

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA: ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES



TRABAJO DE APLICACION:
“DISEÑO DE UNA RED TRONCAL DE FIBRA OPTICA PARA EL
TRANSPORTE DE TRAFICO DE DATOS EN EL GOBIERNO
AUTONOMO MUNICIPAL DE LA PAZ”

Postulante:
JOSSETT ELIZABETH TRUJILLO FLORES

La Paz- Bolivia
NOVIEMBRE – 2015

DEDICATORIA

A mi mama Antonia y mi papa Vicente por su apoyo incondicional, ejemplo, amor, paciencia y constancia que han influido en mi personalidad para poner el entusiasmo, dedicación y empeño para la conclusión de mis estudios universitarios que es una llave para conseguir otras metas.

A mis queridos hermanos Rorik, Nena, Renato y Elba por su apoyo incondicional y comprensión.

Gracias a la inspiración que provocaron en mí, pude culminar esta etapa, por eso mi trabajo se lo dedico a ustedes.

A mis queridos abuelos que QEPD, quienes siempre me tuvieron confianza.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por iluminarme durante mi carrera estudiantil.

A todos mis docentes en la universidad por que aportaron para la adquisicion de nuevos conocimientos para la solucion de problemas en nuestra sociedad.

Agradecer al Ing. Jose Antonio Ramos por haber brindado asesoramiento en la recopilacion de datos; a los compañeros de la unidad de Redes del GALMP; profesionales, compañeros y amigos que aportaron en la recopilacion de ante-cedentes, agradecer sin desmerecer a nadie por todo su apoyo.

RESUMEN

“DISEÑO DE UNA RED TRONCAL DE FIBRA OPTICA PARA EL TRANSPORTE DE TRAFICO DE DATOS EN EL GOBIERNO AUTONOMO MUNICIPAL DE LA PAZ”

El diseño de una red troncal de fibra óptica para el transporte de datos; redundante contempla la capa óptica y la capa de servicios, esto con la capacidad de incrementar la capacidad de tráfico de datos de la red del Gobierno autónomo Municipal de La Paz. Es necesario analizar e de los estándares, protocolos de comunicación, especificaciones equipos, e identificar los lugares y coordenadas geográficas de los sitios y calcular los parámetros y características del enlace de fibra óptica.

El uso de la tecnología de transporte WDM permite generar el incremento de la capacidad de tráfico de la red, ya que mediante un cable de fibra óptica se transportan distintos tipos de tráfico de datos existentes y redes que se instalen a futuro logrando una mayor eficiencia en la red.

Se realiza el estudio de dos alternativas para la implementación de la red de fibra y proveer de voz, video y datos, además de tener un sistema redundante de comunicaciones en la institución para poder brindar a los usuarios finales una comunicación eficiente e eficaz los 365 días del año.

Los equipos a utilizar con características de seguridad, confiabilidad y gran capacidad permiten al sistema de fibra óptica tener reservas y puesto que no se usa la totalidad de las fibras da la posibilidad de explotar nuevas aplicaciones.

La gestión y administración en la detección y solución de problemas será más eficientes y de manera remota; con el diseño. Debido a que no se tendrá problemas en la capa Física ya que es una base fundamental para una buena conexión en la red.

CAPITULO I

1. Antecedente

En la gestión 2002 se implementó el diseño de Backbone principal de la red institucional para aproximadamente 4000 usuarios, está constituido por 52 kilómetros de fibra óptica monomodo de 6 hilos, instalada a través de los túneles subterráneos en la parte central donde se encuentran las casas o patrimonios arquitectónicos y la mayor parte de la trayectoria esta tendida vía aérea. Esta fibra enlaza a los tres nodos de conexión principales son el Ex Banco (Datacenter), Edificio Técnico y Torre SAT(Pampajasi) formando un anillo, con un ancho de banda de 10Mbps; dentro de cada uno de los nodos existe una red inalámbrica para los puntos distantes y otro tendido de fibra óptica del tipo multimodo y con topología en estrella extendida para conectar cada una de las escuelas, centros o unidades que se encuentran en ellos. Esta fibra óptica tiene una longitud aproximada de 52 kilómetros, es propiedad de la Institución y proporciona a las escuelas, centros y unidades que se encuentran dentro de los edificios principales los servicios de voz, datos y videoconferencia, con anchos de banda que van de 100 Megabits.

En la actualidad con el desarrollo de la tecnologías de la información se fueron implementando nuevos servicios como ser Voz IP y digitalización de semáforos; implementación de cámaras de seguridad CCTV iniciativa liderada por la unidad de seguridad ciudadana y ahora por la norma de manera obligatoria de implementación de cámaras de seguridad en los hospitales y el crecimiento en dos veces el número de usuarios han hecho de que la prognosis que se realizó en la primera red troncal de los servicios que transportarían fueran incrementándose. Esto a consecuencia hace que los servicios para los que inicialmente se vean afectados y las instalaciones se vean muy Saturadas y congestionadas por la instalación de más de puntos de red y con el tráfico de información.

CAPITULO II

2.1. Planteamiento del problema

El crecimiento del municipio de La Paz, ha provocado que la cantidad de sedes municipales también se extiendan para brindar el servicio apropiado, esto ha provocado que las sedes municipales cuenten con red interinstitucional, servicio de internet, recursos compartidos, etc.

Por ello la necesidad de prestar servicios al público en general usando la infraestructura de red, ha llevado, a contar con ciertos inconvenientes:

- Energía eléctrica: si bien los equipos de comunicación, los cuales proveen red, deben contar con energía eléctrica no todos los ambientes cuentan con estándares.
- Los gabinetes principales de red no cuentan con un sistema de refrigeración adecuado, debido a ello los dispositivos se sobrecalientan.
- Si bien en las primeras gestiones se logró realizar el cableado estructurado con una infraestructura acorde a los requerimientos, a medida que fue creciendo de forma desordenada, los constantes movimientos de las oficinas y la falta de presupuesto produjo un desorden en el cableado estructurado.

2.2. JUSTIFICACION

Justificación técnica

- Desarrollo de las tecnologías ópticas Garantizan al acceso a altas velocidades en el acceso. La red de transporte óptica muy pronto superará los 400 Gbps.

- El equipamiento del sistema de comunicaciones determinará si se necesita o se prefiere la fibra y, en ese caso, qué tipo de fibra.

Justificación económica

- Aplicaciones de los sistemas ópticos Redes troncales Los cables de fibra óptica se encuentran en las redes troncales (redes de transporte) porque su gran ancho de banda es rentable frente al costo.
- El diseño de la red debe realizarse por completo con anterioridad a la instalación propiamente dicha, pero además, debe realizarse ya que permite estimar el costo del proyecto y le permite al contratista establecer una oferta por el trabajo.
- El diseño no solo afecta a las cuestiones técnicas de la instalación, sino también a las cuestiones de negocios.

Justificación social

Dar el soporte necesario para cubrir las demandas actuales y las demandas futuras que la requiere y es requerido por sus redes, es en efecto, lo que se pretende lograr con el diseño y aplicación de este proyecto de largo alcance, donde no solo se proporcionara el soporte para mejorar la calidad de servicios de voz y datos actuales, sino que expandir el límite de usuarios que podrán integrarse en el futuro para disfrutar de tales servicios siendo los principales beneficiarios los usuarios funcionarios públicos, los telecentros educativos y la población a través de CCTV para el monitoreo de seguridad ciudadana.

CAPITULO III

3. Objetivo General

- Diseñar, una red de fibra óptica troncal en anillo secundario que se enlazará con la infraestructura de Backbone principal de la red institucional de comunicación, así, como propiciar su crecimiento gradual, el acceso a nuevas alternativas de solución y mejoras tecnológicas y administrativas en la solución y detección de problemas de conectividad.

3.1. Objetivo Especifico

- Diagnosticar la infraestructura y el dimensionamiento de la red actual.
- Determinar nodos de distribución y diseñar la red troncal entre predios por medio de anillos de fibra óptica.
- Reestructurar el cableado estructurado horizontal y vertical en cada predio basado en normas y estándares certificados.
- Reestructurar el equipamiento eléctrico y puesta a tierra.
- Incorporar un sistema refrigeración apropiado para los puntos de distribución.
- Incorporar en el diseño de la red equipos y software de monitoreo.

CAPITULO IV

4. Fundamento teórico

4.1. Introducción

En esencia, un *sistema óptico de comunicaciones* es un sistema electrónico de comunicaciones que usa la luz como portador de información. Sin embargo, es difícil e impráctico propagar ondas luminosas por la atmósfera terrestre. En consecuencia, los *sistemas de comunicaciones con fibra óptica* usan fibras de vidrio o de plástico para “contener” las ondas luminosas y guiarlas en una forma similar a como las ondas electromagnéticas son guiadas en una guía de ondas. La optoelectrónica es la rama de la electrónica que estudia la transmisión de la luz a través de fibras ultrapuras, que se suelen fabricar con vidrio o con plástico.

La *capacidad de conducción de información* de un sistema electrónico de comunicaciones es directamente proporcional a su amplitud de banda. Para fines de comparación, se acostumbra expresar el ancho de banda de un sistema analógico de comunicaciones como un porcentaje de la frecuencia de su portadora. A esto se le llama a veces *relación de utilización del ancho de banda*. Por ejemplo, un sistema de radiocomunicaciones de VHF trabajando a una frecuencia de portadora de 100 MHz con ancho de banda de 10 MHz tiene una relación de utilización de ancho de banda de 10%. Un sistema de radio de microondas que funciona con una frecuencia de portadora, con una relación de utilización de ancho de banda igual a 10% tendría disponible 1 GHz de ancho de banda. Es obvio que mientras mayor es la frecuencia de portadora, el ancho de banda es mayor y la capacidad de conducción de información es mayor. Las frecuencias luminosas que se usan en los sistemas de comunicaciones con fibra óptica están entre 1×10^{14} y 4×10^{14} Hz (100,000 a 400,000 GHz). Una relación de utilización de ancho de banda de 10% significaría una banda de entre 10,000 y 40,000 GHz de ancho.

Los cables de fibra disponibles en la década de 1960 tenían *pérdidas* extremadamente grandes (más de 1000 dB/km), lo cual limitaba las transmisiones ópticas a distancias cortas. En 1970, Kapron, Keck y Maurer, de Corning Glass

Works en Corning, New York, desarrollaron una fibra óptica con pérdidas menores que 2 dB/km. Fue el “gran” avance necesario para permitir los sistemas prácticos de comunicaciones con fibra óptica. A partir de 1970, la tecnología de fibras ópticas ha crecido en forma exponencial. En fecha reciente, los Laboratorios Bell transmitieron bien 1000 millones de bps por un cable de fibra de 600 mi, sin un regenerador.

A fines de la década de 1970 y principios de la década de 1980, el refinamiento de los cables ópticos, y el desarrollo de fuentes luminosas y detectores de alta calidad y económicos abrió la puerta al desarrollo de sistemas de comunicaciones de alta calidad, alta capacidad, eficientes y económicos, con fibra óptica. A fines de la década de 1980 las pérdidas en las fibras ópticas se redujeron hasta 0.16 dB/km, y en 1988, NEC Corporation estableció un récord de transmisión a gran distancia, al enviar 10 Gbits/s con 80.1 km de fibra óptica. También en 1988, el Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI) publicó *Synchronous Optical Network (SONET)*. A mediados de la década de 1990, las redes ópticas para voz y datos eran lugar común en Estados Unidos y en gran parte del mundo.

4.1.1. Las fibras ópticas contra las facilidades de cables metálicos

Las comunicaciones a través de cables de fibra de vidrio o de plástico tiene varias ventajas abrumadoras sobre las comunicaciones que usan instalaciones convencionales de cable *metálico* o *coaxial*.

Ventajas de los sistemas de fibra óptica

- Mayor capacidad de información: los sistemas de comunicaciones con fibras ópticas tienen mayor capacidad de información que los cables metálicos, debido a los anchos de banda, inherentemente mayores con las frecuencias ópticas. Las fibras ópticas se consiguen con anchos de banda hasta de 10 GHz. Los cables metálicos tienen capacitancia entre, e inductancia a lo largo, de sus conductores, que los hacen funcionar como filtros pasa bajas y eso limita sus frecuencias de transmisión, anchos de

banda y capacidad de conducción de información. Los sistemas modernos de comunicaciones con fibra óptica son capaces de transmitir varios gigabits por segundo a través de cientos de millas, permitiendo combinar y propagar literalmente millones de canales individuales de datos y de voz con un solo cable de fibra óptica.

- Inmunidad a la diafonía: los cables ópticos son inmunes a la diafonía entre cables vecinos, debida a la inducción magnética. Las fibras de vidrio o de plástico son no conductores de electricidad y, en consecuencia, no tienen campos magnéticos asociados con ellas. En los cables metálicos, la causa principal de la diafonía es la inducción magnética entre conductores ubicados físicamente cercanos entre sí.
- Inmunidad a la interferencia por estática: los cables ópticos son inmunes al ruido de estática que causa la interferencia electromagnética (EMI) debida a rayos, motores eléctricos, luces fluorescentes y otras fuentes de ruido eléctrico. Esta inmunidad también se debe a que las fibras ópticas son no conductores de la electricidad, y a que el ruido eléctrico no afecta la energía en las frecuencias luminosas. Los cables de fibras tampoco irradian energía de RF y, en consecuencia, no pueden interferir con otros sistemas de comunicaciones. Esta característica hace que los sistemas de fibra óptica sean ideales para aplicaciones militares en las que los efectos de las armas nucleares (interferencia de pulsos electromagnéticos EMP) tienen un efecto devastador sobre los sistemas electrónicos convencionales de comunicaciones.
- Inmunidad al ambiente: los cables ópticos son más resistentes a los extremos en el ambiente que los cables metálicos. También, los cables ópticos funcionan dentro de variaciones más amplias de temperatura y son menos afectados por los líquidos y gases corrosivos.
- Seguridad: los cables ópticos son más seguros y fáciles de instalar y mantener que los cables metálicos. Debido a que las fibras de vidrio y de plástico son no conductoras, no se asocian con ellas corrientes ni voltajes eléctricos. Las fibras ópticas se pueden usar cerca de líquidos volátiles y de

gases, sin preocuparse porque puedan causar explosiones o incendios. Las fibras ópticas son menores y mucho más ligeras que los cables metálicos. En consecuencia, es más fácil trabajar con ellas y se adaptan mucho mejor a aplicaciones aéreas. También, los cables de fibra requieren menos espacio de almacenamiento y son más fáciles de transportar.

- Seguridad: las fibras ópticas son más seguras que los cables metálicos. Es virtualmente imposible entrar a un cable de fibra sin que sepa el usuario, y los cables de fibra óptica no se pueden detectar con buscadores de metales, a menos que tengan refuerzo de acero para tener mayor resistencia. Éstas también son las cualidades que hacen atractivas a las fibras ópticas para las aplicaciones militares.
- Duran más: aunque todavía no se ha demostrado, se anticipa que los sistemas de fibra óptica durarán más que las instalaciones metálicas. Esta hipótesis se basa en las mayores tolerancias que tienen los cables de fibra frente a cambios en las condiciones ambientales, y en su inmunidad a las sustancias corrosivas.
- Economía: el costo de los cables de fibra óptica es, aproximadamente, igual al de los cables metálicos. Sin embargo, los cables de fibra tienen menores pérdidas y en consecuencia requieren menos repetidoras. Esto equivale a menores costos de instalación y del sistema en general, así como a mayor confiabilidad.

Desventajas de los sistemas de fibra óptica

- Costos de interconexión: los sistemas de fibra óptica son virtualmente inútiles por sí mismos. Para ser prácticos se deben conectar a instalaciones electrónicas normales, lo cual requiere con frecuencia interconexiones costosas.
- Resistencia: las fibras ópticas de por sí tienen una resistencia bastante menor a la tensión que los cables coaxiales. Esto se puede mejorar recubriendo la fibra con Kevlar normal y una chaqueta protectora de PVC.

- Potencia eléctrica remota: a veces es necesario llevar energía eléctrica a un equipo remoto de interconexión o de regeneración. Esto no se puede hacer con el cable óptico, por lo que se deben agregar más cables metálicos en el cableado.

4.1.2. Espectro Electromagnético

El esfuerzo total de frecuencias electromagnéticas se muestra en la fig. 11-1. Se puede ver que ese espectro de frecuencias va desde las *subsónicas* (unos cuantos hertz) hasta los *rayos cósmicos* (10×10^{22} Hz). El espectro de frecuencias luminosas se puede dividir en tres bandas generales:

Infrarrojo: banda de longitudes de onda de luz demasiado grandes para que las vea el ojo humano.

Visible: banda de longitudes de onda de luz a las que responde el ojo humano.

Ultravioleta: banda de longitudes de onda de luz que son demasiado cortas para que las vea el ojo humano.

Cuando se manejan ondas electromagnéticas de mayor frecuencia, como las luminosas, se acostumbra usar unidades de *longitud de onda* y no de frecuencia. La longitud de onda es la distancia que ocupa en el espacio un ciclo de una onda electromagnética. La longitud de onda depende de la frecuencia de la onda y de la velocidad de la luz. La relación matemática correspondiente es:

$$\gamma = \frac{c}{f}$$

en donde: γ longitud de onda (metros/ciclo)

c = velocidad de la luz (300,000,000 metros por segundo)

f = frecuencia (hertz)

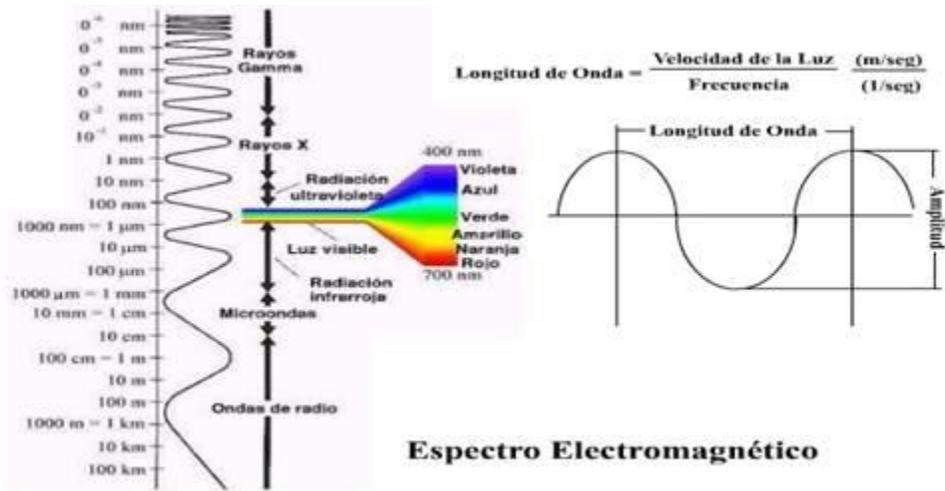


Figura 4.1.2: Espectro Electromagnético

4.1.3. Diagrama de bloques de un Sistema de comunicaciones con fibra óptica

La fig. 4.1-3 muestra un diagrama de bloques simplificado de un enlace de comunicaciones con fibra óptica. Los tres bloques principales que lo forman son el *transmisor*, el *receptor* y la *guía*

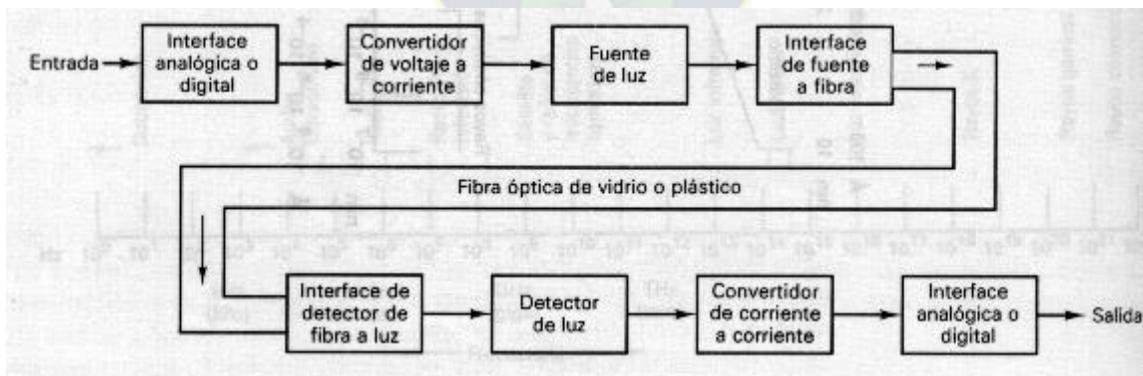


Figura 4.1.3: Enlace simplificado de comunicaciones con fibra óptica

de fibra o fibra guía. El transmisor consiste en una interconexión o interfaz analógica o digital, un convertidor de voltaje a corriente, una fuente luminosa y un acoplador de luz de fuente a fibra.

La guía de fibra es un cable de vidrio o plástico ultrapuro. El receptor comprende un dispositivo detector acoplador de fibra a luz, un detector fotoeléctrico, un convertidor de corriente a voltaje, un amplificador y una interfaz analógica o digital. En un transmisor de fibra óptica, la fuente luminosa se puede modular mediante una señal digital o una analógica. Para la modulación analógica, la interfaz de entrada compensa las impedancias y limita la amplitud de la señal de entrada. Para la modulación digital, la fuente original puede tener ya la forma digital o bien, si está en forma analógica, debe convertirse a una corriente de pulsos digitales. En el último caso se debe agregar un convertidor de analógico a digital en la interfaz.

El convertidor de voltaje a corriente sirve como interconexión eléctrica entre los circuitos de entrada y la fuente luminosa. Esta fuente luminosa puede ser un diodo emisor de luz (LED, de *light-emitting diode*) o un diodo de inyección láser (ILD, por *injection laser diode*). La cantidad de luz emitida por un LED o un ILD es proporcional a la cantidad de la corriente de excitación.

Así, el convertidor de voltaje a corriente convierte un voltaje de señal de entrada en una corriente que se usa para activar la fuente luminosa.

El acoplador entre fuente y fibra (como por ejemplo un lente) es una interfaz mecánica.

Su función es acoplar la luz que emite la fuente e introducirla al cable de fibra óptica. La fibra óptica es un núcleo de vidrio o plástico, un revestimiento y una chaqueta protectora. El dispositivo de acoplamiento detector de fibra a luz también es un acoplador mecánico. Su función es sacar tanta luz del cable de fibra como sea posible y ponerlo en el detector de luz.

El detector de luz es, con mucha frecuencia, un diodo PIN (tipo *p* tipo *n* intrínseco) o un fotodiodo de avalancha (APD, de *avalanche photodiode*). Tanto el diodo APD como el PIN convierten la energía luminosa en corriente. En consecuencia, se necesita un convertidor de corriente a voltaje. El convertidor de corriente a voltaje transforma los cambios de la corriente del detector en cambios de voltaje de la señal de salida.

La interfaz analógica o digital en la salida del receptor también es una interconexión eléctrica. Si se usa modulación analógica, la interfaz compensa las impedancias y los niveles de señal con los circuitos de salida. Si se usa modulación digital, la interfaz debe incluir un convertidor de digital a analógico.

4.1.4. Fibra Óptica

La fibra es un medio de transmisión de información analógica o digital. Las ondas electromagnéticas viajan en el espacio a la velocidad de la luz.

4.1.5. Tipos de fibra óptica

En esencia hay tres variedades de fibra óptica que se usan en la actualidad. Las tres se fabrican con vidrio, plástico o una combinación de vidrio y plástico. Esas variedades son:

- Núcleo y forro de plástico.
- Núcleo de vidrio con forro de plástico (llamado con frecuencia fibra PCS, *plastic-clad silica* o sílice revestido con plástico).
- Núcleo de vidrio y forro de vidrio (llamado con frecuencia SCS, *silica-clad silica* o sílice revestido con sílice).

En la actualidad se investiga, en Bell Laboratories, la posibilidad de usar una cuarta variedad que usa una sustancia *no silícea*, el *cloruro de zinc*. Los experimentos preliminares parecen indicar que esta sustancia será hasta 1000 veces más eficiente que el vidrio, su contraparte a base de sílice.

Las fibras de plástico tienen varias ventajas sobre las de vidrio. La primera es que las de plástico son más flexibles y, en consecuencia, más robustas que el vidrio. Son fáciles de instalar, pueden resistir mejor los esfuerzos, son menos costosas y pesan 60% menos que el vidrio. La desventaja de las fibras de plástico es su alta atenuación característica: no propagan la luz con tanta eficiencia como el vidrio. En consecuencia, las fibras de plástico se limitan a tramos relativamente cortos, como por ejemplo dentro de un solo edificio o un complejo de edificios.

Las fibras con núcleos de vidrio tienen bajas atenuaciones características; sin embargo, las fibras PCS son un poco mejores que las SCS. Las fibras PCS también se afectan menos por la radiación y, en consecuencia, tienen mucho más atractivo en las aplicaciones militares. Las fibras SCS tienen las mejores características de propagación y son más fáciles de terminar que las PCS.

Desafortunadamente, los cables SCS son los menos robustos y son más susceptibles a aumentos de atenuación cuando están expuestos a la radiación. La selección de una fibra para determinada aplicación es función de los requisitos específicos del sistema. Siempre hay compromisos basados en la economía y la logística en una aplicación determinada.

4.1.6. PROPAGACIÓN DE LA LUZ A TRAVÉS DE UNA FIBRA ÓPTICA

La luz se puede propagar por un cable de fibra óptica por reflexión o por refracción. La forma en que se propague depende del modo de propagación y del perfil de índice(s) de la fibra.

4.1.6.1. Modo de propagación

En la terminología de fibras ópticas, la palabra *modo* simplemente quiere decir camino. Si sólo hay una trayectoria que pueda tener la luz por el cable, se llama *modo único*, o *unimodal*. Si hay más de una trayectoria, se llama *modo múltiple* o *multimodal*. La fig. 11-10 muestra la propagación de luz en modo único y en multimodo, por una fibra óptica.

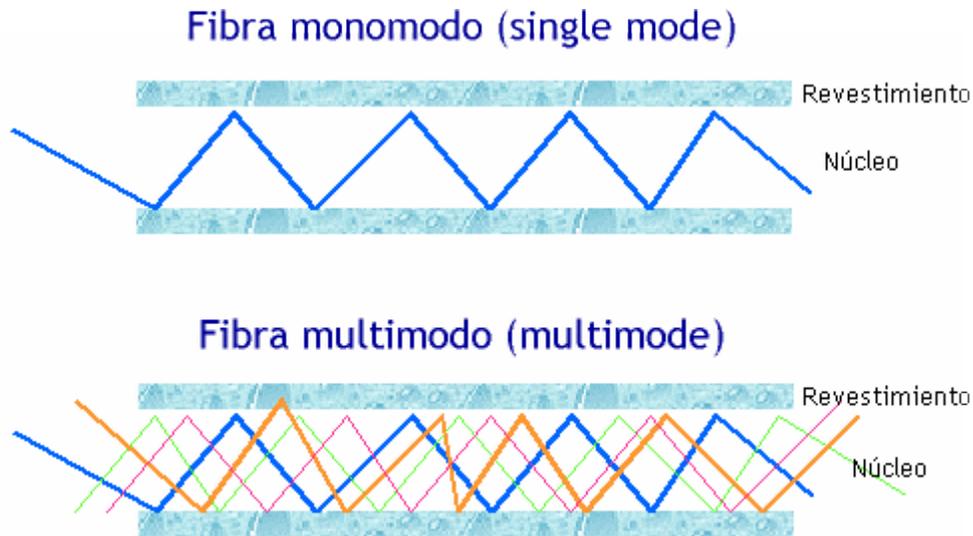


FIGURA 4.1.6.1-c: Perfiles de índice en el núcleo:(a) monomodo; (b) multimodal, índice graduado

4.1.7. Pérdidas en los cables de fibra óptica

Es probable que la pérdida de potencia en un cable de fibra óptica sea la característica más importante del cable. Con frecuencia se llama *atenuación* a la pérdida de potencia, y produce una pérdida de potencia de la onda luminosa al atravesar el cable. La atenuación tiene varios efectos adversos sobre el funcionamiento, que incluyen la reducción del ancho de banda del sistema, la rapidez de transmisión de información, la eficiencia y la capacidad general del sistema.

La fórmula normal con la que se expresa la pérdida total de potencia en un cable de fibra es

$$A(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_{sal}}{P_{ent}}$$

en la que $A(\text{dB})$ = reducción total de potencia (atenuación)

P_{sal} = potencia de salida del cable (watts)

P_{ent} = potencia de entrada al cable (watts)

En general, las fibras multimodales tienden a tener mayores pérdidas de atenuación que los cables unimodales, debido principalmente a la mayor dispersión de la onda luminosa, producida por las impurezas. La tabla 11-2 muestra la potencia de salida como porcentaje de la potencia de entrada para un cable de fibra óptica a distintos valores de pérdida en decibelios. Un cable con pérdida de 3 dB reduce la potencia de salida a 50% de la potencia de entrada.

Aunque la pérdida total de potencia es de principal importancia, la atenuación de un cable óptico se expresa, en general, en decibelios de pérdida por unidad de longitud. La atenuación se representa con un valor positivo de dB, porque por definición es una pérdida. La tabla 11-3 es una lista de atenuaciones, en dB/km, para diversos tipos de cables de fibra.

La potencia óptica, en watts, medida a determinada distancia a una fuente de potencia, se puede calcular con la siguiente ecuación

$$P = P_t \times 10^{\frac{At}{10}}$$

TABLA 11-2 % de potencia de salida en función de la pérdida en dB

Pérdida (dB)	Potencia de salida (%)
1	79
3	50
6	25
9	12.5
10	10
13	5
20	1
30	0.1
40	0.01
50	0.001

TABLA 11-3 Atenuación en el cable de fibra óptica

Tipo de cable	Diámetro del núcleo (um)	Diámetro del revestimiento (um)	NA (adimensional)	Atenuación (dB/km)
Unimodal	8	125	— —	0.5@1300nm
	5	125	— —	0.4 @ 1300 nm
Índice graduado	50	125	0.2	4 @ 850 nm
	100	140	0.3	5 @ 850 nm
Índice escalonado	200	380	0.27	6 @ 850 nm
	300	440	0.27	6 @ 850 nm
PCS	200	350	0.3	10 @ 790 nm
	400	550	0.3	10 @ 790 nm
Plástico	— —	750	0.5	400 @ 650 nm
	— —	1000	0.5	400 @ 650 nm

Las pérdidas de transmisión en los cables de fibra óptica son una de las características más importantes de la fibra. Las pérdidas en la fibra causan una reducción de la potencia luminosa y, en consecuencia, reducen el ancho de banda del sistema, la rapidez de transmisión de información, la eficiencia y la capacidad general del sistema. Las principales pérdidas en la fibra son:

- Pérdidas por absorción.
- Pérdidas por dispersión en material o de Rayleigh.
- Dispersión cromática, o de longitudes de onda.
- Pérdidas por radiación.
- Dispersión modal.
- Pérdidas por acoplamiento.

4.2. Concepto de FTTx

El acrónimo es conocido ampliamente como *Fibre-to-the-x*, donde x puede denotar distintos destinos. Los más importantes son:

- **FTTH** (*home*). En FTTH o **fibra hasta el hogar**, la fibra llega hasta el interior o fachada de la misma casa u oficina del abonado.
- **FTTB** (*building*). En FTTB o **fibra hasta el edificio**, la fibra termina antes, típicamente en un punto de distribución intermedio en el interior o inmediaciones del edificio de los abonados. Desde este punto de distribución intermedio, se accede a los abonados finales del edificio o de la casa mediante la tecnología VDSL2 (*Very high bit-rate Digital Subscriber Line 2*) sobre par de cobre o Gigabit Ethernet sobre par trenzado CAT5. De este modo, el tendido de fibra puede hacerse de forma progresiva, en menos tiempo y con menor coste, reutilizando la infraestructura del abonado.
- **FTTN** (*node o neighborhood*). En FTTN o **fibra hasta el vecindario**, la fibra termina más lejos de los abonados que en FTTH y FTTB, típicamente en las inmediaciones del barrio.

Existen varias soluciones tecnológicas para ofrecer FTTx. Estas opciones suelen ser divididas en dos amplias categorías: **PON** (**Passive Optical Networks**), que no requieren de componentes electrónicos activos entre el usuario final y la central del operador; y **ASON** (**Active Optical Network**), donde hay instalados componentes electrónicos activos entre el usuario final y la central del operador. Las tecnologías **PON** (**Passive Optical Networks**) y, en especial GPON (*Gigabit PON*), son las que más atención han suscitado, pues al no requerir de dispositivos electrónicos u optoelectrónicos activos para la conexión entre el abonado y la

central, suponen una inversión y unos costes de mantenimiento considerablemente menores que las tecnologías ASON.

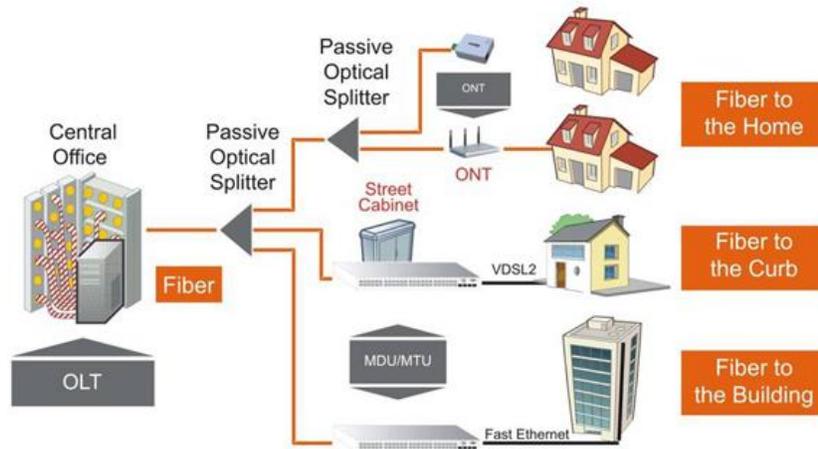


Figura 4.2-a: Tecnologías en Telecomunicaciones.

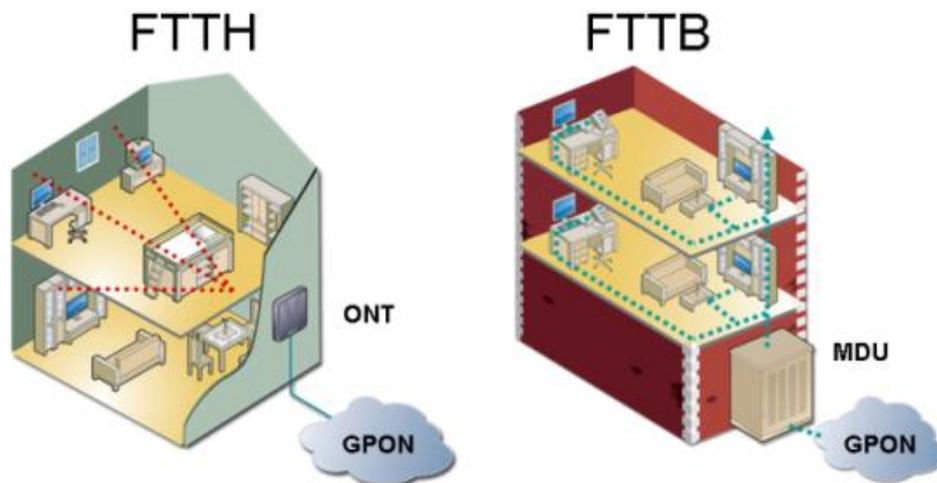


Figura 4.2-b: Escenarios de fibra óptica hasta el hogar y hasta el edificio.

4.3. Materiales y equipos

4.3.1. CABLE AEREOS ADSS 1

- ADSS = All Dielectric Self Supported (Cable Auto Soportado Completamente Dieléctrico).
- Se utiliza para tendidos aéreo.

- Se caracteriza por no tener ni una sola parte metálica, de allí su nombre.
- Puede ser tipo loose tube o central loose tube.
- Se compone de los siguientes elementos:
 - Elemento de fuerza central
 - Fibras
 - Buffers
 - Hilos de aramida
 - Chaqueta exterior (PEAD)
 - Ripcord
- Se debe tomar en cuenta el span (distancia entre postes) que soporta este cable.
- El span lo determina la [estructura](#) interna del cable. (hilos de aramida)

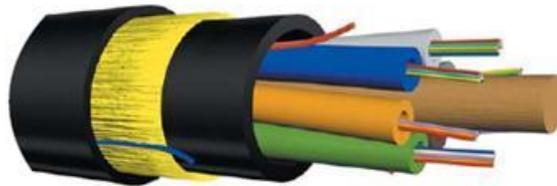


Figura 4.3-1: Cable AEREO ADSS 1

4.3.1.1. CABLES CANALIZADOS

- Se utiliza para tendidos canalizados.
- Se caracteriza por tener una armadura metálica para protección contra roedores y resistencia mecánica.
- Puede ser tipo loose tube o central loose tube.
- Se compone de los siguientes elementos:
 - Elemento de fuerza central
 - Fibras
 - Buffers
 - Armadura
 - Chaqueta exterior (PEAD)
 - Ripcord

- Se debe tomar en cuenta su resistencia a la tensión (casi siempre 600 l o 2700 N)

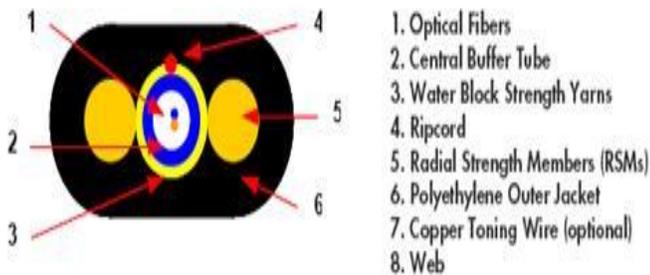


Figura 4.3-1: Cable Canalizado

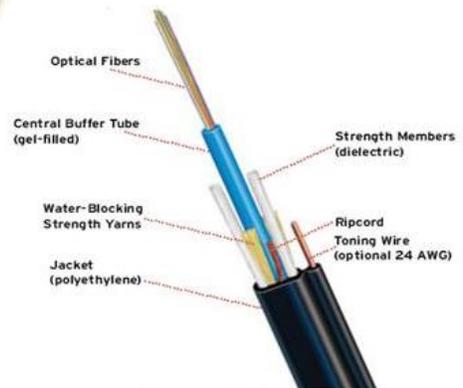
4.3.1.2. CABLE PLANO

- Se utiliza para acometidas.
- Se caracteriza por ser de bajas capacidades, de forma ovalada-plana, fácil manipuleo, liviano.
- Suele ser tipo central loose tube.
- Es similar a los demás cables de FO.

Flat Drop Cable



(a)



(b)

FIGURA 4.3.1: Fibra óptica ADSS:(a) Cable plano; (b) Cable plano.

4.3.1.3. Puntos a considerar sobre tipos de cables y fibras

- Tipo de fibra – inconvenientes/conveniencias.
- Monomodo, multimodo.
- Aplicación.
- Distancia.
- Fibra no es lo mismo que cable.
- Normas.
- Hojas técnicas.
- Radio de curvatura de la fibra.

4.3.2. Rack

- Típicamente se utiliza para albergar los paneles de interconexión de fibras (ODFs), bandejas de empalme, equipos, elementos y cables de patcheo.
- Existen alternativas de racks abiertos, cerrados, para montar sobre pared, abatibles, etc.
- También es muy usado en cableado estructurado.



Figura 4.3-2: Rack

4.3.3. Distribuidor de fibra óptica - ODF

- Elemento usado como punto de interconexión entre cable de fibra proveniente de la planta externa y equipos [activos](#).
- Suele ser una caja metálica que posee uno o varios puertos de ingreso de cables, y un área de patcheo con faceplates con adaptadores o transiciones, en la cual se conecta la terminación del cable de fibra por el un extremo y el patchcord hacia el equipo activo por el otro extremo.
- Dentro del ODF se colocan las bandejas de empalme, en donde se albergan las [fusiones](#) de fibra.
- Los ODF son de capacidades [variables](#), y así mismo pueden tener varios tipos de adaptadores.
- Es conveniente que los ODFs contengan un área de para las reservas de los patchcords y que sean de bandeja deslizable.
- El patcheo en un ODF puede ser frontal o transversal.
- ODF = Optical Distribution Frame

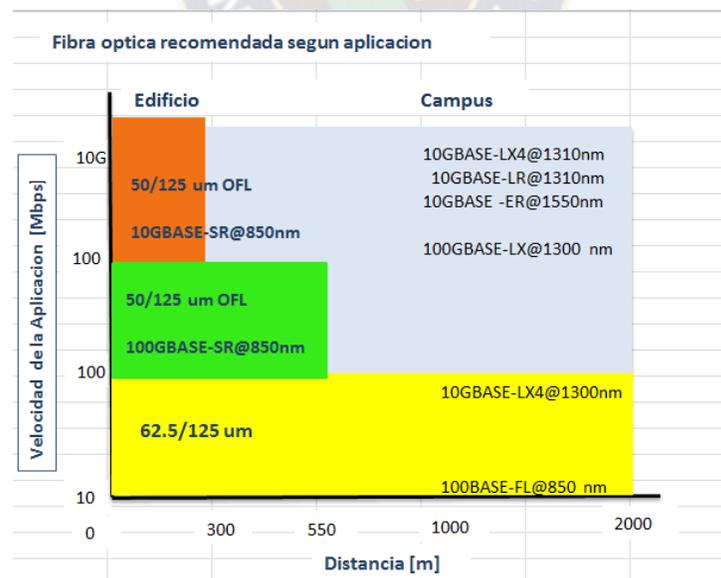


Figura 4.3-3: Fibra óptica recomendada según su aplicación.



(a)

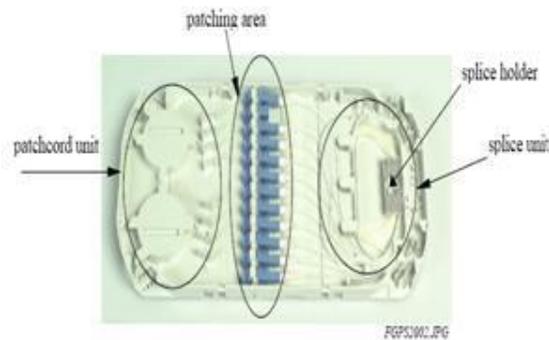
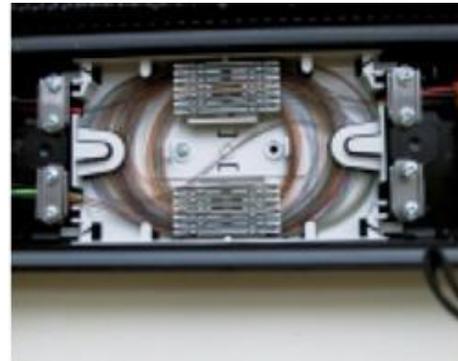


(b)

FIGURA 4.3-3 b: Distribuidor de fibra óptica: (a) horizontal; (b) vertical.

4.3.4. Bandejas de empalme

- Son bandejas cuya función es alojar a las fusiones de fibra.
- Adicionalmente pueden contar con un área para reserva de pigtails y de los hilos de fibra.
- Sus capacidades son variables.
- Pueden tener la opción de ser cubiertas.



FGPS102.JPG

4.3.5. Cajas terminales

- Pueden ser definidas como ODFs muy pequeños, y para montar sobre pared.
- Deben tener un panel de patcheo, generalmente con una capacidad de 4 adaptadores.
- Deben además incluir un splice holder para alojar las fusiones. (splice holder es un accesorio plástico muy pequeño con canales prediseñados para retener a los tubillos termocontraíbles para protección de empalme.
- Suelen tener un puerto para ingreso de cable y constituyen el punto terminal de un enlace de última milla.
- Se usan con el afán de reducir costos y espacio.
- Luego de la caja terminal, se realiza la interconexión con el equipo activo.
- Pueden alojar fusiones de fibra o conectorización.
- Muy usadas en trabajos de cableado estructurado.
- Muy utilizadas en tecnologías de última milla de fibra óptica y tecnologías como FTTH.

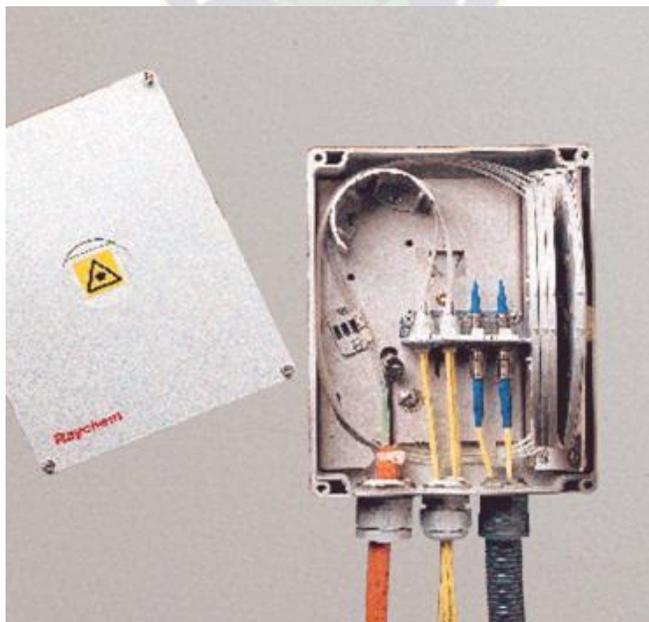


Figura 4.3-5: Caja de Terminales.

4.3.6. Mangas de empalme

- Usadas para la protección de fusiones tanto en construcciones nuevas como en capacidad y trabajos de [mantenimiento](#) y reparación.
- Mecánica Re-entrable, hermética.
- Pude ser utilizada para empalmes aéreos, canalizados o directamente enterrados
- Debe permitir agregar o cambiar cables.
- Gran resistencia mecánica de la cubierta (garantía de por vida).
- Debe poseer una bandeja de empalme para alojar a las fusiones.
- En muchos casos, se requiere que las mangas tengas varios puertos de entrada y salida para permitir trabajar con derivaciones.

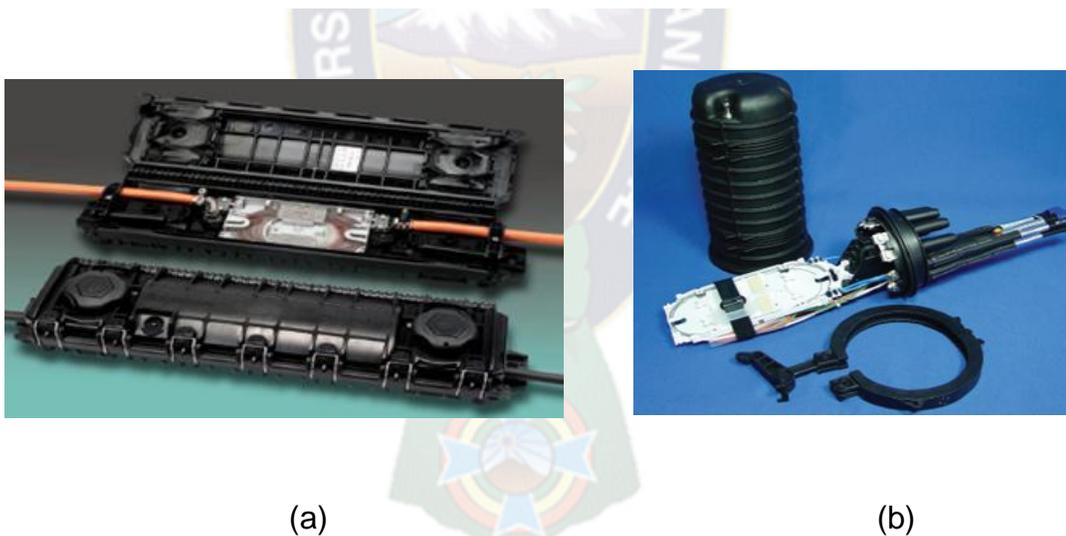


Figura 4.3-6: Mangas de empalme.

4.3.7. Tapones de anclaje y sellado

- Dado que están expuestos a condiciones climáticas extremas, es deseable que sean hechos de plásticos en lugar de metálicos y además el caucho debe soportar dichas condiciones.



Figura 4.3-7: Tapones de anclaje y sellado

4.3.8. Herrajes para cable ADSS preformados

- Son herrajes constituidos por láminas metálicas reviradas, cuya función es sujetar al cable.
- Su fabricación es delicada, ya que ejercen presión y fricción directa sobre la chaqueta del cable, lo cual evita su deslizamiento.
- Existen herrajes de paso y de retención.
- Suelen ser usados cuando el span es muy grande.
- Se fabrican según el span y el tipo de cable (OPGW-ADSS).
- Los herrajes de retención se utilizan cada cierta distancia (regularmente cada 3 postes) y cuando el cable va a dar curva o baja a cámaras.
- Los herrajes de suspensión se utilizan en tramos muy cortos y rectos.
- Ambos se utilizan en conjunto.



Figura 4.3-8: Herrajes para cables de tendido aéreo

4.3.8.1. HERRAJES TERMINALES



4.3.8.2. HERRAJES DE PASO



4.3.8.3. HERRAJES PARA CABLE ADSS Preformados de Retención o Terminales

Suelen usarse accesorios adicionales para tener un mayor radio de curvatura a través una mayor separación desde el poste

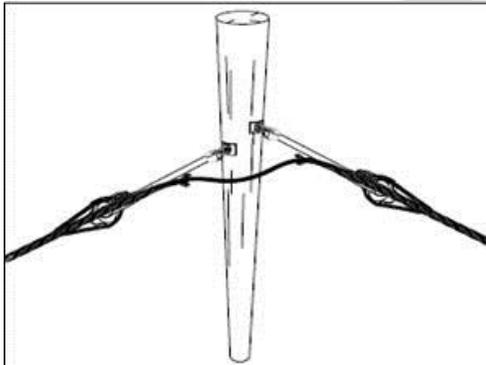
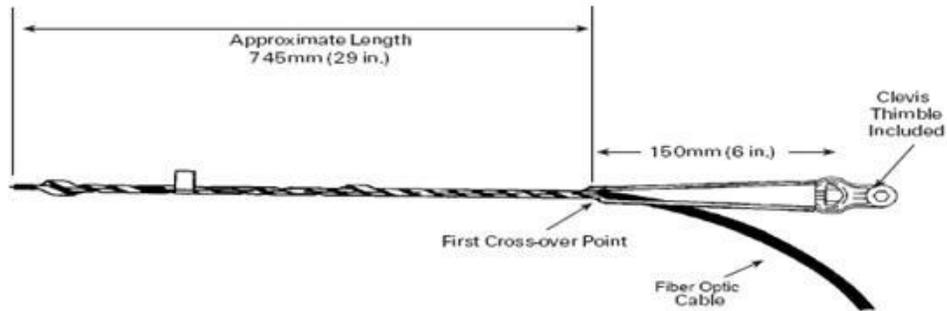
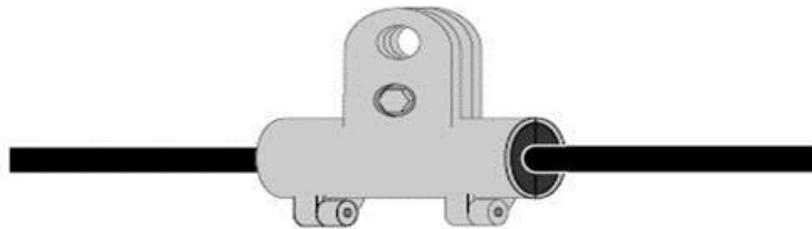


Figura 4.3-8: Herrajes para cable ADSS preformados de terminales



4.3.8.4. HERRAJES PARA CABLE ADSS Preformados de Paso o Suspensión

Para mayor seguridad, pueden usar elementos preformados en los extremos



4.3.8.5. HERRAJES PARA CABLE ADSS Tensores

- Son elementos de plástico que actúan como grapas para sujetar al cable.
- Se utilizan en todos los postes (tanto para paso como para retención)
- Suelen ser usados cuando el span es muy pequeño (zonas urbanas).
- Suelen ser de fabricación local.
- Se usan en conjunto con collarines o abrazaderas.
- Actúan ejerciendo presión directa sobre el cable.

4.4. Protocolo de comunicación TCP/IP

La apropiada para [TCP/IP](#), podría ser la siguiente:

Nivel	Capas
5	capa de aplicación
4	capa de transporte
3	capa de red
2	capa de enlace de datos
1	capa física

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

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

CAPITULO V

5. Desarrollo del trabajo

5.1. Redes en planta interna y externa

Los sistemas de cableado en interiores están diseñados para transportar redes de computadoras mediante la tecnología Ethernet, que actualmente opera a una velocidad de entre 10 megabits y 10 gigabits por segundo. Otros sistemas pueden transportar sistemas de seguridad con video digital o análogo, alarmas perimetrales o sistemas de control de accesos, que generalmente funcionan a una velocidad baja, al menos en lo que respecta a la fibra. Los sistemas de telefonía en planta interna pueden transportarse por medio de cables de par trenzado o, lo que es más habitual hoy en día, por medio de un cableado de LAN con la tecnología de voz sobre IP (VoIP).

En general, las redes en planta interna son de corta distancia; suelen tener menos de los 100 metros que se establecen como límite para los sistemas de cableado estructurado estandarizado que permiten utilizar el cableado de cobre de par trenzado o de fibra óptica. A su vez, las redes en planta interna que están conectadas a una red LAN a nivel de campus utilizada en complejos industriales o instituciones, cuentan con una red troncal (*backbone*) que alcanza una distancia de 500 metros o más y utiliza la fibra óptica.

Redes en planta externa.

Las redes suelen ser principalmente sistemas de planta externa (OSP) que conectan edificios tanto en distancias cortas de unos pocos cientos de metros, como en distancias de cientos de miles de kilómetros.

Así como en otras redes, en las instalaciones en planta interna se suele utilizar la fibra multimodo, mientras que en planta externa se utiliza la fibra monomodo para poder realizar enlaces más largos.

5.1.1 TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA

El G.A.M.L.P. cuenta actualmente con una infraestructura de fibra óptica de aproximadamente 71Km, cuyas rutas están distribuidas en los diferentes predios como ser Subalcaldías, Edificios troncales, Telecentros, Hospitales, entre otros. Sin embargo es importante mencionar que por el crecimiento que tiene en cuanto a servicios, proyectos, nuevas infraestructuras, etc. La red de fibra óptica actual no logra cubrir en su totalidad todas las oficinas de la Institución, es más se realiza todos los esfuerzos posibles para cubrir por este medio los enlaces para las nuevas oficinas y existen también algunos predios enlazados por dispositivos inalámbricos. A causa de que se utilizaron al máximo los hilos de fibra óptica en las diferentes rutas que se instalaron, no se cuenta con redundancia de enlace a los predios instalados, por tal motivo si se presentara alguna contingencia en algún enlace, lamentablemente presentarían corte de todos los servicios de red hasta que se brinde asistencia correctiva a la falla presentada.

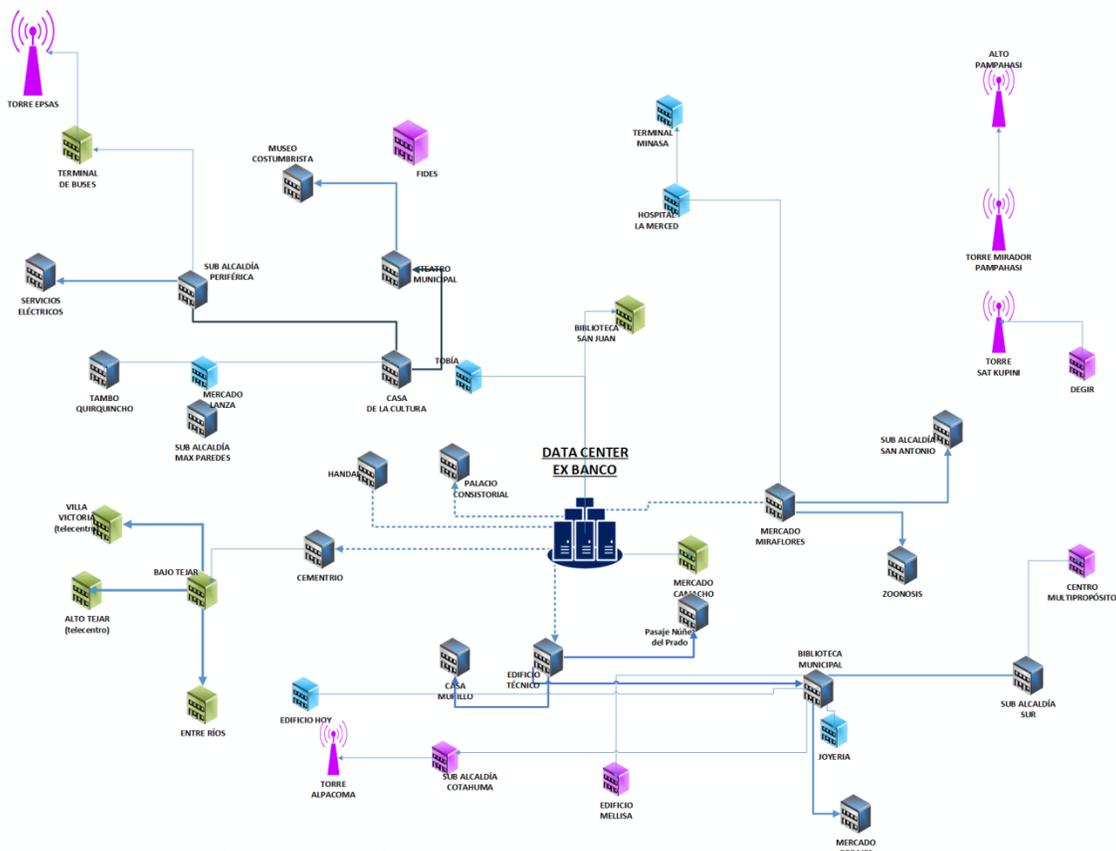


Figura 5-1: Cobertura de la red actual del GAMLP

La red troncal de fibra óptica transportara el siguiente tráfico de datos:

- ✓ cámaras de vigilancia, cctv
- ✓ Servicios de emergencias,
- ✓ Sistemas educativos,
- ✓ Sistemas de telefonía VoIP,
- ✓ Redes LAN,
- ✓ Sistemas de supervisión y control de tránsito semaforos

Incluso, algunas veces, el tráfico de intereses comerciales al utilizar un ancho de banda alquilado que funciona por medio de fibras oscuras o fibras que pertenecen a la ciudad. Sin embargo, dado que la mayoría de estas redes están diseñadas para permitir enlaces más largos que las instalaciones en planta interna o a nivel campus, la fibra monomodo es la elegida.



Figura 5-1 :(a) Servicios avanzados de telecomunicaciones en el hogar digital

5.2. Troughput de subida y bajada

Mediante un pequeño divisor pasivo (*splitter*) que divide la señal de luz que tiene a su entrada en varias salidas, el *downstream* (tráfico de bajada)

originado en la OLT puede ser distribuido entre los distintos usuarios. Puede haber una serie de divisores pasivos $1 \times n$ (donde $n = 2, 4, 8, 16, 32, 64, \text{ o } 128$) en distintos emplazamientos hasta alcanzar los clientes. Esto es una arquitectura punto a multipunto, algunas veces descrita como una topología en árbol. Los datos *upstream* (tráfico de subida) desde la ONT hasta la OLT -que son distribuidos en una longitud de onda distinta para evitar colisiones en la transmisión *downstream*- es agregado por la misma unidad divisora pasiva, que hace las funciones de combinador en la otra dirección del tráfico. Esto permite que el tráfico sea recolectado desde la OLT sobre la misma fibra óptica que envía el tráfico *downstream*.

Para el tráfico *downstream* se realiza un *broadcast* óptico, aunque cada ONT sólo será capaz de procesar el tráfico que le corresponde o para el que tiene acceso por parte del operador, gracias a las técnicas de seguridad AES (*Advanced Encryption Standard*). Para el tráfico *upstream* los protocolos basados en TDMA (*Time Division Multiple Access*) aseguran la transmisión sin colisiones desde la ONT o MDU hasta la OLT. Además, mediante TDMA sólo se transmite cuando sea necesario, por lo cual, no sufre de la ineficiencia de las tecnologías TDM donde el período temporal para transmitir es fijo e independiente de que se tengan datos o no disponibles.

Como se ha comentado, en una red GPON, se asigna una longitud de onda para el tráfico de datos y telefónico *downstream* (1.490 nm) y otra para el tráfico *upstream* (1.310 nm). Además, a través del uso de WDM (*Wavelength Division Multiplexing*), se asigna una tercera longitud de onda (1.550 nm) que está dedicada para el *broadcast* de vídeo RF. De este modo, el vídeo/TV puede ser ofrecido mediante dos métodos distintos simultáneamente: RF (radio frecuencia) e IPTV. Mediante RF las operadoras de cable –como ONO en España- pueden hacer una migración gradual hacia IPTV. En este caso, las ONT dispondrán de una salida para vídeo RF coaxial que irá conectada al STB (*Set-Top-Box*) tradicional. Con IPTV la señal de vídeo, que es transformada por la cabecera en una cadena de datos IP, se transmite sobre el mismo enlace IP

como datos de una mayor prioridad al tráfico de Internet. El STB conectado mediante Gigabit Ethernet al ONT o al RG (*Remote Gateway*) –pasarela residencial-, convertirá de nuevo la cadena de datos IP en una señal de vídeo. Mediante GPON, cuyos equipos incorporan avanzadas capacidades de QoS y multicast IP avanzadasn ofrecer varios canales IPTV de alta calidad de imagen y sonido, incluidos HDTV, así como proporcionar servicios interactivos y personalizados.

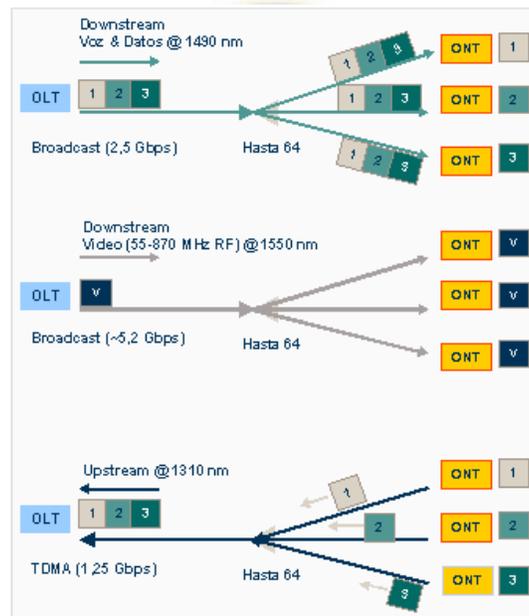


Figura 5-2: Funcionamiento de GPON

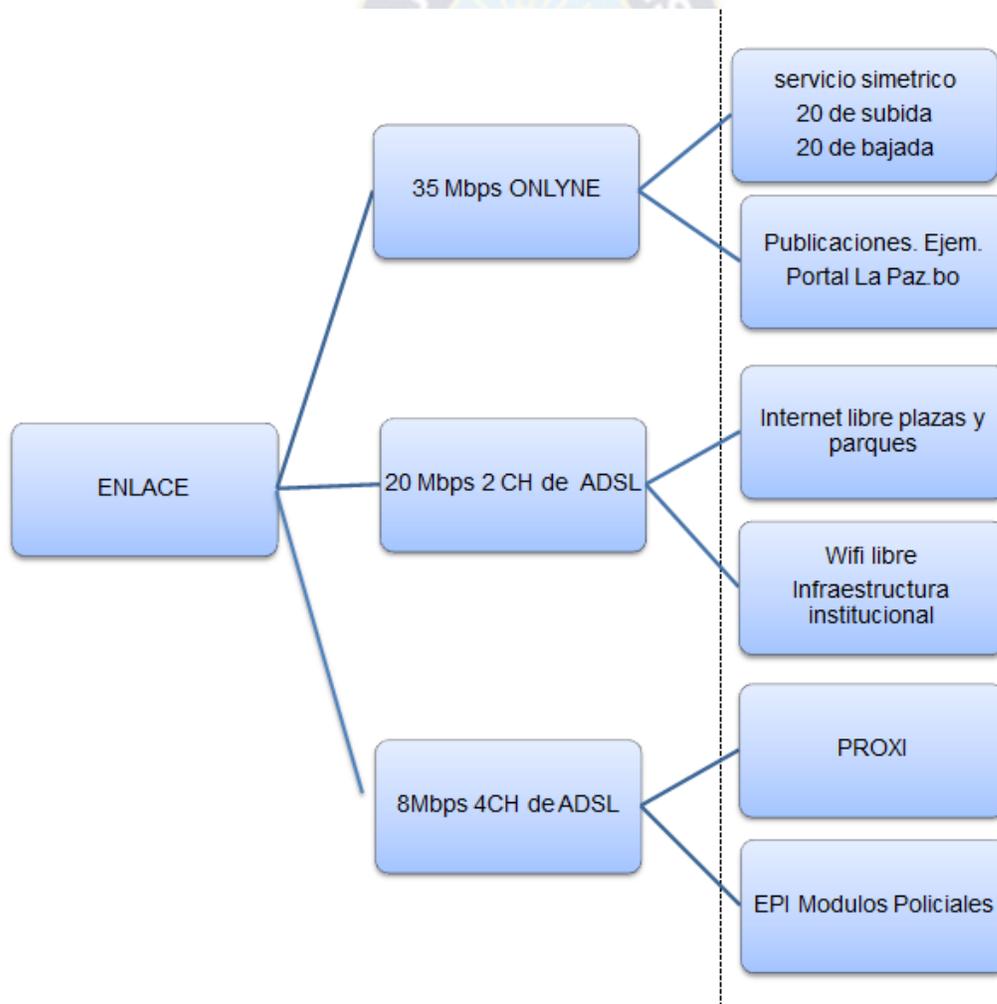
5.3. Proveedores de ADSL

La empresa que provee de internet ADSL al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz es AXES.

Posteriormente este es el distribuidor juntamente junto a otros servicios que se distribuyen a cada usuario, un ancho de banda de acuerdo a las aplicaciones y requerimientos del mismo.

5.3.1. Ancho de banda

El ancho de banda es algo que casi todos concebimos, que se define técnicamente como la cantidad de información que puede fluir por un elemento de red en un periodo dado de tiempo; por ejemplo, un enlace WAN E1, tiene un ancho de banda simétrico de 2048Kbps; un enlace Fast Ethernet tiene un ancho de banda de 100Mbps. Como vemos, el ancho de banda se mide en bits por segundo, y el prefijo kilo nos indica que hay que multiplicarlo por mil, o el prefijo Mega, por un millón; el prefijo Giga, por mil millones. Un enlace ADSL típicamente tiene 1Mbps o 2Mbps por 256Kbps de upstream (subida).



Esquema 1 : Detalle de distribución del ancho de banda que adquiere y será distribuido

5.3.2. Topología en Anillo:

Red en anillo, en informática, red de área local en la que los dispositivos, nodos, están conectados en un bucle cerrado o anillo. Los mensajes en una red de anillo pasan de un nodo a otro en una dirección concreta. A medida que un mensaje viaja a través del anillo, cada nodo examina la dirección de destino adjunta al mensaje. Si la dirección coincide con la del nodo, éste acepta el mensaje. En caso contrario regenerará la señal y pasará el mensaje al siguiente nodo dentro del bucle. Esta regeneración permite a una red en anillo cubrir distancias superiores a las redes en estrella o redes en bus. Puede incluirse en su diseño una forma de puentear cualquier nodo defectuoso o vacante. Sin embargo, dado que es un bucle cerrado, es difícil agregar nuevos nodos.

Se escogió la topología en anillo para el diseño de la red troncal de fibra óptica para la institución porque está basado en estándares certificados, para obtener una red convergente e híbrida el cual nos permita la innovación, adopción y uso de las tecnologías de información y comunicación, mejorar la calidad de servicio que ofrece la Institución.

5.3.2.1. Doble anillo

Está basado en estándares certificados, para obtener una red convergente e híbrida el cual nos permita la innovación, adopción y uso de las tecnologías de información y comunicación, mejorar la calidad de servicio que ofrece la Institución y su funcionamiento es el mismo que el de la topología en anillo con la única diferencia que cuenta con un anillo secundario que nos da mayor confiabilidad en el transporte de la información. La única diferencia del segundo anillo redundante es que se utilizara para incrementar la fiabilidad y flexibilidad de la red cada dispositivo de red forma parte de dos topologías de anillo.

La topología en anillo doble actúa como si fueran dos anillos independientes, de los cuales se usa uno por vez.

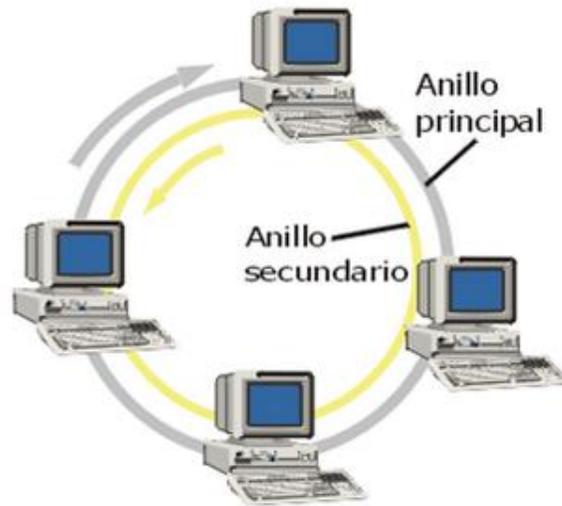


Figura 4-5: Doble anillo

5.4. Dispositivos de Comunicación

5.4.1. Single Fiber (WDM) Fast Ethernet Fiber Media Converter:

Single Fiber Media Converter 10/100 Mbit/s for a quick and plug and play media conversion between fiber optical cables with distances up to 120 km and UTP copper.



Figura 4.4-1: Single Fiber (WDM) Fast Ethernet Fiber Media Converter

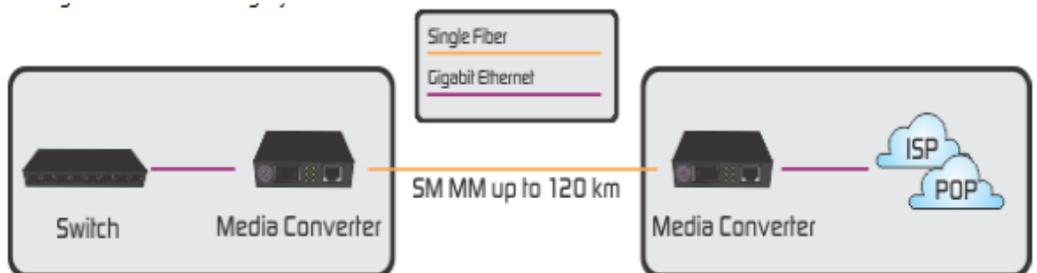


Figura 4.4-2: Fiber Optic Media Converters

5.4.2. Conversores de medios de fibra de un único hilo (WDM)

Perle tiene más de 216 conversores de medios de fibra de un único hilo (WDM) administrados y no administrados para ampliar de **cobre a fibra, multimodo a multimodo y multimodo a fibra monomodo**. También conocidos como **Bi-Directional (BiDi)** o **Simplex**, los conversores de medios WDM de Perle ayudan a los administradores de redes a aprovechar los ahorros en los costes en materiales y mano de obra relacionados con la fibra de un único hilo.



5.4.3. Se adjunta especificaciones técnicas para un Media Converter

El MC111CS es un convertidor de medios de comunicación diseñado para convertir la fibra 100BASE-FX a los medios de cobre 100BASE-TX o viceversa. La adopción de la tecnología WDM, MC111CS toma sólo un cable de fibra óptica para transmitir y recibir datos, lo que permitirá ahorrar la mitad del costo de cableado para usted. Diseñado bajo las normas de IEEE 802.3u 10/100Base-TX y 100Base-FX, el MC111CS está diseñado para su uso con cables de fibra monomodo utilizando el conector tipo SC. El MC111CS es compatible con la especificación láser de onda larga (LX) a una velocidad rápida de transmisión de cable. Funciona en 1550 para la transferencia de datos y en 1310 nm para la recepción de datos. Por lo tanto el dispositivo al otro extremo coopera con el MC111CS y debe trabajar en 1310 nm para la transferencia de datos y en 1550 para la recepción de datos. Otro de TP-LINK Convertidor de Medios MC112CS es sólo uno de los ejemplos de cooperación con MC111CS.

Otras características de este módulo incluyen la capacidad de ser utilizado como un dispositivo independiente (no requiere chasis) o con chasis del

sistema 19' de TP-LINK, Auto MDI / MDI-X para el puerto TX, auto negociación del modo dúplex en el puerto TX, y las luces de estado en el panel frontal. El MC111CS transmitirá a distancias extendidas de fibra óptica utilizando las mono fibras de hasta 20 kilómetros



5.5. Elección del equipamiento de transmisión

Elegir el equipamiento de transmisión es el paso siguiente en el diseño de una red de fibra óptica. En el diseño se conoce los tipos de datos que se necesitan transmitir, como diseñador e instalador y los fabricantes del equipamiento de transmisión. El equipamiento de transmisión y la red de cables están íntimamente relacionados. La distancia y el ancho de banda ayudarán a determinar el tipo de fibra óptica que se necesita, y de eso dependerán las interfaces ópticas de la red de cables. La facilidad para elegir el equipamiento puede depender del tipo de equipos de comunicación que se necesiten.

En el mundo de las telecomunicaciones, los estándares para la fibra óptica se aplican desde hace 30 años, de manera que quienes intervienen en el proceso tienen amplia experiencia en el desarrollo e instalación del equipamiento. Casi todos los equipos de telecomunicaciones cumplen con las convenciones de la industria, por eso, es posible que encuentre equipamiento para la transmisión de las telecomunicaciones para enlaces cortos (en general, redes de área metropolitana que pueden alcanzar los 20 o 30 km) y para enlaces de larga distancia tan extensos como las redes instaladas de forma subterránea en lugares donde se encuentran edificios arquitectónicos en la parte céntrica de

la ciudad de La Paz y la mayor parte de la ruta y tendido aéreo de la fibra monomodo ADSS debido a que el lugar es bien accidentado. Todos funcionan con fibra monomodo, pero pueden especificar distintos tipos de esta fibra aérea.

La elección del equipamiento de transmisión se vuelve más complicada en lo que respecta a los datos y a la televisión en circuito cerrado (CCTV), ya que las aplicaciones son muy variadas y no existen estándares de regulación. Además, es posible que el equipamiento no esté disponible en las opciones de transmisión de fibra óptica, con lo cual es necesario utilizar dispositivos denominados conversores de medios para realizar la conversión de los puertos de cobre a los puertos de fibra.

En las redes de computadoras, los estándares Ethernet, creados por el comité 802.3 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), son completamente uniformes. Es posible leer los estándares y determinar, para cada una de las opciones de equipamiento, cómo son los niveles de transmisión a través de los distintos tipos de fibra y, así, elegir la que se ajusta a sus necesidades. La mayor parte del hardware de red, como los switches o los encaminadores, están disponibles en las interfaces de fibra óptica opcionales, pero las computadoras suelen incorporar solo interfaces de cables UTP de cobre que requieren conversores de medios. Al buscar en internet “conversores de medios de fibra óptica” aparecerán muchas fuentes que informan acerca de estos dispositivos económicos. Los conversores de medios también permiten elegir los medios de transmisión apropiados para la instalación del USUARIO PROVEEDOR a todos los usuarios de la institución; se puede utilizar fibra monomodo o multimodo e incluso opciones de *transceivers* para la distancia que debe cubrir el enlace.

Para nuestro diseño utilizaremos un SWITCH CORE CISCO 3850 GBIC TRANSCEIVER MODULAR debido a que cambia con enlaces ascendentes de fibra. VLAN de vigilancia de automóvil (ASV) consolida los datos y la transmisión de video de vigilancia a través de la red.

Protege la calidad del video de tiempo real agrupando dispositivos de vigilancia de IP sobre una prioridad alta sola VLAN.

Esto asegura que los torrentes de video de vigilancia no serán afectados cuando el tráfico de datos corriente esté en sus niveles más altos. De forma semejante, el VLAN de voz garantiza la calidad de audio clara transmisión eficiente para toda comunicación vocal.

La CCTV es una instalación similar. Cada vez más cámaras incorporan interfaces de fibra debido a que muchos sistemas de CCTV están ubicados, por ejemplo, en grandes edificios, hospitales, postas de salud o en áreas en las que las distancias exceden las capacidades de la transmisión por cable de cobre. De lo contrario, existen los conversores de medios de video, que los mismos proveedores que venden los conversores de medios de Ethernet suelen tenerlos disponibles y que, además de ser económicos, vienen listos para utilizar. Insistimos, deben elegirse conversores que cumplan con los requisitos del enlace establecidos en la instalación del cliente, la cual, en el caso del video, no solo incorpora la capacidad de permitir distancias sino también funciones: algunos enlaces de video transportan señales de control a la cámara para realizar paneos, acercar o alejar la imagen y mover la cámara en forma vertical, además de volver la grabación a una ubicación anterior.

Cualquiera sea la instalación, es importante que el usuario final y el instalador del cableado conversen con el fabricante del hardware de transmisión acerca de cuál será exactamente la instalación, para asegurarse de adquirir el equipamiento adecuado. Si bien las instalaciones de las telecomunicaciones y de la CATV están bien definidas y las instalaciones de datos de Ethernet están reguladas por los estándares, en nuestra experiencia, no todos los fabricantes especifican los productos de manera exactamente igual.

La única manera de asegurarse de elegir el equipamiento de transmisión adecuado es tomar todos los recaudos para que el usuario proveedor y el vendedor del equipamiento, y comuniquen con claridad lo que planean realizar.

Routing estático/switching de capa 3 entre redes VLAN: esta funcionalidad permite segmentar la red en distintos grupos de trabajo y comunicarse entre las VLAN sin disminuir el rendimiento de las aplicaciones. Como resultado, podrá administrar un routing interno con los switches y reservar el router para el tráfico externo y la seguridad, con lo cual aumentará el nivel de eficacia de la red.

Administración remota: mediante el protocolo simple de administración de redes (SNMP), puede configurar y administrar todos los switches y otros dispositivos Cisco de su red de manera remota, en lugar de tener que conectarse directamente a ellos.

5.5.1. SWITCH CORE CISCO 3850 GBIC TRANSCEIVER MODULAR

Insert the mini-GBIC SFP module with the printed side up and the rubber port cap facing out.



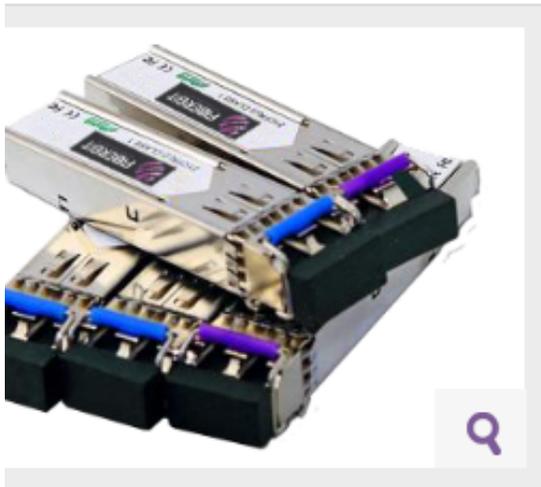
Figura 5-5: TRANSCEIVER MODULAR

The process of setting up IP surveillance and VoIP on a network is automated with the D-Link Gigabit Smart Switches with Fibre Uplinks. Auto Surveillance VLAN (ASV) consolidates data and surveillance video transmission through the network, sparing businesses the expense of maintaining dedicated facilities. ASV also protects the quality of real-time video by grouping IP surveillance devices on a single high priority VLAN. This ensures that surveillance video streams will not be

affected when ordinary data traffic is at their highest levels. Similarly, the Auto

FB-SFP-1.25-20	1.25G SFP	1.25G	1310nm FP	-9~-3	PIN	<-25	0~70°C	20km
----------------	-----------	-------	-----------	-------	-----	------	--------	------

Voice VLAN guarantees clear audio quality and efficient transmission for all voice communication.



Features

- ✓ Compliant with major switch vendors
- ✓ 850 nm, 1310 nm and 1550 nm wavelengths
- ✓ Distance up to **120Km** on 9/125um SMF
- ✓ RoHS Compliant and Lead-Free
- ✓ 1.25 G (Gigabit Ethernet) speed
- ✓ Single +3.3V Power Supply
- ✓ LC connector

5.5.2. Applications

1000Base (Gigabit) SFP transceiver is a device, which gets used for both telecommunication and data communications applications. The form factor and electrical interface are specified by a multi-source agreement (MSA). It interfaces a network device motherboard (for a switch, router, media converter or similar device) to a fiber optic or copper networking cable. It is a popular industry format jointly developed and supported by many network component vendors. SFP transceivers are designed to support SONET, 1000Base Gigabit Ethernet, Fiber Channel, and other communications standards. Due to its small, SFP obsoletes the formerly widely used gigabit interface converter (GBIC). SFP is sometimes called also as a **Mini-GBIC**

5.5.3. Switches Cisco de la serie 300

Listas de control de acceso (ACL) extensas para impedir el acceso de usuarios no autorizados a los sectores confidenciales de la red y brindar protección contra ataques de red.

• LAN virtuales (VLAN) para usuarios temporales para que usted pueda ofrecer conectividad a Internet a usuarios que no son empleados y, a la vez, aislar los servicios empresariales críticos del tráfico de los usuarios temporales.

Compatibilidad con aplicaciones de seguridad de red avanzada, como la seguridad de puertos IEEE 802.1X, para limitar el acceso a determinados segmentos de la red. La autenticación web proporciona una interfaz uniforme para autenticar todos los tipos de dispositivos alojados y sistemas operativos, sin la complejidad que implica tener que implementar clientes IEEE 802.1X en cada terminal.

Las ACL por tiempo y la operación de puertos restringen el acceso a la red durante lapsos designados previamente, por ejemplo en horas de trabajo.



Figura 5.5-3: Switch

5.5.4. **Convertor de Medios Gigabit Ethernet UTP RJ45 a Fibra** con una Ranura SFP Disponible

Conversión y extensión de una conexión Gigabit Ethernet a través de fibra óptica, mediante la opción Gigabit SFP preferida.



Figura 5.5-4: Conversor de Medios Gigabit Ethernet UTP RJ45 a Fibra

5.6. Planificación del trazado

En el diseño de red basado en anillo de fibra óptica y cableado estructurado de red Backbone, basado en estándares certificados, para obtener una red convergente e híbrida el cual nos permita la innovación, adopción y uso de las tecnologías de información y comunicación, mejorar la calidad de servicio que ofrece la Institución.

Los objetivos principales que se consideran con esta nueva arquitectura de red son:

- Implementación de dispositivos de capa 2 y 3 para la obtención de una buena administración y gestión de los segmentos de red que se utilizan actualmente.
- Generación de redundancia de enlaces para otorgar estabilidad en cuanto a transferencia de datos que se realiza con los servidores y los servicios de plataforma que se brindan a los funcionarios municipales como a la ciudadanía en general.
- Promover un Gobierno Municipal Digital o Inteligente el cual utiliza de manera estratégica e intensiva las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para transformarse y crear valor económico, social o político.

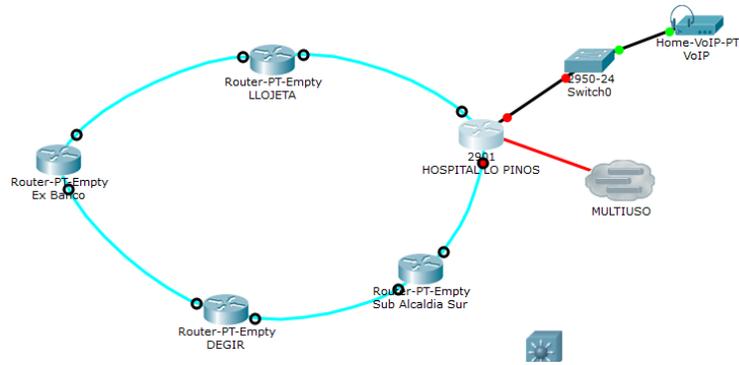


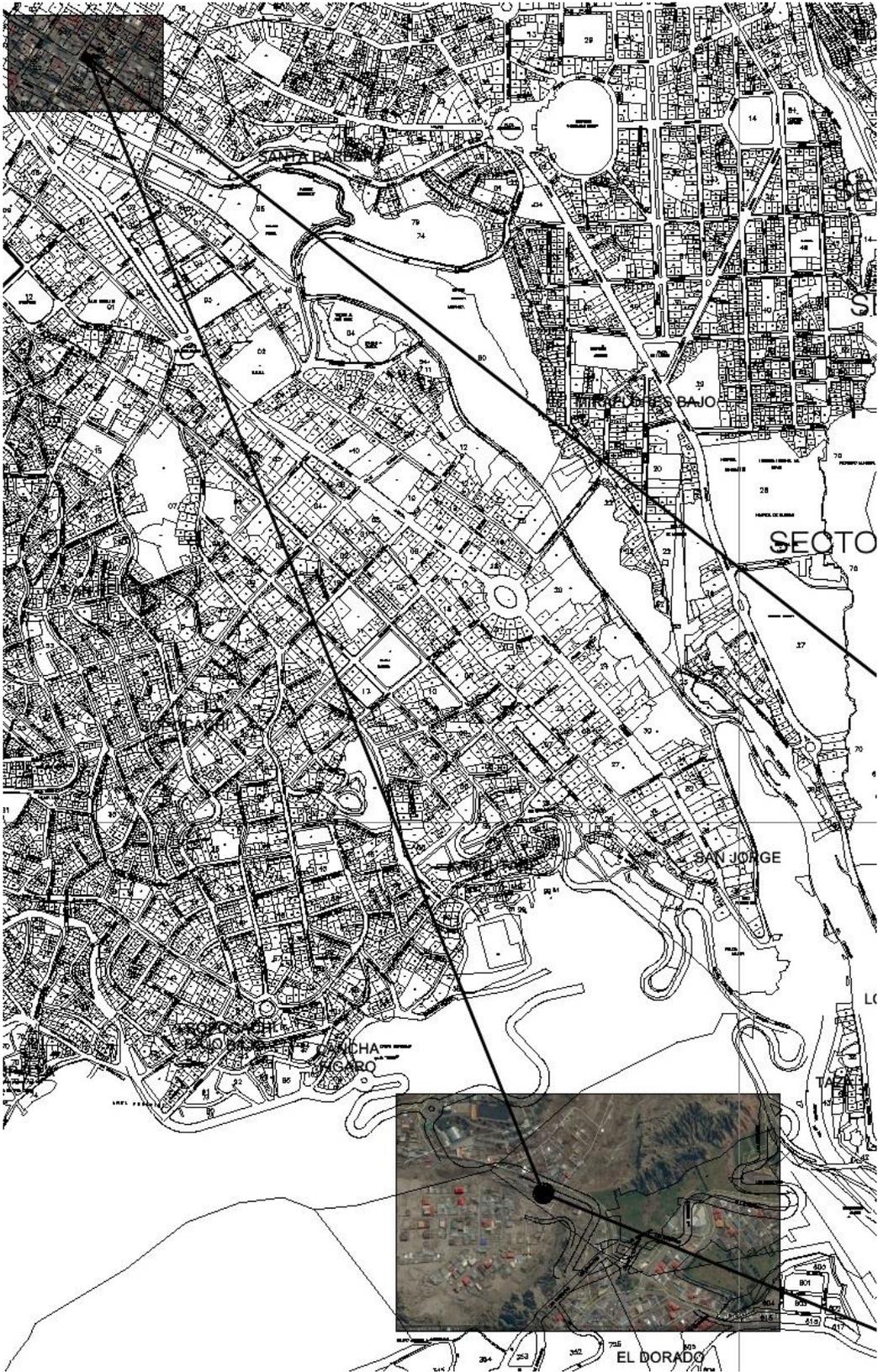
Figura 5-6: Diseño de red redundante – ANILLO 2

Para el diseño se considerara los cuatro tramos las distancias para cada tramo se cita en la siguiente:

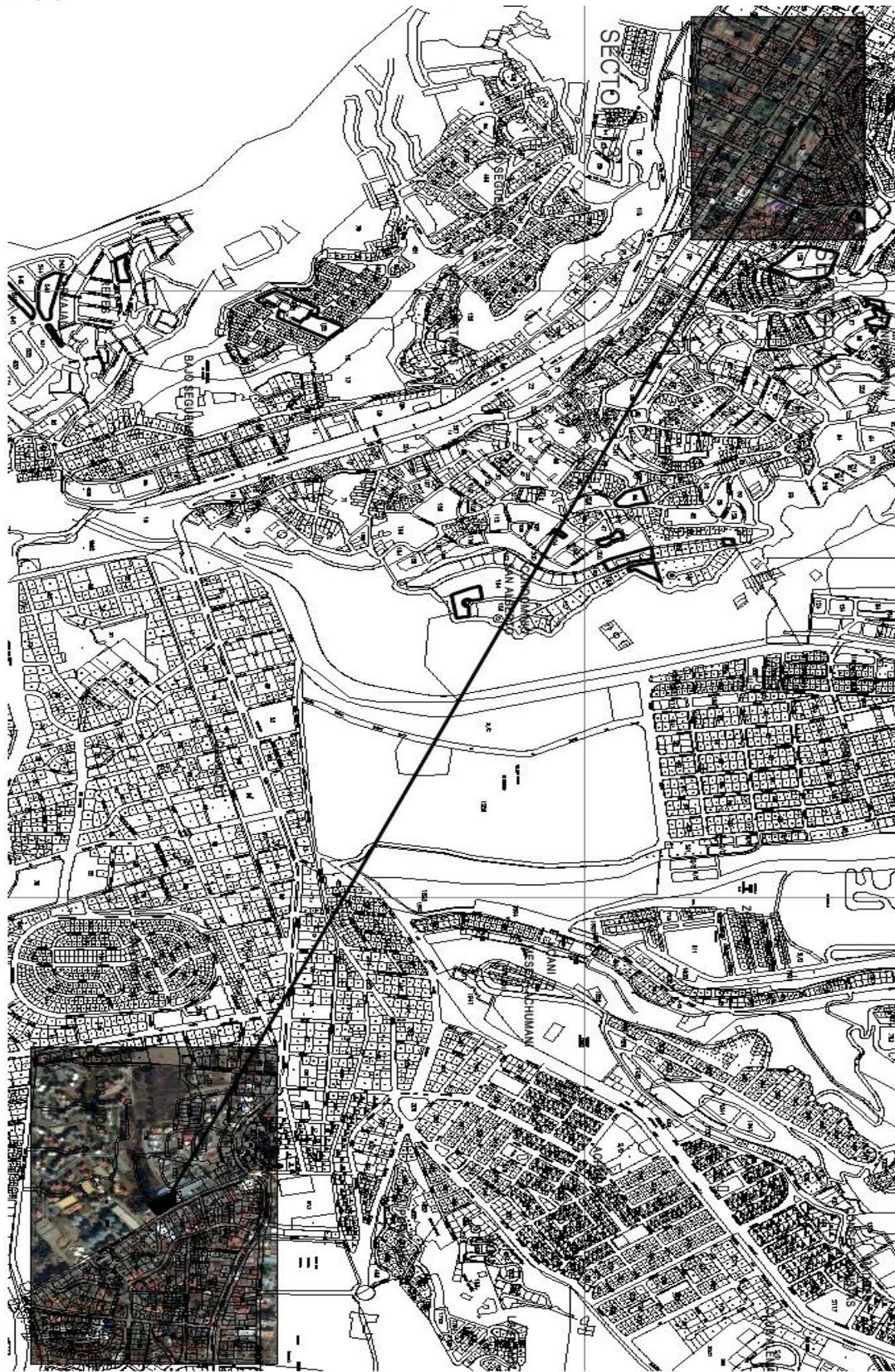
- TRAMO 1: 5500 METROS F.O. DE 12 HILOS
- TRAMO 2: 4800 METROS F.O. DE 12 HILOS
- TRAMO 3: 5000 METROS F.O. DE 12 HILOS
- TRAMO 4: 7000 METROS F.O. DE 12 HILOS
- TRAMO 5: 4200 METROS F.O. DE 12 HILOS

Tramo	Lugar A	Lugar B	Distancia
1	Ex Banco	DEGIR	5500
2	DEGIR	Sub Alcaldía Sur	4800
3	Sub Alcaldía Sur	Hospital los Pinos	5000
4	Hospital los Pinos	Posta Llojeta	7000
5	Posta Llojeta	Ex Banco	4200

TRAMO 1



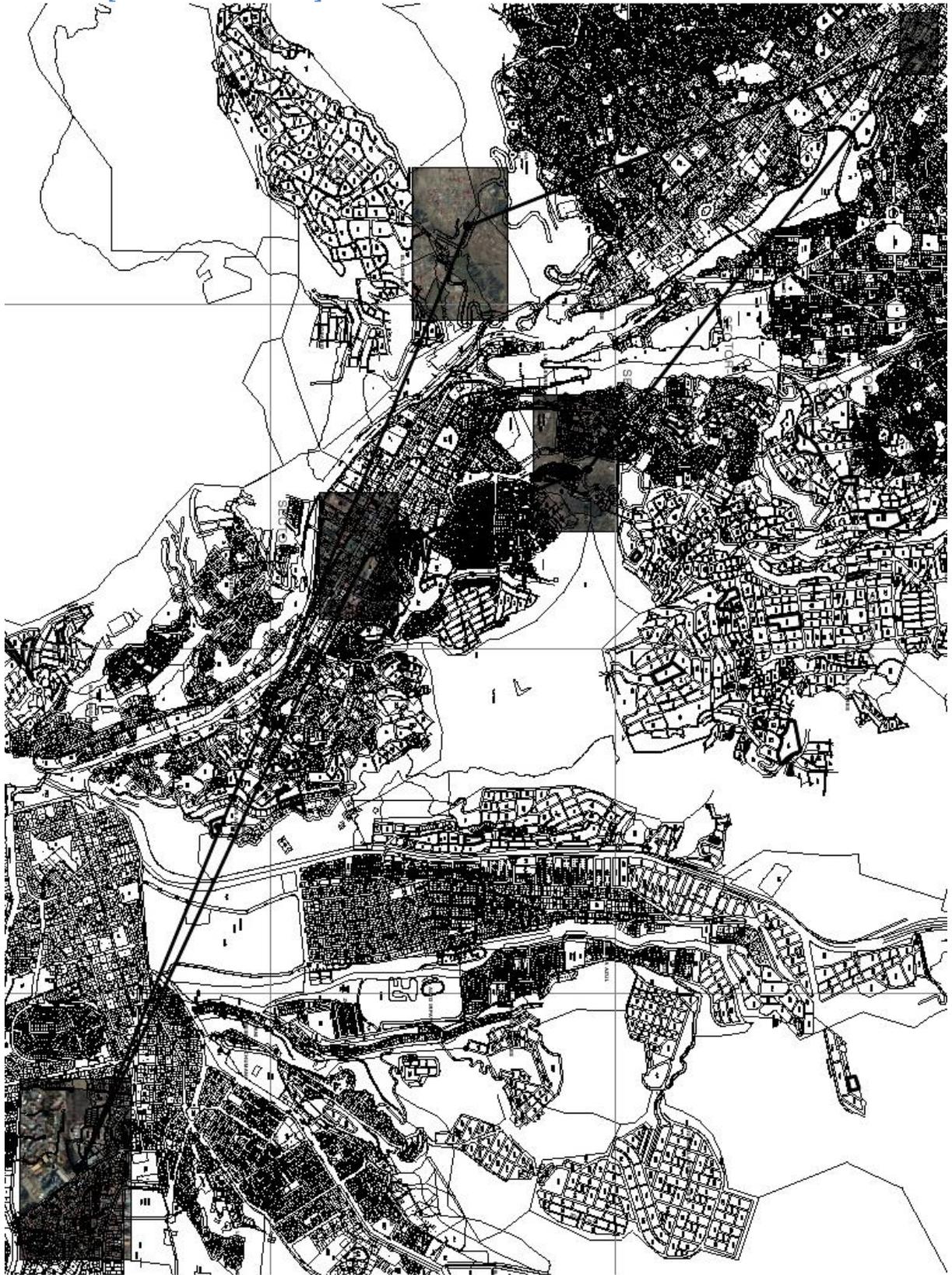
Tramo 3



Tramo 4

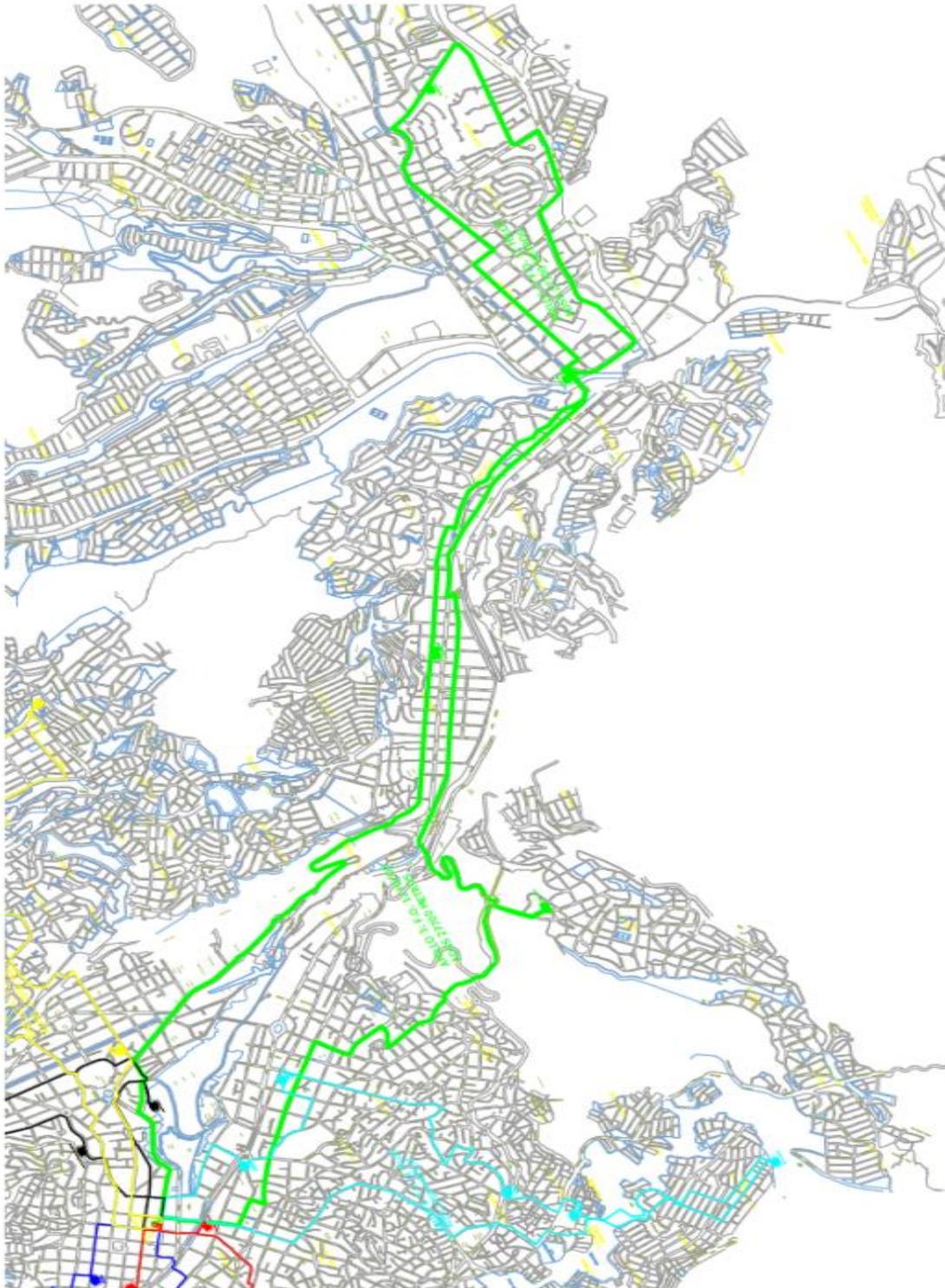


Tramo 5 [RUTA COMPLETA]



ANILLO COMPLETO DE LA RED TRONAL DE FIBRA OPTICA

Inicio en edificio Armando Escobar Uría – DEGIR (Dirección Especial de Gestión Integral de Riesgos) - Sub Alcaldía Sur – Posta Llojeta – Hospital los Pinos y termina en edificio Armando Escobar Uría



5.7. Cableado estructurado

Un sistema de cableado estructurado es la infraestructura de cable destinada a transportar, a lo largo y ancho de un edificio, las señales que emite un emisor de algún tipo de señal hasta el correspondiente receptor, a través de alambre de cobre, cables de fibra óptica, cables terminados en diferentes tipos de conectores y adaptadores.

Un sistema de cableado estructurado permite menos fallas en la red respecto a un sistema convencional, por lo tanto se tiene menos tiempos improductivos. El cableado estructurado es un enfoque sistemático del cableado. Es un método para crear un sistema de un cableado organizado que pueda ser fácilmente comprendido por los instaladores, administradores de red y cualquier otro método técnico que trabaje con cables.

Cierto porcentaje de usuarios que trabajan en un edificio se mudan cada año o realizan algún tipo de movimiento interno, por lo que un sistema de cableado estructurado ofrece la simplicidad de la interconexión temporal para realizar estas tareas rápidamente, en vez de necesitar la instalación de cables adicionales.

En definitiva, un sistema de cableado estructurado se caracteriza por ser:

- Fiable.
- Flexible.
- Modular.
- Sencillo de administrar.
- Integrador.

5.7.1. Elemento de cableado estructurado

- a) Cableado Horizontal
- b) Cableado del backbone
- c) Cuarto de telecomunicaciones

- d) Cuarto de entrada de servicios
- e) Sistema de puesta a tierra
- f) Atenuación
- g) Capacitancia h) Impedancia y distorsión por retardo

5.7.2. Cableado horizontal

La norma EIA/TIA 568-A define el cableado horizontal de la siguiente forma: El sistema de cableado horizontal es la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones.

El cableado horizontal incluye los cables horizontales, las tomas/conectores de telecomunicaciones en el área de trabajo, la terminación mecánica y las interconexiones horizontales localizadas en el cuarto de telecomunicaciones.

El cableado horizontal consiste de dos elementos básicos:

Cable horizontal y hardware de Conexión (También llamado "cableado horizontal"), proporcionan los medios para transportar señales de telecomunicaciones entre el área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estos componentes son los "contenidos" de las rutas y espacios horizontales.

Rutas y Espacios Horizontales (también llamado "sistemas de distribución horizontal"). Las rutas y espacios horizontales son utilizados para distribuir y soportar cable horizontal y conectar hardware entre la salida del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estas rutas y espacios son los "contenedores" del cableado Horizontal.

El cableado horizontal incluye:

- Las salidas (cajas/placas/conectores) de telecomunicaciones en el área de trabajo.
- Cables y conectores de transición instalados entre las salidas del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.
- Paneles de empate (patch) y cables de empate utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones.

La **norma EIA/TIA 568-A** hace las siguientes recomendaciones en cuanto a la topología del cableado horizontal:

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

5.8. Cableado del backbone

El propósito del cableado del backbone es proporcionar interconexiones entre cuartos de entrada de servicios de edificio, cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones. El cableado del backbone incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos. El cableado del backbone incluye

medios de transmisión (cable), puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas. El cableado vertical realiza la interconexión entre los diferentes gabinetes de telecomunicaciones y entre estos y la sala de equipamiento.

En este componente del sistema de cableado ya no resulta económico mantener la estructura general utilizada en el cableado horizontal, sino que es conveniente realizar instalaciones independientes para la telefonía y datos. Para definir el backbone de datos es necesario tener en cuenta cuál será la disposición física del equipamiento. Normalmente, el tendido físico del backbone se realiza en forma de estrella, es decir, se interconectan los gabinetes con uno que se define como centro de la estrella, en donde se ubica el equipamiento electrónico más complejo.

5.9. Análisis de la pérdida óptica estimada de enlaces de la red de cables

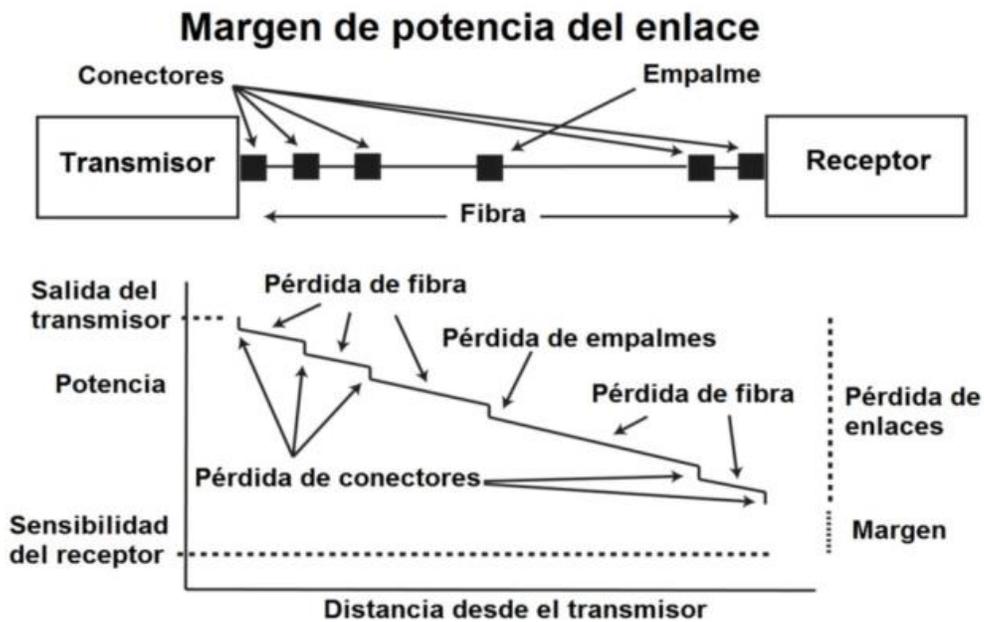


Figura 5-9: Margen de potencia de enlace

5.9.1. Pérdida por componentes pasivos de la red de cables

Paso 1. Calcular la pérdida de fibra en las longitudes de onda de trabajo.

(Las especificaciones entre corchetes son los valores máximos de acuerdo con el estándar EIA/TIA 568. En el caso de fibra monomodo, se permite una pérdida más alta para las aplicaciones en planta interna, 1 dB/km para planta interna, 0.5 dB/km para planta externa.)

Paso 2. Pérdida de conectores

En general, los conectores multimodo tendrán pérdidas de entre 0.2 y 0.5 dB. Los conectores monomodo, terminados en fábrica y con empalme por fusión, tendrán pérdidas de entre 0.1 y 0.2 dB. Los conectores monomodo terminados en campo pueden tener pérdidas de entre 0.5 y 1.0 dB. A continuación, calcularemos la pérdida con los valores de un caso típico y los valores en el peor de los casos posibles.

(De acuerdo con el estándar EIA/TIA 568, todos los conectores pueden tener una máxima de 0.75.)

Al calcular la pérdida óptica estimada, muchos diseñadores y técnicos se olvidan que los conectores en el extremo de la red de cables deben incluirse en dicha pérdida. Al probar la red de cables, los cables de referencia se acoplan con esos conectores y sus pérdidas se incluirán en las mediciones.

Paso 3. Pérdida de empalmes

Los empalmes multimodo suelen realizarse con empalmes mecánicos, a pesar de que se utilizan algunos empalmes por fusión. Al contar con un núcleo más grande y varias capas, el empalme por fusión ofrece la misma pérdida que el empalme mecánico, pero el primero es más confiable en condiciones medioambientales adversas. Calcule 0.1 a 0.5 dB para

empalmes multimodo, teniendo en cuenta que 0.3 es un buen promedio para un instalador experimentado. El empalme por fusión de fibras monomodo en general tendrá menos de 0.05 dB (menos de un quinto de dB).

Pérdida por empalmes por fusión	0.5 dB
Cantidad total por empalmes	10
Pérdida total por empalmes	5dB

(Para este cálculo de pérdida óptica estimada, todos los empalmes pueden tener una máxima de 0.3, de acuerdo con el estándar EIA/TIA 568.)

Paso 4. Pérdida total de la red de cables

Al sumar las pérdidas de fibra, de conectores y de empalmes se obtiene la pérdida total de enlaces de la red de cables.

	Caso ideal [Máx. según TIA 568]		Caso ideal [Máx. según TIA 568]	
Longitud de onda (nm)	850	1300	1300	1550
Pérdida total de fibra (dB)	6.0 [7.0]	2.0 [3.0]	0.8 [2/1]	0.6 [2/1]
Pérdida total por conexión (dB)	1.5 [3.75]	1.5 [3.75]	1.5 [3.75]	1.5 [3.75]
Pérdida total de empalmes (dB)	0.3 [0.3]	0.3 [0.3]	0.3 [0.3]	0.3 [0.3]

Otras (dB)	0	0	0	0
Pérdida total de enlaces (dB)	7.8 [11.05]	3.8 [7.05]	2.6 [6.05/5.05]	2.4 [6.05/5.05]

Estos valores de pérdida en la red de cables deben ser los criterios para realizar las pruebas. Deje un margen de +/- 0.2 a 0.5 dB correspondiente a la incertidumbre de medida y de esa manera obtendrá un criterio de aprobación.

Cálculo de pérdida óptica estimada de enlaces del equipo

La pérdida óptica estimada de enlaces del hardware de red depende del rango dinámico, la diferencia entre la sensibilidad del receptor y la potencia de salida de la fuente a la fibra. Se necesita cierto margen que corresponde a la degradación del sistema a lo largo del tiempo o debida a causas ambientales. Por lo tanto, reste dicho margen (casi 3 dB) para obtener la pérdida óptica estimada del enlace.

Paso 5. Datos de las especificaciones del fabricante sobre los componentes activos (Típico enlace digital monomodo de 100 Mb/s con una fuente LED de 1300 nm.)

Longitud de onda de trabajo (nm)	1310
Tipo de fibra	monomodo
Sensibilidad del receptor (dBm para el BER requerido)	-31
Salida promedio del transmisor (dBm)	-16
Rango dinámico (dB)	15
Margen de exceso recomendado (dB)	3

Paso 6. Cálculo del margen de pérdida

Rango dinámico (dB) (arriba)	15	15
Pérdida de enlaces en la red de cables (dB en 1300 nm)	3.8 (típica)	7.05 (TIA)
Margen de pérdida de enlaces (dB)	11.2	7.95

Como regla general, el margen de pérdida de enlaces debe ser mayor que 3 dB aproximadamente, de manera que quede contemplada la degradación de los enlaces a lo largo del tiempo. Las LED en el transmisor pueden desgastarse y perder potencia, los conectores o los empalmes pueden degradarse o bien, los conectores se pueden ensuciar si están abiertos en caso de re-encaminamiento o prueba. Si los cables llegaran a cortarse de forma accidental, el margen de exceso será necesario para que los empalmes tengan capacidad para la restauración.

CAPITULO VI

6.1 Costos y presupuestos

Como se menciona anteriormente, los predios involucrados en el segundo anillo son:

- Posta Llojeta
- Hospital los Pinos
- Su alcaldía Sur
- DEGIR(Dirección Especial de Gestión Integral de Riesgos)

En la tabla 10.4 se muestra los montos estimados por predio que involucra cableado horizontal, vertical, instalación del backbone, instalación eléctrica más puesta a tierra, refrigeración y cableado estructurado, basados en los montos de la tabla 10.1.

ESTIMACION SEGÚN TRAMO		TODOS ESTOS MONTOS SE AJUSTAN MAS LA TABLA DE SERVICIOS ADJUNTA EN CADA ESTIMACION	
ANILLO	2		
PREDIO MUNICIPAL	CANTIDAD DE PISOS	COSTO ESTIMADO	OBSERVACIONES
Posta Llojeta	1	35.705,00	IMPLEMENTACION OBRA CIVIL
Hospital los Pinos	3	25.783,00	
Sub Alcaldía Sur	3	22.719,00	
DEGIR	1	38.740,00	
EQUIPOS Y SOFTWARE DE MONITOREO	0	0	
TOTAL		122.947,00	

Tabla 10.4 Estimación de montos de cableado estructurado del anillo diseñado

ANILLO DISEÑADO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO ESTIMADO (Bs)
1	2000 metros de fibra óptica monomodo de 12 hilos	54.000,00
2	Cableado horizontal y vertical, instalación del backbone, instalación eléctrica más puesta a tierra, refrigeración y cableado estructurado	49.367,00
TOTAL ANILLO		103.367,00 BS

Costos de dispositivos de red, energía eléctrica, refrigeración y cableado estructurado por predio y por nodo en todo el anillo

Los dispositivos de red y servicios que se necesitan para todo el anillo son los que se muestra en la siguiente tabla:

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	SUBTOTAL X PARTIDA
MATERIAL QUIMICO PARA INSTALACION DE TIERRA	1	800	800	800
CABLE DUCTO DE 10X20 mm	20	25	500	2.947,00
CABLEDUCTO DE 25X25 mm	20	40	800	
CABLEDUCTOS DE 40X60 mm	20	70	1.400,00	
RAMPLUG DE 6 mm	80	0,4	32	
TUBOS DE PVC de 3/4"	5	15	75	
MINI ODF	2	75	140	
ORDENADOR HORIZONTAL METALICO	2	225	450	
TORNILLOS DE ENCARNE DE 6 mm	200	0,5	100	
TORNILLOS TIPO TIRAFONDO DE EXPANSION	6	30	180	
BANDEJA DE FIBRA OPTICA DE 24 PUERTOS	1	2.150,00	2.150,00	
BORNERA DE TIERRA	1	20	20	
ABRAZADERA DE TIERRA	4	30	120	
CONECTOR DE TIERRA	2	25	50	
VARILLA DE TIERRA DE 1,5 Mts	2	275	550	
CAJA METALICA PARA INSTALACION ELECTRICA Y ACCESORIOS	1	450	450	
VENTILADORES DE GABINETE	4	290	936	
TERMINALES DE ANILLO	2	15	30	
SISTEMAS DE BARRA UNIVERSAL	1	30	30	

CABLE DE RED CAT 6 A	4	1.700,00	4.280,00	
ROSETA DE PARED MAS JACK CAT 6 A	50	65	3.265,00	
PATCH CORD DE 1 Mts	150	25	3.725,00	
PATCH CORD DE 3 Mts	100	35	3.500,00	
TERMOCONTRAIBLES DE 8 cm	10	6	60	
PICTAIL DE FIBRA MONOMODO	10	70	700	
COOPLER DE FIBRA OPTICA TIPO LC A LC	10	50	500	
PATCH CORD DE FIBRA MONOMODO DUPLEX TIPO LC A LC UPC	5	400	2.000,00	26.520,00
CABLE DE FIBRA OPTICA MONOMODO DE 24 HILOS	20	50	1.000,00	
MULTITOMA RACKEABLE PARA GABINETES	4	360	1.440,00	
CABLE DESCUBIERTO NUMERO 0	5	30	150	
CABLE ELECTRICO # 10 X 3	5	600	3.000,00	
SISTEMA DE BATERIAS SECAS	4	350	1.400,00	
DISYUNTOR 6 A, TERMOMAGNETICOS Y SUPRESOR DE TRANSIENTES	1	1.500,00	1.500,00	
GABINETE DE RED DE 6 NIVELES	4	1.000,00	4.000,00	
GABINETES DE 15 NIVELES PARA IDF's DE PISOS	1	2.150,00	2.150,00	8.650,00
UPS 2500 KVA	1	2.500,00	2.500,00	
SWITCH GIGA DE 24 PUERTOS ADMINISTRABLE	5	12.000,00	60.000,00	
MEDIA CONVERTER GIGA DE FIBRA WDM-UN SOLO HILOS 40 Km	1	1.250,00	1.250,00	118.160,00
MÓDULO SFP 1000 BASE LX MINI GBIC TRANCEIVER	1	5.500,00	5.500,00	
SWITCH CORE CISCO 3850 GBIC TRANSCEIVER	1	30.000,00	30.000,00	

MODULAR			
PATCH PANELS DE 48 PUERTOS CATEGORIA 6	4	2.600,00	10.400,00
DISPOSITIVO INALAMBRICO PARA ENLACE PUNTO A PUNTO	1	1.600,00	1.600,00
DISPOSITIVO WI-FI	2	3.400,00	6.800,00
CONTROLADOR DE ANTENAS INHALAMBRICAS	1	3.100,00	3.100,00

Material Bs: 166.247,00

Mano de Obra de instalación: 41.000,00

TOTAL Bs: 207.247,00

A CONSIDERACION

SERVICIOS			
SISTEMA DE SUMINISTRO ELECTRICO INDEPENDIENTE	1	20000	
SISTEMA DE REFRIGERACION	1	20000	
SISTEMA DE CONTROL DIFERENCIAL DE CARGAS ELECTRICAS	1	4500	
TOTAL: 44500			

CAPITULO VII

7.1 Aporte Académico

Para el diseño se considerara los siguientes aspectos:

Requisitos de las comunicaciones de enlace

- Trazado del enlace elegido, inspeccionado, requisitos especiales anotados, incluidos los permisos y las inspecciones
- Especificar los requisitos del equipo de comunicaciones y los componentes
- Especificar los componentes de la red de cables
- Coordinar con el personal de las instalaciones, personal de electricidad y otros
- Documentación completa y lista para la instalación
- Detallar el plan de pruebas



CAPITULO VIII

8.1. Conclusiones

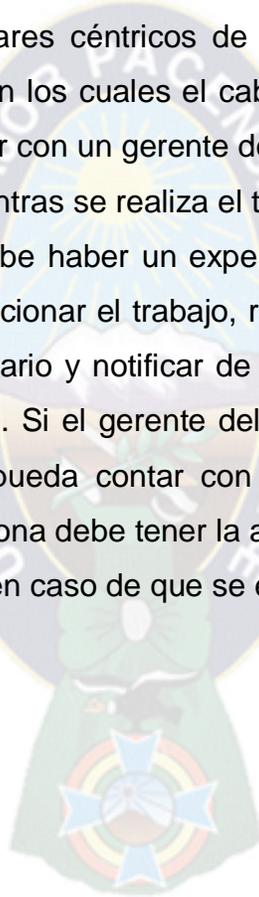
La lista de verificación final del proyecto constará de varios puntos, todos ellos de gran importancia. Cada punto de la lista requiere una descripción completa que contenga el lugar y el momento en el cual será necesario y la persona responsable de dicho punto. Los componentes tales como los cables y el hardware de la red de cables deben contar con indicaciones respecto a los proveedores, los lugares, las fechas y las horas de entrega e incluso, a veces, la modalidad. El equipo especial para la instalación también se debe planear. Deben incluirse notas sobre lo que se debe comprar y lo que se alquilará. Si el lugar de trabajo no es seguro y la instalación tomará más de un día, es posible que sea necesario contar con guardias de seguridad en los lugares de trabajo.

Debe elaborarse un plan de trabajo que indique las especializaciones que se necesitarán, así como también el lugar y el momento. Las instalaciones de la planta externa (OSP) suelen tener un equipo de trabajo encargado de tirar los cables, en particular los que requieren instalaciones especiales tales como cables enterrados directamente, los de tendido aéreo, otro equipo a cargo de los empalmes y quizás uno más para realizar las pruebas. Los instaladores de OSP suelen realizar solo una parte del trabajo ya que necesitan no solo habilidades y entrenamiento para manejar el equipo especializado, como las fusionadoras de fibra óptica o los OTDR, sino también prácticas de instalación: trepar a los postes o pasar los cables por el arado. Las contribuciones de los equipos de instalación pueden ayudar a determinar el tiempo necesario aproximado para cada etapa de la instalación y cuáles son los posibles inconvenientes que pueden afectar la planificación.

8.2. Recomendaciones

Y seguramente habrá inconvenientes. Todo el personal que participe del proyecto debe recibir instrucciones acerca de las normas de seguridad y, preferiblemente, recibir una copia por escrito. Tanto los supervisores como los obreros deben tener los números de contacto del gerente del proyecto, la persona de apoyo y otros empleados que puedan tener que contactar. Debido a que algunos proyectos requieren que el trabajo se realice fuera de las horas laborales regulares, por ejemplo en el caso de los lugares céntricos de alto tráfico vehicular u oficinas municipales muy concurridas, en los cuales el cableado suele hacerse durante la noche, es muy importante contar con un gerente del proyecto que esté disponible - preferiblemente en el lugar- mientras se realiza el trabajo.

Durante la instalación en sí, debe haber un experto en el lugar para controlar el avance de la instalación, inspeccionar el trabajo, revisar los datos de las pruebas, elaborar informes del avance diario y notificar de inmediato a la persona a cargo adecuada si algo no se ve bien. Si el gerente del proyecto no está técnicamente calificado, es importante que pueda contar con alguien que sí cuente con tal conocimiento técnico. Esta persona debe tener la autoridad suficiente para detener la obra o solicitar reparaciones en caso de que se encuentren problemas graves.



FUENTES DE INFORMACION

Bibliografía

- [1] Wayne Tomasi. Sistemas de comunicaciones Cuarta Edición (2003) **CAPÍTULO 11 COMUNICACIONES CON FIBRA ÓPTICA pag. 422** (Tomas, 2003)
- [2] **Forouzan**. SISTEMAS DE TELCOMUNICACIONES (Manual Práctico). Año 1998.
- [3] Suay Belenguer Juan M. (Ingeniero Industrial). MANUAL DE INSTALACIONES DE FIBRA OPTICA. El Fuego. Agentes Extintores. Cálculo Hidráulico. (1ª edición), AÑO 2010. []
- [4] Switches Cisco de la serie 300 Cisco Small Business (Manual de usuario), AÑO 2013. []
- [5] Rodríguez Fernández Julián. (Ingeniero Técnico Industrial). CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN Y SEGURIDAD ELECTRÓNICA. (1ª Edición), AÑO 2013.
- [6] Asociación de Ingenieros de Protección contra Incendios. "GUÍA DE INGENIERÍA SFPE DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS BASADA EN LA EFICACIA". AÑO 2007.
- [7] Contelles Díaz Enrique. EMERGENCIAS: APLICACIONES BÁSICAS PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE AUTOPROTECCIÓN. Año 2010 (2ª Edición actualizada y ampliada)

Páginas WEB

- [8] <http://www.entel.bo/mision>. Entel misión [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2015].
- [9] https://www.google.com/search?q=MEDIA_CONVERTER_GIGA_DE_FIBRA_WDM-UN_SOLO_HILOS_40_Km [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2015]
- [10] <http://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0CAUQjhxqFQoTCMnZ37u2ickCFYZYJgody84Ohw&url=http%3A%2F%2Ftopologias4conalep.blogspot.com%2Fp%2Ftopologia-anillo-y-anillo->

doble.html&psig=AFQjCNHOL2CyLnOu1ZM_QqFFgTetPeJYoQ&ust=1447367558
860658[Fecha de consulta: 4 de octubre de 2015]

[11] http://www.fiberopticonline.com_misión [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2015]

[12] http://www.ciscopress.com_[Fecha de consulta: 4 de octubre de 2015]

[13] The Fiber Optic Association, Inc. <http://www.thefoa.org/>[Fecha de consulta: 4 de octubre de 2015]

