispositivos son conectados unos a otros en forma circular (anillo) de tal forma que una estación tendrá conexión directa con otras dos. Además, el flujo de los datos se da en un solo sentido, en la que cada computadora regenerará la señal que recibe y la retransmitirá a la siguiente hasta que llegue a su destino, por lo que para no permitir que los datos se encuentren dando vueltas indefinidamente por el anillo, esta información es retirada del medio de comunicación en la estación destino o en la estación origen, si llega nuevamente a ella. La principal desventaja de esta topología es que de ocurrir una ruptura de un enlace o que una estación falle tendrá como consecuencia que el resto del anillo dejará de trabajar.

*Topologías en estrella y árbol.* La topología en estrella es determinada por un dispositivo central y a través del cual son realizados los enlaces de comunicación para cada estación de trabajo y, en consecuencia, las estaciones se comunican entre sí a través de dicho dispositivo central, por lo que este dispositivo es el encargado de administrar y controlar la red. De lo anterior, se puede percibir que una ventaja importante de esta estructura es que el dispositivo central decide cuándo es posible transmitir o no de una estación a otra, ayudando a evitar la colisión de datos. Mientras que, al ser un esquema centralizado, de existir alguna falla en el equipo central conllevaría a una falla en toda la red.

La topología en árbol puede ser considerada como una unión de varias redes en topología estrella, controladas a su vez por un dispositivo central, y que están conectadas a un medio de transmisión lineal o bus; por lo que la transmisión de datos dentro de la red en topología en árbol es jerárquica. La principal ventaja de esta configuración es la posibilidad de ir incrementando en número las estaciones, mientras que comparte las mismas desventajas de una red en estrella, aunado a la atenuación que existiría al aumentar las subredes.

### **2.1.3 Aspectos básicos en la planeación de una red LAN**

A fin de cumplir a cabalidad las necesidades por las cuales una red de datos local es creada, la planeación de la misma representa un punto importante. Por lo tanto, los siguientes aspectos, a continuación enlistados, son puntos básicos a tomar en cuenta en la creación de una red LAN.

- Establecer claramente las necesidades y el objetivo de la creación de la red.
- Decidir sobre la configuración de la interconexión lógica y física de la red.
- Determinar el espacio físico de los equipos o dispositivos terminales existentes y el nuevo equipamiento, si es el caso; así como identificar las áreas de trabajo y los espacios físicos destinados a los equipos activos de telecomunicaciones.

## 2.1.4 Medios de transmisión

En una red, el medio de transmisión es el canal que permite la transmisión de los datos entre dos dispositivos terminales o estaciones de trabajo. Esta transmisión, normalmente, se realiza utilizando ondas electromagnéticas a través de la propagación por el canal. Por lo tanto, y dependiendo de la forma de conducir las ondas electromagnéticas, se pueden distinguir específicamente dos tipos de medios de transmisión: guiados y no guiados.

### 2.1.4.1 Medios de transmisión guiados

Los medios de transmisión guiados son utilizados comúnmente dentro de las redes para crear la infraestructura del cableado.

*Par de cobre.* Un par de cobre son dos conductores aislados, para cada enlace de comunicación, entrelazados en forma helicoidal (en inglés esta forma es denominada *twisted*), y dado que es un medio susceptible a ruido y a interferencias, la torsión juega un papel importante consiguiendo disminuir estos problemas. Incluso, en un tipo particular de pares de cobre, se recurre a un recubrimiento con una malla externa para evitar las interferencias del exterior.

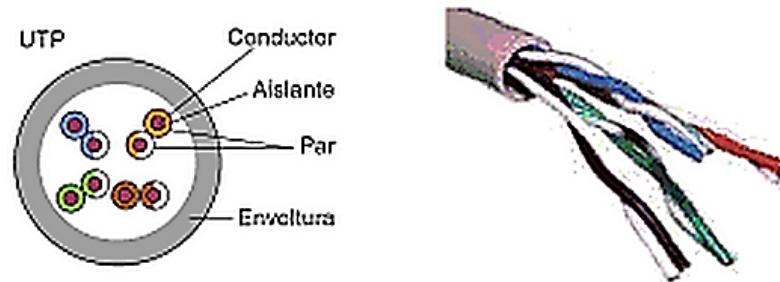
Debido a su bajo costo, este tipo de medio de transmisión es el más utilizado, pero su inconveniente principal es su poca velocidad de transmisión y su corta distancia de alcance, comparado con otros medios; sin embargo, con estos cables, se pueden transmitir señales analógicas o digitales.

*Pares de cobre sin blindaje.* Los pares de cobre sin blindaje, o cable UTP (Unshielded Twisted Pair, por sus siglas en inglés), son los más económicos y de fácil instalación, aunque los más expuestos a interferencias electromagnéticas. En redes de área local, por la distancia entre dispositivos y las velocidades de transmisión empleadas, pueden ser utilizados exitosamente ya que son menos susceptibles a estas interferencias.

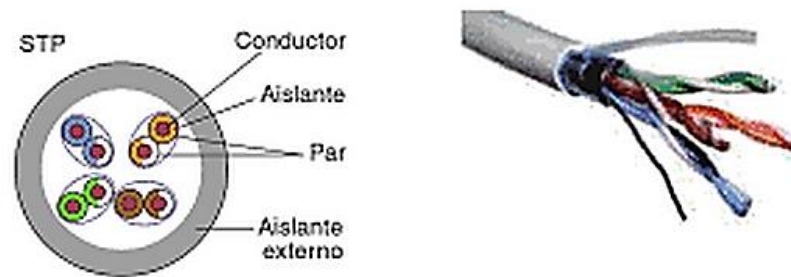
*Pares de cobre blindados.* Los pares de cobre blindados, o cable STP (Shielded Twisted Pair, por sus siglas en inglés), consisten en aislar los cables de cobre con una malla o una cubierta

a fin de proteger de ruido e interferencias electromagnéticas. Esta configuración encarece considerablemente el precio de este tipo de medio en comparación con el cable UTP.

Las figuras 3 y 4 muestran la configuración de ambos tipos de cables de cobre.



*Figura 3. Configuración del cable de par de cobre sin blindaje*



*Figura 4. Configuración del cable de par de cobre blindado*

**Cable coaxial.** Es un cable que consta de un conductor cilíndrico exterior hueco, el cual rodea a un conductor sólido en su interior, separados por un material dieléctrico. Este cable, aunque en precio es mayor al par de cobre, permite transmisiones de mayor distancia, soporta velocidades de transmisión superiores, menos interferencias, permite conectar más estaciones y puede ser utilizado tanto para transmisiones analógicas como digitales. Mientras que las principales desventajas de este medio es la susceptibilidad al ruido térmico y al ruido de intermodulación.



*Fibra óptica.* En este cable, a diferencia de los pares de cobre y del cable coaxial donde la señal es de naturaleza eléctrica, la transmisión de los datos se realiza en forma de un haz de luz dentro de un medio muy flexible y fino, comúnmente una fibra de vidrio. Su forma es cilíndrica con tres secciones circulares: núcleo, revestimiento y cubierta, como se observa en la figura 5. El núcleo está formado por una o varias fibras muy finas de material dieléctrico. Cada fibra está rodeada por su propio revestimiento que puede ser un cristal o plástico con diferentes propiedades ópticas distintas a las del núcleo. Y finalmente, alrededor de este conglomerado está la cubierta, generalmente de plástico, que se encarga de aislar el contenido de fricciones, aplastamientos, humedad, etc. Por su naturaleza óptica, es un medio muy apropiado para largas distancias e incluso para redes LAN.

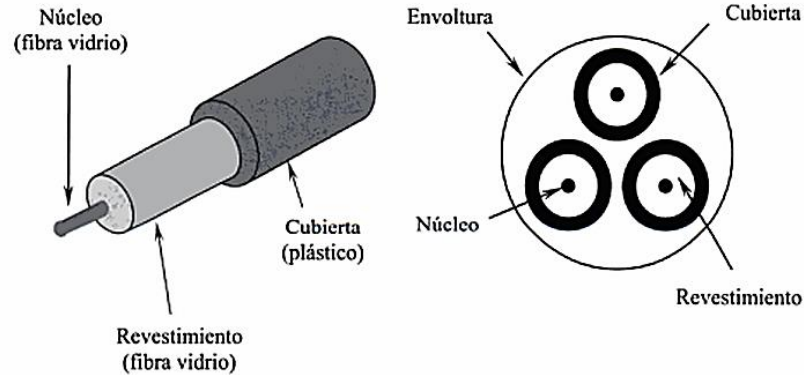


Figura 5. Composición de una fibra óptica

Las ventajas que presenta la fibra óptica frente a cables coaxiales y pares de cobre son:

- Es posible conseguir mayor ancho de banda.
- El tamaño y peso es considerablemente menor.
- La atenuación es menor a grandes distancias, lo que repercute en mayor separación de repetidores.
- Aislamiento electromagnético.

El método de transmisión es: un transmisor óptico genera el haz de luz que incide en el núcleo del cable consiguiendo, para un cierto rango de ángulos de incidencia, reflejarse en la capa que recubre dicho núcleo. Entonces, el haz irá reflejándose a lo largo del cable hasta llegar a

su destino. A este tipo de propagación se le llama multimodal, dado el gran número de posibles ángulos de incidencia sobre el núcleo que lograrán la reflexión. Asimismo, si se disminuye el radio del núcleo, el rango de ángulos decrecerá hasta que sólo sea posible transmitir un solo haz o rayo, por lo que a este método de transmisión se le llama monomodal.

La gran desventaja de la transmisión multimodal es que, dado los diferentes modos que pueden tomar los haces incidentes, se podrían producir retardos al llegar al destino, que tendrá como consecuencia una distorsión de la señal recibida. Mientras que las fibras monomodo, su costo es elevado por su dificultad de fabricación y los acoplamientos para transmisión y recepción deben ser totalmente precisos.

#### **2.1.4.2 Medios de transmisión no guiados**

Las comunicaciones realizadas a través de medios no guiados se refieren a las ondas electromagnéticas que no viajan a través de un medio físico para la transmisión de la información. Esta comunicación inalámbrica se lleva a cabo a través de ondas de radio, microondas y ondas infrarrojas, siendo el aire el principal medio de propagación.

- *Transmisión por radiofrecuencia.* Esta transmisión se refiere las técnicas empleadas en los sistemas de telecomunicaciones que emplean frecuencias de radio, comúnmente denominadas frecuencias de RF, para transmitir información. En una red de datos LAN, las señales enviadas por las estaciones de trabajo son transmitidas al punto de acceso inalámbrico más próximo, mismo que, al igual que el resto de los puntos de acceso que conforman la red, están conectados a un sistema de cable troncal. Una desventaja de este tipo de transmisión es la susceptibilidad electromagnética, así como la dificultad que surge para penetrar muros de carga de concreto y muros con marcos de acero.
- *Transmisión por microondas.* La transmisión por microondas es considerada un tipo de transmisión RF que opera en el segmento de 2 a 40 GHz del espectro radioeléctrico. Una de las particularidades de estas transmisiones es que la comunicación se da punto a punto por la concentración de energía en el haz radiado

por las antenas de microondas, debido a la longitud de onda asociada, lo que se traduce en una transmisión en línea de vista. Asimismo, ofrece una alta velocidad de transmisión, para un medio inalámbrico.

- *Transmisión infrarroja.* Este medio es también otro de línea de vista, esto porque la radiación electromagnética usada en esta transmisión es la comprendida entre las ondas de radio y el espectro de la luz visible, lo que implica menor longitud de onda y por tanto la energía concentrada en un haz. Al ser un medio de transmisión de naturaleza óptica, existe inmunidad a las radiaciones electromagnéticas externas o las producidas por el sistema de telecomunicaciones, siendo únicamente sujetas a las condiciones atmosféricas (alta humedad, por ejemplo) que pudieran causar interferencias en la transmisión.

Por tanto, para enlaces punto a punto a grandes distancias es común utilizar enlaces de microondas (altas frecuencias). Para enlaces con varios receptores las ondas de radio (bajas frecuencias) son habitualmente empleadas. Y, para las transmisiones a través de luz infrarroja se utilizan para transmisiones a muy corta distancia (en una misma habitación). Asimismo, de las principales ventajas que podemos observar en este tipo de comunicación se encuentra la disposición de movilidad de las estaciones de trabajo, sin que ello implique una reestructuración del cableado; así como los costos menores que conlleva en la instalación de la infraestructura, por mencionar algunas.

### **2.1.5 El modelo OSI y arquitectura de una red LAN**

La Organización Internacional de Estandarización, ISO (International Standards Organization, por sus siglas en inglés), a fin de adoptar un enfoque para que el conjunto de hardware y software que integran los subsistemas de comunicación se ajusten a las normas vigentes de conexión y control dentro de las redes de telecomunicaciones, independiente a los fabricantes de los equipos, definió un modelo por capas o niveles para crear un modelo de referencia, donde cada capa tiene bien definida su función y define un segmento del proceso necesario para la transmisión de datos a través de una red. Este modelo es conocido como el modelo de referencia de la ISO para la interconexión de sistemas abiertos, o modelo OSI (Open Systems Interconnection, por sus siglas en inglés). Un sistema abierto se refiere

al hecho de interconectar dos sistemas de comunicación diferentes independiente a su fabricante y a su arquitectura.

El modelo OSI es una arquitectura que, a fin de establecer la conexión exitosa y velar para que los datos sean enviados correctamente, está estructurado por siete capas ordenadas: físico (capa 1), enlace de datos (capa 2), de red (capa 3), transporte (capa 4), sesión (capa 5), presentación (capa 6) y aplicación (capa 7). Cada capa está definida por un conjunto de funciones distintas de las de las otras y, a su vez, definiendo una arquitectura completa y flexible.

En arquitecturas LAN, las tres primeras capas tienen las siguientes funciones:

Capa física:

- Codificación y decodificación de señales.
- Generación y eliminación de preámbulo.
- Transmisión y recepción de bits.

Control de acceso al medio:

- Ensamblado de datos en tramas con campos de direccionamiento y detección de errores.
- Desensamblado de tramas, reconocimiento de direcciones y detección de errores.
- Control de acceso al medio de transmisión LAN.

Control de enlace lógico:

- Interfaz con las capas superiores y control de errores y de flujo.

Cada capa toma las tramas y le añade una serie de datos de control antes de pasarla a la siguiente.

### **2.1.6 Protocolos y Estándares**

En las redes de datos, la comunicación se lleva a cabo entre distintos dispositivos de distintos sistemas de comunicación. Un dispositivo debe ser capaz de enviar, recibir, procesar, y

almacenar información. Un sistema es un objeto físico que contiene una o más dispositivos, tales como computadoras o equipos terminales.

Sin embargo, no es suficiente que dos dispositivos se envíen flujos de datos entre sí para que se comuniquen. Para que ambos dispositivos puedan establecer una comunicación exitosa, estos deben estar de acuerdo en un protocolo. Un protocolo es un conjunto de reglas que rigen cada uno de los aspectos de la comunicación. Un protocolo define, dentro de la red, qué se comunica y cuándo se comunica.

Mientras que, para proporcionar las condiciones de desarrollo que haga posible que un dispositivo funcione adecuadamente con otros, sin tener en cuenta quién es el fabricante, se define un estándar. Los estándares son desarrollados mediante la cooperación entre comités, foros e instituciones regulatorias de los gobiernos.

Existen muchas organizaciones dedicadas a la definición y establecimiento de estándares para la comunicación y transmisión datos, por su nivel de consulta y confianza, las más importantes son:

- The International Standards Organization (ISO)
- The International Telecommunications Union-Telecommunication Standards Sector (ITU-T)
- The American National Standards Institute (ANSI)
- -The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- The Electronic Industries Association (EIA)

### **2.1.6.1 Normas del IEEE para redes LAN**

El IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) es uno de los organismos más importantes en el ámbito de la normalización de las redes de comunicaciones locales, cuyo proyecto 802, para redes LAN, ofrece preceptos para la elaboración de componentes y software asociado. La tabla 1, que enseguida se muestra, hace referencia a los estándares a los que dicho proyecto 802 hace referencia:

## NORMAS DEL IEEE PARA REDES LAN

<b>802.1</b>	Interconexión de redes
<b>802.2</b>	Control de Enlace Lógico (LLC)
<b>802.3</b>	LAN en bus con CSMA/CD (Ethernet)
<b>802.4</b>	LAN en bus con Testigo (Token Bus)
<b>802.5</b>	LAN en anillo con Testigo (Token Bus)
<b>802.6</b>	Red de Área Metropolitana
<b>802.7</b>	Grupo asesor para banda ancha
<b>802.8</b>	Grupo asesor para fibra óptica
<b>802.9</b>	Redes integradas de voz y datos
<b>802.10</b>	Seguridad en las redes LAN
<b>802.11</b>	Redes locales inalámbricas (WLAN)
<b>802.12</b>	Prioridad bajo demanda (100VG-AnyLAN)

*Tabla 1. Estándares 802 del IEEE*

## 2.2 Sistemas de cableado estructurado

### 2.2.1 Definición

El cableado estructurado es una guía sistemática y ordenada del cableado. Es un método para crear de manera organizada el sistema de cableado y que permita a los técnicos instaladores y a los encargados de la administración de la red comprender y diferenciar cada uno de los elementos que lo conforman. Surgiendo este concepto a raíz de la problemática que representaba años atrás para los diseñadores, instaladores y administradores los diferentes tipos de cables que existan para cada sistema independiente.

Por lo tanto, el sistema de cableado estructurado es el tendido de cables en determinado espacio físico basado en estándares que permite integrar en un medio de transmisión común el transporte de información, servicios de voz, datos, video, imágenes, control, etc., diseñado para ser una arquitectura abierta, es decir, independiente del proveedor o fabricante.

Asimismo, la calidad del servicio proporcionado a través del cableado en cuestión, está directamente relacionada con la calidad de la instalación y la calidad del cable, esto es, un cableado correctamente instalado brindará años de servicio para la red.

El cableado estructurado, además, es un sistema que considera las necesidades de particulares del cliente, mismas que se incluyen y adaptan en la planificación, metodología de rotulación, agrupación de cableado y estándares aplicables, permitiendo crear armonía entre lo que establecido y lo que el cliente desea dentro de su infraestructura.

Tres aspectos fundamentales a tener presentes durante la planeación, que permiten alcanzar la eficiencia y la efectividad de estos sistemas, se enlistan continuación:

*Conectividad.* Establecer una solución integral de conectividad, es decir, abarcar todos los sistemas diseñados para conexión, tendido, administración e identificación del cableado en el sistema de cableado estructurado. Además, el seguimiento a los estándares establecidos para estos sistemas promueve la admisión de tecnologías actuales y futuras, por lo que servirá para garantizar a largo plazo el rendimiento y confiabilidad del sistema.

*Crecimiento.* El crecimiento futuro debe ser una ocupación durante la planeación, esto es, la cantidad de conexiones de cableado de cobre y de fibra óptica instaladas debe asegurar o garantizar futuras necesidades dentro de la red.

*Proveedores.* Debe existir completa libertad para optar por el proveedor, a fin de que una red pueda realizar ampliaciones o modificaciones sin depender de la disponibilidad que el proveedor tenga.

Así, el sistema de cableado estructurado permite maximizar la velocidad de transmisión, la confiabilidad, eficiencia y seguridad en el sistema de comunicación, debido a la simplificación de problemas a través de la identificación oportuna y aislamiento de una posible falla, así como la administración organizada del sistema.

### 2.2.2 Normatividad del cableado estructurado

A mediados de la década de 1980, se le asignó a la Asociación de Industrias Electrónicas, EIA (Electronic Industries Alliance, por sus siglas en inglés), establecer un estándar en el que enlistara cada uno de los requerimientos de cableado de los sistemas de comunicaciones para edificios residenciales y comerciales. De la misma forma, la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones, TIA (Telecommunications Industry Association, del inglés), en 1991 se hizo cargo del desarrollo de los estándares de cableado de los sistemas de comunicaciones. Y así, finalmente, del trabajo conjunto entre la EIA y TIA dio como resultado el estándar TIA/EIA-568-A que, una vez aceptado y avalado por el Instituto Americano Nacional de Estandares, ANSI (American National Standards Institute, del inglés), se convirtió formalmente en el estándar ANSI/TIA/EIA-568-A, el cual ha sido objeto de actualizaciones debido al desarrollo que han tenido los distintos tipos de cableado, resultando en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-B y ANSI/TIA/EIA-568-C, sin dejar de lado la emisión de recomendaciones para la manufactura, prácticas de instalación requeridas y rendimiento de los equipos y sistemas de telecomunicaciones.

Así, los estándares de mayor consulta dentro de la normatividad son:

- *ANSI/TIA/EIA-568 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard.*
- *ANSI/TIA/EIA-569 Commercial Building Standards for Telecommunications Pathways and Spaces.*
- *ANSI/TIA/EIA-607 Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications in Commercial Buildings.*

### 2.2.3 ANSI/TIA/EIA-568. Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales

El estándar ANSI/TIA/EIA-568 y sus recientes actualizaciones establecen los requerimientos para la planeación e instalación de un sistema de cableado estructurado genérico, es decir, independiente de las aplicaciones y de los proveedores, para los edificios comerciales y en general para todo tipo de instalaciones de clientes, como actualmente se denomina en la versión ANSI/TIA/EIA-568-C. El estándar especifica principalmente lo siguiente:



- Planeamiento, instalación y verificación del sistema de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales.
- Topología y distancias recomendadas.
- Parámetros de desempeño de los medios de comunicación (cables de cobre, fibra óptica).

El estándar, además, reconoce las siguientes categorías de cables de cobre:

*Categoría 5e:* Aplica a cables de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, para transmisiones que requieran hasta 100 MHz de ancho de banda. Se especifica para esta categoría parámetros de transmisión más exigentes que los que aplicaban a la categoría 5 y anteriores.

*Categoría 6:* Aplica a cables UTP de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, para aplicaciones con parámetros de transmisión hasta los 250 MHz.

*Categoría 6A:* La categoría 6A aplica a cables UTP de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, soportando aplicaciones con transmisión de hasta 500 MHz de ancho de banda.

De igual forma, el conector que se emplea para el cable UTP de 4 pares de cobre es conocido como jack de 8 posiciones o pines. La asignación de las posiciones está dada por los colores de cada par del cable y de esto se desprenden dos formas de conexión ya establecidas, T568A y T568B, como se muestra en la figura 6.

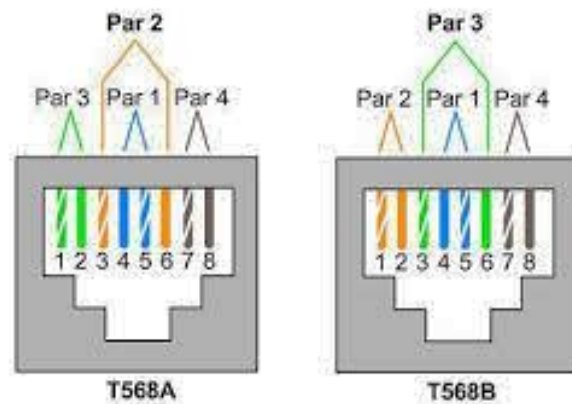


Figura 6. Configuración de los pares de cobre

### 2.2.3.1 Estructura genérica de un sistema de cableado estructurado para redes de telecomunicaciones

Esta estructura, como se establece en el estándar descrito, está conformada por varios subsistemas, mismos que se muestran en la figura 7 y a continuación se describen:

*Entrada o acometida principal de los servicios de telecomunicaciones.* Es el lugar en el que ingresan los servicios de telecomunicaciones al edificio o campus. Las instalaciones de entrada contienen el hardware para conectar el cableado de la red local con las redes públicas prestadoras de servicios de telecomunicaciones.

*Cuarto de equipos.* Este espacio, en distinción con el cuarto de telecomunicaciones, contiene equipos eléctrico-electrónicos más complejos, como servidores por ejemplo, y dónde se ubican los equipos de telecomunicaciones comunes al edificio o campus; incluso, el cuarto de equipo puede funcionar como un cuarto de telecomunicaciones. Es de este lugar físico donde llega el cableado de backbone de todo el sistema, por lo que las canalizaciones son más robustas. Es, pues, el punto principal de conexión, tanto interno como externo, de la red.

*Cuarto o gabinete de telecomunicaciones.* La función de este subsistema es ser la interfaz de conexión entre el cableado vertical y el cableado horizontal, y proveer de conexión a un segmento del edificio o a un edificio por completo. Equipos de telecomunicaciones, como conmutadores, paneles de parcheo, son alojados en el cuarto; siendo el gabinete de telecomunicaciones un espacio más reducido para proporcionar servicio a menos área.

*Cableado vertical o de backbone.* Es el cableado troncal que proporciona la conexión entre la entrada o acometida principal de servicios, el cuarto de equipos y los cuartos o gabinetes de telecomunicaciones. La topología recomendada para dichas conexiones es en estrella. Asimismo, los medios de comunicación reconocidos para este tipo de enlaces son: el par de cobre de categoría 5e, 6 y 6A; fibra óptica multimodo y monomodo.

*Cableado horizontal.* Este subsistema conecta los equipos alojados en el cuarto de telecomunicaciones con las salidas de telecomunicaciones de las áreas de trabajo. De igual forma, la topología en este tendido de cableado es en estrella y la conexión horizontal debe ser a lo máximo 90 (noventa) metros, considerando 10 (diez) metros adicionales para el tramo comprendido entre interconexiones (cordones de parcheo), por lo que es recomendable que

los cordones no superen los 5 (cinco) metros de longitud, en el área de trabajo y en el cuarto de telecomunicaciones. Así, 100 (cien) metros es la longitud máxima, punta a punta, del cableado horizontal.

*Área de trabajo.* El área o estación de trabajo es el espacio físico dentro de un edificio donde los usuarios interactúan con el sistema de comunicaciones a través de los dispositivos, computadoras, teléfonos, etc., destinados para ello. Por ello, las dimensiones de las canalizaciones horizontales deben considerar, en el diseño, el número de salidas destinadas en cada área de trabajo así como la capacidad de ampliación prevista.

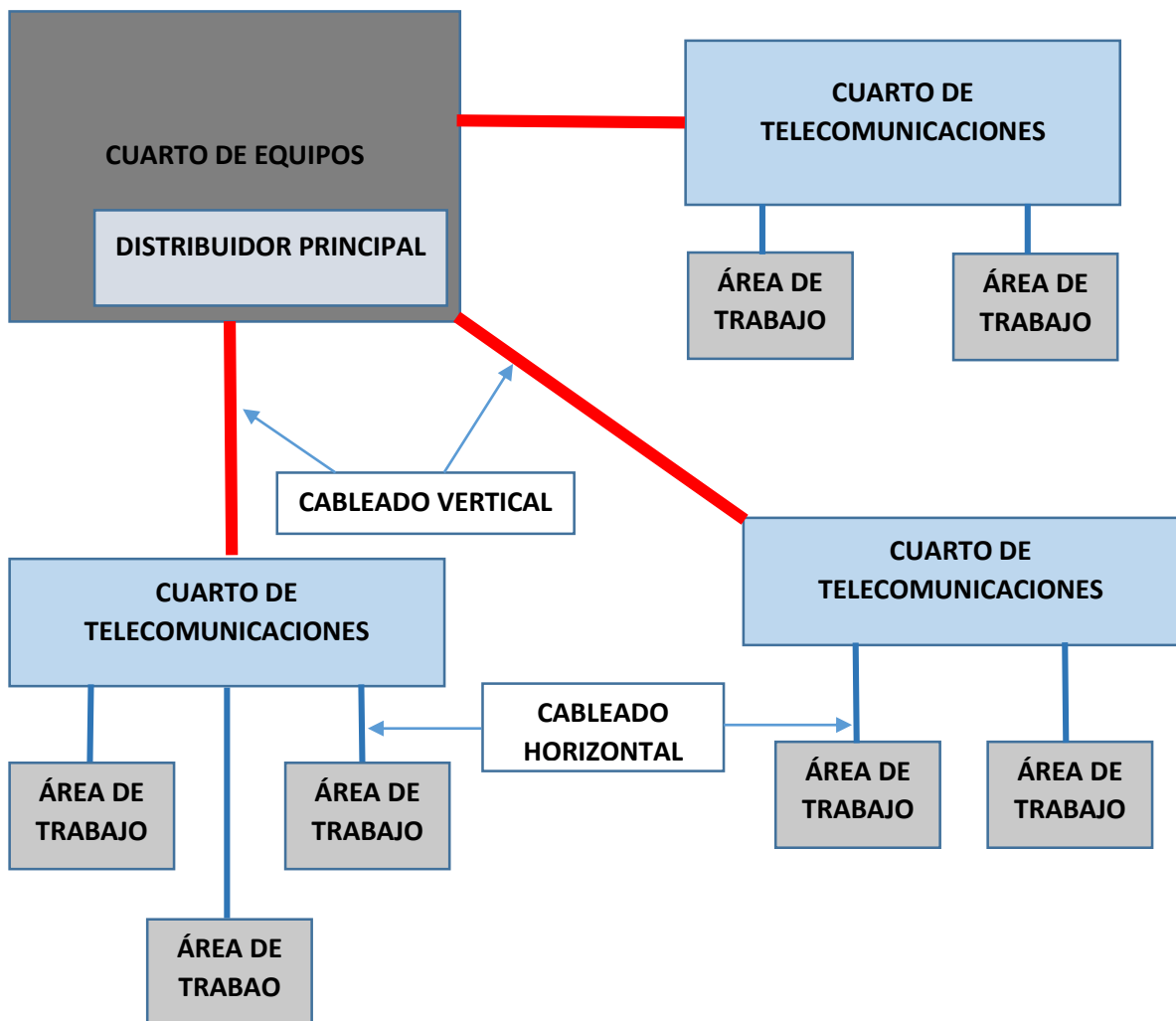


Figura 7. Subsistemas que integran la infraestructura de cableado estructurado

De igual forma, éste estándar especifica las características de los conectores y el cableado, así como los requisitos para las pruebas de desempeño para el cableado de cobre, dado que las velocidades de transmisión de datos han aumentado y se requiere un mayor rendimiento para estos medios determinando por las categorías antes mencionada; y de fibra óptica, en la que establece además la nomenclatura de la ISO para los tipos de fibra (OM1, OM2, OM3, OM4, OS1 y OS2).

#### **2.2.4 ANSI/TIA/EIA-569: Trayectorias y espacios para telecomunicaciones en edificios comerciales**

Este estándar provee especificaciones de las trayectorias y espacios de telecomunicaciones para para el diseño de las instalaciones y la infraestructura necesaria para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales, esto es, la distribución del cableado y los requisitos para los cuartos y áreas para la instalación de los equipos activos y pasivos de telecomunicaciones dentro del edificio o campus.

Este estándar, además, establece tres supuestos para llevar a cabo el diseño:

- Los edificios son dinámicos. Reconociendo la existencia de cambios, este estándar especifica tomar en cuenta las inminentes remodelaciones desde el diseño de las canalizaciones del cableado de telecomunicaciones.
- Los sistemas de telecomunicaciones son dinámicos. Este estándar reconoce el hecho de que las tecnologías y los equipos de telecomunicaciones pueden cambiar radicalmente, por lo que considera la independencia de proveedores y tecnologías de equipo.
- Telecomunicaciones es más que voz y datos. El concepto de Telecomunicaciones involucra, además, otros sistemas que transportan información entre los edificios, tales como seguridad, control ambiental, audio, video, etc.

Por lo anterior, es fundamental que el diseño de la infraestructura e instalaciones de telecomunicaciones se incorpore durante el diseño arquitectónico.

### 2.2.4.1 Cableado y canalización vertical o de backbone

Es importante mencionar que este estándar distingue dos tipos de cableado y canalización vertical o de backbone: Distribución vertical externa o entre edificios y distribución vertical interna al edificio.

Las canalizaciones externas, por su parte, interconectan el cuarto de equipo con la entrada o acometida principal de los servicios de telecomunicaciones en un campus. Las canalizaciones recomendadas por el estándar ANSI/TIA/EIA-569, para estos casos, cuatro tipos de canalizaciones:

*Subterráneas.* Es un sistema de ductos y registros. Los ductos deber tener un mínimo de 100 mm o 4 pulgadas, y la recomendación es evitar los quiebres o dobleces de 90 (noventa) grados y solo si es necesario, no permitir más de dos quiebres con este ángulo.

*Directamente enterradas.* Esto consiste en que el tendido de cable quedará enterrado, considerando que el estándar no permite surcos y que debe existir protección adecuada para este tipo de canalizaciones, según el tipo de área donde se encontrará.

*Aéreas.* Para llevar a cabo este tipo de distribución es importante considerar el uso de postes o sistemas de carga; debiendo, además, tener en cuenta el espacio físico alrededor de esta canalización y los cuidados correspondientes con el tendido de cableado eléctrico

*Túneles.* La ubicación del cableado y la canalización dentro de un túnel debe realizarse mediante tubos, bandejas o escalerillas. Un punto importante es, durante la planeación de la trayectoria o ruta dentro del túnel debe permitir su fácil localización y separación necesaria de otros servicios que compartan espacio.

Por lo que hace a las canalizaciones internas de backbone, son las que enlazan las instalaciones de entrada del servicio de telecomunicaciones con el cuarto de equipos, y el cuarto de equipos con los cuartos de telecomunicaciones. La distribución de estas canalizaciones es llevada a cabo, por mencionar algunos, a través de:

*Tubos.* La trayectoria debe ser sin obstrucciones y oculta, en la medida de lo posible, mediante tubería de 4 (cuatro) pulgadas.

*Escalerillas.* Esta canalización es una estructura de acero y aluminio, cuya forma permite el transporte de un gran número de cableado y la distribución puede ser horizontal o vertical, según sea el caso.

#### **2.2.4.2 Cableado y canalización horizontal**

La distribución del cableado horizontal proporciona los espacios, trayectorias y soporte para los cables de telecomunicaciones que tienen su origen en el cuarto de telecomunicaciones, hasta los conectores ubicados en las áreas de trabajo. Los tipos de canalización recomendados por el estándar, para tal distribución, se enlistan a continuación:

*Bajo piso.* A través de una malla de ductos rectangulares bajo piso, enterradas en concreto, se disponen de secciones determinadas para el paso del cableado de telecomunicaciones.

*Bajo piso elevado.* Esta canalización consiste en que a través de paneles modulares de piso soportados por pedestales sea conducido el cableado. Esta metodología es utilizada comúnmente en los cuartos de equipos, por la gran cantidad de cableado que de ahí deriva. Es conveniente, además, diferenciar ductos debajo del piso elevado, a fin de diferenciar los tipos de cableado, telecomunicaciones, energía, etc.

*Sobre techo falso.* Consiste en paneles de techo falso que puedan ser removidos con facilidad y en el que el espacio que quede con la losa sea el suficiente para colocar ductos adecuados para el paso del cableado, ya que no está permitido que el cableado sea colocado directamente sobre los módulos de techo falso.

*Tubería.* La tubería empleada para estas canalizaciones incluye metálica, de PVC rígido y de pared rígida de metal. El uso de tuberías, dentro de la distribución horizontal, significa que las ubicaciones de las salidas de telecomunicaciones son permanentes, la densidad de dispositivos es baja y que la trayectoria es lineal o de flexibilidad no necesaria, esto es, que la sección de tubería no contenga más de dos quiebres de noventa grados entre los dos extremos. Es importante determinar el diámetro adecuado de la tubería, en relación con la capacidad esperada, para su fácil integración en el diseño.

*Bandejas y escalerillas.* Son estructuras rígidas para contener un gran número de cableado, variando según su tamaño. Estas estructuras pueden ser instaladas sobre o debajo del cielorraso o situadas en muros.

*Perimetales.* Los ductos o canaletas perimetales son estructuras encargadas de alcanzar las áreas de trabajo, principalmente en espacios cerrados y para que el cableado no quede expuesto a la vista. La capacidad de las canaletas debe considerarse en el diseño hasta el 60 (sesenta) por ciento, esto para mantener protegido el cableado en las curvaturas y el espacio para introducir servicios adicionales.

### **2.2.4.3 Área de trabajo**

Este espacio físico es destinado para la interacción de los usuarios con los equipos y dispositivos de comunicación de la red. El cableado involucrado en esta parte del sistema es el tramo que conecta directamente la salida de telecomunicaciones, proporcionada por el cableado horizontal, con el equipo o dispositivo. La principal característica de este cableado es que debe entenderse como no permanente, es decir, debe ser fácil de manipulación, si es necesario.

### **2.2.4.4 Cuarto de telecomunicaciones**

Como previamente se indicó, este espacio físico dentro del edificio es el punto o interfaz entre la canalización de backbone y las canalizaciones de distribución horizontal. Es, decir, contienen puntos de terminación e interconexión de cableado, equipamiento de control y equipamiento de telecomunicaciones, a fin de atender las necesidades de los usuarios. Por ello, los requisitos generales a considerar en el diseño de un cuarto de telecomunicaciones son:

*Ubicación.* La ubicación de un cuarto de telecomunicaciones, al ser un espacio que alberga equipos eléctricos y electrónicos, debe estar lejos de instalaciones hidráulicas y de posibles fuentes de interferencia electromagnética (motores, generadores, transmisores de radio, etc.), situándolo en el mismo piso que el área a servir y en un lugar céntrico para mantenerla

distancia de 90 (noventa) metros permitidos. Por lo que se recomienda disponer de al menos un cuarto de telecomunicaciones por piso.

*Muros, pisos y techos.* Para que exista buena iluminación dentro del cuarto los muros deben ser pintados con colores claros; asimismo, deberán de contar con mantenimiento para la eliminación de polvo.

*Energía eléctrica y control ambiental.* Deben existir los suficientes contactos eléctricos para alimentar los equipos instalados en los gabinetes o racks de comunicaciones. Y debe contarse con sistemas de respaldo de energía, plantas de emergencia o sistemas de alimentación ininterrumpida; además de contar con un sistema de tierra, más adelante explicado. Asimismo, a fin de mantener una temperatura y una humedad relativa adecuada, esto es, que los equipos de telecomunicaciones ahí ubicados se mantengan en sus rangos de operación, es importante contar con un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado.

*Equipamiento.* El estándar establece las medidas de los gabinetes de comunicaciones para el acomodo de los equipos de telecomunicaciones y que varían según el número de usuarios o salidas de telecomunicaciones a servir.

#### **2.2.4.5 Cuarto de equipos**

Un cuarto de equipos puede ser determinado para proporcionar funciones de un cuarto de telecomunicaciones y/o la entrada de los servicios de telecomunicaciones.

Los requisitos de diseño o adecuación son, naturalmente, parecidos a los de un cuarto de telecomunicaciones; sin embargo, existen algunas diferencias:

*Localización.* Deber ser situado en un lugar amplio dentro del edificio, para el acceso a grandes equipos, que permita su expansión y ser un punto accesible a la trayectoria de la distribución del cableado vertical.

*Energía eléctrica y control ambiental.* Los equipos de distribución y control de energía eléctrica, y los sistemas de control ambiental deben ser más robustos por el número de equipos que se encuentran alojados en este espacio.



### **2.2.5 ANSI/TIA/EIA-607: Especificaciones para puesta a tierra y protección para los sistemas de telecomunicaciones en edificios comerciales**

Este estándar proporciona los requerimientos de diseño e instalación para una puesta a tierra y protección para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales. Este estándar incluye también recomendaciones acerca de los sistemas de puesta a tierra para las torres y las antenas.

El esquema genérico que describe este estándar considera los elementos necesarios para la protección eléctrica de los sistemas de telecomunicaciones y garantizar continuidad en los servicios asociados a los usuarios, a través de un sistema de puesta a tierra configurado e instalado adecuadamente.

Este estándar, por otro lado, no especifica algunas precisiones como:

- Los métodos para verificar y dar el correcto mantenimiento a de las conexiones a tierra.
- Los valores de la inmunidad y de aislamiento de la sobretensión.
- Seguridad de usuarios.
- Entrada de servicio eléctrico.
- Especificaciones sobre pararrayos, aplicaciones o instalación.

#### **2.2.5.1. Barra principal de tierra para telecomunicaciones (TMGB)**

La puesta a tierra para los sistemas de telecomunicaciones parte de la puesta a tierra, eléctrica, jabalinas, etc., principal del edificio. Desde este punto, se debe tender un conductor de tierra para telecomunicaciones hasta la barra principal de tierra para telecomunicaciones, o TMGB (Telecommunications Main Grounding Busbar, por sus siglas en inglés). La TMGB es el punto central de tierra para los sistemas de telecomunicaciones.

Se localiza en las instalaciones de entrada, o en el cuarto de equipos. Típicamente hay una única TMGB por edificio. La TMGB debe ser una barra de cobre, con perforaciones que debe tener como mínimo 6 mm de espesor, 100 mm de ancho y largo adecuado para la

cantidad de perforaciones necesarias para alojar a todos los cables que lleguen desde las otras barras de tierra de telecomunicaciones.

### **2.2.5.2. Barras de tierra para telecomunicaciones (TGB)**

En cada cuarto de telecomunicaciones es necesario ubicar una barra de tierra para telecomunicaciones, o barra TGB (Telecommunications Grounding Busbar, por sus siglas en inglés)

Esta barra de tierra funge como punto central de conexión de tierra de los equipos de telecomunicaciones ubicados en los cuartos de telecomunicaciones. De forma similar a la TMGB, la TGB debe ser una barra de cobre con perforaciones para alojar los cables correspondientes.

### **2.2.5.3. Backbone de tierras (TBB)**

Entre la barra principal de tierra (TMGB) y las barras de tierra para telecomunicaciones (TGB) debe tenderse un conductor de tierra, llamado backbone de tierras, o TBB (Telecommunications Bonding Backbone, por sus siglas en inglés).

La barra TBB, entonces, es la interconexión de todas las barras TGB con la TMGB; y su función es la de reducir las diferencias de potencial entre los sistemas de telecomunicaciones y la cual debe ser de un calibre mínimo de 6 AWG.

## **2.2.6 Otros estándares**

Otro grupo de estándares de mayor recurrencia por los desarrolladores y técnicos instaladores son:

- *TIA/EIA-606*; el objetivo de este estándar es proporcionar los requisitos para la administración de la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales, así como para el etiquetado del cableado. El estándar especifica que cada unidad de conexión de hardware debe tener una identificación exclusiva para su práctica localización.

- *TIA/EIA-570*: es el estándar de cableado para telecomunicaciones como seguridad, audio, televisión, sensores o alarmas para espacios residenciales y comerciales menores.
- *ANSI/TIA/EIA-526*, *ANSI/TIA/EIA-526-7* y *ANSI/TIA/EIA-526-14*: presentan un método estandarizado de probar cables de fibra óptica. *TIA/EIA-526-7* incluye la medición de la pérdida de potencia óptica en plantas instaladas de cables de fibra óptica monomodo. *TIA/EIA-526-14A* incluye la medición de la pérdida de potencia óptica en plantas instaladas de cables de fibra óptica multimodo.
- *ANSI/TIA/EIA-598* establece el sistema de código de colores utilizado en cables de fibra óptica grandes (hasta de un par de docenas de fibras).

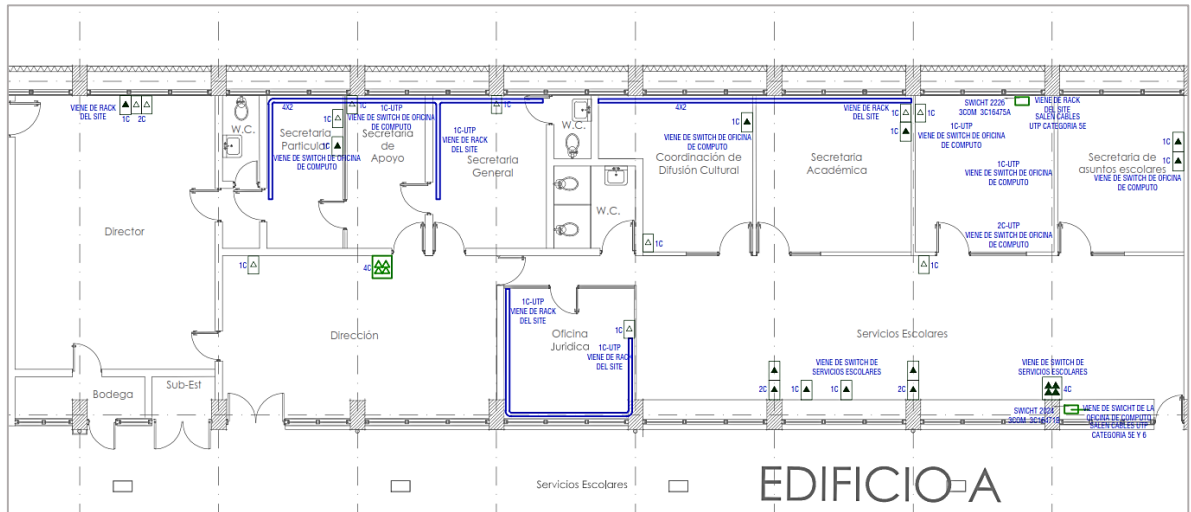
Con base en lo anteriormente expuesto en este capítulo, se llevó a cabo el análisis, el estudio y la propuesta para la Escuela Nacional Preparatoria No. 4 “Vidal Castañeda y Nájera”, para establecer un sistema de cableado estructurado que cumpliera con las necesidades actuales y las proyecciones, a mediano y corto plazo, de servicios de telecomunicaciones.

### ***3. Participación profesional***

Con base en el último registro de la distribución de los nodos de telecomunicaciones en la preparatoria realicé una primera propuesta de la nueva infraestructura de red y una propuesta de distribución de nodos para la red inalámbrica de acuerdo a la concentración de alumnos por aula. Por recomendación del personal técnico de la Red Inalámbrica Universitaria (RIU) los puntos de acceso (Access Point, AP por sus siglas en inglés y así indicados en planos) tendrán soporte para 50 (cincuenta) usuarios y que su colocación dentro del aula depende de la arquitectura del espacio para que la cobertura no se vea afectada, misma que ellos van determinando en el primer recorrido. Ésta propuesta inicial es para dar a conocer el objetivo del proyecto a las autoridades del plantel y bajo la cual se hará la revisión, actualización y verificación. La modernización, cómo parte de su alcance, se plantea en actualizar todos aquellos puntos de red en los cuales existe un cableado horizontal inferior a categoría 6 (Cat. 6 UTP).

Por ejemplo, en el segmento de plano perteneciente a la planta baja del edificio A (Área de la Dirección y Servicios Escolares del plantel) que se muestra en la figura 8, hice un reacomodo de servicios de acuerdo a la nueva canalización que estaba proponiendo, misma que fue pensada para dar las facilidades en el transporte del nuevo cableado a través de canalizaciones apropiadas (charola tipo malla, tubería, etc.) e identifiqué qué conexiones terminales (placa faceplate - cordón de parcheo) tenían registro de no tener las condiciones adecuadas (categoría inferior a Cat. 6 y/o cableado suelto).

a)



b)

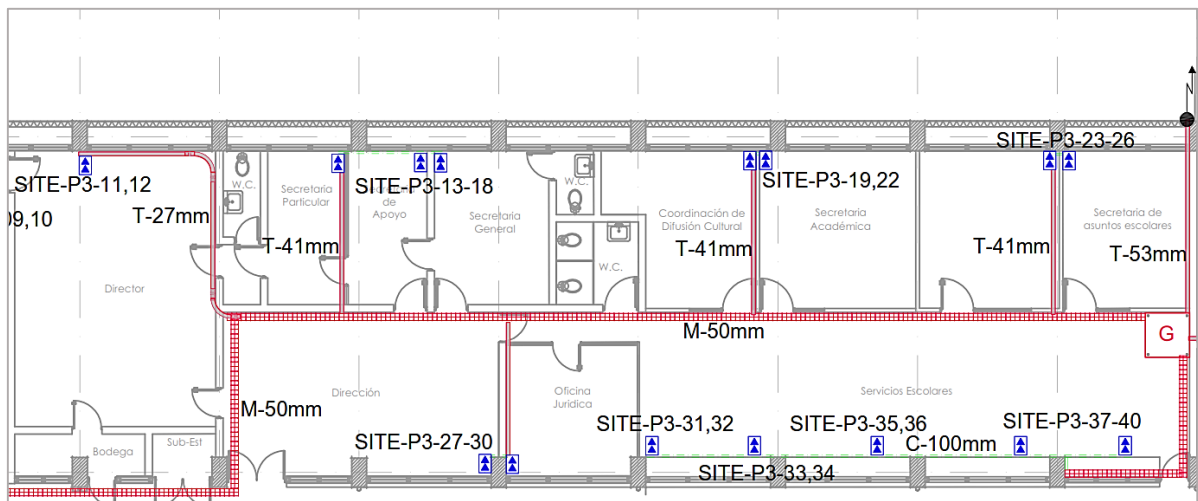


Figura 8. a) Información del último levantamiento realizado de la infraestructura de red;

b) Propuesta de la nueva distribución de la red de voz y datos

Incluso, de acuerdo a la norma ANSI/EIA-TIA 569 que recomienda que cada planta de edificios comerciales debería tener un cuarto de telecomunicaciones, propuse que, debido a la alta concentración de equipos en esa zona, se instalara un gabinete de telecomunicaciones que proporcionara servicios a toda esa planta y así se tuviera acceso inmediato para la administración de su segmento de red.

Una vez presentando la propuesta inicial y el objetivo bajo el cual se trabajará procedí a dirigir el recorrido para verificar la situación de la infraestructura de red existente así como visitar cada una de los cuartos de telecomunicaciones, revisando gabinetes y racks.

Situaciones como las mostradas en la figuras 9 fui tomando nota para la reestructuración. Encontré cuartos (como el del Laboratorio de Ciencias) que tenían un ordenamiento y condiciones adecuadas, según lo especifica las normas de cableado estructurado para brindar servicios de calidad, sin embargo, existe otros cuartos de telecomunicaciones (como el cuarto principal) que tenían canalizaciones sobrepuestas, en malas condiciones y cableado expuesto.

Al mismo tiempo, fui planeando qué tipo de canalización era la adecuada para los servicios a distribuir. Con opinión del residente de obras del plantel se le presentaban las propuestas de las instalaciones (del cableado horizontal) para su primera aprobación y asentarlos en los planos de éste primer recorrido.





b)

*Figura 9. Situación de la infraestructura de la red actual de la ENP 4; a) Laboratorio de Ciencias y b) Cuarto de equipos, Edificio A*

En dicho recorrido, visité cada área de trabajo del plantel, figura 10, para tener de primera mano la información de necesidades actuales en cada una de ellas.



*Figura 10. Identificación de las condiciones de las conexiones finales. Imágenes de la zona administrativa, edificio A, planta baja*



En dichas áreas, las canalizaciones llegan a través de charolas, tuberías tipo conduit de diferentes diámetros, tubos licuatite y canaleta. En algunos casos se recurrió por parte del plantel a hacer la conexión a los equipos de cómputo sin alguna canalización por falta de capacidad en los medios en los que se transportaba el cableado o por la falta éstos; exponiendo la conectividad.

El cableado UTP tiene una limitante en distancia para la correcta transmisión de la señal, como cualquier medio de transmisión, es por ello que también se pensó en el acondicionamiento de espacios para ser un cuarto de telecomunicaciones y dar cobertura a la respectiva planta o edificio.

Tal fue el caso del cuarto denominado “Orientación” (Ver anexo 2), el cual lo sugerí que se utilizara como un cuarto de telecomunicaciones dado que es, hasta éste momento (figura 11), un espacio que no tiene una función determinada dentro del área y así dar servicio a una sección del edificio B como al auditorio. La asignación de éste espacio la solicité debido a que la longitud de la planta correspondiente del edificio B representaba un obstáculo para el tendido y el correcto funcionamiento del cable UTP, además no existía un espacio físico en condiciones dentro del auditorio o sus cubículos para instalar el equipamiento de telecomunicaciones adecuado y de “Orientación” se podían distribuir los servicios a ambos sitios sin temer por el cableado de obre. En la siguiente imagen se muestra la condición en la que actualmente se encuentra el espacio dentro del área “Orientación”, del primer nivel del edificio B.



*Figura 11. Espacio propuesto para ser habilitado y acondicionado para funcionar como cuarto de telecomunicaciones*

La ventaja importante de éste sitio es que además de ser un punto intermedio entre el edificio B y el auditorio, permite realizar canalización por exterior y no dañar, física ni visualmente, la estructura del auditorio como fue solicitado por el residente de obras de la preparatoria.

Por disposición de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), cada cuarto de telecomunicaciones debería estar enlazado al cuarto de equipos con fibra óptica y evitar la llamada “conexiones en cascada” que se realizan con cable UTP entre switches, esto con el fin de dar mayor capacidad de transmisión y sobre todo mayor soporte a la red. Tal es la situación para la distribución de servicios en el centro de cómputo de biblioteca, cuyo equipo de distribución es un switch que está conectado en cascada a otro switch en el rack de comunicaciones ubicado en la misma planta del edificio A.

Una vez que ya se había hecho el levantamiento de las necesidades de infraestructura en cada área de trabajo y empezar a bosquejar las canalizaciones y cableado horizontal se necesitaba hacer la revisión de la arquitectura del plantel para el trazado de las mejores rutas para las canalizaciones externas (vertical o de backbone) para conducir la fibra correspondiente.

Durante el recorrido correspondiente al trazado del backbone visité azoteas, pasos entre edificios, revisé la estructura arquitectónica para que, junto al plantel, hacer una instalación ordenada que no dañara física ni visualmente los edificios. También, en ésta parte del proceso, tuve la necesidad de dar seguimiento a cada canalización que transportaba cableado vertical para también considerar reutilizar lo existente o remover y proponer una nueva canalización.

Por ejemplo, en la figura 12 se aprecia como la fibra óptica (cable de color azul) proveniente del cuarto de equipos comparte espacio con otro tipo de cableado y es el enlace que distribuye servicio al edificio B.



*Figura 12. Canalización vertical correspondiente del cuarto de equipos al edificio B.*

El riesgo que existe aquí es mayor comparado al cableado horizontal expuesto porque la conectividad de todo un edificio depende de esa fibra expuesta e incluso el hecho de compartir canalización con otro tipo de cableado le puede provocar afectaciones físicas a la misma fibra que repercute en su operación de transmisión. Por lo que plantea la necesidad de crear canalización independiente para éste enlace.

Finalmente, con toda la información recabada durante los recorridos de levantamiento fui realizando la propuesta de sistema de cableado estructurado para la Preparatoria 4. Además elaboré los diagramas correspondientes de cada enlace de fibra hacia los cuartos de telecomunicaciones, existentes y propuestos; así como los planos de la nueva red de voz y datos. La tabla 2 muestra las áreas de trabajo que estarán cubiertas por el respectivo cuarto de telecomunicaciones (C.T.) así como el número total de servicios y puntos de acceso RIU (AP, del inglés Access Point) para cotejarlo posteriormente en los catálogos de conceptos.

ENP 4					
EDIFICIO	C.T.	COBERTURA	# SERVICIOS	# AP	TOTAL
A	CUARTO PRINCIPAL	PRIMER NIVEL	2	4	22
		SEGUNDO NIVEL	8	2	
		TERCER NIVEL	4	2	
	5	PLANTA BAJA	81	2	83
	6	PRIMER NIVEL	16	1	21
		LACE - PRIMER NIVEL	2	2	
	7	SEGUNDO NIVEL	2	6	17
TERCER NIVEL		4	5		
B	2	PLANTA BAJA	11	4	25
		PRIMER NIVEL	0	6	
		GIMNASIO	3	1	
	3	SEGUNDO NIVEL	1	6	13
		TERCER NIVEL	0	6	
	4	PRIMER NIVEL	8	0	16
		AUDITORIO	4	4	
	9	PLANTA BAJA	3	1	27
		PRIMER NIVEL	0	6	
		SEGUNDO NIVEL	2	7	
TERCER NIVEL		2	6		
C	1	PLANTA BAJA	12	0	34
		PRIMER NIVEL	0	5	
		SEGUNDO NIVEL	0	9	
		TERCER NIVEL	0	8	
LACE	8	SEGUNDO NIVEL	6	2	19
		TERCER NIVEL	8	3	

Tabla 2. Distribución de servicios por edificio y cuarto de telecomunicaciones

A través de la DGTIC, la UNAM busca mantenerse pionera en la innovación tecnológica y la aplicación eficiente de la más moderna infraestructura de información y comunicación. Es por ello que se ocupa de poner a disposición de alumnos, profesores, investigadores y comunidad general herramientas y servicios que permitan realizar las labores cotidianas con calidad y eficiencia. Durante el tiempo que he prestado mis servicios profesionales, la Dirección se ha encargado de brindarme los recursos necesarios para mi desarrollo. Ejemplo de esto es mi inclusión en el *Data Center Dynamics*, celebrado en octubre pasado. Ahí obtuve, a través de conferencias y conversación directa con proveedores de equipo de telecomunicaciones para centros de datos, un panorama preciso del mercado de telecomunicaciones y problemáticas y soluciones dentro de los sistemas cableados de comunicación.

Relativo al proyecto aquí descrito, mi labor fue de ingeniero proyectista de sistemas de cableado estructurado. Tuve la encomienda de la planeación y propuesta de la nueva infraestructura de red para la ENP 4, ENP 1 y CCH Naucalpan a través de los requerimientos particulares de cada plantel y basada en la situación actual, recorridos para la identificación de la infraestructura existente y determinar las necesidades particulares para finalmente elaborar una propuesta integral que dé solución a la problemática actual.

Mi participación en la modernización de la infraestructura de red de la ENP 4 fue de gran importancia para la reestructuración de voz y datos del plantel ya que mi análisis en cada área de trabajo contemplaba desde la arquitectura del espacio, recomendaciones para distribución de equipos, distribución de salidas de telecomunicaciones para crecimiento a corto plazo hasta cuidar las fachadas de los edificios de canalizaciones expuestas, dado que es considerado el plantel como parte del patrimonio cultural de la Universidad y cualquier instalación no está permitida cruzar por determinadas áreas.

La presentación de la propuesta integral fue hecha a través de los planos de la infraestructura de red para cada edificio, los planos de las acometidas de fibra óptica y la propuesta de distribución de la red general de fibra óptica (Ver Anexos) para que el mismo plantel realizara la evaluación y se hicieran los comentarios pertinentes.

Personalmente, puedo decir que es una fortuna haber participado activamente en éste proyecto de tal alcance, ya que vi ampliarse mi conocimiento acerca de las redes de

telecomunicaciones adquirido en mi formación académica además de poder verlo tangible y realizado; y que mi participación profesional también haya sido una aportación a mi alma mater.

## ***4. Resultados y aportaciones***

A través de la DGTIC se presentó la propuesta integral, en la que fui partícipe, correspondiente a la reestructuración del sistema de cableado estructurado de la Escuela Nacional Preparatoria No. 4, contemplando sus necesidades de telecomunicaciones.

Esta nueva infraestructura ofrece un crecimiento ordenado, facilidades en la administración y estará estandarizada, beneficiando a los usuarios finales y a los administradores locales de la red. Los usuarios finales contarán con un servicio de alta disponibilidad, mientras que los administradores tendrán un ambiente de operación en el que, por ejemplo, el tiempo de detección y corrección de fallas en la red se reducirá sustancialmente.

La propuesta desglosada a continuación, obedece a un proyecto integral dentro del plantel y sobre todo a nivel bachillerato. Ésta incluye la actualización y optimización de cuartos de equipo, cuartos de telecomunicaciones, reemplazo y actualización de las canalizaciones horizontales y verticales.

Se presenta además un catálogo de conceptos, tomando como referencia los catálogos de conceptos base que ha manejado la Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM, y que sirven como guía para la ejecución de los trabajos de realización de proyectos como este.

#### **4.1 Actualización y adecuación del cuarto de equipos**

En el cuarto de equipos debe existir un ambiente óptimo de funcionamiento que cumpla con la normatividad para brindar el soporte esperado.

La propuesta contempla una distribución de los equipos de telecomunicaciones dentro de los racks. La descripción de dicha distribución es la siguiente:

- Se hará reubicación de los racks de telecomunicaciones, para aprovechar el espacio del cuarto y agilizar el paso al realizar mantenimiento o administración.
- La entrada de servicios se harán a través de la charola tipo malla a instalar en el cuarto.
- El rack de cuatro postes que contenía el UPS será removido a una zona que alberga mobiliario que no pertenece directamente al cuarto de equipos y así tener cercanía con los tableros eléctricos.



- Se colocarán las barras de contactos en los racks que no cuenten con ellas.
- Las canalizaciones horizontales que salgan de los racks se harán a través de charola tipo malla a una altura de 2.6 m a nivel de piso con bajada al rack respectivo.
- Se conservará el módulo de aire acondicionado.
- La barra de tierras principal TMGB será suministrada en la parte inferior de los tableros eléctricos.
- Todos los racks deberán tener organizadores verticales y horizontales para el correcto manejo y acomodo del cableado.
- Cada rack tendrá integrado su barra de contactos y barra de cobre para tierra física.

El recubrimiento de los muros y del techo será en acabado liso que impida la acumulación de polvo y se les aplicaran dos capas de pintura retardante al fuego en color blanco. Mientras que en el piso se utilizará loseta vinílica para evitar la estática del mismo.

El sistema eléctrico deberá verificarse que cumpla con una distribución que inicie en un tablero de corriente alterna y que se interconecte a un UPS, éste a un tablero regulado y concluir en la barra de contactos que suministrarán energía a los equipos respectivos.

El sistema de tierras estará conformado por una barra de cobre TGB de 20"x4"x1/4" que irá conectada al sistema de tierras del edificio. Para interconectar los elementos que irán aterrizados se empleará cable de cobre calibre 6 AWG forrado de color verde, zapatas, tornillería y abrazaderas de cobre. Ante la ausencia de un sistema de tierras en el edificio se instalará una varilla de cobre de 3 ATS x 3/8" realizando la excavación y el relleno químico para su apostamiento.

La figura 13 muestra líneas de corte relativas al plano del cuarto de equipos en la que gráficamente se detalla la descripción hecha con anterioridad de la correspondiente adecuación.

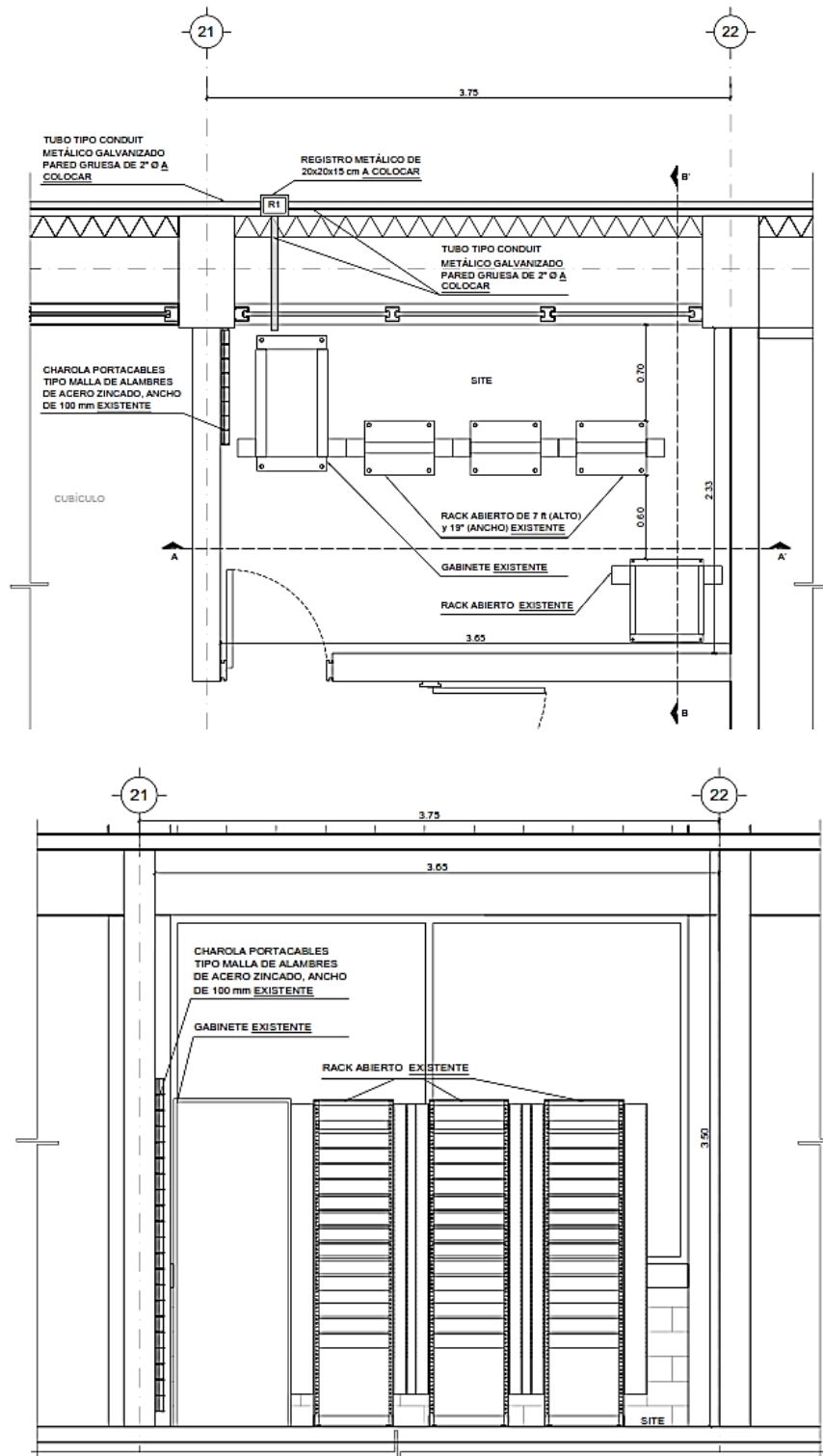


Figura 13. Cortes correspondientes al plano de propuesta del cuarto de equipos de la ENP4 (Anexo 1)

## 4.2 Adecuación de los cuartos de telecomunicaciones

El plantel cuenta con áreas que son alojo de los cuartos de telecomunicaciones, sin embargo algunos de estos espacios no cubren las características para serlo.

Se cuentan con seis espacios para tales fines, y se plantean instalar tres cuartos más así como el acondicionamiento de los existentes.

La propuesta de adecuación y de nuevos cuartos de telecomunicaciones de la Preparatoria 4 es la siguiente:

- Laboratorios de Ciencias I y II. Dada su reciente instalación se plantea el uso del Laboratorio I para distribuir los servicios del ala este del cuarto piso del edificio A. No requiere adecuación adicional.
- Orientación. Se plantea adecuar un cuarto telecomunicaciones en el área de orientación del edificio B que cubra principalmente la zona del auditorio y servicios del primer nivel de dicho edificio, figura 14.
- Biblioteca. El rack que está ubicado dentro de las oficinas de la biblioteca dejará de suministrar los servicios en esa área. Dado que el centro de cómputo ubicado en la biblioteca será ampliado, ahí se plantea colocar un gabinete cerrado de 42 UR que además de suministrar los servicios de dicho centro y la biblioteca, cubrir el área del edificio LACE primer nivel, figura 15.
- LACE. El cuarto de telecomunicaciones de éste edificio es compartido con material de mantenimiento y dada sus condiciones actuales se mudará al centro de cómputo LACE ubicado en el tercer nivel, colocando un rack de 7 ft que distribuya al centro y al cuarto nivel del edificio.
- Aula TELMEX. Cuenta con un cuarto de telecomunicaciones que sólo requiere un reacomodo y organización del cableado horizontal. Se tiene un rack de 7 ft que brinda servicios al aula y a la mediateca. Existe espacio suficiente para la instalación de nuevo equipo.
- Dirección. Se plantea la instalación de un gabinete de 18 UR en la oficina del encargado de sistemas del plantel. Esto es para cubrir toda la zona de la dirección y los servicios de la planta baja del edificio A., figura 16.

- Edificio B. En el tercer nivel se plantea un gabinete de 12 UR, en un salón que no es de uso recurrente, que suministre los servicios (principalmente inalámbricos) de esa planta y del cuarto nivel.
- Edificio C. Dado que éste edificio es de reciente construcción, en su arquitectura se planeó el cuarto de telecomunicaciones que dé servicio a toda esa área. El edificio cuenta con racks de 7 ft., además con charola tipo malla en pasillos para la distribución del cableado horizontal.
- Edificio A. En el cuarto de equipos, existe un rack de 7 ft con equipo que proporciona servicio a ciertas áreas del edificio A. De este cuarto se repartirá cableado para cubrir también la segunda planta de dicho edificio. Las adecuaciones necesarias ya están descritas como parte de la actualización del cuarto.

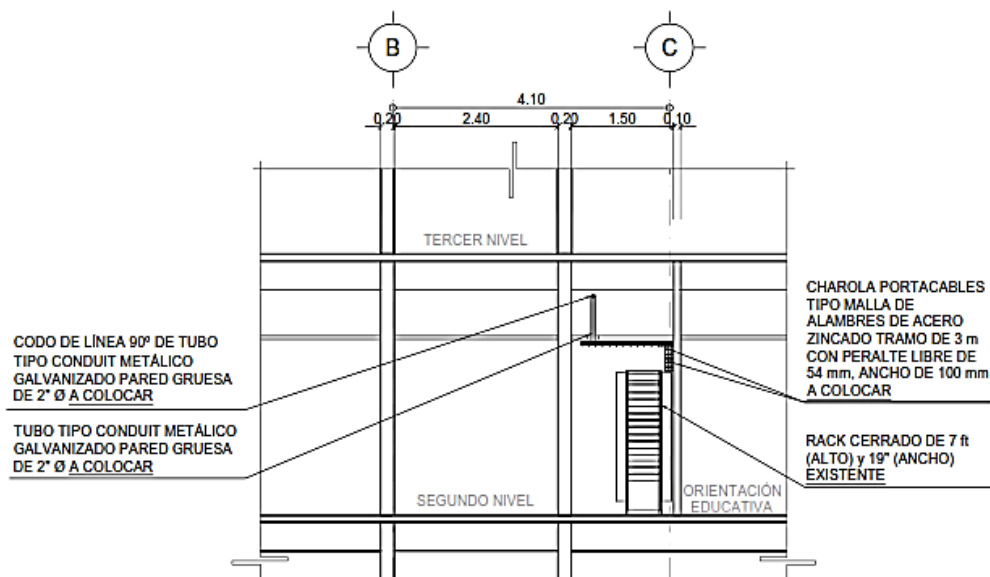


Figura 14. Corte correspondiente al plano de propuesta del cuarto de telecomunicaciones "Orientación" de la ENP 4 (Anexo 2)

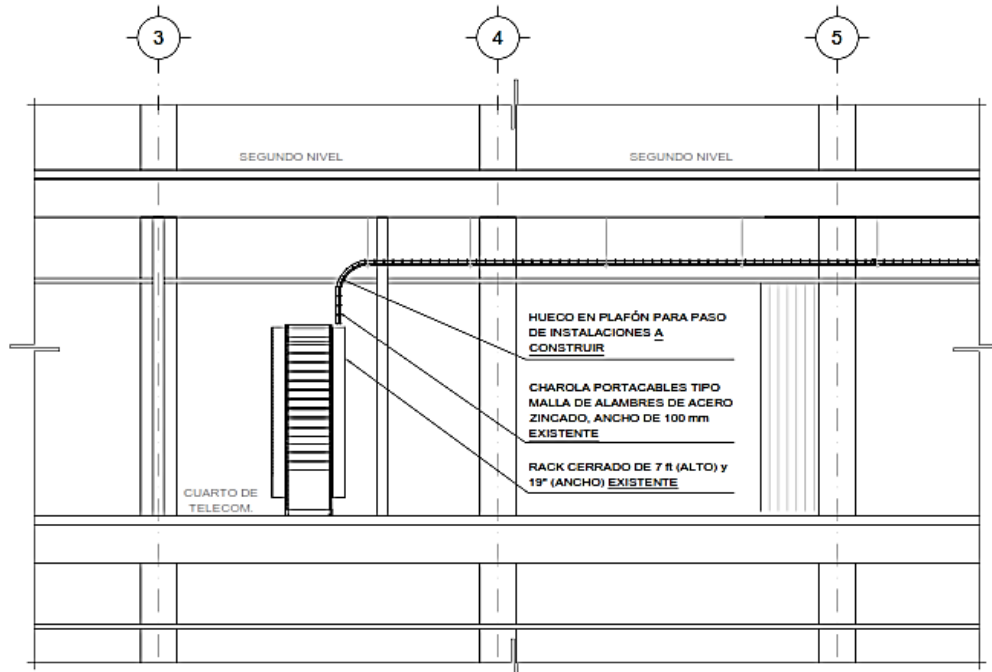


Figura 15. Corte correspondiente al plano de propuesta del cuarto de telecomunicaciones "Biblioteca" de la ENP 4 (Anexo 3)

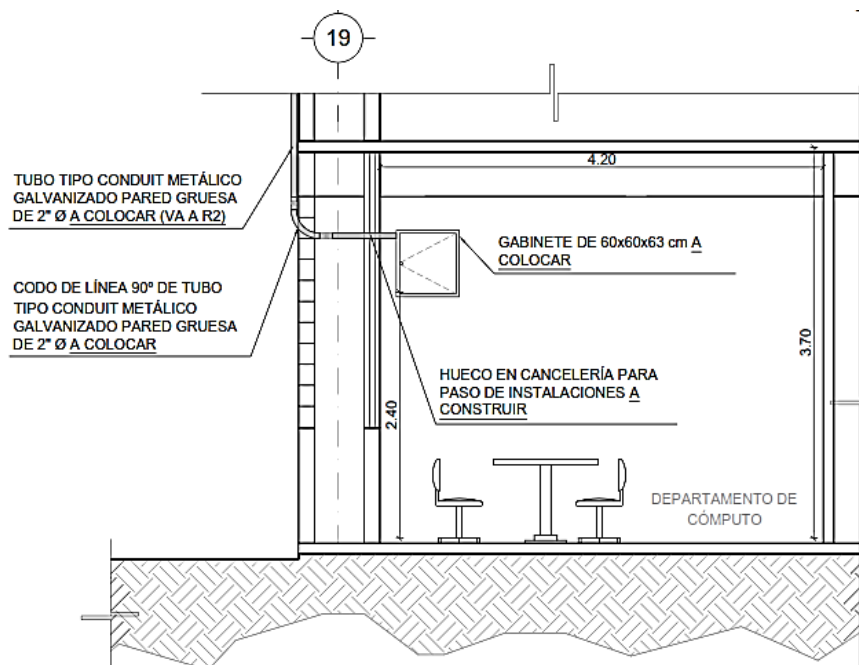


Figura 16. Corte correspondiente al plano de propuesta del cuarto de telecomunicaciones "Dirección" de la ENP 4 (Anexo 4)

### **4.3 Actualización de los puntos de la red inalámbrica universitaria (RIU)**

Durante recorridos al plantel, fui acompañado por ingenieros encargados del soporte de la Red Inalámbrica Universitaria (RIU) con el fin de localizar los puntos de red inalámbrica existentes, las condiciones de los dispositivos, así como identificar las áreas físicas donde, por cuestiones de concentración de alumnos o de académicos, era necesario el estudio de cobertura y la implementación de dispositivos que permitieran conexión inalámbrica; es decir actualizar los puntos de acceso de la RIU.

Las áreas de reunión, aulas, laboratorios, auditorio, salas de conferencias fueron los sitios que donde se propone renovar o colocar un punto de acceso inalámbrico.

En ese sentido, por lo que se refiere a esta etapa del proyecto, el trabajo que realicé fue el establecer el tipo de canalización horizontal más adecuada para cubrir el servicio que daría cobertura inalámbrica en las áreas donde, una vez terminado los correspondientes estudios, se colocaría un punto de acceso.

### **4.4 Adecuación y propuesta de cableado y canalizaciones verticales**

Los enlaces de fibra óptica (sistema de canalización vertical “backbone”) serán a través de fibra tipo OS2 (para enlaces mayores a 100 metros) y OM3 (para enlaces menores a 100 metros) que comunicarán el cuarto de equipos con cada uno de los cuartos de telecomunicaciones existentes y propuestos.

La fibra óptica OS2 es fibra monomodo de diámetros 9/125  $\mu\text{m}$  a 1310 o 1550 nm., con cubierta de polietileno de alta densidad para exteriores en color negro totalmente dieléctrica. El coeficiente de atenuación deberá ser menos de 0.3 dB/km. Será terminada en cada punta con pigtail del tipo de conector apropiado y colocada en un distribuidor de fibra óptica (DFO) para montaje en rack de 19”.

La fibra óptica OM3 es fibra multimodo de diámetros 50/125  $\mu\text{m}$  a 850 o 1310 nm con cubierta de polietileno de alta densidad para exteriores en color negro totalmente dieléctrica. El coeficiente de atenuación deberá ser menos de 0.3 dB/km Será terminada en cada punta

con pigtail del tipo de conector apropiado y colocada en un distribuidor de fibra óptica (DFO) para montaje en rack de 19”.

Las canalizaciones verticales se harán, si la tubería existente no lo permite por sus condiciones, con tubería galvanizada de 2” a través de topología en estrella.

Cada cuarto de telecomunicaciones contará con un distribuidor de fibra óptica y deberá contener parte del etiquetado del enlace correspondiente.

El etiquetado de los enlaces deberá contener al menos la siguiente información: origen, destino, distancia y tipo de fibra.

#### **4.5 Adecuación y propuesta de cableado y canalizaciones horizontales**

Cada área de trabajo de la Preparatoria 4 cuenta con cableado de distintas categorías. La propuesta es, para poder alcanzar mayores velocidades en la conectividad principalmente, que todo el cableado de categoría igual o inferior a Cat. 6 sea removido y sustituido por cable de cobre Cat. 6A.

Como consecuencia, cada servicio de datos dentro de cada área de trabajo será instalado con cable UTP de 4 pares Cat. 6A, conector RJ-45 de 8 posiciones Cat. 6A. con configuración T568B, tapa plástica (faceplate) de una, dos o cuatro salidas en caja plástica, con inserto ciego de ser requerido y un cordón de parcheo de longitud variable (medido en pies) Cat. 6A. En los cuartos de telecomunicaciones existirá un panel de parcheo modular Cat. 6A. de unidades de 24 o 48 puertos con espacio para etiquetado y el correspondiente cordón de parcheo misma categoría de 3 o 5 ft.

Planos de algunas plantas de los edificios que conforman el sistema de cableado horizontal se pueden consultar en el apartado de anexos.

#### **4.6 Catálogo de conceptos**

Cada punto descrito en la propuesta de la modernización del sistema de cableado estructurado requiere su definición en un concepto en el cual sea claro el trabajo a realizar así como de las

actividades y materiales para su ejecución. En un catálogo de conceptos se define cada uno de estos aspectos, dimensionando además dichos conceptos (metro lineal, pieza, lote, etc.) así como el costo generado.

En el anexo 11 se muestra parte del catálogo de conceptos elaborado para los trabajos de modernización de la red de área local de la Escuela Nacional Preparatoria No. 4 “Vidal Castañeda y Nájera”.

#### 4.7 Administración de la infraestructura

La administración de cada elemento que conforma la propuesta del nuevo sistema de cableado estructurado se sugiere que: para identificar cada cuarto, rack o gabinete de telecomunicaciones se etiquetarán con el nombre completo que les sea asignado en relación a su ubicación dentro del plantel, como se indica en la tabla 3. Cada servicio derivado de dichos cuartos será identificado con su clave de identificación del equipo de telecomunicaciones del que proviene.

Mientras que en el panel de parcheo se debe incluir la siguiente información adicional: número de panel de parcheo, número de servicio. En la figura 17 se indica cómo quedará el etiquetado en dicho equipo y en la tabla 4 cómo será el formato de la etiqueta.

<b>NOMBRE DEL LOCAL</b>	<b>CLAVE DE ID</b>
CÓMPUTO	CO
MEDIATECA	ME
LACE	LC
BIBLIOTECA	BI

*Tabla 3. Etiquetado de los cuartos de telecomunicaciones*



CLAVE DE ID LOCAL	No. DE SERVICIO
ME	26

Tabla 4. Información contenida en las etiquetas del panel de parcheo

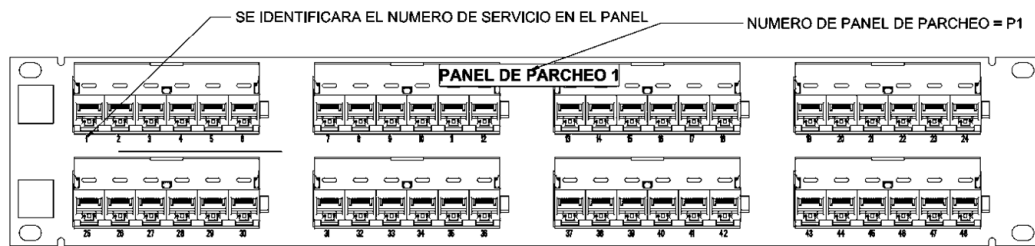


Figura 17. Etiquetado del panel de parcheo para cada gabinete o rack de telecomunicaciones

Por lo tanto, la etiqueta del faceplate debe incluir la siguiente información: cuarto de telecomunicaciones origen, número de panel de parcheo, número de servicio. En la tabla 5 se muestran ejemplos de la información del etiquetado en las salidas de telecomunicaciones.

CLAVE DE ID LOCAL	No. DE PANEL	No. DE SERVICIO
ME	P1	26
LC	P2	47-48

Tabla 5. Información contenida en las etiquetas en cada salida de telecomunicaciones (faceplate).

Y finalmente, los cordones de parcheo deben llevar la misma etiqueta en ambas puntas, donde se indique cuarto de telecomunicaciones origen, número de panel de parcheo, número de servicio. En la figura 18 se indica la posición de la etiqueta dentro del elemento de red mientras que en la tabla 6 el desglose de la información que debe contener.

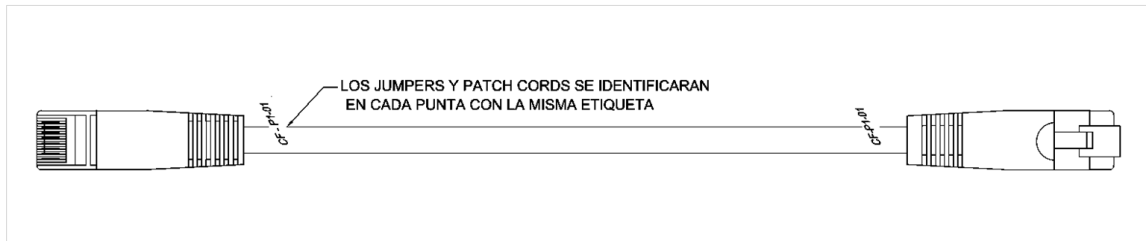


Figura 18. Etiquetado de los cordones de parcheo

CLAVE DE ID LOCAL	No. DE PANEL	No. DE SERVICIO
ME	P1	26
LC	P2	47-48

Tabla 6. Información contenida en las etiquetas en cada cordón de parcheo.

## ***5. Conclusiones***

El proyecto de modernización de la infraestructura de la red inalámbrica y de las redes locales de los planteles de bachillerato de la UNAM, y en particular de la Escuela Nacional Preparatoria No.4 “Vidal Castañeda y Nájera”, nace ante la necesidad generalizada de una eficiente conectividad local y de acceso a Internet, del personal administrativo, académico y de la comunidad estudiantil en la mayor parte de las áreas de trabajo y áreas concurridas con acceso móvil. Como se ha desarrollado a lo largo de este escrito, los sistemas de cableado estructurado proveen de soporte a la red favoreciendo en el rendimiento, la escalabilidad y la facilidad en la administración de la misma.

A través de la documentación de anteriores levantamientos de información de la infraestructura de la red de voz y datos de la ENP 4 y con información recabada dentro del plantel, se logró crear una base de datos capaz de determinar el estado actual del sistema de cableado y, a partir de esto, trabajar para proyectar y presentar la propuesta de un sistema de cableado estructurado que cubriera las necesidades que se demandaban.

Para crear dicha propuesta, como se desglosó en capítulos anteriores, fue necesario recorrer cada área de trabajo y revisar cada gabinete de telecomunicaciones que existía para conocer el tipo de equipo, si existía el suficiente espacio para nuevo equipamiento, y si tenían la capacidad para hacerlo escalable a servicios futuros. Adicionalmente, fuimos recorriendo cada edificio con el fin de determinar la proyección del cableado sin dañar lo menos posible la estructura civil.

Es por ello que, para materializar la propuesta integral de modernización fue necesaria de la colaboración multidisciplinaria, es decir, los conocimientos y las contribuciones en materia de estructuras, acondicionamiento de espacios, elaboración de planos, entre otras aportaciones por parte de los arquitectos involucrados, en combinación con los conocimientos de redes telecomunicaciones que pude aportar, dando como resultado plasmar y dar a conocer el objetivo principal de este proyecto para la preparatoria.

Asimismo, para lograr lo anterior, tuve que crear un equilibrio entre lo que establecen las normas y los estándares para el diseño de las redes cableadas de telecomunicaciones y las obras civiles involucradas; tarea que no fue fácil, porque en ocasiones la opción más práctica dañaba visual o arquitectónicamente los edificios del plantel. Para resolver estos problemas era necesario un común acuerdo entre los proyectistas o diseñadores de la red y las

autoridades del plantel, dado que la infraestructura de la red local debe garantizar las mejores condiciones para ser un conjunto de medios de transmisión confiable y eficiente para el tráfico de información.

De igual forma, un factor importante que no estaba contemplado al inicio del diseño de la red fue el tipo de usuario final. Es decir, y sin predisponer conductas, el daño que históricamente han sufrido instalaciones expuestas a los usuarios, ha llevado modificar rutas de canalizaciones y tendido de cableado para que sólo los administradores y técnicos puedan manipular la instalación.

Finalmente, el aprendizaje obtenido complementa en gran medida los conocimientos adquiridos a lo largo de la Licenciatura, pues el enfoque en el campo de las redes de datos que un egresado de Ingeniería en Telecomunicaciones adquiere es sobre una base sólida de conocimientos técnicos, y en este proyecto aprendí desde la fijar un objetivo, desarrollarlo apoyado sobre otras disciplinas y conceptualizarlo para su ejecución.

Actualmente la primera parte de ésta propuesta, que involucra los principales lugares de concentración de equipos de cómputo, está siendo implementada en la preparatoria tomando como base los planos de infraestructura de telecomunicaciones elaborados y descritos en éste trabajo.

## ***6. Anexos***













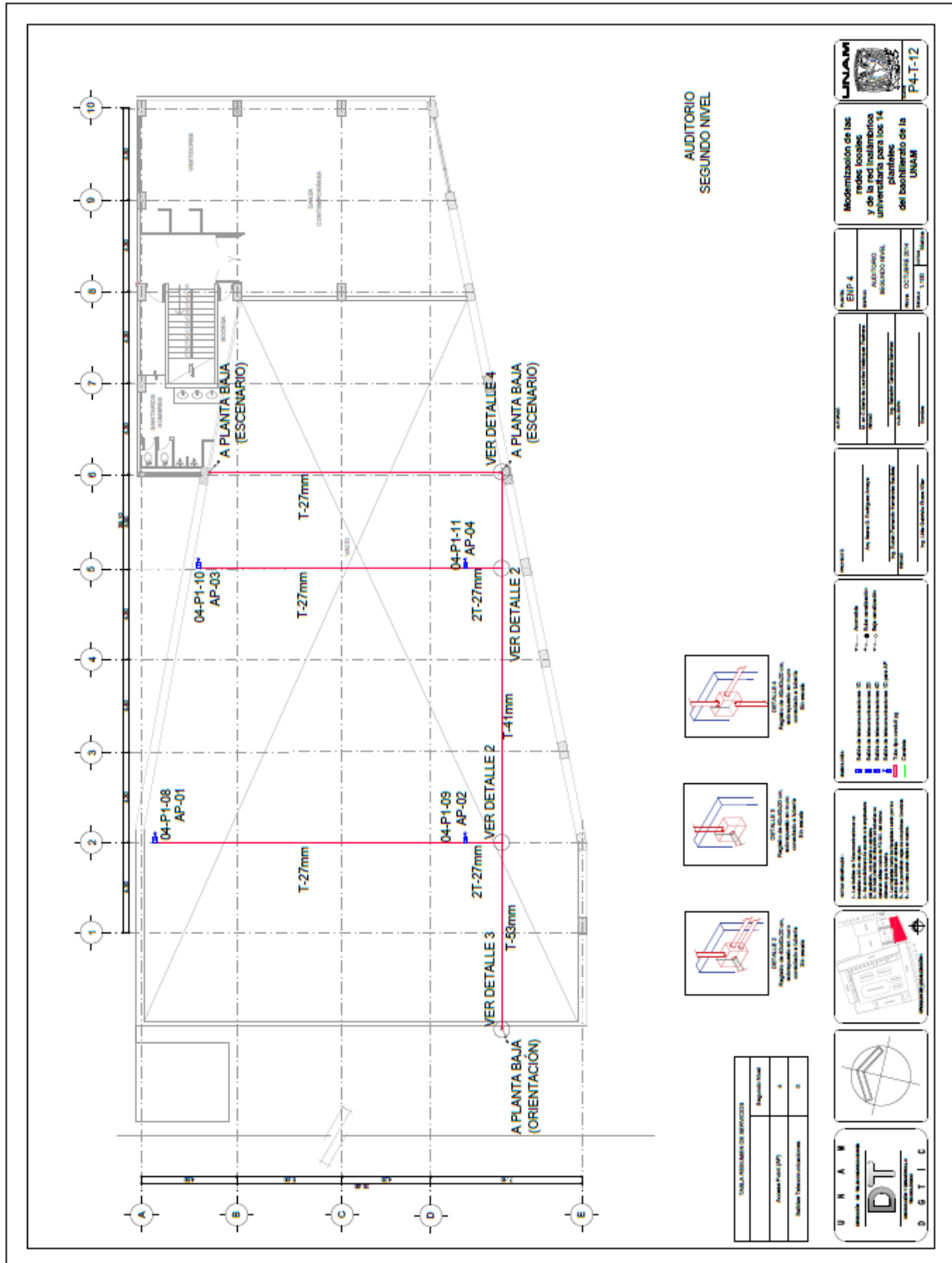








**Anexo 10. Propuesta de cableado y canalización horizontal para la red inalámbrica del Auditorio de la ENP 4.**





**Anexo 11. Fragmento del Catálogo de conceptos elaborado para la propuesta de la nueva infraestructura de red de voz y datos para la ENP 4.**

CANALIZACIÓN BACKBONE		
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE <b>TUBERÍA CONDUIT GALVANIZADA</b> PARED GRUESA CON COPLE, OMEGA, PEASA O EQUIVALENTE EN CALIDAD Y PRECIO. INCLUYE: ABRAZADERAS TIPO OMEGA DE FIERRO GALVANIZADO, TAQUETES DE PLÁSTICO DE 1/4" Y PIJAS DEL No. 10 PARA FIJACIÓN, GUIADO DE LAS TUBERÍAS CON ALAMBRE GALVANIZADO DEL NO. 14, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, ANDAMIOS Y HERRAMIENTA. CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 3.3.1. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.		
<b>a) DE 2" DE DIÁMETRO</b>	ML	380.00
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE <b>CODO CONDUIT GALVANIZADO</b> PARED GRUESA, RADIO LARGO, OMEGA, PEASA O EQUIVALENTE EN CALIDAD Y PRECIO. INCLUYE: MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, ANDAMIOS Y HERRAMIENTA. CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 3.3.1. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.		
<b>a) DE 2" DE DIÁMETRO</b>	PZA	16.00
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE <b>TUBERÍA DE PVC TIPO R-1</b> (SERVICIO PESADO) CON COPLE, PLÁSTICOS REX, DURALON O EQUIVALENTE EN CALIDAD Y PRECIO. INCLUYE: ENCOFRADO DE CONCRETO DE FC= 150 GK/CM2 EN SU PERÍMETRO, CIMBRA ACABADO COMÚN, CIMBRADO, COLADO, DESCIMBRADO, ACARREOS HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN Y COLADO, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 3.3.2. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.		
<b>a) DE 1 1/2" DE DIÁMETRO</b>	ML	5.00

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE <b>CODO DE PVC TIPO R-1</b> (SERVICIO PESADO) RADIO LARGO, PLÁSTICOS REX, DURALON O EQUIVALENTE EN CALIDAD Y PRECIO. INCLUYE: ENCOFRADO DE CONCRETO DE F'C= 150 GK/CM2 EN SU PERÍMETRO, CIMBRA ACABADO COMÚN, CIMBRADO, COLADO, DESCIMBRADO, ACARREOS HASTA EL LUGAR DE SU COLOCACIÓN Y COLADO, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. CONFORME A PROYECTO Y A LA ESPECIFICACIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN: 3.3.2. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.		
<b>a) DE 1 1/2" DE DIÁMETRO</b>	PZA	5.00
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE <b>ADAPTADOR PARA CAMBIO DE MATERIAL EN TUBERÍA</b> , DE TUBO DE PVC USO RUDO DE 2"Ø A TUBO TIPO CONDUIT METÁLICO GALVANIZADO PARED GRUESA DE 2"Ø. INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y MATERIALES REQUERIDOS, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN DE ACUERDO A PROYECTO, PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.(P.U.O.T.).	PZA	2.00

<b>SERVICIOS DE COBRE PARA CABLEADO HORIZONTAL</b>		
SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>CABLE PAR TRENZADO (UTP) CATEGORIA 6A, 500 MH, TIPO RISER (CMR) DE 4 PARES</b> , CALIBRE 23 AWG, IMPEDENCIA NOMINAL DE 100 OHM, CON ELEMENTO CENTRAL AISLANTE, CONDUCTORES DE COBRE SOLIDO. INCLUYE: CARGO DIRECTO POR EL COSTO DE MANO DE OBRA, MATERIALES REQUERIDOS, FLETE A OBRA, ACARREO, COLOCACION DE TORNILLERIA SOPORTERIA, EQUIPO DE SEGURIDAD, CERTIFICACION . GARANTIA INSTALACIONES ESPECIFICAS, DEPRECIACION Y DEMAS CARGOS DERIVADOS DEL USO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA, LIMPIEZA Y RETIRO DEL ESCOMBRO PRODUCTO DE LA EJECUCION DEL CONCEPTO A BANCO DE TIRO AUTORIZADO FUERA DE LA OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN DE ACUERDO A PROYECTO, P. U. O. T. (PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA)	ML	13,900.00

<p>SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>CONECTOR RJ45 DE 8 POSICIONES CATEGORÍA 6A</b>, QUE PERMITA AMBAS OPCIONES DE CONFIGURACIÓN T568A O T568B EN CADA TOMA MODULAR. INCLUYE: CARGO DIRECTO POR EL COSTO DE MANO DE OBRA, MATERIALES REQUERIDOS, FLETE A OBRA, ACARREO, COLOCACIÓN DE TORNILLERÍA SOPORTARÍA, EQUIPO DE SEGURIDAD, CERTIFICACIÓN. GARANTÍA INSTALACIONES ESPECÍFICAS, DEPRECIACIÓN Y DEMÁS CARGOS DERIVADOS DEL USO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA, LIMPIEZA Y RETIRO DEL ESCOMBRO PRODUCTO DE LA EJECUCIÓN DEL CONCEPTO A BANCO DE TIRO AUTORIZADO FUERA DE LA OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN DE ACUERDO A PROYECTO, P. U. O. T. (PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA)</p>	PZA	1240
<p>SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>PANEL DE PARCHEO MODULAR DE 24 POSICIONES 1UR</b>, QUE PERMITA INSTALARLE CONECTORES RJ45 CATEGORÍA 6A, METÁLICO Y COLOR NEGRO. INCLUYE: CARGO DIRECTO POR EL COSTO DE MANO DE OBRA, MATERIALES REQUERIDOS, FLETE A OBRA, ACARREO, COLOCACIÓN DE TORNILLERÍA SOPORTERÍA, EQUIPO DE SEGURIDAD, CERTIFICACIÓN. GARANTÍA INSTALACIONES ESPECIFICAS, DEPRECIACIÓN Y DEMÁS CARGOS DERIVADOS DEL USO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA, LIMPIEZA Y RETIRO DEL ESCOMBRO PRODUCTO DE LA EJECUCIÓN DEL CONCEPTO A BANCO DE TIRO AUTORIZADO FUERA DE LA OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN DE ACUERDO A PROYECTO, P. U. O. T. (PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA)</p>	PZA	6.00
<p>SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>PANEL DE PARCHEO MODULAR DE 48 POSICIONES 2UR</b>, QUE PERMITA INSTALARLE CONECTORES RJ45 CATEGORÍA 6A, METÁLICO Y COLOR NEGRO. INCLUYE: CARGO DIRECTO POR EL COSTO DE MANO DE OBRA, MATERIALES REQUERIDOS, FLETE A OBRA, ACARREO, COLOCACIÓN DE TORNILLERÍA SOPORTERÍA, EQUIPO DE SEGURIDAD, CERTIFICACIÓN. GARANTÍA INSTALACIONES ESPECIFICAS, DEPRECIACIÓN Y DEMÁS CARGOS DERIVADOS DEL USO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA, LIMPIEZA Y RETIRO DEL ESCOMBRO PRODUCTO DE LA EJECUCIÓN DEL CONCEPTO A BANCO DE TIRO AUTORIZADO FUERA DE LA OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN DE ACUERDO A PROYECTO, P. U. O. T. (PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA)</p>	PZA	6.00

SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>PLACA PARA MONTAJE DE CONECTORES RJ45, (FACEPLATE)</b> , QUE PERMITA EL MONTAJE Y RETIRO DE CONECTORES RJ45 CATEGORÍA 6A, PLÁSTICA, E INCLUIR ÁREA DESIGNADA PARA EL ETIQUETADO E INCLUIR INSERTOS CIEGOS. INCLUYE: CARGO DIRECTO POR EL COSTO DE MANO DE OBRA, MATERIALES REQUERIDOS, FLETE A OBRA, ACARREO, COLOCACIÓN DE TORNILLERÍA SOPORTERÍA, EQUIPO DE SEGURIDAD, CERTIFICACIÓN. GARANTÍA INSTALACIONES ESPECIFICAS, DEPRECIACIÓN Y DEMÁS CARGOS DERIVADOS DEL USO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA, LIMPIEZA Y RETIRO DEL ESCOMBRO PRODUCTO DE LA EJECUCIÓN DEL CONCEPTO A BANCO DE TIRO AUTORIZADO FUERA DE LA OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN DE ACUERDO A PROYECTO, P. U. O. T. (PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA)		
<b>a) DE 1 CONECTOR</b>	PZA	150.00
<b>b) DE 2 CONECTORES</b>	PZA	55.00
<b>c) DE 4 CONECTORES</b>	PZA	15.00
SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>CORDÓN DE PARCHEO DE CABLE PAR TRENZADO (UTP) CATEGORÍA 6A</b> , CON CONECTORES PLUG RJ45 EN AMBOS EXTREMOS, DE FABRICA, LISTADO Y HOMOLOGADO. INCLUYE: CARGO DIRECTO POR EL COSTO DE MANO DE OBRA, MATERIALES REQUERIDOS, FLETE A OBRA, ACARREO, COLOCACIÓN DE TORNILLERÍA SOPORTERÍA, EQUIPO DE SEGURIDAD, CERTIFICACIÓN. GARANTÍA INSTALACIONES ESPECIFICAS, DEPRECIACIÓN Y DEMÁS CARGOS DERIVADOS DEL USO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA, LIMPIEZA Y RETIRO DEL ESCOMBRO PRODUCTO DE LA EJECUCIÓN DEL CONCEPTO A BANCO DE TIRO AUTORIZADO FUERA DE LA OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN DE ACUERDO A PROYECTO, P. U. O. T. (PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA)		
<b>a) DE 3 FT DE LONGITUD</b>	PZA	380.00
<b>b) DE 5 FT DE LONGITUD</b>	PZA	195.00

<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	
	PARA TODAS LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS VER ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA UNAM CAPITULO 3.3 E INCISOS APLICABLES
	SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>SISTEMA DE ENERGÍA ININTERRUMPIDA (UPS)</b> PARA MONTAJE EN RACK DE 19 PULGADAS, VOLTAJE DE ENTRADA DE 220 V, VOLTAJE DE SALIDA 208/120 V, CON TIEMPO DE RESPALDO EN BATERÍAS DE 7 MINUTOS A PLENA CARGA, TECNOLOGÍA TRUE ON LINE DOBLE CONVERSIÓN, CON TARJETA DE MONITOREO COMPATIBLE CON EL EQUIPO MARCA EATON ACTUALMENTE INSTALADO. INCLUYE: MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.
	SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>UNIDADES DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA (PDU)</b> ADMINISTRABLES POR SNMP, HTTPS, TELNET Y SSH, QUE CUENTEN CON UN DISPLAY QUE INDIQUE AL MENOS EL CONSUMO EN AMP, CON AL MENOS 4 TOMA CORRIENTES DE 208 VOLTS EN 2 FASES MAS HILO DE TIERRA. INCLUYE: TRES CABLES ADICIONALES DE 3 METROS CON CLAVIJAS, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.
	SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>RECEPTÁCULO CON SEGURO DE MEDIA VUELTA, 20 A, 110 V</b> , NEMA L6-20R, 2P, 3W, CONEXIÓN A TIERRA. TIPO COLGANTE. INCLUYE: LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.
	SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>RECEPTÁCULO CON SEGURO DE MEDIA VUELTA, 20 A, 220 V</b> , NEMA L6-20R, 2P, 3W, CONEXIÓN A TIERRA. TIPO COLGANTE. INCLUYE: LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

	<p>SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>ALIMENTACIÓN GENERAL MARCA CONDUMEX CALIBRE #2THW</b>, DESDE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PRINCIPAL Ó TABLERO SUB-GENERAL A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 100 METROS; CONFIGURACIÓN CINCO HILOS (TRES FASES, NEUTRO Y TIERRA FÍSICA) SIGUIENDO EL CÓDIGO DE COLORES DE LA NOM. INCLUYE: LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.</p>
	<p>SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE SOBRE PONER MARCA SQUARE D</b>, CATALOGO NQ1304AB100S (INTERRUPTOR PRINCIPAL). <b>SON 30 CIRCUITOS DERIVADOS</b>. CON KIT'S DE TIERRA FÍSICA PK12GTA (ASILADA Y DESNUDA), SIGUIENDO EL CÓDIGO DE COLORES DE LA NOM. INCLUYE: LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.</p>
	<p>SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE SOBRE PONER MARCA SQUARE D</b>, CATALOGO NQ183AB100S (INTERRUPTOR PRINCIPAL). <b>SON 18 CIRCUITOS DERIVADOS</b>. CON KIT'S DE TIERRA FÍSICA PK12GTA (ASILADA Y DESNUDA).SIGUIENDO EL CÓDIGO DE COLORES DE LA NOM. INCLUYE: LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.</p>
	<p>SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO SQUARE D CATALOGO QOB120</b>. INCLUYE: LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.</p>

	SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MARCA SQUARE D. CATALOGO QOB250</b> . INCLUYE: LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.
	SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>DISPOSITIVO SUPRESOR DE TRANSITORIOS NIVEL B</b> . INCLUYE: LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.
	SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE <b>CIRCUITO DE CONTACTO PARA SERVICIO NORMAL DENTRO DEL CUARTO PRINCIPAL A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 30 METROS</b> . INCLUYE: LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN, MATERIALES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, FLETES, ACARREOS Y ELEVACIONES HASTA EL LUGAR DE SU INSTALACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS. CONFORME A PROYECTO. PRECIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

## Glosario

<b>Access Point:</b>	Punto de acceso inalámbrico, indicado como AP, por sus siglas en inglés.
<b>Acometida:</b>	Derivación desde la red de distribución y entrada del servicio al domicilio.
<b>ANSI:</b>	Instituto Americano Nacional de Estándares (American National Standards Institute).
<b>AWG:</b>	De las siglas en inglés, American Wire Gauge, es una referencia de clasificación del diámetro, y por lo tanto del calibre, de alambre.
<b>Cableado Backbone:</b>	Es la conexión principal de una red que comunica todos los cuartos de telecomunicaciones.
<b>Cuarto de equipo:</b>	Es el espacio físico destinado a funcionar como cuarto de telecomunicaciones principal y/o entrada de servicios.
<b>Cuarto de telecomunicaciones:</b>	Es el espacio físico dentro de una área determinada de un edificio destinado alojar el equipo de telecomunicaciones asociado a dicha área.
<b>DGTIC.</b>	Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación.
<b>Cordón de parcheo.</b>	Cable de par de cobre, utilizado en las conexiones finales del cableado horizontal.
<b>EIA:</b>	Alianza de Industrias Electrónicas (Electronic Industries Alliance).
<b>Escalabilidad:</b>	Instituto Americano Nacional de Estándares (American National Standards Institute).



<b>Equipo activo:</b>	Equipos electrónicos de transmisión y procesamiento de señales.
<b>Equipo pasivo:</b>	Equipo no electrónicos dentro una red que únicamente fungen como interconexión entre terminales.
<b>IEEE:</b>	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronic Engineers).
<b>LAN:</b>	Red de Área Local (Local Area Network).
<b>Nodo:</b>	Punto de interconexión que proporciona acceso a un servicio de telecomunicaciones.
<b>OSI:</b>	Modelo de interconexión de sistemas abiertos, (Open System Interconnection) es un modelo de referencia para los protocolos de la red de arquitectura en capas.
<b>Panel de parcheo:</b>	Equipo pasivo que cumple la función de la interconexión del cableado horizontal.
<b>Protocolo:</b>	Normas que establecen las especificaciones para que el software y hardware del equipo de comunicaciones pueda operar
<b>PVC:</b>	Material utilizado en la fabricación de ciertos elementos de plástico, principalmente tubos.
<b>Rack:</b>	Estructura metálica autosoportada, que tiene la función de contener el equipo activo de la red.
<b>RJ-45:</b>	Conector para cable de cuatro pares de cobre.
<b>STP:</b>	Cable de par de cobre con blindaje (Shielded Twisted Pair).
<b>TBB:</b>	Es el sistema medular de puesta a tierra para telecomunicaciones.
<b>TGB:</b>	Barra conductora de conexión a tierra para telecomunicaciones, esto es, el punto central de conexión de tierra de los equipos de telecomunicaciones ubicados en los cuartos de telecomunicaciones.

- TIA:** Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (Telecommunications Industry Association).
- TMGB:** Barra principal de tierra, la cual se conecta a la tierra del edificio. Se considera una barra de cobre TMGB por edificio.
- UTP:** Cable de par de cobre sin blindaje (Unshielded Twisted Pair).
- WAN:** Red de Área Ampla (Wide Area Network).

## Referencias consultadas

- Foruzan, Behrouz A, *Transmisión de datos y redes de comunicaciones*, 2ª edición, Madrid, McGraw-Hill/Interamericana de España, 2002, 887 páginas.
- Stallings, William, *Comunicaciones y redes de computadoras*, 6ª edición, Madrid, Prentice Hall, 1997, 748 páginas.
- Michael A. Gallo; William M. Hancock, *Comunicación entre computadoras y tecnologías de redes*. México, Thomson Editores, 2002, 632 páginas.
- Global Engineering Documents, *TIA/EIA Telecommunications Building Wiring Standards, A Global Compilation*.
- Panduit, Cisco System Inc. Suplemento de Cableado Estructurado, 2003.
- Manual de cableado estructurado, Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Estado de Tabasco.  
<http://dgtic.tabasco.gob.mx/content/manuales-de-configuracion>
- [https://www.siemon.com/la/learning/Screened\\_and\\_Shielded\\_Guide/Screened\\_and\\_Shielded\\_Guide\\_6\\_Grounding\\_and\\_Cabling\\_Systems.asp](https://www.siemon.com/la/learning/Screened_and_Shielded_Guide/Screened_and_Shielded_Guide_6_Grounding_and_Cabling_Systems.asp)
- <http://charofilmancilla.mx/canalizacion/>