

CAPÍTULO 3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

3.1 Estándar EIA/TIA-568-B

Para el diseño del sistema de cableado estructurado del CENAM, se apoyó en el estándar EIA/TIA-568-B, el cual define los criterios para la implementación de los sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales y entre edificios en campus. Establece los tipos de cables, distancias, conectores, arquitecturas, terminaciones de cables y características de rendimiento, requisitos de instalación de cable y métodos de pruebas de los cables instalados.

3.2 Consideraciones de diseño en el uso de cobre

Referente a la longitud de los tendidos de cobre, se estableció como distancia máxima desde el cuarto de telecomunicaciones (IDF) hacia cada laboratorio u oficina 90 metros.

Se contaba con las siguientes opciones de cable:

- UTP (por sus siglas en inglés Unshielded Twisted Pair) de cuatro pares a 100 Ohms.
- STP (por sus siglas en inglés Shielded Twisted Pair) de dos pares a 150 Ohms.
- Coaxial de 50 Ohms.

Para la implementación del cableado Horizontal se utilizó el cable UTP ya que presenta las siguientes ventajas respecto al cable STP y al cable Coaxial:

- Su colocación es más sencilla por ser más ligero.
- Ocupa menos espacio debido a su diámetro.
- Es más sencilla su conexión debido a que no tiene malla aislante.
- Es más económico.

Adicionalmente se consideró que el sistema de cableado estructurado soportara una densidad de un servicio doble por cada 4 metros cuadrados de espacio, lo que permite que todas las oficinas y laboratorios cuenten con al menos una salida para el servicio de voz y una salida para el servicio de datos.

Las categorías de transmisión de todos los componentes usados en un sistema de cableado, deben ser las mismas con la finalidad de proveer un alto nivel de confiabilidad y un desempeño de transmisión consistente.

El desarrollo de nuevas aplicaciones de alta velocidad de transmisión usando múltiples pares para transmisiones en paralelo, ha mostrado una necesidad adicional en los requerimientos de transmisión, por ejemplo se debe considerar el retardo de propagación y el retardo oblicuo.

Para determinar la conveniencia de un cableado para aplicaciones específicas, el diseñador también debe consultar lo siguiente:

- Proveedores de sistemas de cableado.
- Fabricantes de equipos.
- Integradores de sistemas.

3.3 Consideraciones de diseño para la dorsal de fibra óptica

Debido a la separación que existe entre los edificios del CENAM, se consideró el uso de fibra óptica para su interconexión.

Para cada uno de los edificios del CENAM, se definieron dos rutas de conexión, una principal en estrella y la redundante en anillo.

A continuación describo dos tipos de fibra óptica, las cuales se identifican por su diámetro:

- De 62,5 μm /125 μm o multimodo, en donde el diámetro del recubrimiento corresponde a los 125 μm .
- De 8,3/125 μm o monomodo, en donde también el diámetro del recubrimiento corresponde a los 125 μm .

Se consideró el uso de la fibra óptica de 62,5 μm /125 μm para la dorsal de fibra, ya que es la más conveniente para este tipo de aplicación, debido a que el tamaño de su diámetro ofrece las siguientes ventajas:

- Mayor eficiencia en el acoplamiento de la luz.
- Requiere menos puntos de empalme.
- Se reconoce como el estándar para las aplicaciones LAN.
- Cumple con la norma EIA/TIA-568-B.

3.4 Descripción de los subsistemas

El sistema de cableado que se implementó en el CENAM, se estructuró a través de los siguientes subsistemas:

3.4.1 Subsistema dorsal de cobre

Es el medio con que se interconectó el distribuidor principal (MDF Main Distribution Frame por sus siglas en inglés) con el distribuidor intermedio (IDF Intermediate Distribution Frame por sus siglas en inglés) de cada edificio.

Se diseñó para los servicios de voz analógicos y digitales. Parte desde el cuarto del conmutador telefónico y llega hasta cada distribuidor intermedio de los edificios.

Se conformó una dorsal de cobre en estrella, con centro en el cuarto de comunicaciones del edificio D (lugar en donde se ubica el conmutador telefónico) hasta cada distribuidor de los edificios A, B, C, CV, E, F, G, H, K y Q (figura 3.1).

Se usó cable multipar de 25, 50 y 100 pares para exteriores con núcleo de aire nivel 3 los cuales se remataron en bloques de alambrado 110 alojados en Racks XLBET de 24" (figura 3.2).

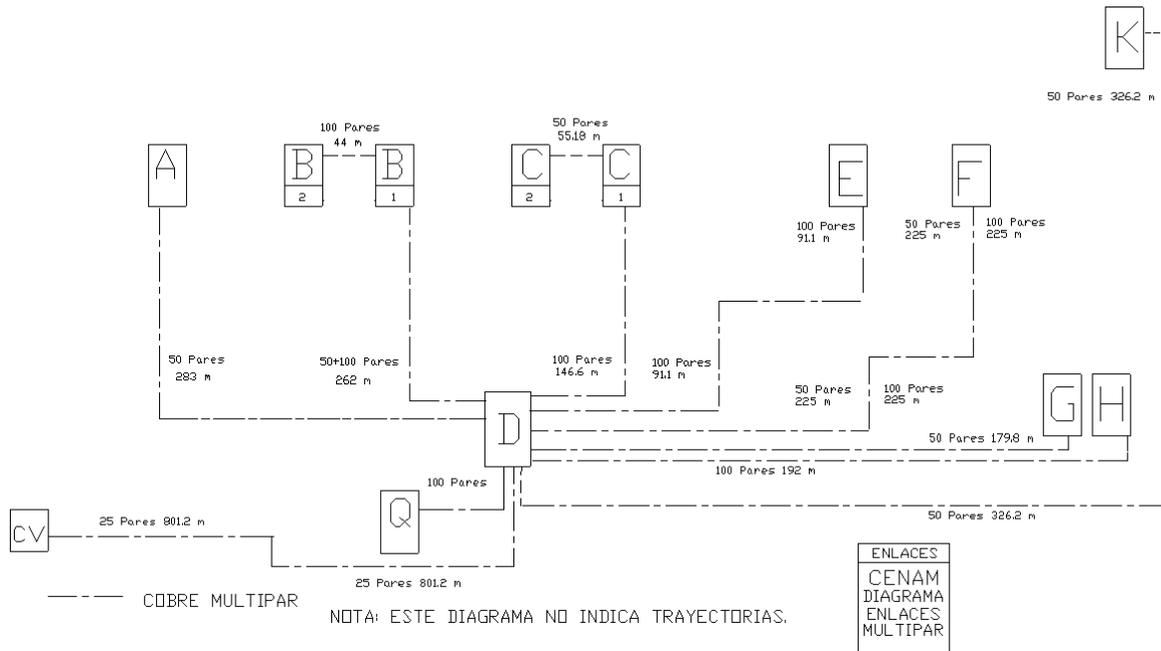


Figura 3.1 Diagrama de enlaces de cobre multipar.

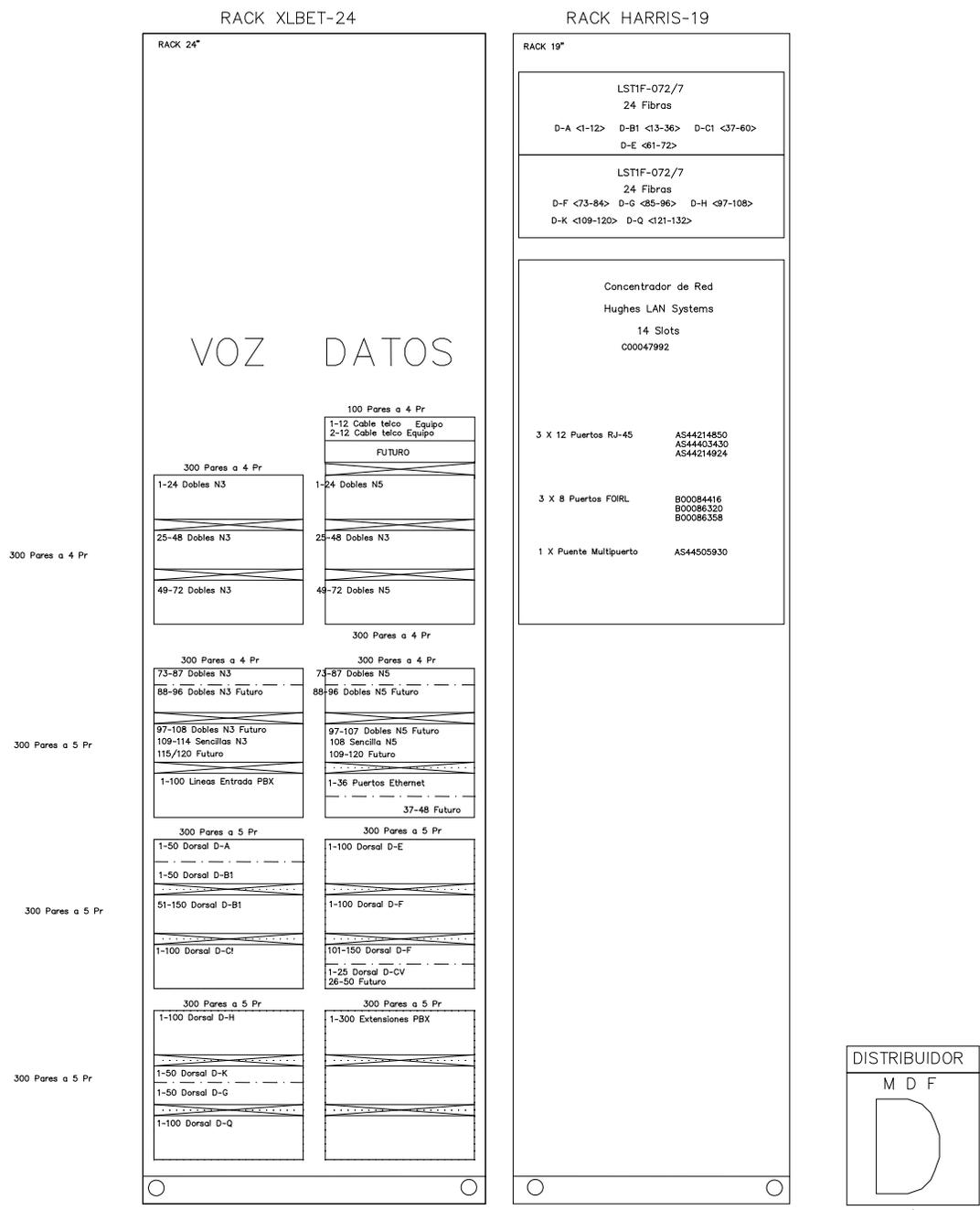


Figura 3.2 Diagrama del distribuidor de cableado principal.

3.4.2 Dorsal de fibra óptica

Es el medio con que se interconectó el distribuidor principal MDF con el distribuidor intermedio de cada edificio IDF y los enlaces redundantes. Se diseñó para las aplicaciones de alta velocidad, como son los servicios de datos y video.

La dorsal de fibra óptica se diseñó con una combinación de estrella para la comunicación de los enlaces principales y en anillo para tener redundancia en cada distribuidor, con lo que se logró una trayectoria alterna para comunicar cada distribuidor (figura 3.3). Para los edificios A y K el cableado estructurado se diseñó para que contaran con solo un transmisor receptor, se instaló redundancia en fibra óptica pero no en equipo activo, por lo que la redundancia no era automática como en los demás edificios. En el caso de la caseta de vigilancia C.V. se implementó la conexión solo con una tarjeta de fibra óptica para PC y un cableado de 6 fibras ópticas. No se estableció un esquema de redundancia.

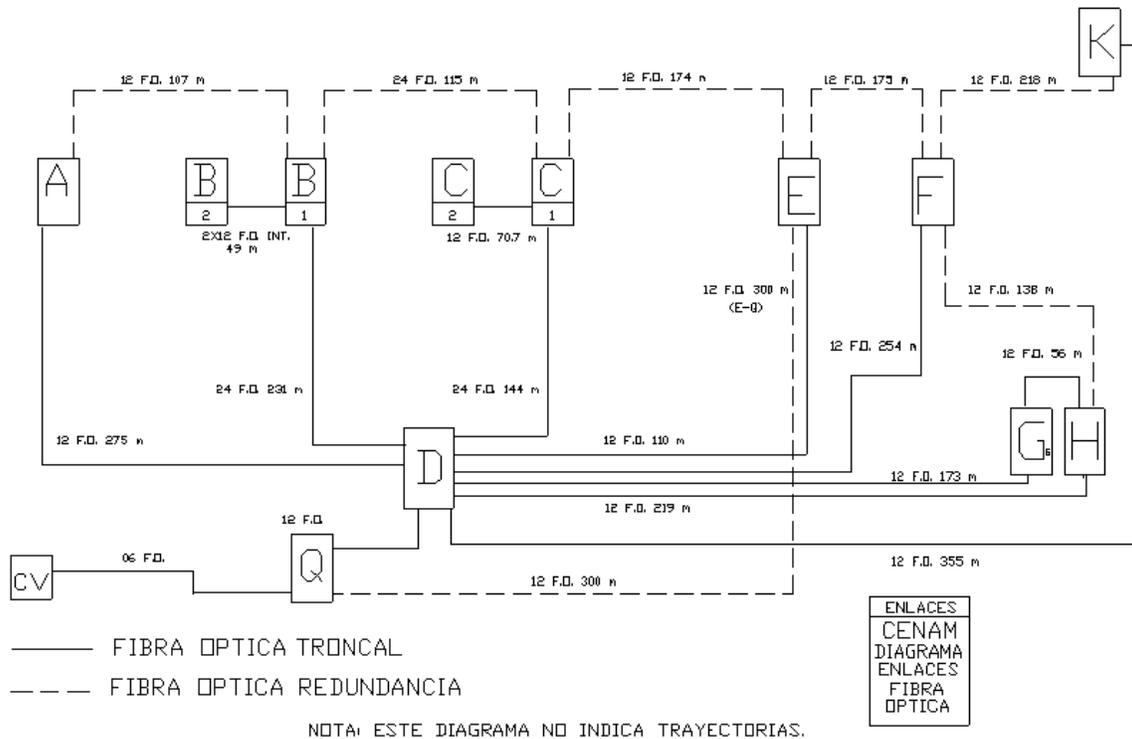


Figura 3.3 Diagrama de enlaces de fibra óptica.

Se instaló fibra óptica exterior con forro de polietileno y elementos de tensión de acero. Las fibras quedaron dentro de un tubo de plástico inundado de gel que impide penetrar la humedad. Son del tipo multimodo con diámetro de 62.5/125 micras.

Los enlaces principales se constituyeron por cable de 24 fibras ópticas, la redundancia y los enlaces sencillos como el de la caseta de vigilancia con cable de 12 y 06 fibras respectivamente.

Los cables de fibra óptica se remataron en distribuidores ópticos instalados en racks XLBET de 24" en todos los distribuidores intermedios IDF de cada edificio y en un rack Harris de 19" en el distribuidor principal MDF del edificio D (**figura 3.2**). La fibra óptica se terminó con conectores ST-II cerámicos, alojados en los distribuidores ópticos.

3.4.3 Subsistema horizontal

Se diseñaron para la conexión del distribuidor de cada edificio hasta la estación de trabajo. Se formó principalmente por dos corridas de cable que llegan hasta las rosetas de cada salida doble. En algunos casos se instalaron corridas sencillas que llegan a una sola roseta.

Por estandarización se utilizó cable UTP 24 AWG de 4 pares, que soporta aplicaciones en función de la velocidad permitida según el nivel del cable. El cable nivel 3 que soporta 10 Mbps y el cable nivel 5 que soporta 100 Mbps.

El remate de las corridas de cable para este proyecto, se realizó en bloques de alambrado 110, quedando de la siguiente forma:

Para las corridas dobles, el cable nivel 3 en un bloque de alambrado instalado a la izquierda del rack y el cable nivel 5 en otro bloque de alambrado de lado derecho. Se remataron los cables hasta llegar al último par de corridas, dejando los espacios restantes para el crecimiento futuro de salidas.



Figura 3.4 Fotografía de un distribuidor de cableado intermedio.

3.4.4 Subsistema de administración

Es el lugar en donde se hace direccionamiento físico de las señales. Se formó por los bloques de alambrado y componentes en donde se remataron los cables de cobre y/o fibra óptica (MDF/IDF). También se remataron los cables de UTP categoría 3 y categoría 5 para las salidas modulares (rosetas).

3.4.5 Administración de cobre

Se diseñó para rematar los cables de cobre de las dorsales y horizontales.

Para este subsistema se implementaron arreglos de bloques instalados en racks de 61 cm (24"), donde cada grupo de bloques está identificado con etiquetas que van dentro de protectores plásticos, con un color en función del campo que está rematado:

- Campo blanco (etiqueta blanca) Cableado vertical.
- Campo azul (etiqueta azul) Cableado horizontal.
- Campo púrpura (etiqueta púrpura) Cableado al equipo.
- Campo gris (etiqueta gris) Cableado de enlace entre IDFs.

Aunque el sistema es indiferente para voz o datos y los componentes funcionan para ambos servicios, para facilidad de administración establecí dos áreas en el rack; izquierda y derecha.

La parte izquierda del rack se usó para los servicios de voz (principalmente dorsales de cobre y horizontales nivel 3).

La parte derecha del rack se usó para los servicios de datos (principalmente para las horizontales nivel 5) y el campo púrpura para los puertos del equipo.

En cada bloque se indicaron las conexiones de cada cable y los números asignados a cada conexión, los espacios sin identificación quedaron de reserva para crecimiento futuro.

Respecto a las salidas de información voz/datos, se usaron solamente placas de doble salida color marfil (**figura 3.5**), instaladas en cajas plásticas de contacto aparente. En el caso de las salidas sencillas de voz o de datos, en el espacio que no lleva salida modular o roseta, se colocaron cubre polvos color marfil.

El código de color para las rosetas utilizadas fue: negro para nivel 3 (voz) y marfil para nivel 5 (datos). Estas rosetas se identificaron con etiquetas transparentes, indicando el edificio, tipo y número de salida.

IDENTIFICACIÓN DE SALIDA MODULAR

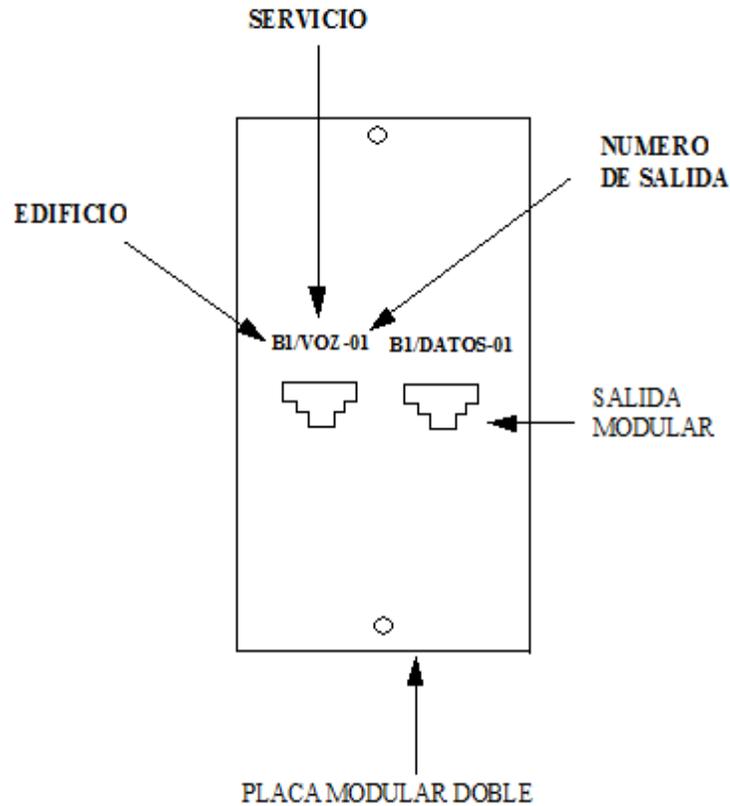


Figura 3.5 Diagrama de una salida de servicios modular doble.

3.4.6 Subsistema de estación de trabajo

Es la parte del sistema que conecta las rosetas o salidas modulares con el equipo del usuario.

Para estas conexiones se utilizaron cables D8W nivel 3 y D8AU nivel 5 de 2 y 4 metros de longitud con terminaciones modulares RJ-45.

La conexión para la fibra óptica hacia el equipo se realizó con cordones de parcheo de fibra óptica de 1.8 m de longitud con conectores ST-II cerámicos.

3.4.7 Subsistema de equipo

Es la parte de cableado que conecta el equipo activo (concentradores) con el subsistema de administración. Significa proyectar los puertos del concentrador para tenerlos disponibles sobre los bloques de alambrado de un distribuidor (campo púrpura).

Para los requerimientos de CENAM, se utilizaron cables modulares con conector RJ-45 en un extremo y sin conector por el otro extremo. Para la optimización en el uso de los cables, especifiqué cables de 15 metros de longitud con doble conector RJ-45, los cuales se cortaron para formar dos piezas de cada uno al momento de instalarse.

En los bloques de alambrado campo púrpura, se conectaron los 4 pares del extremo sin conector, para darle mayor flexibilidad en cuanto a conexiones de red.

El extremo con conector RJ-45, se conectó a cada puerto de concentrador.

La identificación de los puertos Ethernet en los bloques de alambrado, se realizó en la etiqueta color púrpura, según la cantidad de puertos a conectar en cada edificio, la identificación en el extremo de los cables con conector RJ-45 se hizo con etiquetas numéricas correspondientes al número de puertos de cada edificio.

3.5 Canalización exterior

Los cables dorsales de cobre y fibra se instalaron por ductos de PVC de 3" de diámetro existentes (subterráneos) en las instalaciones del CENAM. Las trayectorias sin canalización se realizaron nuevas con ductos PVC 3" de diámetro con construcción de registros de exterior.

La canalización para la redundancia de fibra óptica, se realizó con tubería conduit pared gruesa de 2" de diámetro.

Las acometidas para los distribuidores, se realizaron con tubería conduit de pared gruesa de 2" de diámetro para los diferentes edificios y de 3" de diámetro para el edificio D.

El cableado entre edificios se realizó en ductos PVC de 3" de diámetro, donde los registros se ubicaron a cada 20 metros aproximadamente. En estos registros el cable se fijó con cinchos sobre un herraje (omega), como se muestra en la **figura 3.6**.

En los registros de acometidas donde pasa la fibra óptica, se quedó una gasa o sobrante de cable para no exceder el radio mínimo de curvatura permitido por la constitución del cable (20 veces el diámetro exterior del cable).

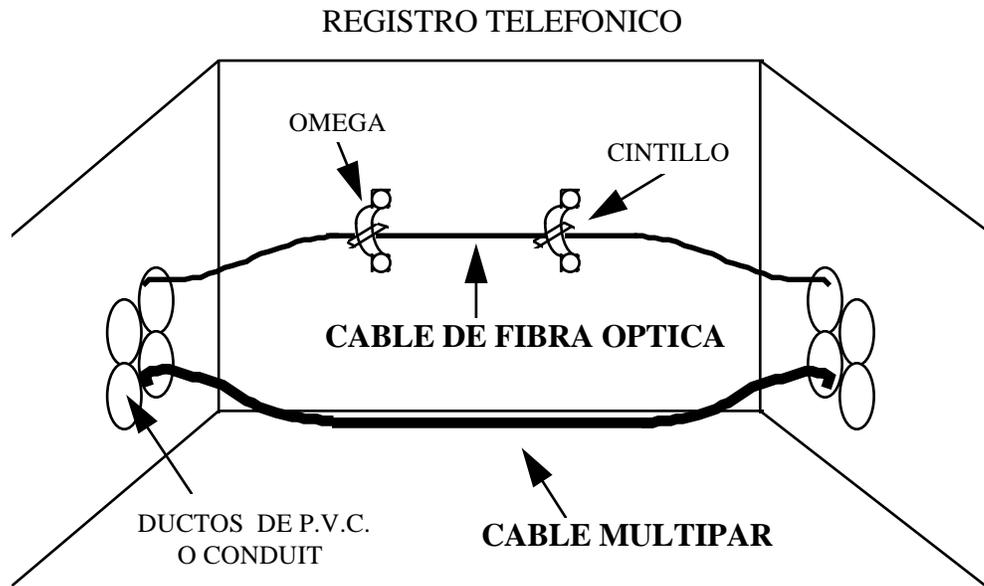


Figura 3.6 Sujeción de cables de registro.

3.6 Canalización interior

Los cables horizontales UTP se corrieron por charola metálica, misma que se utilizó para correr la dorsal de fibra óptica (principal y redundancia) y la dorsal de cobre, en el interior de los edificios para llegar a los IDFs. Los cables horizontales que partieron de los IDFs se corrieron por la charola hasta llegar al punto más próximo a las salidas modulares o rosetas y de este punto se corrieron con tubería de 25 mm pared gruesa y tubería de 51 mm pared gruesa sujetos en la parte o estructura idónea, llegando a la bajada de canaleta plástica (parte visible) distribuida en el edificio.

La charola instalada en cada edificio se encuentra conectada por medio de tubería conduit pared gruesa 2" a las acometidas realizadas para este proyecto.

El cable de fibra óptica instalado en la charola o escalerilla metálica de aluminio de 6x12" se sujetó con cinchos o cintillos plásticos para interiores. La charola quedó identificada en los costados con una etiqueta que contiene la leyenda:

"PRECAUCIÓN FIBRA ÓPTICA"

La canaleta plástica, se instaló de acuerdo a la distribución requerida en cada edificio, realizando bajadas y corridas horizontales para llegar a cada punto de los servicios.

3.7 Ruta del sistema horizontal

Cuando se diseña un edificio se debe documentar el detalle de la distribución y capacidad de la trayectoria del cableado horizontal en cada piso del edificio, considerando la posibilidad de hacer cambios y mantenimiento tan fácil como sea posible.

Cuando se determina la trayectoria del cableado horizontal se debe considerar:

- La cantidad y tamaño de los cables que la trayectoria va a soportar.
- Permitir el crecimiento durante el ciclo de vida del cableado.

Es una buena práctica cumplir o exceder los estándares correspondientes durante el diseño y construcción de un sistema de cableado.

Consideraciones de diseño:

- Que puedan llevarse a cabo cambios.
- Minimizar las interrupciones a los usuarios cuando se accesa al cableado horizontal.
- Facilitar su mantenimiento.
- Permitir de tres a cuatro pares de cable por cada área de trabajo u oficina, aunque sabemos que típicamente requieren un par de cables, uno para voz y otro para datos, para facilitar futuros cambios y crecimiento de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

3.8 Interferencia electromagnética (EMI)

Es una importante consideración en el diseño de la trayectoria del cableado. Proporcionando la separación física de las fuentes de EMI para estos elementos de la infraestructura de las telecomunicaciones por consecuencia se provee la separación de sus componentes (ejemplo: el cable y el hardware de conexión).

El diseñador debe ubicar la trayectoria de las telecomunicaciones lejos de las fuentes de EMI, incluyendo:

- Cableado de energía eléctrica y transformadores.
- Fuentes de radio frecuencia (RF).
- Motores grandes y generadores.
- Equipos de rayos X.
- Equipo de fotocopiado.

Para propósitos de seguridad, los cables de energía deben de mantener una separación física de los cables de telecomunicación de acuerdo a la **tabla 3.1**, Distancias de separación mínima de posibles fuentes de interferencia electromagnética que excedan 5kVA

Condición	Separación mínima en cm.
Motores eléctricos y transformadores.	122
Líneas de energía sin blindaje próximas a rutas abiertas o no metálicas.	61
Líneas de energía eléctrica sin blindaje o equipo eléctrico cercano a una ruta de conduit que va a tierra.	30.5
Línea de energía en conduit aterrizado cercano a una trayectoria metálica aterrizada.	15.2

Tabla 3.1 Distancias indicadas de separación entre cables de energía y de datos.

Para reducir la interferencia de fuentes de EMI, se debe considerar el uso de:

- Ductería metálica aterrizada, la cual reduce la inducción del ruido por acoplamiento entre el cableado de telecomunicaciones y fuentes de EMI. La instalación del cable cerca de superficies metálicas aterrizadas también reducirá el ruido inducido.
- Dispositivos para la protección de picos de tensión eléctrica, el cual limita la propagación de las sobretensiones y de su interferencia asociada.

3.9 Tipos de trayectoria horizontal

Existen varios tipos de trayectoria horizontal las cuales incluyen:

- Subterránea.
- Pisos modulares.
- Tubo conduit.
- Charola.
- Acceso a los pisos.
- Distribución por el techo.
- Canaleta.

Muchos edificios requieren de una combinación de dos o más tipos de ductería de acuerdo a las necesidades existentes. Por ejemplo un área de oficina dentro de un edificio puede requerir de la distribución del cableado arriba del techo o por abajo del piso, mientras que las salidas de los servicios de red sean distribuidas por conduit, siempre verificando los estándares, códigos y regulaciones aplicables antes de seleccionar el tipo de trayectoria y ductería.

3.10 Dimensionamiento de la trayectoria del cableado horizontal

- Espacio utilizable del piso empleado para la trayectoria.
- Densidad de ocupación máxima (ejemplo: espacio individual requerido para área de trabajo).
- Densidad del cable (ejemplo: cantidad de cables planificados para un área individual de trabajo).
- Diámetro del cable.
- Capacidad de la trayectoria.

3.11 Espacio utilizable del piso

Es generalmente considerado el área del edificio usada por los ocupantes para sus funciones de trabajo diarias. Para propósitos de planificación se deben incluir los pasillos, pero no otras áreas comunes como los baños o closets.

3.12 Densidad de ocupación máxima

La asignación estándar como espacio de trabajo individual es de 9.3 m². Sin embargo si se requiere de mayor densidad de ocupación, o si se requiere colocar más de una salida o salida doble por área individual de trabajo, deberán hacerse las consideraciones del incremento en todo el diseño del sistema del cableado estructurado.

3.13 Densidad del cable

Se debe planificar la trayectoria del cableado para una capacidad de tres cables horizontales por cada área individual de trabajo. Aunque se requieren solo dos cables (uno para voz y otro para datos), esta capacidad adicional permitirá agregar cables horizontales o realizar cambios de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

3.14 Diámetro del cable

En la **tabla 3.2** muestra los intervalos típicos de diámetros de cable. Estos valores se proveen solamente para propósitos de diseño. El diseñador debe revisar el diámetro real del cable que será utilizado antes de determinar los requerimientos y el tamaño de la trayectoria.

Tipo de cable horizontal	Intervalo típico de diámetro
4-Pares 100-ohm UTP, ScTP, F/UTP o S/FTP	4.1 mm a 9 mm (0.16 in a 0.35 in)
2-Fibras cable de fibra óptica	2.8 mm a 4.6 mm (0.11in a 0.18 in)
F/UTP = Foil UTP	
S/FTP = Screened FTP	
ScTP = Screened twisted-pair	
UTP = Unshielded twisted-pair	

Tabla 3.2 Intervalos típicos de diámetros de cable.

3.15 Determinación del tamaño de la trayectoria

Los diferentes tipos de trayectorias tienen diferentes requerimientos dependiendo de los estándares y regulaciones que apliquen en la localidad o lugar en donde estemos instalando el cableado, lo cual deberá ser considerado desde el diseño.

3.16 Esquema del cableado horizontal

La **figura 3.7** representa el cableado horizontal en dos áreas de trabajo individual

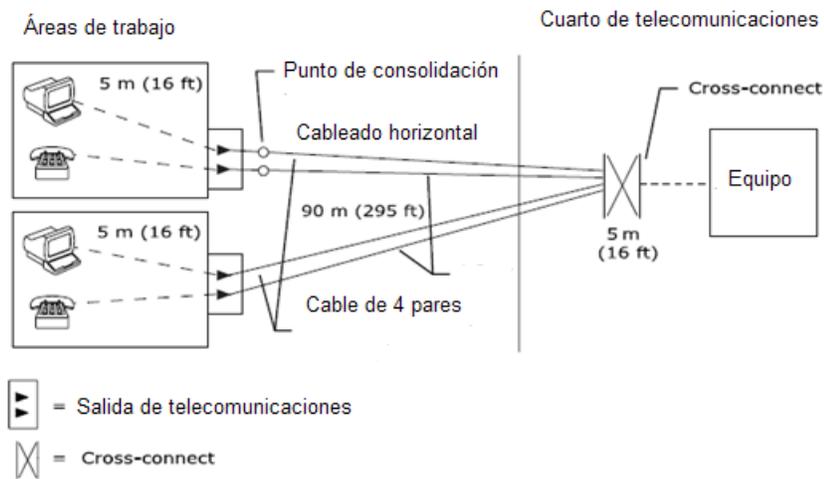


Figura 3.7 Dos áreas de trabajo independientes con cableado horizontal.

Aunque se requiere la corrida de dos cables como mínimo, el diseño de la trayectoria (en las secciones del cableado horizontal previas) debe permitir la corrida de al menos tres cables por área de trabajo individual para facilitar la adición y cambios de acuerdo a las necesidades futuras de los usuarios.

La **tabla 3.3** muestra las longitudes máximas que aplican en el cableado horizontal:

Componente del cableado horizontal	Límite de longitud
Desde el HC (FD) al conector de salida	90 m
Patch cords y jumpers de cross-connect en el HC (FD)	5 m

Tabla 3.3 Longitud máxima permitida para el cableado horizontal.

Notas: En el establecimiento de límites en las longitudes en el cableado horizontal, se permiten 10 metros para la longitud de la combinación de los patch cords y de los cables usados para conectar el equipo en el área de trabajo y el TR o TE. Todos los cordones de los equipos deben contar con los mismos requerimientos de desempeño como los patch cords. Los cordones de los equipos difieren de los patch cords y de los jumpers cross-connect en que se conectan directamente al equipo activo; los patch cords y los jumpers cross-connect no se conectan directamente al equipo activo.

La longitud del enlace BAS horizontal es identificada como el cable desde el HC (FD) a el HCP o BAS outlet/connector y está limitado a 90m independientemente del tipo de media.

3.17 Tipos de cable

Los dos tipos de cable reconocidos en el uso del cableado horizontal son:

- Par trenzado de 4 pares a 100 ohms balanceado.
- Cable de fibra óptica con 2 o más filamentos de 62.5/125 o 50/125 micrómetros.

Nota: Si alguna aplicación específica requiere de otro tipo de cable (ejemplo coaxial de 75 ohms), este debe ser instalado a parte del cable arriba indicado.

El calibre del cable para el par trenzado de 100 ohms balanceado está típicamente en el intervalo de 24 AWG (0.51 mm) hasta 22 AWG(0.64 mm) para el cableado horizontal.

3.18 Selección del cableado horizontal

Para dar soporte a la comunicación de voz y datos en un edificio comercial, se deben de proveer un mínimo de dos cables reconocidos.

Los dos outlets/connectors de cada área de trabajo deberán de soportar múltiples aplicaciones al escritorio

El cable horizontal provisto a cada área de trabajo debe de consistir de outlets/connectors conectados a:

- Par trenzado de 4 pares a 100 ohms categoría 5e, categoría 6 o superior.
- Cable de fibra óptica multimodo de 2 o más hilos de 50/125 micrómetros (láser optimizado recomendado).
- Cable de fibra óptica multimodo de 2 o más hilos de 62.5/125 micrómetros.

Nota: Los outlets que sirven a un área individual de trabajo, deben estar colocados en una o más faceplates

Si alguna aplicación específica requiere de otro tipo de cable (ejemplo: cable coaxial de 75 ohms, o fibra óptica monomodo), este debe ser instalado adicionalmente al cable listado arriba.

Para determinar el cable apropiado para alguna aplicación específica, se debe consultar a los fabricantes de los equipos y a los integradores del sistema de cableado.

3.19 Categorías del cable par trenzado balanceado de 100 ohms

Hay varias categorías de desempeño de cable par trenzado de 100 ohms balanceado disponibles. Las categorías de cableado y hardware de conectividad, son especificados en estándares.

El hardware de conectividad y los patch cords usados para la horizontal deben estar especificados para la misma categoría.

La **tabla 3.4** describe las categorías para el cable par trenzado balanceado y el hardware de conectividad.

Categoría	Definición
Categoría 5e	Esta categoría consiste de cables y hardware de conectividad especificados hasta 100 megahertz (MHz).
Categoría 6	Esta categoría consiste de cables y hardware de conectividad especificados hasta 250 MHz.
Categoría 6 aumentada	Esta categoría consiste de cables y hardware de conectividad de especificados hasta 500 MHz.
Categoría 7	Esta categoría consiste de cable blindado y hardware de conectividad especificados hasta 600 MHz.

Tabla 3.4 Especificación de conectividad del cable de par trenzado.

Nota: Los cables categoría/nivel 1, 2, 3, 4 y 5 ya no se recomienda su utilización.

El desempeño del cable par trenzado se describe empleando una escala basada en clases o categorías definidas por la International Standards Organization (ISO)/International Electrotechnical Commission (IEC) y la Telecommunications Industry Association (TIA). ISO define el término de categoría para el desempeño de los componentes y el término clase para el desempeño del sistema.

Mientras que la categoría 3/clase C es el mínimo desempeño aceptable para el cableado de una red, la categoría 5/clase D es el mínimo recomendado para la mayoría de los estándares, ver la **tabla 3.5**.

Categoría/Clase ISO	Categoría TIA	Frecuencia
Categoría 3/Clase C	Categoría 3	16 MHz
Categoría 5/Clase D	Categoría 5e	100 MHz
Categoría 6/Clase E	Categoría 6	250 MHz
Categoría 6A/Clase EA	Categoría 6 Aumentada	500 MHz
Categoría 7/Clase F	No definida	600 MHz
Categoría 7A/Clase FA	No definida	1000 MHz

Tabla 3.5 Desempeño de la diferentes categorías de par trenzado.

3.20 Selección de la categoría

Deben ser instalados a través de todo el sistema componentes de solo una categoría. Esto reduce el riesgo y la confusión de administrar múltiples categorías de un sistema de par trenzado balanceado.

3.21 Desempeño del cable de fibra óptica

La fibra óptica multimodo está disponible en tres clases: OM1, OM2 y OM3. La fibra óptica monomodo tiene solo una clase y es la OS1.

La **tabla 3.6** muestra el desempeño de la fibra óptica por su tipo:

Clasificación	Tipo de fibra óptica	Desempeño
OM1	Multimodo de 62.5/125 micrómetros	Ancho de banda mínimo de 200 a 500 megahertz sobre un kilómetro (MHz.km) a 850 y 1300 nanómetros respectivamente.
OM2	Multimodo 50/125 micrómetros	Ancho de banda mínimo de 500 y 500 MHz.km a 850 y 1300 nm respectivamente.
OM3	50/125 micrómetros 859 nm láser multimodo optimizado	Ancho de banda mínimo de 2000 y 500 MHz.km a 850 y 1300 nm, respectivamente.

Tabla 3.6 Desempeño de la fibra óptica en relación a su clasificación.