



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**"NORMA DE CONSTRUCCIÓN PARA UNA RED SECUNDARIA
AUTOSOPORTADA DE FIBRA ÓPTICA A LA CASA (FTTH),
TANTO RESIDENCIAL COMO COMERCIAL CON SERVICIOS
DE VOZ Y DATOS."**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

**Bermúdez Nicasio Graciela.
Corona Márquez Alejandro.**

ASESOR: ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS.

San Juan de Aragón, Estado de México, Febrero de 2013.



Índice	i
Objetivo	i
Justificación	iv
Planteamiento del problema	iv
Hipótesis	v
Introducción	vi
Capítulo 1 Redes ópticas pasivas	1
1.1 La fibra en las redes urbanas	3
1.1.1 La fibra en las comunicaciones interurbanas	4
1.1.2 La fibra óptica y las redes digitales	6
1.2 Red Híbrida Fibra-Coaxial	10
1.2.1 DSL (siglas de Digital Subscriber Line, "línea de suscripción digital")	11
1.2.2 WiMax	13
1.3 Redes Ópticas Pasivas	14
1.3.1 Como es la arquitectura de una red GPON?	17
1.3.2 Elementos componentes de la red	21
1.3.3 Arquitectura de la red – Alternativas	24
1.3.3.1 Alternativa 1 – Dos niveles de Splitters	24
1.3.3.2 Alternativa 2: Una etapa de Splitters	28
1.4 FTTx (Fiber to the x)	32
1.4.1 Arquitectura de FTTH	34
1.4.2 Tecnología FTTH	35
1.4.3 Componentes	35
1.5 La fibra en las redes públicas	37
1.5.1 Nuevas necesidades en las comunicaciones	37
Capítulo 2 Norma de construcción de la red secundaria de fibra óptica autosoportada.	39
2.1 Desarrollo	42
2.1.1 Cables aéreos de fibra óptica	43
2.1.2 Postes	45
2.1.3 Materiales, herramienta y equipo	46
2.1.4 Instalación del cable aéreo autosoportado	47
2.1.5 Alturas de instalación de acuerdo a la normatividad del carrier y la NOM 001 SEDE 1999	47
2.1.6 Instalación del cable por el Método del Remolque Portabobinas en Movimiento	49
2.1.7 Instalación del cable por el Método del Remolque Portabobinas Estacionado (fijo)	52
2.1.8 Tensado del Cable Aéreo Autosoportado.	56
2.1.9 Procedimiento para Enrollar e instalar la Gaza de Cable de Fibra Óptica en Poste	58
2.3 Reductor de galopeo	62
2.3.1 Instalación	64
2.3.2 Instalación de cruceros	68
2.3.3 Instalación del conector para continuidad y conexión del mensajero	68
2.3.4 Ubicación de cierres de empalme y puntos de dispersión ópticos	70
Capítulo 3 Instalación en la red del cliente.	72
3.1 Desarrollo	72
3.1.1 Descripción de la red de cliente	73
3.1.2 Materiales, herramientas y equipos	75
3.2 Construcción de red exterior	79
3.2.1 Instalación del Cordón Acometida Óptico	79
3.2.1.1 Aérea.	79

"NORMA DE CONSTRUCCIÓN PARA UNA RED SECUNDARIA AUTOSOPORTADA DE FIBRA ÓPTICA A LA CASA (FTTH), TANTO RESIDENCIAL COMO COMERCIAL CON SERVICIOS DE VOZ Y DATOS."

3.2.1.2	Acometidas Subterráneas	82
3.2.1.3	Acometidas en edificios	83
3.3	Construcción red de usuario (interior)	84
3.3.1	Colocación y Conexión de la ONT	85
3.3.2	Construcción Interior para servicio de Voz analógica	86
3.3.3	Trayectoria del cable UTP	88
3.3.4	Fijación del Cable UTP y/o Cable marfil Óptico	89
3.3.5	Operación de la ONT	90

Anexo

A1	High-Speed Digital Subscriber Line (XDSL) Soportando las necesidades para un acceso flexible y de gran ancho de Banda	91
A2	Servicios que se pueden ofrecer con un sistema de comunicación XDSL	94
A3	ADSL	97
A3.1	Funcionamiento y características de ADSL	97
A3.2	Evolución del DSL	99
A4	Red xDSL	100
A5	Redes de acceso vía cobre	101
A6	Medios físicos	104
A7	Técnicas xDSL	106
A8	Ámbitos y aplicaciones	106
A9	Estrategias para la implementación de las tecnologías	108

Conclusiones

111

Bibliografía

115



UNAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE MEXICO
1910 - 2010

Objetivo

"APLICAR LA NORMA DE CONSTRUCCIÓN PARA UNA RED SECUNDARIA AUTOSOPORTADA DE FIBRA ÓPTICA A LA CASA (FTTH), TANTO RESIDENCIAL COMO COMERCIAL CON SERVICIOS DE VOZ Y DATOS. "

Justificación

Este trabajo está apoyado en la comprobación de un hecho ya que es un tema totalmente práctico, él porque, es para hacer de conocimiento del lector la forma en que esta autoportada la red secundaria de fibra óptica tomando como referencia la norma de construcción del carrier correspondiente, se hace hincapié que el servicio aún no está liberado como tal para el público en general.

En el trabajo se explican los conceptos generales, tanto teóricos y prácticos que se requieren para hacer una instalación que cumplan los parámetros tanto en planta exterior como en la casa del cliente que contrata el servicio. La información se integra para que sea una referencia a corto plazo para la persona interesada en este tema.

La normatividad que se maneja es propia del carrier y son documentos internos de la propia empresa, se ponen como referencia en la bibliografía, sin embargo no se encuentran disponibles para su búsqueda en internet

Planteamiento del problema

En la segunda mitad de 2010 se inicia despliegue de la fibra óptica en un escenario de penetración hasta el sitio del cliente (fibra hasta la casa o FTTH, por sus siglas en inglés). Esto permite ofrecer el acceso a Internet y toda una gama de nuevos servicios de banda ancha a velocidades de 20 Mbps o mayores desde la primera mitad de 2011. La fibra óptica en conjunto con la tecnología GPON (Gigabit Passive Optical Network) permitirá paulatinamente reemplazar la infraestructura de cobre con fibra óptica.

El trabajo de investigación y su problemática está planteado para describir en forma general la tecnología de fibra óptica hasta el hogar, se hace la aclaración

que se describe la instalación de la misma desde la perspectiva de planta exterior hasta la conexión y la puesta en servicio del suscriptor, cuando se contrata con el carrier correspondiente.

El servicio aún está a prueba, si se hace la visita a la página del operador telefonico en cuestión <http://goo.gl/rDVM2> se enumeran sus beneficios y se verifica la disponibilidad del mismo, comprobando que no se encuentra activado para el público en general.

El servicio y la instalación hasta el mes noviembre de 2012 es gratuito, siempre y cuando se tenga contratado el paquete con el operador telefonico en cuestión; Para planes nuevos no existe un costo aproximado ya que el servicio aun está en etapa de prueba

Hipótesis

La construcción en la red de cliente para fibra a la casa (FTTH) es capaz de operar con un nivel de rendimiento satisfactorio siempre y cuando la normatividad requerida por el carrier correspondiente sea al 100 %, tomando en cuenta los requerimientos propios del sistema. El operador telefonico como parte de su estrategia extiende la fibra óptica para reducir la longitud del par de cobre para incrementar el ancho de banda del suscriptor final, Llevando a cabo una instalación específica y un seguimiento puntual de su instalación y operación.

Introducción

Las redes de nueva generación llamadas **NGN** (Next Generation Network), permiten ofrecer anchos de banda cercanos a los 100 Mbps por abonado a través de fibra óptica, estas nuevas redes están revolucionando los servicios de comunicación y ocio hoy por hoy. Ya el cobre, deja paso a la fibra óptica, que es un medio mucho más eficaz para el transporte de información.

Aunque muchos han oído hablar de estas redes que ya están siendo desplegadas por diversas operadoras de todo el mundo, pocos conocen qué tecnologías están detrás de estas.

El **ADSL** (Asymmetric Digital Subscriber Line), la tecnología que permite ofrecer banda ancha a través del par telefónico de cobre tradicional, se ha popularizado y ya muchos usuarios saben sus bases tecnológicas.

Sin embargo, muchos no saben exactamente qué tecnología está detrás del acceso de banda ancha a través de la fibra óptica.

Es por eso estas líneas, el contar a ustedes que es lo nuevo en las telecomunicaciones que están empezando a desplegar las compañías del rubro. La fibra de óptica es el medio de transmisión más avanzado y el único actualmente capaz de soportar los servicios de nueva generación.

El tener un bucle de fibra óptica tiene muchas ventajas, tales como: Mayores anchos de banda, mayores distancias desde la central hasta el abonado, mayor resistencia a la interferencia electromagnética, mayor seguridad de la red, menor degradación de las señales, entre otras.

Además, la reducción de repetidores y otros dispositivos supondrán menores inversiones iniciales, menor consumo eléctrico, menor espacio, menos puntos de fallo, etc.

Y entonces FTTH?

Antes que todo debemos entender que; El acrónimo **FTTx** es conocido ampliamente como *Fiber-to-the-x*, donde *x* puede denotar distintos destinos. Los más importantes son: **FTTH** (home), **FTTB** (building), y **FTTN** (node). En FTTH o fibra hasta el hogar, la fibra llega hasta la casa u oficina del abonado. En cambio, en FTTB la fibra termina antes, típicamente en el interior o inmediaciones del edificio de los abonados. En FTTN la fibra termina más lejos de los abonados que en FTTH y FTTB, típicamente en las inmediaciones del barrio. La elección de una arquitectura u otra dependerá fundamentalmente del costo unitario por usuario final y del tipo de servicios que quiera ofrecer el operador.

La tecnología de telecomunicaciones **FTTH** (del inglés **Fiber To The Home**), también conocida como fibra hasta el hogar, se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados tales como:

- **VOIP** (Voz sobre IP),
- **HDTV** (Televisión digital de alta definición),
- **VOD** (Vídeo bajo demanda), Internet de banda ancha sin restricciones de distancias y velocidad, Juegos en red, y Video llamada.

A continuación se hace un breve esbozo sobre el contenido de este trabajo

En el **capítulo 1** se pondrá de manifiesto la penetración de la tecnología de las fibras ópticas en el sector de las comunicaciones. Esta penetración se basa en sus propiedades relativas a la transmisión de señales, en el desarrollo tecnológico conseguido hasta la fecha.

Capítulo 2 Se hace la descripción Norma de construcción de la red secundaria de fibra óptica autosoportada en las áreas de Planta Externa, responsable de la construcción de la misma, Procedimiento y Materiales de Construcción.

Capítulo tres es aplicable a la construcción en la Red de Cliente para Fibra a la casa (FTTH), tanto Residencial como Comercial, para los servicios de Voz y Datos a través de Fibra óptica.

Se hace la aclaración que es te trabajo se presento como caso práctico, más no se cumplían en su totalidad los requisitos que se piden por parte de la carrera, así que se opto por registrar en la modalidad de tesis.

Capítulo 1 Fibra hasta el Hogar (FTTH)

En este momento, la tecnología de las fibras se encuentra plenamente consolidada y resulta altamente competitiva frente a los demás sistemas de portadores en el campo de las comunicaciones en las redes de enlaces y, si se siguen abaratando los costos de los componentes, la demanda de servicios que sólo la fibra óptica puede soportar se disparará. Según todos los pronósticos, esto va a ocurrir dentro de muy poco tiempo.

Desde el desarrollo de la fibra óptica, las telecomunicaciones a través de esta, las computadoras personales y e Internet, nuestras vidas han sido dominadas por el consumo de ancho de banda.

las características generales de los sistemas de redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON), con objeto de orientar y motivar las especificaciones de la capa física y de la capa de convergencia de transmisión.

Las características generales incluyen ejemplos de servicios, de interfaces usuario-red (UNI, *user network interface*) e interfaces de nodo de servicio (SNI, *service node interface*) que son necesarios para los operadores de red. La finalidad es asegurar la compatibilidad con las redes de distribución óptica existentes (ODN, *optical distribution network*) que son conformes con esas recomendaciones.

Los sistemas GPON se caracterizan en general por un sistema de terminación de línea óptica (OLT, *optical line termination*) y una unidad de red óptica (ONU, *optical network unit*) o una terminación de red óptica (ONT, *optical network termination*) con una red de distribución óptica (ODN, *optical distribution network*)

pasiva que los interconecta. Por lo general, existe una relación de tipo uno a muchos entre la OLT y las ONU/ONT respectivamente¹.

A pesar de que muchos de nosotros no nos damos cuenta, las actividades diarias hoy consideradas triviales, consumen una cantidad significativa de ancho de banda, la aparición y la gran demanda del uso de Internet en los 1990s, cambió los fundamentos naturales del diseño y uso de las redes.

Antes de ese tiempo, el enfoque principal de los proveedores de servicio era el incremento de la utilización de los enlaces telefónicos, multiplexando varios enlaces de baja velocidad dentro de enlaces de fibra óptica de muy alta capacidad.

Las compañías telefónicas han invertido grandes sumas para construir estas redes, hasta el punto de distribución. Más allá de ese punto, las conexiones hasta las instalaciones del usuario son enlaces de cobre de baja velocidad.

Estos enlaces son llamados la red de acceso.

Inicialmente, los clientes finales utilizaban solamente la línea telefónica, fax o modems dial-up, para los cuales el acceso a través de la red de cobre era suficiente.

Este escenario cambió con la llegada de computadoras personales de alta velocidad y capacidad, las cuales crearon una gran demanda de ancho de banda para nuevas aplicaciones y servicios, cada una ejecutándose a velocidades de varios megabits por segundo. Entre estas aplicaciones, se encuentra el video bajo demanda, los medios de flujo continuo, los circuitos privados virtuales, la transferencia de imágenes de alta resolución, y el entretenimiento en línea.

¹ **Recomendación** UIT-T G.984.1 Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales, 2 referencias p. 1

1.1 La fibra en las redes urbanas

Precisamente las limitadas prestaciones de las fibras en sus primeros años de explotación obligaron a utilizarlas en las redes de enlaces entre centrales urbanas para el servicio telefónico, donde no se necesitan grandes anchos de banda. Además, la limitación impuesta por la alta atenuación de las primeras fibras no constituía obstáculo por tener longitudes normalmente inferiores a las necesarias para ubicar una sección de regeneración: las distancias medias entre centrales urbanas son de unos 4 Km en Europa, lo que permite cubrirlas trabajando sin regeneración incluso en la primera ventana.

En los casos de localidades periféricas a las grandes ciudades, se precisa trabajar en los 1300 nm, lo que hace perfectamente posible con las fibras monomodo, que, en vista de la caída de los precios y de las notables mejoras que incorporan con respecto a las multimodo, prácticamente son las únicas que se usan para estas aplicaciones. En cuanto a la velocidad de transmisión utilizada, los sistemas que se instalan en este momento son de 565 Mb/s, aunque la mayoría de los que están en explotación son de 140 Mb/s; esta velocidad es suficiente para soportar un canal analógico de televisión. En el aspecto de planificación de una red urbana a base de fibras, es importante el hecho de que la gran capacidad obtenida permite disminuir el grado de mallado de una red clásica, e incluso acudir a la construcción de anillos.

Una ventaja adicional de que gozan las fibras ópticas en las redes urbanas es el magnífico aprovechamiento de las canalizaciones actuales por donde discurren los cables de pares metálicos, que normalmente están saturadas; los cables de fibras (normalmente de 32 o 64, y últimamente de 128 fibras) se tienden en subconductos de PVC de unos 30 mm de diámetro, en número de tres o cuatro y unidos entre sí por sus generatrices, y se alojan a su vez en los subconductos de hormigón o de PVC de las canalizaciones urbanas, cuyos diámetros medios oscilan entre 100 y 150 mm.

De cada grupo de subconductos se suele dejar uno libre como reserva o para futuras ampliaciones. En cuanto a la composición de los cables, es variable; normalmente, sin embargo, se equipan con pares metálicos para utilizarlos durante el tendido (como medio de comunicación entre operarios de cámaras de registro contiguas) y para las tareas posteriores de mantenimiento.

Las longitudes de tendido que se obtienen con estos cables son netamente superiores a las que resultarían de tratarse de cables metálicos, de pares o coaxiales, aunque vienen impuestas más por el número de curvas de las canalizaciones (particularmente en el casco antiguo de las ciudades) que por la longitud de las bobinas, que es de. 2000 a 3000 m. Con todo, las distancias medias entre empalmes en estas zonas está entre 300 y 500 m, llegándose en canalizaciones nuevas y con pocas curvas a los 2 Km.

En el caso de llegar a saturación de las canalizaciones existentes, una vez introducida la fibra puede recurrirse a la multiplexación en longitud de onda, que además permite tráfico bidireccional, con lo que se duplica la capacidad del sistema.

1.1.1 La fibra en las comunicaciones interurbanas

Hasta hace muy pocos años había que plantearse en cada caso si era más rentable la instalación de una ruta interurbana a base de cables coaxiales o de fibras. En este momento no quedan dudas al respecto, en vista de la caída de los precios de los cables de fibra.

La longitud de los enlaces de estas redes es muy variable, dependiendo del tamaño del país y de que unan puntos extremos del mismo o de relativa proximidad. En Europa oscilan entre 50 y 1000 Km.

Precisamente estas distancias son las que hacen necesario el uso de regeneradores intermedios en la mayor parte de los casos. En los sistemas

actuales de fibra monomodo con longitudes de onda de 1550 nm y velocidades de 140 Mb/s son normales longitudes de secciones de repetición de 50 Km, mientras que con velocidades de 565 Mb/s se alcanzan los 80 Km, lo que permite ubicar esos repetidores en centrales existentes a lo largo de la ruta, evitando así en muchos casos la necesidad de su tele alimentación.

Como en las instalaciones interurbanas no se aprovechan normalmente canalizaciones existentes, salvo en algún tramo concreto, lo normal es disponer el cable enfundado en un conjunto de dos o tres tubos flexibles de polietileno unidos y enterrar éstos.

Esta solución posibilita la ampliación posterior de la instalación, segregaciones de la ruta y tendido de una nueva fibra por avería de la inicial, pero, con respecto a los proyectos, plantea un problema económico que no existe en las redes urbanas, en las que normalmente no es preciso hacer la inversión inicial en canalización, y exige una elección cuidadosa de las alternativas posibles frente a la amortización de las instalaciones. Estas alternativas son dos:

La primera es utilizar fibras estándar y prever diferentes longitudes de la sección de repetición en función de la velocidad de transmisión, lo que permite instalar cables sucesivos sin considerar las velocidades. Como lo habitual es que éstas sean cada vez mayores, la limitación del vano de repetición inicial no debería existir para las sucesivas instalaciones.

La segunda solución consiste en fijar los puntos de repetición para la primera instalación y mantenerlo para las sucesivas; precisamente por la razón antes apuntada, la planificación en este segundo caso debería ser mucho más cuidadosa y exigente en la instalación inicial, para no desperdiciar las posibilidades que el mercado ofrezca en el futuro.

En la planificación a largo plazo parece más rentable la primera alternativa.

En cuanto a las necesidades de mantenimiento y supervisión, se cubren mediante fibras específicas destinadas a este fin e incluidas dentro del mismo cable, o bien canalizando el telecontrol por las mismas fibras que soportan el tráfico; por ejemplo, mediante multiplexación.

En cualquier caso, es conveniente evitar el empleo de conductores metálicos, que aumentarían el peso del cable con la consiguiente reducción en la longitud de tramos de tendido.

1.1.2 La fibra óptica y las redes digitales

Las redes configuradas con centrales analógicas clásicas para la conmutación de señales y portadores metálicos para transmisión son claramente insuficientes para cubrir todo el campo de aplicaciones de las comunicaciones no telefónicas, aunque en su momento se complementaron con la adición de modems, que posibilitan el uso de la misma red para el envío de datos.

Las técnicas PCM de codificación digital de la voz, de aparición posterior, permitieron la transmisión de datos y señales de voz codificadas a una velocidad de 64 Kb/s a través de los portadores metálicos de las redes telefónicas, con la consiguiente reducción de costos, al permitir que por un único circuito se pudiesen transmitir 30 canales MDT de conversación equivalentes a una transmisión digital de 2048 Kb/s (24 canales en los sistemas PCM americanos)².

Posteriormente se amplió la velocidad de transmisión a 140 Mb/s sobre cables coaxiales y fibras ópticas, y los sistemas actuales se explotan en 565 Mb/s prácticamente sólo con cables de fibra.

La aplicación de técnicas digitales en las redes conmutadas se lleva a cabo mediante matrices temporales y/o espaciales de conmutación albergadas en las

² **Recomendación** UIT-T G.732 Características del equipo múltiple mic primario que funciona a 2048 kbit/s, características generales, p. 1

centrales o nodos de la red, utilizando elementos semiconductores de alta densidad de integración (VLSI) y permitiendo la conjunción de los sistemas de transmisión y conmutación mediante programas almacenados en las centrales (SPC).

Estos elementos constituyen una red digital integrada (RDI), una de cuyas más importantes características es que son vehículos adecuados para la integración de diferentes servicios de voz y datos dentro de la misma red; todos los tipos de información (voz, datos, texto, etc.), una vez codificados pueden transmitirse como secuencias de bits y serán tratados del mismo modo.

Si tal ocurre estamos frente a una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), que, según la definición del UIT-T, es:

"Una red que procede, por evolución, de una RDI telefónica, que proporciona conexiones digitales extremo a extremo capaces de soportar una amplia gama de servicios y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto limitado de accesos normalizados".

La primera generación de RDSI definida se basó en el establecimiento de conexiones digitales a 64 Kb/s.

Es un hecho evidente que la sociedad futura, particularmente los sectores de negocios y grandes empresas, demandarán una enorme variedad de servicios de comunicación, y también que una red como la que se acaba de definir, si bien conceptualmente puede atender cualquier servicio, no reúne las condiciones técnicas para poder hacerlo, porque la integración de los llamados servicios de banda ancha no es posible sobre portadores metálicos con velocidad de 64 Kb/s.

Es por ello que el UIT-T ha definido dos nuevos tipos de canal:

- **H0**, a una velocidad de 384 Kb/s.

- H121, a 1920 Kb/s.

La RDSI que incorpora la capacidad de conmutación hasta 2Mb/s se llama RDSI de banda ancha, para diferenciarla de la que conmuta señales a 64 Kb/s, que suele llamarse RDSI de banda estrecha.

Pero todavía quedan servicios de banda ancha que exigen para su transmisión velocidades superiores a los 2 Mb/s:

- Canales de televisión.
- Videotelefonía.
- Transmisión de datos en redes de área local, etc.

Y es aquí donde la transmisión por fibras ópticas, con su inmenso ancho de banda, puede mostrar sus ventajas, tanto en el aspecto técnico como en el económico, al menos en la parte de la red comprendida entre órganos de conmutación de la red pública y algún punto intermedio de repartición de servicios; es más incierta la situación, al menos de momento, con la previsible red de abonados residenciales, dada la baja densidad de tráfico que generarían, ya que el coste de cableado y empalme de la fibra es aún elevado.

En el caso de abonados de tráfico más fuerte, tampoco la optoelectrónica de alta velocidad o la multiplexación resultan aún rentables, por lo que conviene minimizar los costos acudiendo a láseres de bajo coste o diodos LED, Y utilizando fibras multimodo, aunque, en vista de la disminución progresiva de los costos, no parece imprescindible recurrir a esta solución. Una solución temporal es la de utilizar portador metálico para la parte de red del abonado hasta que la sustitución sea económicamente viable. Así, aunque las redes de banda ancha de usuario están tecnológicamente disponibles y se comienzan a instalar, deberán disminuir los costos más incidentes en estos sistemas (equipo de terminación de red de abonado, tramo terminal de fibra en la residencia del abonado con los medios

necesarios para insertar y segregar, y equipos de central y terminal distante) para su desarrollo masivo a base de fibra óptica.

Estas nuevas demandas llevaron a la necesidad de reemplazar los accesos de cobre de baja velocidad con conexiones de mayor capacidad. Para ello, se han desarrollado diversas tecnologías de banda ancha, cableada e inalámbrica. Estas incluyen las redes híbridas de fibra-coaxial, la tecnología DSL, WiMax, y esquemas de enlaces pasivos de fibra óptica.

La figura 1.1 muestra, de manera gráfica, estas soluciones del mercado de acceso, junto con su velocidad de trabajo.

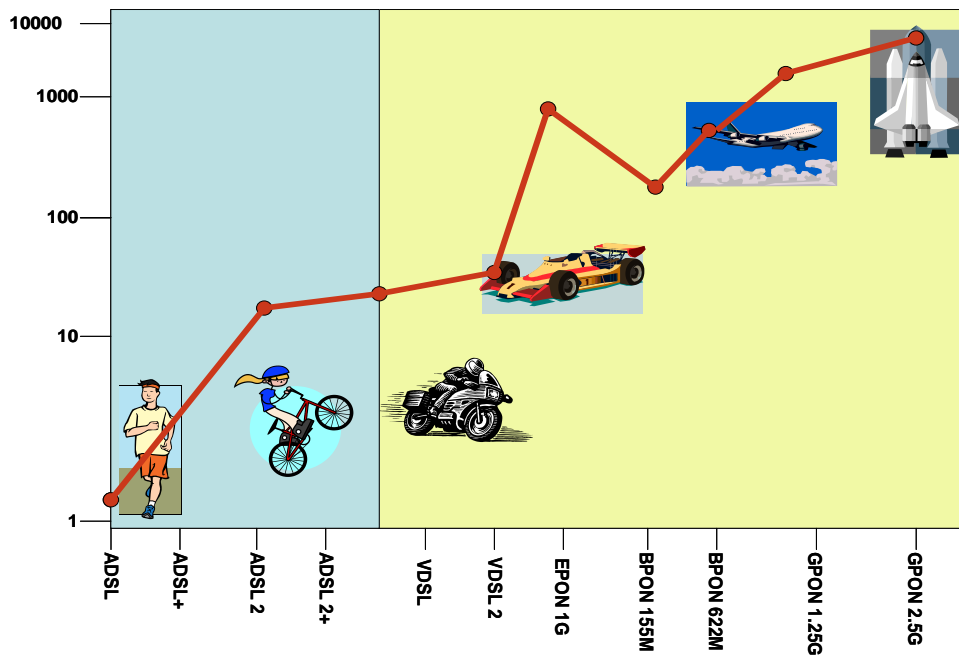


Figura 1.1 Tecnologías de Acceso.

1.2 Red Híbrida Fibra-Coaxial

El uso de la combinación de fibra óptica con cable coaxial, se conoce como sistema Híbrido Fibra-Coaxial, HFC, (*Hybrid Fiber-Coaxial*), esquema que se implementa por las compañías de CATV³.

Las redes HFC se desarrollan en diferentes partes de la red de acceso, para transportar Video, Voz y Datos.

Como se muestra en la figura 1.2, la compañía de CATV instala un cable de fibra óptica desde su nodo principal, headend⁴, hacia los nodos de servicio, los cuales están localizados cerca de los usuarios residenciales.

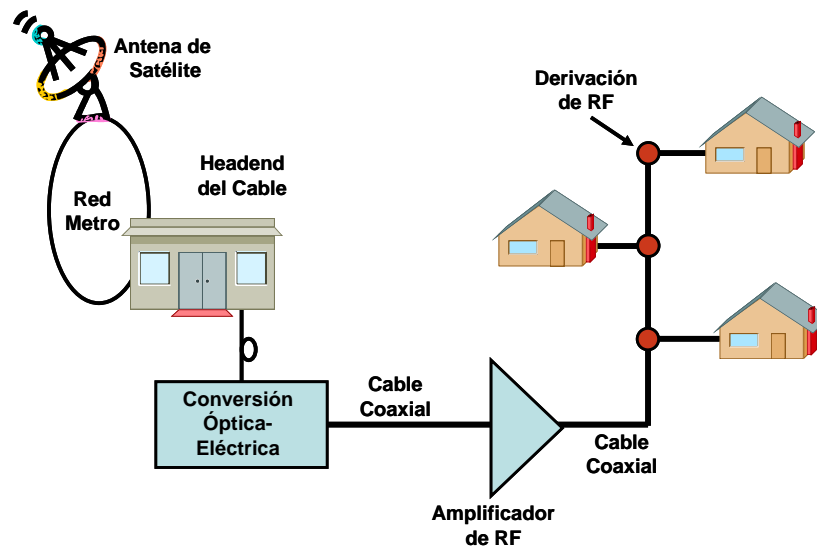


Figura 1.2 Red HFC

En este punto, las señales ópticas se convierten en señales eléctricas, las cuales viajan a través de cable coaxial hasta cada uno de los usuarios. En los sistemas

³ (**Community Antenna Television - Televisión por Cable**). Servicio que ofrece transferencia de imágenes de televisión a domicilios abonados. Existen redes de televisión por cable desde los años 40. La primera red de cable fue montada en EE.UU. por un técnico en Oregon. La red contaba con un sistema de antenas, amplificadores y mezcladores de señal, y la señal era enviada por cables a sus vecinos, haciendo así posible que todos vieran televisión sin necesidad de antenas. Actualmente está extendido por todo el mundo.

⁴ **headend (cabecera de cable)** Lugar en un sistema de cable o red de banda ancha coaxial donde se origina la programación y comienza la red de distribución. Normalmente, las señales se reciben por aire, procedentes de satélites, y se transmiten mediante microondas o cables de fibra óptica en la cabecera de cable para su distribución. <http://www.alegsa.com.ar/Dic/catv.php>

HFC, los términos *forward* y *reverse*, (o *retorno*), se utilizan para referirse a las direcciones de bajada y subida, respectivamente.

Los cables coaxiales en la red permiten el transporte de la información de banda ancha en distancias de varias decenas de kilómetros. La atenuación en esas distancias se compensa utilizando amplificadores de RF poco costosos. Para conectar un nuevo usuario, se utiliza un simple conector T.

Para acceder a los servicios de la red, el cliente utiliza un Modem relativamente barato, que se conecta al cable y separa internamente las señales de datos y de TV. La figura 1.3 muestra el espectro de frecuencias que se utiliza en la red HFC.

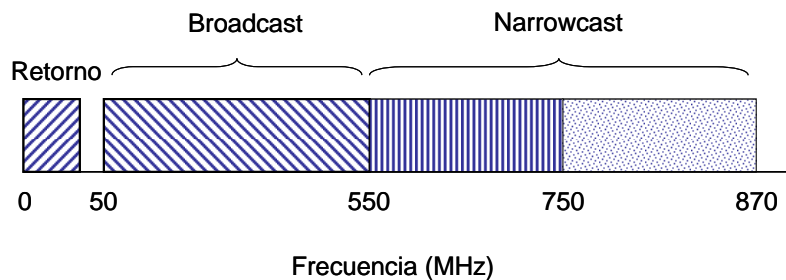


Figura 1.3 Espectro de Frecuencias de HFC

La banda de 40MHz, de 5 to 45 MHz, se utiliza para transmitir información desde el usuario hacia el headend. El rango de 500 MHz, de 50 a 550 MHz se utiliza para la distribución del video analógico. La banda que inicia en 550 MHz, ya sea hasta 750 u 870 MHz, dependiendo del sistema, se utiliza para HDTV o aplicaciones multimedia.

1.2.1 DSL (siglas de Digital Subscriber Line, "línea de suscripción digital")

A pesar de que las líneas de cobre son capaces de transmitir señales de hasta 2.2 MHz de ancho de banda, tradicionalmente, el servicio telefónico solo utiliza 4 KHz de ancho de banda.

El rápido crecimiento de la necesidad de ancho de banda para los servicios de datos, impulsó el desarrollo de la tecnología DSL. Ya que los enlaces de cobre están prácticamente en todas partes, los proveedores de servicio decidieron enviar datos en la banda sin usar de los 4 KHz hasta los 2.2 MHz.

Se han diseñado diferentes versiones de DSL. La principal variación es el DSL Asimétrico, ADSL. Asimétrico significa que el esquema ADSL utiliza dos diferentes velocidades, donde la velocidad del sentido de bajada es mayor que la de subida.

En el espectro de frecuencia, la banda de 0 a 4 KHz se utiliza para el tráfico de voz, y la banda de 10 KHz a 2.2 MHz se utiliza para el tráfico de datos.

Aunque los enlaces ADSL son poco costosos de implementar, las características de la línea de cobre imponen algunas limitaciones en la transmisión de datos, siendo muy sensible a la distancia del enlace.

La velocidad de los datos disminuye conforme se incrementa la distancia hacia la central telefónica, como se muestra en la figura 1.4 Los usuarios más lejanos pueden llegar a recibir solamente velocidades de hasta 1 Mbps y transmitir en rangos de entre 64 640 Kbps.

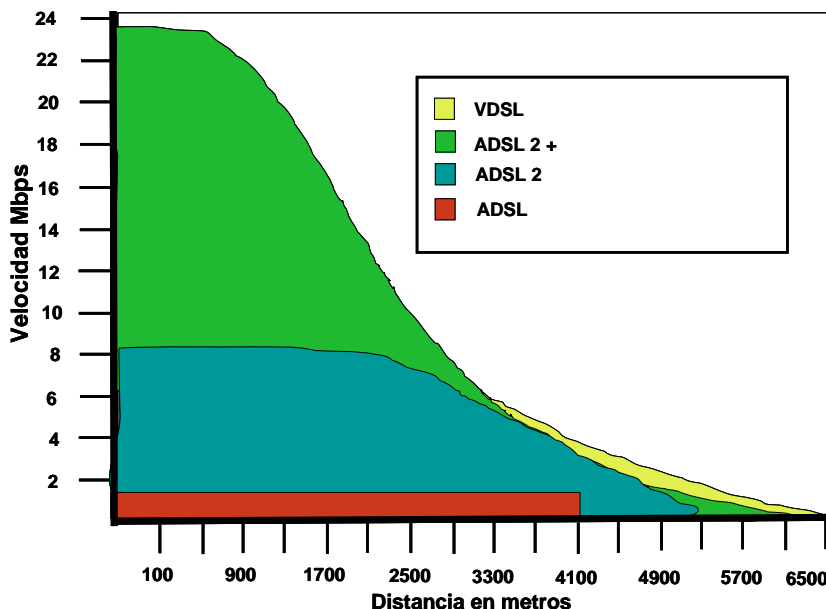


Figura 1.4 Velocidad-Distancia ADSL

1.2.2 WiMax

WiMax, (Worldwide Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad Mundial por Acceso de Microondas), es el término popular del estándar IEEE 802.16, el cual es llamado Sistema de Acceso Inalámbrico para Interfaz Aérea de Banda Ancha Fija.

Idealmente, WiMax puede proporcionar conectividad a velocidades de hasta 70 Mbps y hasta distancias de 50 Km. La implementación inicial se realiza por medio de una red de radio bases fijas, descritas en el estándar IEEE 802.16-2004. WiMax además, soporta transmisiones directamente a usuarios móviles, lo cual es el tópico del estándar IEEE 802.16e.

La figura 1.5 muestra una configuración típica de una red WiMax. En esta figura, la radio base se conectan a la red pública por medio de enlaces punto a punto. Cada radio base puede soportar cientos de usuarios fijos. La antena para el equipo del usuario se monta en el techo o en un mástil. El estándar IEEE 802.16-2004 también tiene la opción de instalar antenas de interior, aunque la calidad no es tan buena que con una antena exterior.

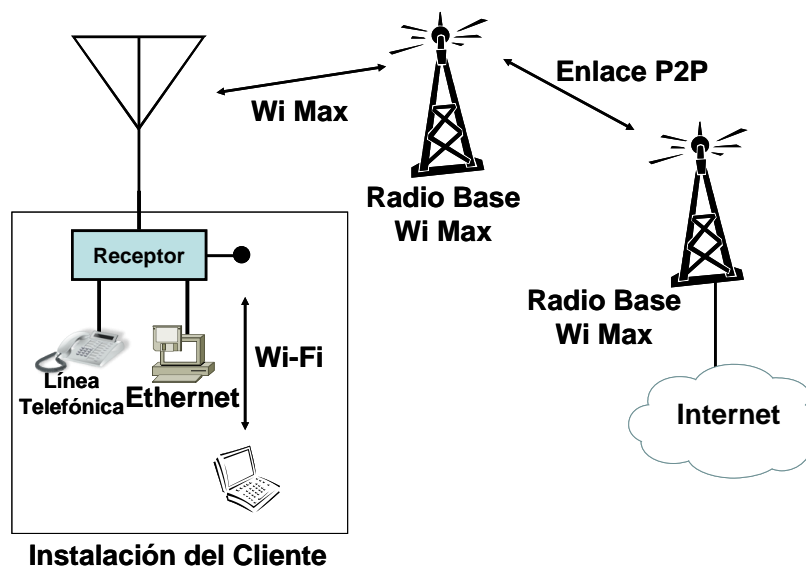


Figura 1.5 Red WiMax.

1.3 Redes Ópticas Pasivas

Ya que los proveedores de servicio buscan reducir sus costos operativos, el uso de las Redes Ópticas Pasivas, PON, es una opción atractiva.

En una red PON no existen componentes activos entre la central telefónica y la instalación del usuario. En lugar de ello, solo se instalan componentes ópticos pasivos para transportar el tráfico contenido en las longitudes de onda específicas.

Reemplazar los dispositivos activos con componentes pasivos, proporciona ahorros, ya que se elimina la necesidad de fuentes de alimentación y la administración de los componentes activos de la red de acceso.

Adicionalmente, ya que los dispositivos pasivos no tienen necesidad de procesamiento de señal, tienen virtualmente un ilimitado tiempo medio entre fallas, (MTBF; *mean time between failures*). Esto, obviamente reduce el costo total de mantenimiento del proveedor de servicio.

La figura 1.6 muestra la arquitectura típica de un sistema PON, en la cual se combinan los diferentes servicios que se envían a los usuarios sobre el enlace óptico, utilizando una longitud de onda de 1490 nm, siendo este el sentido de bajada. En el sentido opuesto, subida, el usuario transmite hacia la central telefónica utilizando la longitud de onda de 1310 nm.

El equipo de transmisión en la red, consiste de un OLT, *optical line terminal*, (Terminal de Línea Óptico), situado en la central telefónica y un ONT, *optical network terminal*, (Terminal de Red Óptico) en el sitio de cada usuario. Iniciando en la central telefónica, una fibra óptica se extiende hasta un divisor de potencia óptica pasivo cercano al domicilio, a un complejo de oficinas o a algún campus.

En este punto, el divisor simplemente distribuye la potencia óptica en un número N de rutas separadas hacia los usuarios. Si el divisor está diseñado para distribuir de

manera equitativa la potencia óptica, y P es la potencia entrante al divisor, el nivel de potencia hacia el usuario es P/N .

El número de rutas varía de 2 a 64, pero típicamente son 8, 16 ó 32 rutas.

La longitud de la fibra óptica desde la central telefónica hasta el usuario, puede ser de hasta 20 Km., tomando en cuenta que los dispositivos activos solo existen en la oficina central y en la instalación del usuario final.

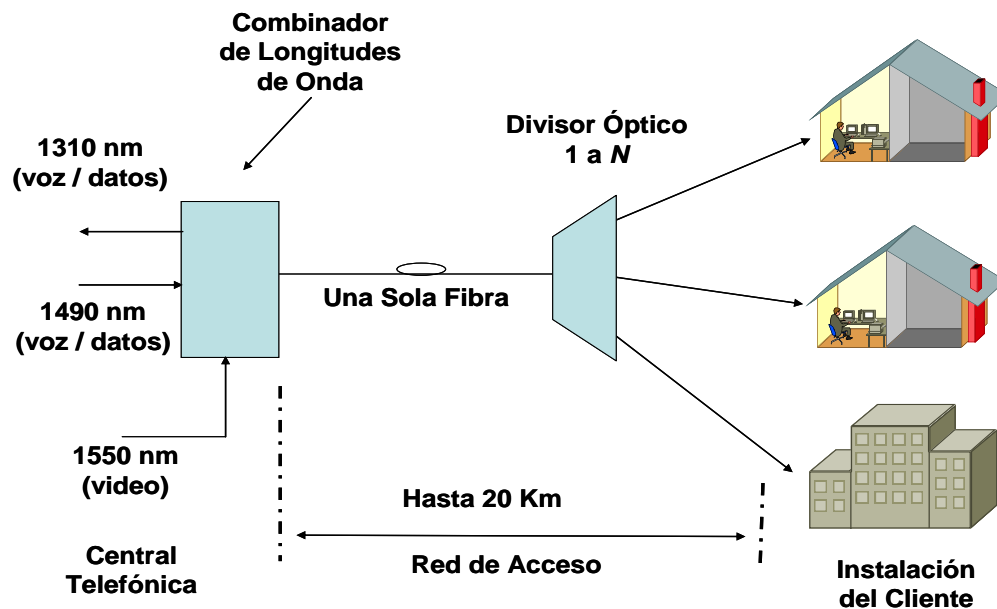


Figura 1.6 Sistema PON.

Existen diversos esquemas de implementación de PON:

- Broadband PON, BPON
- Ethernet PON, EPON
- Gigabit PON, GPON

Adicionalmente, en ocasiones se hace referencia a ATM PON, APON, que forma parte de la categoría BPON⁵.

⁵ Amezcua Martínez Carlos, Seminario GPON, Intelmex Año 2011, Capítulo dos, FTTH, Sistemas de acceso, pp.2-1 a 2-10

Entre las tecnologías más interesantes que están permitiendo esta convergencia cabe destacar en la parte del bucle de abonado a **GPON** (Gigabit Passive Optical Networks), de la **ITU-T** (Unión internacional de telecomunicaciones) estándar G.984.x, la tecnología de acceso mediante fibra óptica con arquitectura punto a multipunto más avanzada y utilizada en la actualidad.

El método de encapsulación que emplea GPON es **GEM** (GPON Encapsulation Method) que permite soportar cualquier tipo de servicio (Ethernet, TDM, ATM, etc.) en un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125 ms. GEM se basa en el estándar **GFP** (Generic Framing Procedure) de la ITU-T estándar G.7041, con modificaciones menores para optimizarla en las tecnologías PON.

Las economías de escala y experiencia acumulada en el núcleo de la red, con elevados niveles de tráfico sobre sistemas **WDM** (Wavelength Division Multiplexing), han permitido que la viabilidad económica de la fibra y los componentes ópticos sean un hecho. Los servicios que se pueden emplear sobre una red de estas características son además los mismos que se pueden ofrecer sobre la red móvil, gracias a la integración que supone la introducción de **IMS** (IP Multimedia Subsystem).

Pues bien, a pesar de que hay varias tecnologías competidoras, GPON es el estándar más atractivo para ofrecer fibra óptica hasta el hogar y es actualmente el empleado por compañías de nuestro país y de todo el mundo.

Además, GPON implementa capacidades de **OAM** (Operation Administration and Maintenance) avanzadas, ofreciendo una potente gestión del servicio extremo a extremo. Entre otras funcionalidades incorporadas cabe destacar la monitorización de la tasa de error, alarmas y eventos, descubrimiento y el Ranging automático. GPON es una tecnología que permite una convergencia total de todos los servicios de telecomunicaciones sobre una única infraestructura de red basada en

IP (internet protocolo). Esto permite una notable reducción de costos en los operadores, que no tienen que instalar y mantener redes paralelas para cada servicio.

La implantación de esta tecnología está tomando fuerza, especialmente en países como Estados Unidos y Japón, donde muchos operadores reducen la promoción de servicios ADSL en beneficio de la fibra óptica con el objetivo de proponer servicios muy atractivos de banda ancha para el usuario.

1.3.1 Como es la arquitectura de una red GPON?

La red de GPON consta de una **OLT** (Línea terminal óptica), ubicada en las dependencias del operador, básicamente es un interruptor usado en PON que maneja las conexiones compartidas, múltiples de dos vías creadas por los divisores de PON. Y las **ONT** (Terminal óptico de red) que es básicamente cualquier dispositivo que convierte señales ópticas a señales eléctricas, situado en el domicilio de cliente; también llamado **ONU** (Unidad óptica de red), utilizado en las dependencias de los abonados para FTTH.

Para conectar la OLT con la ONT con datos, se emplea un cable de fibra óptica y *Splitters* (divisor óptico para subdividir en ancho de banda y transportar las longitudes de onda, tanto del canal ascendente como las del canal descendente). Esta arquitectura se define como un sistema que no tiene elementos electrónicos activos en el bucle y cuyo elemento principal es el splitter, que dependiendo de la dirección del haz de luz divide el haz entrante y lo distribuye hacia múltiples fibras o lo combina dentro de una misma fibra. La filosofía de esta arquitectura se basa en compartir los costos del segmento óptico entre los diferentes terminales, de forma que se pueda reducir el número de fibras ópticas. Así, por ejemplo, mediante un splitter óptico, una señal de vídeo se puede transmitir desde una fuente a múltiples usuarios.

Ósea los datos upstream desde la ONT hasta la OLT que son distribuidos en una longitud de onda distinta para evitar colisiones en la transmisión Downstream son

agregados 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.

En esta arquitectura de red, para que no se produzcan interferencias entre los contenidos del canal descendente y del ascendente, se asigna una longitud de onda para el tráfico de datos (Internet, VoIP, IPTV, etc.) *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 (*broadcast* analógico, *broadcast* digital, *broadcast* digital y HDTV, y vídeo bajo demanda). De este modo, el *vídeo/TV* (Video en formato TV) puede ser ofrecido mediante dos métodos distintos simultáneamente: **RF** (Radio frecuencia) e IPTV. Mediante RF las operadoras de cable 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** (Servicio telefonico basico) 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 para acceso a Internet de banda ancha.

El STB conectado mediante Gigabit Ethernet al ONT, convertirá de nuevo la cadena de datos en una señal de vídeo. Mediante IPTV y GPON, cuyos equipos incorporan capacidades de **QoS** y *multicast* IP avanzadas, los operadores puede ofrecer varios canales de alta calidad de imagen y sonido, incluidos HDTV , así como proporcionar servicios interactivos y personalizados, lo cual no es factible

con vídeo RF. Es de considerar que al utilizar longitudes diferentes es necesario, por lo tanto, el uso de filtros ópticos para separarlas.

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 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.

Finalmente, las redes ópticas pasivas han de estar ajustadas en función de la distancia entre el usuario y la central, el número de splitters y su atenuación; de tal manera, que para que el nivel luminoso que reciba cada ONU esté dentro de los márgenes, o bien se ajusta el nivel del láser o la atenuación de los splitters.

Si se desea realizar una transición gradual por parte de la operadora antes de llevar fibra hasta el hogar FTTN, GPON sigue siendo la solución tecnológica ideal. Las **MDU** (Multi-Dwelling Unit) son pequeños armarios a los que llega la fibra desde la central del operador y en el que enlazan los distintos cables de par de cobre de los abonados de un edificio de viviendas para ofrecer **VDSL2** (Tecnología DSL que permite desplegar velocidades de hasta 24Mbps, distancia máxima 300 mts. Espectro de frecuencia de hasta 30 MHz). De este modo, se consiguen superar las velocidades de ADSL/ADSL2/ADSL2+, sin necesidad de tender fibra óptica dentro del edificio y las casas de los abonados.

Una de las características clave de PON es la capacidad de sobre-suscripción. Esto permite a los operadores ofrecer a los abonados más tráfico cuando lo

necesiten y la red esté con capacidad ociosa, es decir, cuando no haya otros abonados en el mismo PON que están empleando todo su ancho de banda disponible. Esta funcionalidad es denominada ubicación dinámica del ancho de banda o **DBA** (*Dynamic Bandwidth Allocation*) del PON punto a multipunto.

A pesar de que sea fibra, y la distancia a priori no sea un problema, la realidad es que el límite máximo de calidad se establece en 20 kilómetros si hay 64 usuarios conectados al puerto GPON, aunque la norma permitiría hasta 60 kilómetros.

Se preguntan el porqué de esta atenuación; En realidad la señal se mide por su potencia, dado que se debe replicar la señal y repartirla a 64 usuarios por cada puerto, lo que está ocurriendo es que se divide la potencia de la señal entre 64, reduciéndose la misma de forma considerable.

En áreas rurales muy alejadas, si se plantease el despliegue GPON, se podría llegar a sobrepasar el límite de los 20 kilómetros, evitando que en dicho puerto GPON concurren, por ejemplo, más de 32 usuarios.

En esa situación podríamos conseguir que la potencia que llegase a los 32 usuarios lo hiciese con el doble de señal, que si hubiera sido repartida a 64.

En cada uno de los slots del Splitter, se pueden colocar hasta 16 tarjetas con capacidad para 4 puertos GPON, y en cada uno de dichos puertos se pueden conectar 64 clientes. Es decir que un equipo de conmutación, splitter, puede interconectar a 4096 usuarios.

La capacidad de conmutación máxima de un splitter GPON puede llegar a ser de 1 Tbps (1 Terabit por Segundo) . Una trama GPON permite una recepción máxima de 2.5 Gbps descendente (descarga) y 1.25 Gbps ascendente (subida), que a su vez debe ser repartida entre los usuarios interconectados. Y esto es así porque el protocolo multicast replica la información. Es decir que si varios usuarios de televisión digital se encuentran interconectados al mismo puerto GPON, si uno pide el canal de fútbol pay per view, y lo paga, los paquetes de esa emisión lo

están recibiendo el resto de los 63 usuarios también. De la misma manera que si hay 30 usuarios viendo un canal donde emiten una película, el operador sólo envía una sola vez los paquetes de la película porque dicha información se replica en el splitter y le llega a todos los usuarios.

Entre la central, splitter, y el cliente, se manejan juegos de claves públicas y privadas, para encriptar la señal, y que cada usuario sólo sea capaz de desencriptar los paquetes que recibe para sí mismo, pero lo que está claro es que a nivel de señal, físicamente se reciben los paquetes de todos los usuarios conectados al mismo puerto GPON.

Y ahora a esperar que llegue esta tecnología de acceso a tu localidad para disfrutar de las bondades que trae consigo. Las redes PON cuentan con una variada gama de protocolos y estándares. Las dos tecnologías que actualmente lideran el mercado son las denominadas EPON (a veces también denominada GEAPON) y GPON.

En el siguiente cuadro se presentan las principales características de ambos estándares.

	EPON	GPON
Estándar	IEEE 803.2 ah	ITU-T G.984
Ancho de Banda	- Hasta 1,25 Gbps simétrico	- Simétrico o asimétrico hasta 2.5/1.25 Gbps de DL/UL*
Downstream (nm)	1490 (voz y datos IP) y 1.550 (video RF)	1490 (voz y datos IP) y 1.550 (video RF)
Upstream (nm)	1.310	1.310
Transmisión	Ethernet	ATM, Ethernet, TDM

Tabla 1.1 características de ambos estándares.

1.3.2 Elementos componentes de la red

Los splitters ópticos pasivos como se mencionó son los elementos de la red que permiten la conexión punto a multipunto y que permiten que las señales ópticas de una fibra puedan ser distribuidas a otras varias fibras.

Una sola fibra conectada al OLT puede distribuirse y conectar hasta 64 ONUs diferentes según las recomendaciones.

Los splitters ópticos se implementan cascando splitters “físicos” con relación 1:2, donde la señal de entrada se distribuye en dos caminos diferentes resultando en una pérdida de potencia aproximadamente de 3,5 dB. Cada camino vuelve a separarse en dos permitiendo mayor distribución pero también adicionando nuevamente una pérdida de potencia.

Por ejemplo un splitter de razón 1:32 tendrá 5 etapas de split resultando en una pérdida de potencia de aproximadamente $5 \times 3,5 \text{ dB} = 17,5 \text{ dB}$. En realidad la pérdida introducida no es exactamente el igual en un splitter 1:32 que si se colocan 5 splitters de relaciones 1:2, esta será algo superior y se debe a la introducida por los conectores externos necesarios, mientras que en el otro caso esto se realiza internamente.

En la tabla 1.2 se pueden ver las pérdidas típicas introducidas por algunos splitter comercialmente disponibles.

Relación de Split	Pérdida de inserción (dB)
1:2	3,6
1:4	7,2
1:8	11
1:16	14
1:32	17,5

Tabla 1.2 Pérdidas de Inserción Splitters.

Los estándares PON especifican distancias máximas alcanzables de hasta 20 km entre OLT y ONT. Todas las diferentes tecnologías PON dadas las longitudes de onda con las que operan son capaces de funcionar con fibras ópticas estándar, según ITU-T G.652, sin necesidad de fibras especiales como las nueva fibras denominadas “Zero Water Peak” en las que no se tiene la ventana de atenuación de pico centrado en 1380nm que presenta la fibra estándar.

La distancia máxima alcanzable está determinada por:

- La potencia transmitida por los equipos (Launch Power), en general depende del tipo de equipo, clasificándose éstos en 4 clases (A, B, C, D) en función de dicha potencia. Un valor típico de éste parámetro para equipos clase B es entre +3 a +7 dBm.
- La sensibilidad en recepción de los equipos, es decir la mínima potencia de señal que es capaz de reconocer correctamente. Un valor típico para esta es -26dBm.
- La pérdida de inserción introducida por el cable de fibra óptica, esta dependerá de la longitud de onda a utilizar, para las usadas en estas tecnologías PON esta pérdida es de 0.40dB/km para una longitud de onda de 1310nm y de 0.35dB/km para 1490nm.
- Pérdida introducida por los splitters, dependiente de las relaciones de splitting, según tabla anterior.
- Pérdida introducida por los conectores, típicamente esta es de 0.5dB aproximadamente.
- Pérdida introducida por cada empalme, esta depende de que tipo de empalme se trate, un empalme mecánico introducirá típicamente una pérdida aproximada de 0.5dB, mientras que en el caso de un empalme por fusión será de aproximadamente 0.1dB.

Dado que los splitters involucran una pérdida importante de potencia en relación con los restantes componentes de la red.

El diseño de dicha red debe ser cuidadosamente balanceado entre: ramificación alta de fibras, distancias a los clientes, y las potencias manejadas por los equipos; de modo que satisfagan las especificaciones de los mismos.

Por otra parte desde el punto de vista económico también debe analizarse cuidadosamente las configuraciones posibles, con un compromiso entre la cantidad de splitters a utilizar, la cantidad de fibras y el número de puertos necesarios en el equipo PON en la central.

En el siguiente subcapítulo se describe las características más resaltables de una red FTTH, pensada para brindar servicio masivo de conectividad con un gran ancho de banda.

1.3.3 Arquitectura de la red – Alternativas

1.3.3.1 Alternativa 1 – Dos niveles de Splitters

En esta alternativa la arquitectura propuesta se compone de un tramo inicial de fibra óptica denominado feeder, (equivalente al cable primario en una red de cobre) luego del cual se encuentra una etapa de splitter de relación 1:4. A continuación de ésta se tiene un nuevo tramo de fibra (equivalente al cable secundario), el cual termina en una segunda etapa de splitters en la manzana donde se encuentran los clientes (este splitter de relación 1:8 se puede ver como análogo a una caja de dispersión de la red de cobre).

Desde éste último splitter se tiene un cable de acometida de fibra óptica hasta cada cliente. Con estas dos etapas de splitting en cascada se tiene una relación de 1:32 servicios por cable de fibra.

Además del criterio constructivo de contar con esas dos etapas de splitters, el punto fundamental es la cantidad de usuarios por acceso GPON, en este caso se tienen **32 usuarios por cada puerto GPON**.

Esto, más allá de las características constructivas de la arquitectura, determina el dimensionado del equipo de central OLT y sobre todo el ancho de banda que se puede ofrecer a cada cliente ya que por cada puerto GEPON se tiene un throughput de 1.25Gbps (neto) el cual se comparte entre todos los usuarios conectados a ese puerto. En este caso se obtiene un ancho de banda por usuario de aproximadamente 40Mbps

Teniendo en cuenta lo antes indicado, las consideraciones principales relacionados con esta alternativa son:

- Se tienen 32 clientes por puerto GPON, y dado que cada nodo cuenta con 8 puertos GPON se tendrán 256 clientes por nodo. Por otra parte cada nodo cuenta con 4 interfaces de 1GE en su uplink hacia el core de la red, por lo que se podrá soportar un tráfico de pico promedio por abonado (simultáneos) de hasta 16Mbps.

El siguiente diagrama muestra un esquema de la arquitectura planteada (32 usuarios/pto- GPON con dos etapas de Splitters):

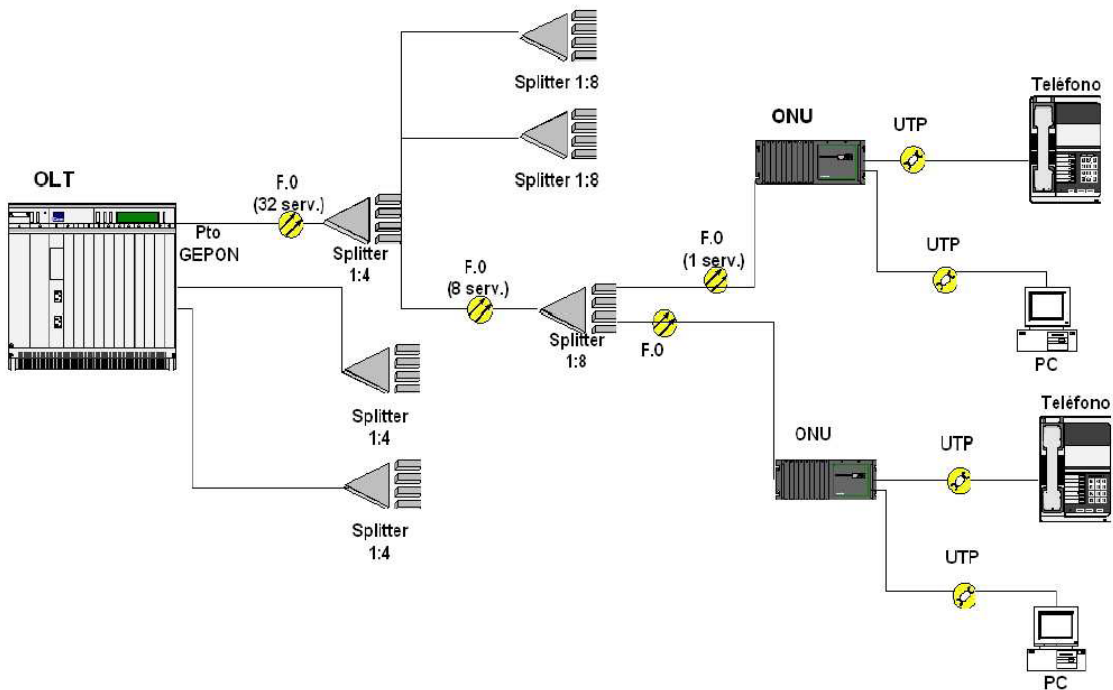


Figura 1.7 arquitectura planteada (32 usuarios/pto- GPON con dos etapas de Splitters)

En la figura 1.8 se muestra los elementos constructivos de la red de acceso, a fin de identificarlos y determinar la atenuación o pérdida de inserción introducida por cada uno de ellos, y de esta manera determinar la atenuación extremo a extremo, la cual determinará si en enlace es posible o no y con que margen.

El esquema muestra las distancias correspondientes al cliente más lejano, a fin de establecer un peor caso.

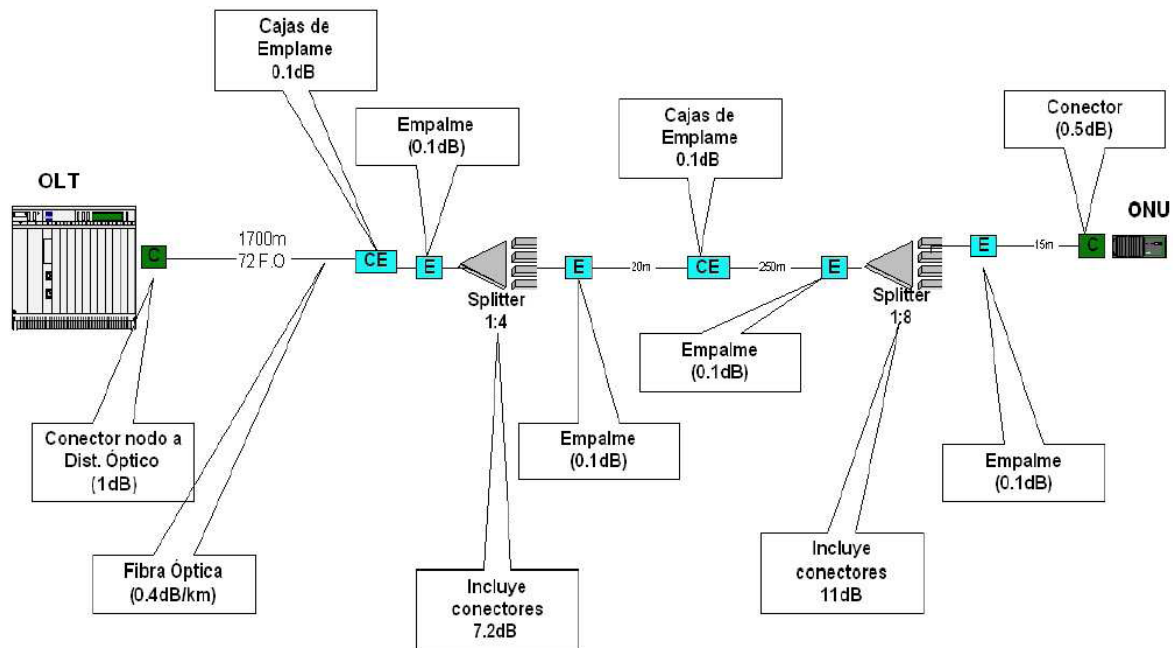


figura 1.8 se muestra los elementos constructivos de la red de acceso

La atenuación de extremo a extremo se obtiene a partir de los siguientes elementos:

$$FO : \frac{1700m + 250m + 20 + 15m}{1000} * 0.4 \frac{db}{km} = 0.8 d$$

- Conectores: 1.0dB + 0.5dB = 1.5dB
- Empalmes: 6x0.1dB = 0.6dB
- Splitters: 7.2dB + 11 dB = 18.2dB

De donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 21.1 dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 29 dB.

En caso de que los clientes se ubicasen a una mayor distancia, los elementos constructivos no cambiarán, excepto en primera instancia por los empalmes introducidos por la necesidad de empalmar bobinas de cable, las cuales tienen una longitud de 4km.

A partir de esto es posible calcular la distancia máxima alcanzable, la cual resulta de la distancia (más empalmes de bobinas) con la que se alcanza la atenuación admitida de 29dB, esta resulta ser de 19.5km más los 1985m hasta este punto, por lo cual la distancia alcanzable en esta alternativa es de 21km.

A continuación se presentan las ventajas y desventajas de esta alternativa:

- **Ventajas**

- Al tenerse mayor cantidad de puertos por nodo que en la alternativa 2 según se verá, las hipótesis de la multiplexación estadística son más realistas, con lo cual se podría tener una relación de concentración mayor, o en su defecto el tráfico de pico por abonado podrá ser mayor que el especificado.
- Se hace un uso más eficiente de los recursos respecto a la alternativa 2, tanto de la fibra óptica como de los equipos, y por lo tanto es menos costosa.
- Cada caja de splitters intermedio “abarca” la zona de una CD de cobre lo que facilitaría y simplificaría el vuelco en caso de ser este masivo.
- Con esta solución se toma con un cable de 72 fibras ópticas 2 cables de 1400”, lo que representa que con un cable de 120 FO estaríamos atendiendo la zona de 3 cables de 1400” de cobre, por lo que la cantidad de ductos ocupados en los ejes principales de canalización de

cada Central se estarían reduciendo de 9 bocas ocupadas por cables de cobre a 1 ocupada por 3 cables de FO.

- La etapa final de splitting de relación 1:8 (por cada elemento terminal 8 servicios) se asemeja a la realidad que hoy tiene la Planta Externa de cobre donde generalmente los elementos terminales (cajitas de dispersión) atienden 10 servicios posibles.

- **Desventajas**

- Es una tecnología nueva y requiere un mayor esfuerzo de capacitación y adaptación de las estructuras operativas.
- Debido a la mayor capacidad de servicios soportados por un mismo cable de FO en relación a los soportados por un cable de cobre, se vuelve más crítico los incidentes de roturas dado que el impacto es mayor. Se debería tener en cuenta algún mecanismo de contingencia o respaldo.
- La distancia admitida es menor que en la alternativa

1.3.3.2 Alternativa 2: Una etapa de Splitters

En esta alternativa la arquitectura propuesta se compone de un tramo inicial de fibra óptica desde la central hasta las manzanas donde se encuentran los clientes, luego del cual se encuentra una única etapa de splitter de relación 1:8, (este splitter puede verse como análogo a una caja de dispersión de la red de cobre). Desde éste se tiene un cable de acometida de fibra óptica hasta cada cliente. Las consideraciones principales relacionados con esta alternativa son:

- Se tienen 8 clientes por puerto GEPON, y dado que cada nodo cuenta con 8 puertos GPON se tendrán 64 clientes por nodo. Por otra parte cada nodo cuenta con 4 interfaces de 1GE en su uplink hacia el core de la red, por lo que se podrá soportar un tráfico de pico promedio por abonado (simultáneos) de hasta 63 Mbps.

La figura 1.9 muestra un esquema de la arquitectura planteada (8 usuarios/pto-GPON con dos etapas de Splitters 8):

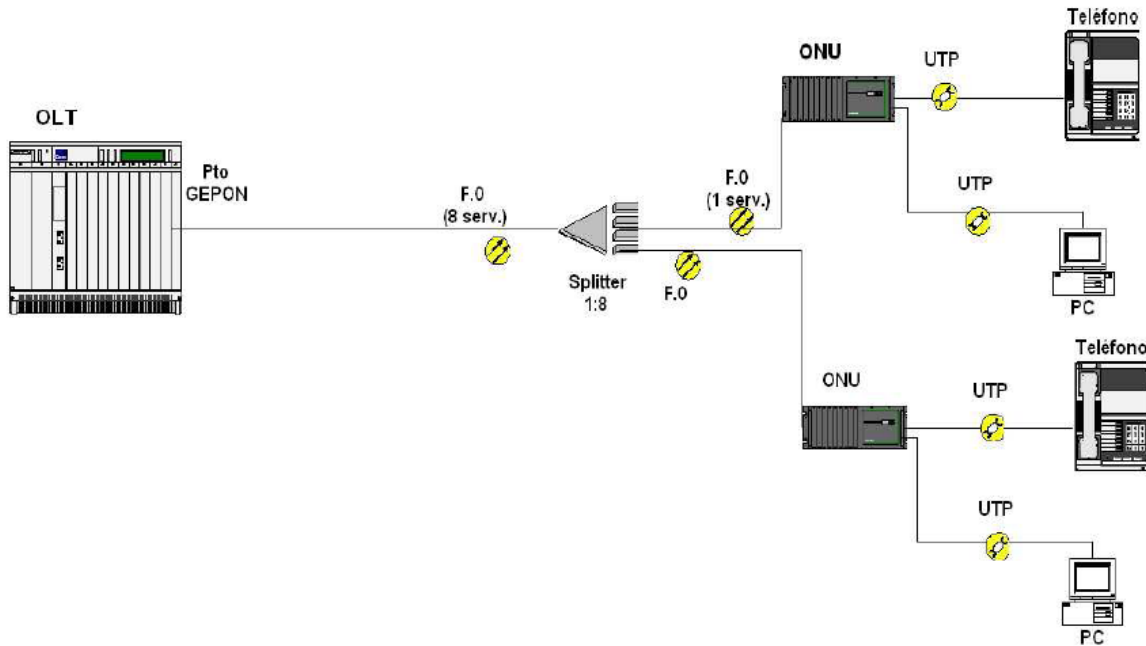


Fig. 1.9 arquitectura planteada (8 usuarios/pto- GPON con dos etapas de Splitters 8)

Seguidamente se presenta un diagrama con los elementos constructivos de la red de acceso, a fin de identificarlos y determinar la atenuación o pérdida de inserción introducida por cada uno de ellos, y de esta manera determinar la atenuación extremo a extremo, la cual determinará si el enlace es posible o no y con que margen. El esquema muestra las distancias correspondientes al cliente más lejano, a fin de establecer un peor caso.

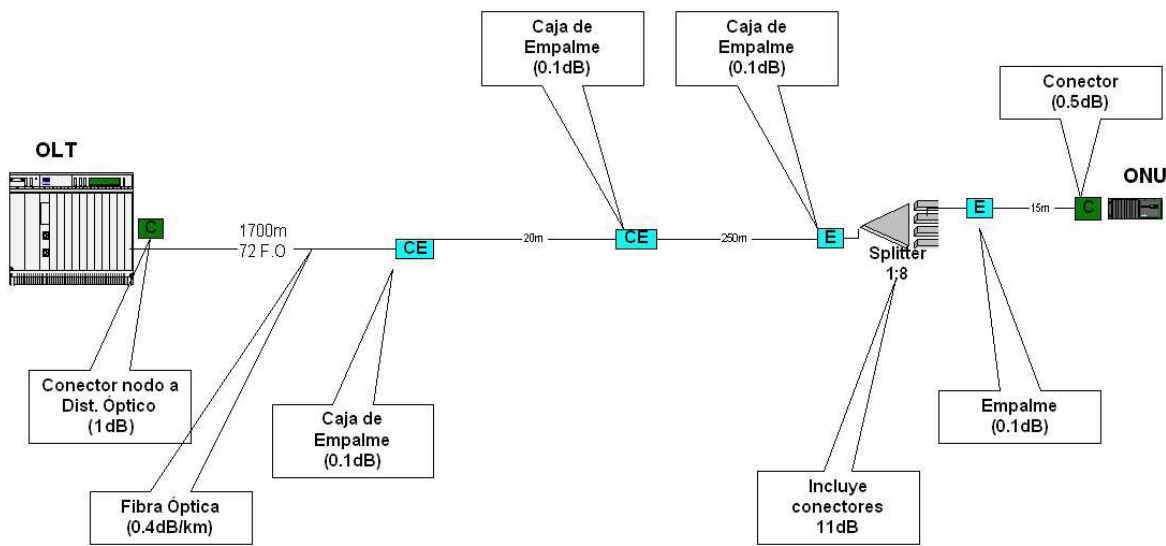


Figura 1.10 Elementos constructivos de la red de acceso

La atenuación de extremo a extremo se obtiene a partir de los siguientes elementos:

$$FO : \frac{1700m + 250m + 20 + 15m}{1000} * 0.4 \frac{db}{km} = 0.8 d$$

- Conectores: 1.0dB + 0.5dB = 1.5dB
- Empalmes: 4x0.1dB = 0.4dB
- Splitters: 11 dB

De donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 13.7dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 29 dB.

En caso de que los clientes se ubicasen a una mayor distancia, los elementos constructivos no cambiarán, excepto en primera instancia por los empalmes introducidos por la necesidad de empalmar bobinas de cable, las cuales tienen una longitud de 4km. A partir de esto es posible calcular la distancia máxima alcanzable, la cual resulta de la distancia (más empalmes de bobinas) con la que se alcanza la atenuación admitida de 29 dB, esta resulta ser de aproximadamente 37 km más los 1985 mts hasta este punto, por lo cual la distancia alcanzable en esta alternativa es de 40 km.

Cabe mencionar que la norma establece una distancia máxima de 20 km pero considera más etapas de splitters.

A continuación se presentan las ventajas y desventajas de esta alternativa:

- **Ventajas**

- Permite mayores anchos de banda por cliente que la alternativa 1, ya que en el uplink resulta un ancho de banda promedio máximo por cliente de 63+63 Mbps (uplink y downlink) en forma simultánea.
- La distancia admitida es mayor que en la alternativa 1 por disponer solo una etapa de splitter y menos accesos por puerto PON.
- Se hace un uso más eficiente de los recursos respecto a la alternativa 2, tanto de la fibra óptica como de los equipos, y por lo tanto es menos costosa.
- Cada caja de splitters intermedio “abarca” la zona de una CD de cobre lo que facilitaría y simplificaría el vuelco en caso de ser este masivo.
- Con esta solución se toma con un cable de 120 FO alrededor de 840 servicios, número de servicios similar al usado para dimensionar un cable de cobre de 1400”. De esto surge que en la mayoría de los casos la sustitución sería 1 a 1.
- El splitting final (y drop box) de relación 1:8 (por cada elemento terminal 8 servicios) se asemeja a la realidad que hoy tiene la Planta Externa de cobre donde generalmente los elementos terminales (cajitas de dispersión) atienden 10 servicios posibles.

- **Desventajas**

- Se tiene una mayor ocupación de ductos que la alternativa 1 por la menor concentración de servicios.
- Es una tecnología nueva y requiere un mayor esfuerzo de capacitación y adaptación de las estructuras operativas. Tiene costo mayor que la alternativa 1 por hacer un uso menos eficiente de los recursos de la red por la menor concentración de servicios⁶.

⁶ Abreu Marcelo, Castagna Aldo; Cristiani Pablo; Zunino Pedro, Roldós Enrique; Sandler Gustavo características generales de una red de fibra óptica al hogar (FTTH), <http://goo.gl/kRI2o>, pp. 40- 46

1.4 FTTx (Fiber to the x)

La tecnología de telecomunicaciones **FTTx** (del inglés *Fiber to the x*) es un término genérico para designar cualquier acceso de banda ancha sobre fibra óptica que sustituya total o parcialmente el cobre del bucle de acceso.

El acrónimo FTTx se origina como generalización de las distintas configuraciones desplegadas (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH...), diferenciándose por la última letra que denota los distintos destinos de la fibra (nodo, acera, edificio, hogar...).

A mediados de los 1990's, un grupo de proveedores internacionales de servicios, se reunieron para desarrollar los documentos que finalmente definieron la nueva red óptica pasiva FTTH.

Esto les permitió ofrecer conexiones con un buen costo-beneficio a los usuarios, abrir un nuevo mercado, y ayudar a los fabricantes en el desarrollo de equipos estandarizados.

Este grupo creó la FSAN, (Full Service Access Network, Red de Acceso de Servicio Completo). Posteriormente, en 1998, la UIT-T, convirtió las especificaciones de FSAN en recomendaciones, iniciando con la G.983.1 y en 2003 la G.984.1

La aplicación de la tecnología PON, para proporcionar conectividad de banda ancha en la red de acceso, para los hogares, conjuntos habitacionales y negocios pequeños, es llamada comúnmente "Fiber to the x", (Fibra a x), ó FTTx, donde la letra x indica que tan cercano está el extremo de la fibra al usuario.

La figura 1.11 muestra algunos de estos escenarios.

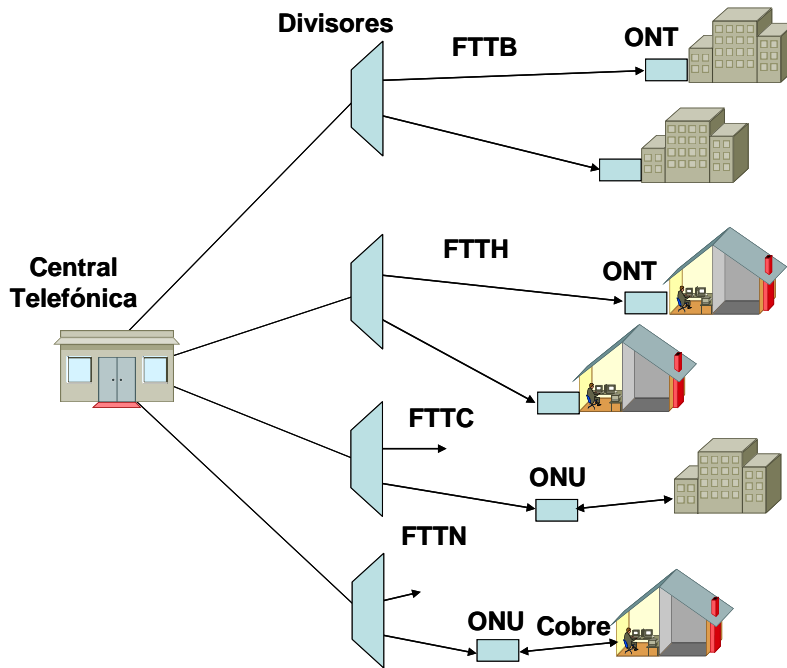


Figura 1.7 Escenarios FTTx.

A continuación, la Tabla 1.1 muestra los diferentes acrónimos utilizados en FTTx.

Acrónimo	Fiber to the...
FTTB	Business: Se refiere al desarrollo de la fibra óptica desde la central telefónica hasta la empresa o negocio.
FTTC	Curb: Se refiere al desarrollo de la fibra óptica desde la central telefónica hasta un equipo de comunicaciones localizado cerca del hogar o negocio.
FTTH	Home: Se refiere al desarrollo de la fibra óptica desde la central telefónica hasta el hogar. La diferencia principal entre FTTB y FTTH es que el negocio demanda mayor ancho de banda.
FTTN	Neighborhood: Similar a FTTC
FTTO	Office: Similar a FTTB.

Tabla 1.1 Acrónimos

1.4.1 Arquitectura de FTTH

Aunque la fibra óptica supera las limitaciones de las demás tecnologías de acceso, uno de los principales obstáculos para proporcionar el servicio a los hogares y a las pequeñas oficinas, es el costo elevado de conectar a cada usuario hasta la central telefónica.

Un gran número de conexiones Punto a Punto, P2P, requieren muchos componentes activos y una gran cantidad de cable de fibra óptica, dando altos costos de instalación y mantenimiento, comparados con los accesos tradicionales de cobre.

Junto con los enlaces P2P, se proporcionan conexiones Punto Multi Punto, P2MP, que ofrecen una solución atractiva a los problemas de costo.

Existen diversas arquitecturas para conectar a los usuarios en la red FTTH PON, sin embargo, en cualquiera de ellas, se requieren al menos los siguientes componentes:

- Una Terminal Óptica de Línea, OLT, en la central telefónica, tanto para P2P como para P2MP PON.
- Una fibra alimentadora desde la central telefónica hasta el divisor en enlaces P2MP PON.
- Un divisor por cada fibra alimentadora. PON puede utilizar múltiples divisores en cascada.
- Fibras de distribución y cables ópticos entre las ramas del divisor y las Terminales Ópticas de Red, ONT
- Un ONT (ONU conectado al UNI) localizado en las instalaciones del cliente.

La fibra alimentadora de la Oficina Central se lleva al hub distribuidor, FDH, (Fiber Distribuidor Hub), donde se encuentran uno o más divisores.

Desde ese punto, dependiendo de la topología, se conectan los usuarios. A cada cliente se le proporciona una ONT, conectado a una rama del divisor. La ONT proporciona conexiones para los diferentes tipos de servicio, (Voz, Datos y Video).

1.4.2 Tecnología FTTH

La tecnología FTTH es una expresión genérica para designar arquitecturas de redes de transmisión de alto desempeño, basada en tecnología óptica. Son redes totalmente pasivas, también llamadas PON, Passive Optical Network.

De una manera generalizada, en la central telefónica, en la sala de equipos, la señal se transmite por una red óptica donde en una región próxima a los usuarios, la señal se divide y se transmite a las ONTs, localizada en las instalaciones de los usuarios.

1.4.3 Componentes

Una red de transmisión basada en la arquitectura PON, como se muestra en la figura 1.8, está compuesta por los siguientes elementos:

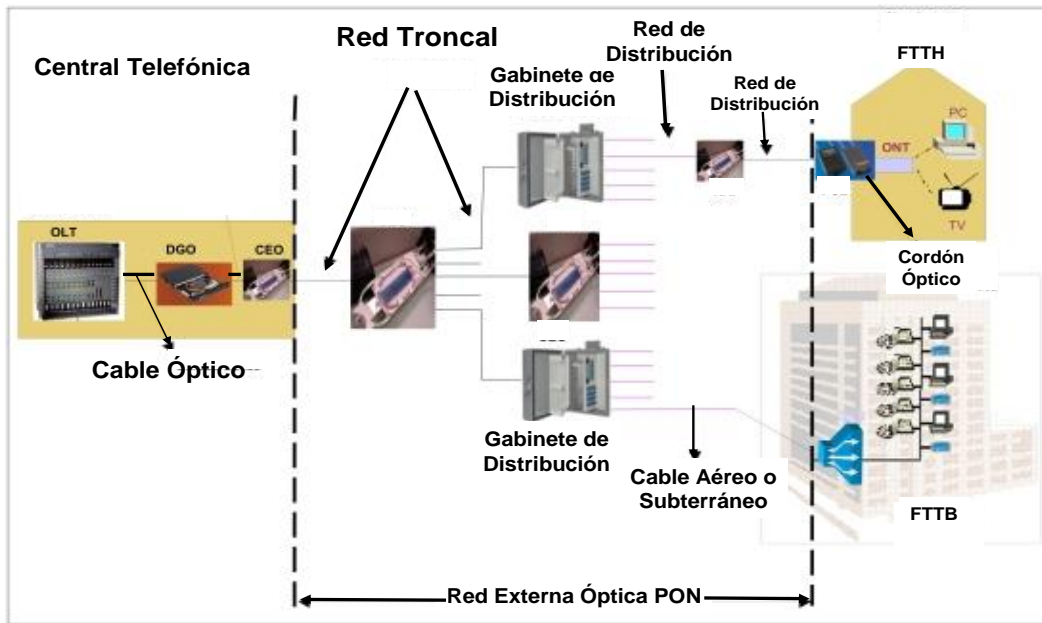


Fig. 1.8 Componentes FTTH.

Los divisores pueden ser modulares, estándar con fibras para empalme y tipo rugged (fibras y divisor con protección reforzada) para aplicaciones en cajas de empalme externas.

- **Red Óptica Distribución:** Compuesta por cables ópticos, llevan la señal de los centros de distribución a las áreas específicas de atención. Asociados a estos cables, se utilizan cajas de empalme para derivación de las fibras para una distribución mejorada de la señal.
- **Red Óptica de Acometida:** Compuesta por cables ópticos auto soportados de baja cantidad de fibras. A partir de la caja de empalme terminal, NAP, llevan la señal óptica hasta el usuario. El elemento de sustentación normalmente se utiliza para sujetar el cable de la casa / edificio del usuario. Pueden terminar en pequeños DIOs, (Distribuidor Interno Óptico), para la transición del cable para cordón óptico o en pequeños bloques ópticos, para la transición del cable para extensión óptica en el interior de la casa / edificio.

Debido a las grandes restricciones de espacio y utilización de conductos ya existentes, normalmente se utilizan fibras ópticas de características especiales, para evitar la pérdida de señal por curvaturas acentuadas.

- **Red interna:** A partir del bloque óptico o distribuidor interno óptico, se utilizan cordones ópticos para realizar la transición de la señal óptica de la fibra al receptor interno del usuario, con fibra óptica especial tipo All Wave Flex.

Las redes PON típicas están conformadas por:

- Un Terminal de Línea Óptico (Optical Line Terminal) OLT ubicado en la central,
- Varios elementos pasivos de ramificación óptica, denominados Splitter

- Varios Terminales de Red Ópticos (Optical Network Terminals) ONTs también denominados ONU (Optical Network Unit), los que se encuentran⁷ en la casa del usuario y presentan las interfaces hacia los dispositivos que con los cuales se hace uso del servicio.

1.5 La fibra en las redes públicas

En este apartado hacemos una breve exposición de las ventajas actuales de los portadores ópticos sobre los convencionales en las redes públicas de comunicaciones, tanto urbanas como interurbanas, así como a su aplicabilidad a los cables submarinos.

Las redes públicas urbanas de enlaces comprenden los haces de circuitos que unen a diferentes centrales de un núcleo urbano para la comunicación de cualquier abonado de una de ellas con cualquier otro de las demás. Estas redes forman estructuras malladas, de modo que, normalmente, cada central tiene acceso directo a todas las demás de ese núcleo urbano.

La unión entre áreas urbanas se realiza mediante arterias especializadas para cursar exclusivamente el tráfico entre ellas, para lo que todas las centrales urbanas disponen de un haz de enlaces que las unen en salida y llegada a una central especial cuya función es puramente de tránsito; es decir, cursa exclusivamente el tráfico hacia y desde otras áreas urbanas. De momento, las redes citadas soportan fundamentalmente transmisiones telefónicas bidireccionales de carácter analógico y digital.

1.5.1 Nuevas necesidades en las comunicaciones

Los sistemas ópticos se aplicaron en primer lugar para solucionar los problemas existentes en las comunicaciones públicas (necesidad de frecuencias más altas en la explotación, saturaciones de las redes urbanas en ciudades de gran número de

⁷ Amezcua Martínez Carlos, Seminario GPON, Intelmex Año 2011, Capítulo tres, GPON, Sistemas PON, pp.3-2 a 3-6

habitantes, etc.), aprovechando las cualidades propias de las fibras (ancho de banda mayor que el de los portadores metálicos, poco volumen, etc.).

- Los primeros sistemas comerciales aparecieron alrededor de 1977. Comprendían emisores LED o láser, fibras multimodo de salto de índice o índice gradual, trabajando en primera ventana, y fotodetectores de silicio. Las separaciones entre repetidores eran pequeñas, tanto por la alta atenuación de las fibras existentes como por el pequeño ancho de banda intermodal (no más de 50 MHz, Km), con lo que los primeros sistemas de comunicaciones de esta tecnología no excedían de las velocidades correspondientes a la tercera jerarquía digital (34 Mb/s en Europa).
- La segunda generación de fibras apareció en el mercado hacia 1984. El hecho de encontrar más bajas atenuaciones en la zona de 1300 nm, la fabricación de fibras monomodo, el avance tecnológico en la fabricación de emisores a base de diodo s láser y la aparición de fotodiodos APD, de mayor sensibilidad que los anteriores, permitieron velocidades de transmisión situadas en la cuarta jerarquía digital (140 Mb/s), con distancias de repetición del orden de 30 Km.
- La tercera generación, que comprende la mayor parte de los sistemas en servicio, opera con sistemas de hasta 565 Mb/s y secciones de regeneración típicas de 50 Km en segunda o tercera ventanas sobre fibras optimizadas. Se trabaja actualmente sobre emisores de espectro estrecho para adaptarlos a fibras en tercera ventana y trabajar con velocidades de 1,2 o 1,7 Gb/s, manteniendo la distancia entre repetidores, lo que permite aumentar la capacidad de los sistemas con modificaciones mínimas de la planta instalada⁸.

⁸ Rubio Martínez Baltazar, Introducción a la ingeniería de la fibra óptica, Ed, ra-ma 1994 , Capitulo 13, las redes de fibra óptica, pp. 278-280

Capítulo 2 Norma de construcción de la red secundaria de fibra óptica autosoportada

Con la aparición de nuevos servicios ofrecidos a través de las redes digitales, como consulta de documentos multimedia, IPTV, juegos en línea, descarga de archivos de audio y video, etc., la demanda por mayores anchos de banda en la red de acceso crece enormemente. Varios autores estiman que en el corto plazo se necesitarán entre 50 y 100 Mb/s en el canal descendente y 30 Mb/s en el canal ascendente por usuario 14. Estas tasas llevan al límite la capacidad de las tecnologías de acceso fijas basadas en cobre, e inalámbricas, lo que ha incentivado el despliegue de fibra óptica en la red de acceso.

Para el transporte de información, la fibra óptica es sumamente atractiva dadas su total inmunidad a interferencias electromagnéticas, su poca atenuación, y sobre todo, a su enorme capacidad. Con las modernas técnicas de fabricación, se estima que una sola fibra puede alcanzar un ancho de banda de 2.5 Tb/s (Hurtado et al., 2006). Sin embargo, los despliegues de fibra óptica tienen un costo elevado, sobre todo a muy alta velocidad, por lo que los operadores deben elegir cuidadosamente la arquitectura de red apropiada, y el momento oportuno para implementarla.

Típicamente, la red óptica está formada por un dispositivo llamado terminal de línea óptica (OLT, *Optical Line Terminal*) en las instalaciones del operador, un conjunto de terminales ópticos en las instalaciones del usuario (ONT, *Optical Network Terminal*) o cerca de él (ONU, *Optical Network Unit*) y elementos que agregan y desagregan las fibras individuales en la red de acceso. Estos elementos pueden ser activos (es decir, dispositivos electrónicos que requieren de energía eléctrica para operar) como multiplexores y conmutadores, o pasivos, llamados separadores ópticos (*splitters*).

Las redes con elementos pasivos (PON, *Passive Optical Network*) son más atractivas económicamente y por consiguiente, son las más comunes.

Salvo en algunos casos, resulta inviable económicamente sustituir por completo la red de abonado con enlaces de fibra óptica, por lo que los operadores tienden a realizar los despliegues de fibra hasta un punto “x” de la red de acceso (FTTx, *fiber to the point x*), como se muestra en la figura 2.1.

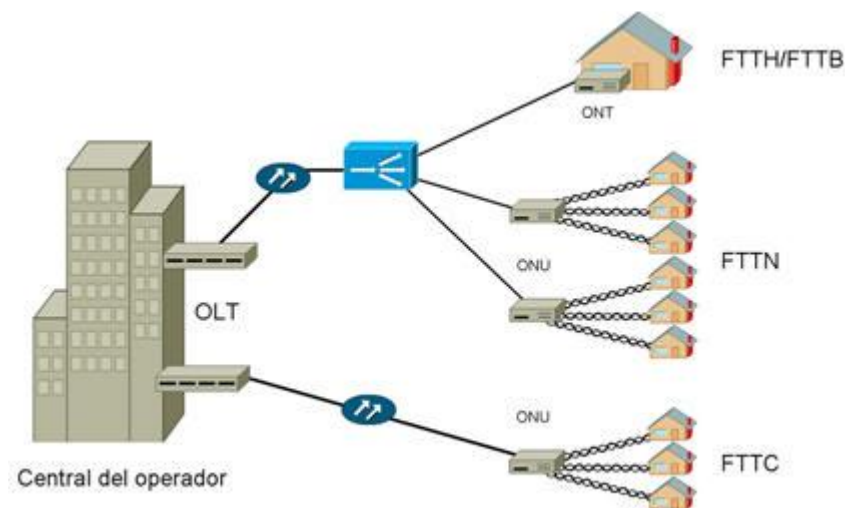


Figura 2.1 Arquitecturas de redes de acceso ópticas.

En las redes FTTH/FTTB, la fibra llega hasta el hogar (“*H*ome”) o hasta el edificio (“*B*uilding”) del usuario. Esta arquitectura se puede utilizar para despliegues en nuevos desarrollos urbanos¹ o para usuarios que requieren de accesos con un gran ancho de banda, como grandes empresas, escuelas y en general, centros con gran concentración de usuarios. Los despliegues FTTB son más viables pues el costo de la red se prorroga entre todos los departamentos.

En las redes FTTC (*fiber to the curb*) y FTTN (*fiber to the node*) se aprovecha parte de la red de abonado telefónica, lo que abarata y simplifica el despliegue de la red de acceso. Los ONU se localizan en los gabinetes de cableado o en los

¹ En la actualidad, es común que se realicen despliegues paralelos de par de cobre y de fibra óptica en los nuevos desarrollos.

postes de distribución y se encargan de realizar la conversión eléctrica-óptica de las señales, así como de la transformación entre los formatos de entramado utilizados en cada sección.

Como puede observarse, en las redes PON el ancho de banda de la fibra se comparte entre varios usuarios, por lo que es común limitar a 32 el número de accesos en los separadores ópticos.

Existen varios estándares para las redes PON. El primero en aparecer fue APON (ITU G.983) y ofrece una capacidad de 622 Mb/s descendente y 19 Mb/s en el canal ascendente. BPON ofrece los mismos servicios y agrega un canal para distribución de video. GPON (ITU G.984) utiliza un entramado especial (*Generic Framing Procedure*) para ofrecer velocidades hasta de 2.5 Gb/s y 78 Mb/s en los canales descendente y ascendente. EPON (IEEE 802.3ah), es la norma que se utiliza en redes metropolitanas ofreciendo velocidades de 1G y 30 Mb/s. Una tecnología prometedora, WPON está en fase de estandarización. Basada en WDM, la idea es que el separador óptico entregue una longitud de onda a cada usuario, lo cual permite incrementar sustancialmente la capacidad disponible para cada uno de ellos. China, Corea y Japón han mostrado un gran interés por desplegar fibra óptica en la red de acceso.

Japón es el líder indiscutible en este rubro con 6.3 millones de suscriptores. En Estados Unidos, Verizon, SBC y BellSouth han iniciado agresivamente sus despliegues. En julio de 2005, 1.32% de los hogares americanos contaba con accesos de fibra y, de ellos, 13% habían contratado servicios.

En Europa y América Latina, el despliegue ha sido más lento, a veces promovido por los gobiernos locales directamente o en modalidades de co- inversión.

Entre las razones que explican el desarrollo cauteloso en estas y otras regiones del mundo, suelen mencionarse la falta de certeza sobre el retorno de la inversión

dado que el abanico de servicios que demandan gran cantidad de ancho de banda no han madurado lo suficiente, y, sobre todo, la falta de claridad de los marcos regulatorios. Para estimular la competencia, en muchos países los operadores dominantes son forzados a permitir que sobre sus redes de acceso, los operadores entrantes puedan prestar servicios a sus propios clientes. Si bien esto es benéfico para los consumidores, el operador dominante se encuentra motivado para modernizar su infraestructura².

A continuación se describe norma de construcción de la red secundaria de fibra óptica autosoportada para el caso del carrier dominante en nuestro país, para la cual se rige por los siguientes documentos de referencia:

- (N/03/012). Norma de Construcción de Redes Aéreas con Cables de Cobre.
- (B/03/045). Boletín técnico: instalación de Cierre para Fibra óptica FOSC 450 BS.
- (B/03/047). Boletín técnico: instalación de Cierre para Fibra óptica FOSC 350C.
- (B/03/046). Boletín de instalación de Terminal óptica GIKO ONU IP65 para proyectos de Fibra óptica a la Casa (FTTH).
- (B/03/048). Boletín de instalación de Terminal Óptica TYCO OFDC-ISROD para proyectos de Fibra óptica a la Casa (FTTH).

2.1 Desarrollo

La Red Secundaria, instalada entre la Caja de Distribución o Cierre de Empalme de Distribución Óptica y los Puntos de Dispersión o Terminales, se encuentra generalmente en forma aérea donde los cables telefónicos se instalan en Postería: El esquema general de la Red Secundaria se muestra en la figura 2.1.

² Incera José, Cartas Rodolfo, Cairo Osvaldo, Redes Digitales: Presente y Futuro, Fibra óptica Laboratorio de Redes Avanzadas, ITAM Reporte Técnico LRAV 10507Mayo 2007, pp 14-16
<http://allman.rhon.itam.mx/~jincera/IntroRedesDigitales.pdf>

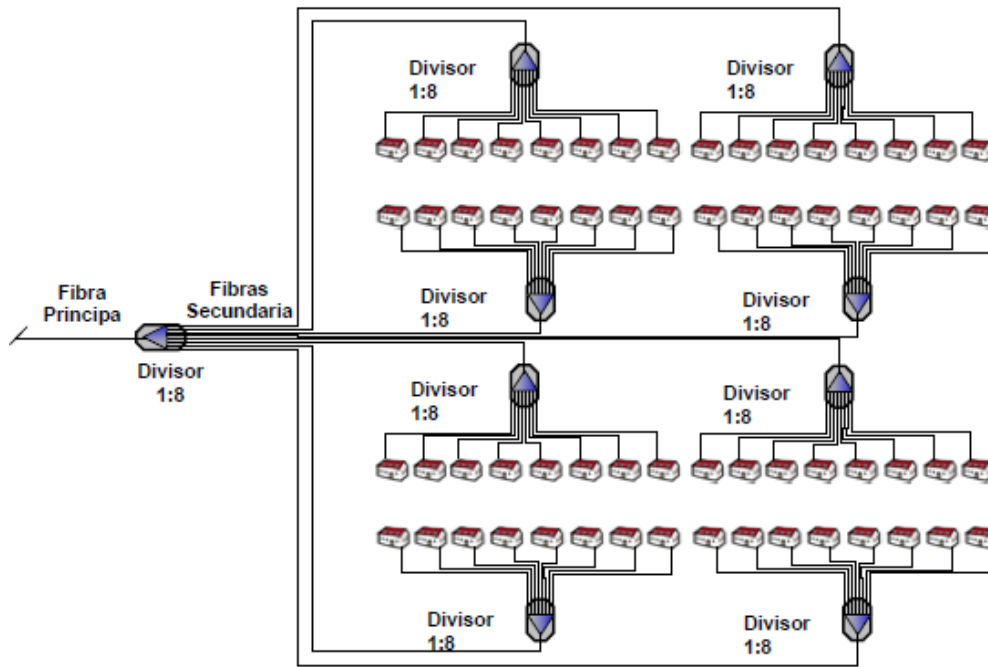
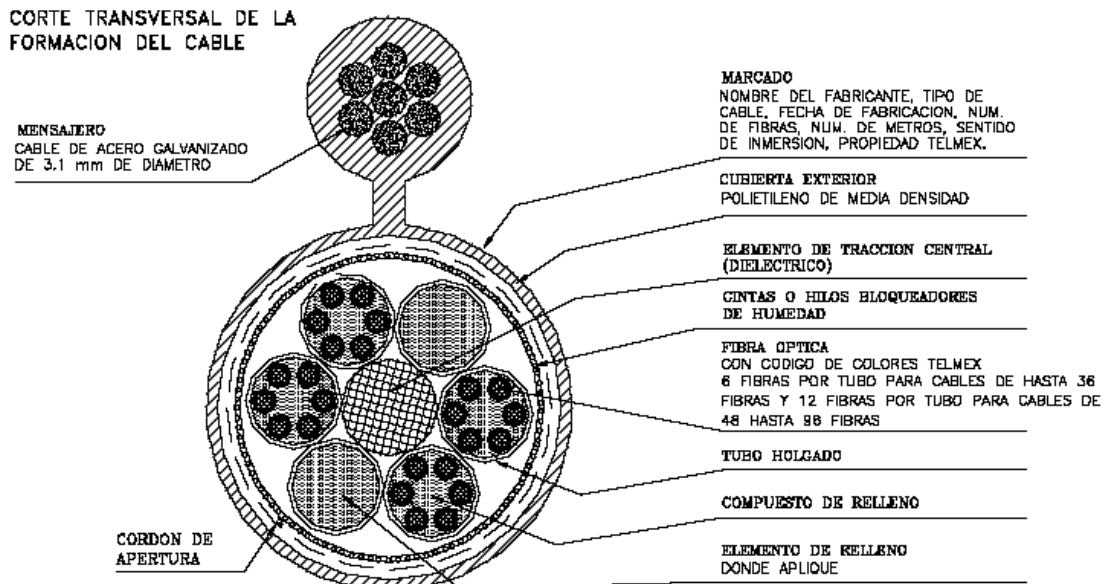


Figura 2.1. Esquema General de la Red Secundaria.

2.1.1 Cables aéreos de fibra óptica

El Cable Autoportado de Fibra Óptica Dieléctrico AFDTP-1, está compuesto por un cable mensajero de 3.1 mm. De \varnothing de acero galvanizado, cubierta exterior de polietileno de media densidad, elemento de tracción Central Dieléctrico, elemento de relleno, Tubo holgado y cordón de apertura. (Ver figura 2-12 y tabla 2.1).



NOTAS: - DEBE CUMPLIR CON LA E.B. 4-01
- TENSION MAXIMA DE INSTALACION: 5000 N SOBRE EL MENSAJERO DE ACERO

Figura 2. 2.- Descripción técnica del cable de Fibra Óptica Dieléctrico AFDTP-1

Tolerancia ± 5 %

CATALOGO SIATEL	NUM. DE TUBOS	NUM. DE FIBRAS POR TUBO	NUM. DE FIBRAS DEL CABLE	DIAMETRO DEL CABLE (mm)	PESO APROX. (Kg/Km)	*LONGITUD DEL CABLE EN CARRETE
1028216	6	6 FIBRAS / TUBO Y 5 RELLENOS	6	10 ± 0.5	73 ± 2	1950
1028217	6	6 FIBRAS / TUBO Y 4 RELLENOS	12	10 ± 0.5	74 ± 2	1950
1028218	6	6 FIBRAS / TUBO Y 2 RELLENOS	24	10 ± 0.5	76 ± 2	1950
1028219	6	6 FIBRAS / TUBO	36	10 ± 0.5	78 ± 2	1950
1028221	6	12 FIBRAS / TUBO Y 2 RELLENOS	48	11.5 ± 0.5	97 ± 2	1950
1028264	6	12 FIBRAS / TUBO	72	11.5 ± 0.5	101 ± 2	1950
1028267	6	12 FIBRAS / TUBO	96	13 ± 0.5	130 ± 2	1950

Tabla 2.1.- Capacidad y características del Cable Autoportado de Fibra Óptica Dieléctrico AFDTP-1-

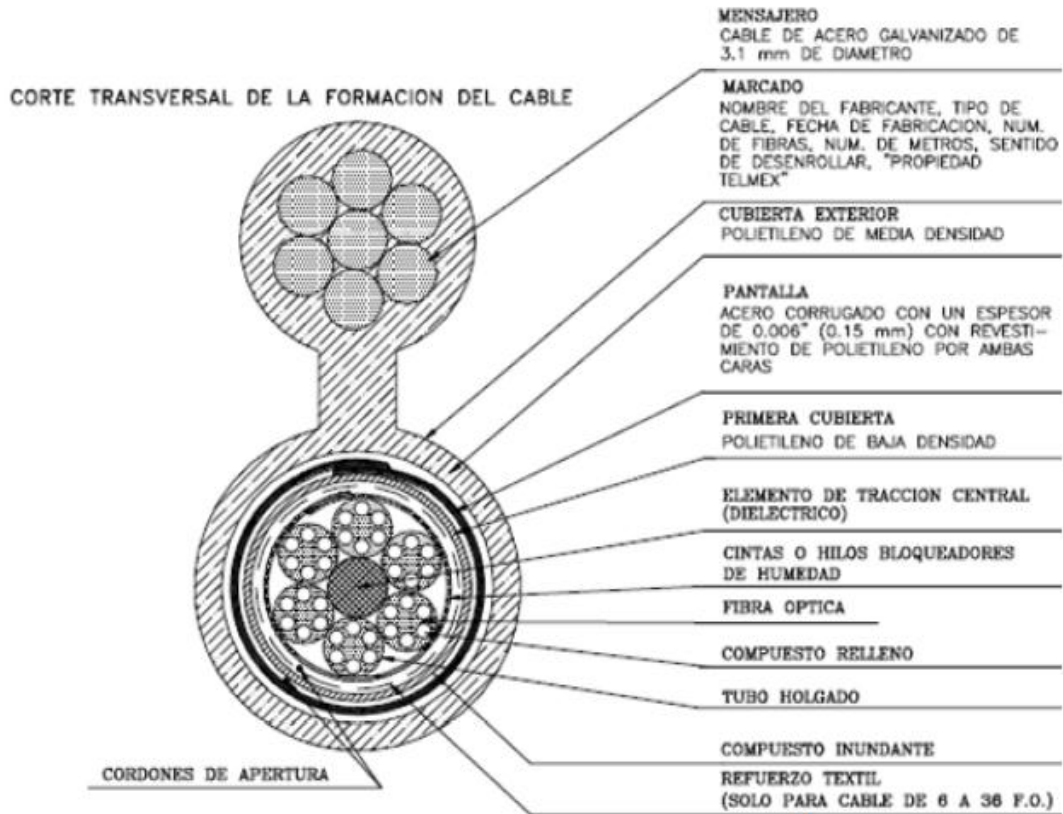


Figura 2.3.- Descripción técnica del cable de Fibra Óptica TM-6N

Tolerancia ± 5 %

CATALOGO SIATEL	NUM. DE FIBRAS POR TUBO	NUM. DE FIBRAS DEL CABLE	PESO APROX. (Kg/Km)	*LONGITUD DEL CABLE EN CARRETE (m)
1001089	6 FIBRAS / TUBO Y 5 RELLENOS	6	228	1950
1001090	6 FIBRAS / TUBO Y 4 RELLENOS	12	228	1950
1001091	6 FIBRAS / TUBO Y 2 RELLENOS	24	228	1950
1014003	6 FIBRAS / TUBO	36	228	1950

Tabla 2.2.- Capacidad y características del Cable Autoportado de Fibra Óptica TM-6N.

2.1.2 Postes

Los Postes son los elementos de apoyo, dispersión y distribución de los cables de las redes aéreas.

Los Postes utilizados actualmente por el operador telefonico, son de madera de pino tratada con sales hidrosolubles, que los protegen contra las acciones del medio ambiente. La tabla 2.3 muestra las longitudes y características de los Postes.

Medida con carga aplicada a 0.61 m (2 pies) de la punta.

CATALOGO SIATEL	Longitud		Características	
	Pies	Mts.	Peso (Kg.)	Resistencia a la ruptura * (Kg.)
1000361	25	7.6	126 a 140	540
1000362	30	9.20	180 a 200	680
1000363	35	10.70	235 a 265	860
1000364	40	12.20	265 a 300	860
1000365	45	13.70	340 a 450	860

Tabla 2.3 Postes: Longitud y Características

Por su uso se clasifican en tres tipos:

1. **Postes con terminal.** Sirven para fijar los Puntos de Dispersión de la Red Secundaria y los diferentes accesorios de sujeción y empalme de los cables aéreos.
2. **Poste intermedio o de paso.** Sirve como punto de carga de los cables aéreos.
3. **Poste de apoyo.** Se emplea para detener el Cordón de Acometida en su trayectoria de conexión al Cliente y para el remate de la guía del cable en: retenida a poste, instalación de cruceros y cambios de dirección de 90°.

2.1.3 Materiales, herramienta y equipo

Materiales y Herramientas	Cat. Siatel	Materiales y Herramientas	Cat. Siatel
Burro para postes	1002388	Escalón de hierro para poste de madera	1000394
Toro para postes	1002713	Escalón de madera para poste de madera	1000395
Pala cuadrada	1002535	Gato para bobina	1002473
Pala cuchara	1002536	Polea para tender cable ASPB	1002558
Remate Reliable 3T, diámetro 6.3 mm	1000417	Tensor mordaza p/jalar cable guía y asp	1002708
Remate Reliable 3T, diámetro 3.1 mm	1000418	Tijeras p/cortar guía acero hasta 7.9 mm.	1002710
Remate Preformado para guía 3.1 mm.	1010389	Eslabón destorcedor p/jalar cable cobre 2000 Kg.	1002453
Tornillo con tuerca, 13 Mm. x 229 mm. para Soporte para Colgante	1008132	Dinamómetro	1002341
Ancla para Remate de Hierro Galvanizado	1000372	Soporte Pija	1000441
Escalera extensión aluminio 7.5 m	1002447	Colgante para cable	1000431
Escalera extensión aluminio 9.5 m	1002448	Soporte para cable	1000421
Cono reflejante	1002422	Gaza de Hierro para 3 Toneladas	1000401
Cuchillo para cable chico	1002431	Crucero para cable mensajero	1000386
Cuchillo para zapatero	1002433	Conector para continuidad y conexión del mensajero	1000683
Guía de acero 6.3 mm. Ø para Retenida	1000966	Pértiga telesc. Aisl.	1011117

Tabla 2.4 Lista de Materiales y Herramientas.

Material	Cat. Siatel	Material	Cat. Siatel
Ancla para Remate Acero Inoxidable	1000371	Remate Malico para Cables Aéreos de 3.1 mm. ø.	1000416
Ancla para cono Acero Inoxidable	1000373	Remate Malico para Cables Aéreos de 6.3 mm. ø.	1000415
Gaza en Acero Inoxidable	1000400	Soporte Pija Acero Inoxidable.	1000439
Guía de acero/aluminio 6.3 mm. Ø	1000965	Colgante Cable Autoportado Acero Inox.	1000432

Tabla 2.5 Materiales Para Uso Exclusivo de Zonas Costeras.

Equipo	Cat. Siatel	Equipo	Cat. Siatel
½ Bota con casquillo	1002634-1002643	Cinturón para celador	1002413
½ Bota Dieléctrica	1002659-1002671	Defensa en pozo	1002435
Banderola roja	1002351	Guantes para Operario (N° 9, 10 y 11)	1002476 / 7 / 8
Bandola de seguridad de Nylon	1002353	Anteojos de seguridad	1002348
Casco de seguridad p/operario	1002401	Paraguas para cablista	1002540

Tabla 2.6 Lista de Equipo de Seguridad.

2.1.4 Instalación del cable aéreo autoportado

Consideraciones generales.

- La trayectoria del Cable Principal cobre o Fibra debe ser por el lado del arroyo, y la del Cable Secundario por el lado del paramento (banqueta).
- En Postes de paso se debe colocar, como herraje de sujeción, “Tornillo con Tuerca 13 x 229 mm. para Soporte para Colgante”, colgante y soporte para cable, a 55 cm del desagüe del poste.
- En Postes Nuevos para Remate de cable, se debe instalar a 60 cm del desagüe del poste, Ancla para Remate.
- En Postes con cables de cobre existentes, se deben utilizar los herrajes existentes en los postes, salvo en los postes de paso, donde se instalará el “Tornillo con Tuerca 13 x 229 mm. para Soporte para Colgante, colgante y soporte para cable.
- Para rematar los cables se debe utilizar Remate Reliable de 1.5 toneladas, Remate Malico o Remate Preformado.
- Se pueden rematar 2 cables por cada orificio del Ancla para Remate.

2.1.5 Alturas de instalación de acuerdo a la normatividad del carrier y la NOM 001 SEDE 1999

La Norma Oficial Mexicana (NOM 001SEDE-1999 "INSTALACIONES ELECTRICAS" (UTILIZACIÓN)) en su tabla 922-41 determina las alturas mínimas y condiciones de instalación sobre el suelo, agua o vías férreas, de los cables aéreos.

Tomando en consideración las características de los cables aéreos y postes utilizados por el carrier, la tabla 2.3 muestra una guía para la elección de la Postería a utilizar, para cumplir con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana, citada.

Para verificar la altura de instalación del (los) cable(s), se debe utilizar la Pértiga Telescópica (No. Catálogo: 1011117)., para alturas de instalación de red se debe

aplicar tablas de Altura de Cables Aéreos Auto soportados Sobre la Superficie de Suelo, Agua o Vías Férreas, de acuerdo al Documento Técnico NORMA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES AÉREAS CON CABLES DE COBRE, REF N/03/012, vigente.

Recomendaciones Generales.

1. Antes de iniciar la operación de colocación del cable, revisar que en el tramo de la corrida donde se va a instalar el cable, no existan obstáculos que interfieran con los trabajos de instalación.
2. Las medidas de seguridad se deben extremar tanto para protección del personal técnico, como para terceros en sus bienes y en sus personas.
3. Cuando se requiera, usar señales de advertencia para definir el área de trabajo y dirigir el tráfico en forma segura.
4. No permita que los vehículos pasen sobre el cable durante las operaciones de instalación.
5. Durante las diversas maniobras de instalación del Cable, se debe respetar el radio mínimo de curvatura para el cable (20 veces el diámetro).
6. Utilice guantes de protección durante el proceso de conexión entre el mensajero y la toma de tierra.
7. La instalación del cable en postería con cables en servicio, debe hacerse con precaución para no dañarlos.
8. Cuando por la magnitud del trabajo se requiera de varias cuadrillas, debe existir un coordinador general de los trabajos.
9. Antes de iniciar las maniobras de instalación del cable, verifique que los postes y retenidas sean los adecuados y estén debidamente preparados con los herrajes de sujeción correspondientes.
10. Confirme la disponibilidad de todo el material y equipo necesario para el trabajo de instalación, tensando y rematado de los cables.
11. Tome en cuenta los obstáculos que existan en el área de trabajo (anuncios, árboles, etc.) para evitar enganches con el cable.

12. Para desenrollar un carrete, utilizar los Gatos para Bobina o Bobina sobre remolque, como se observa en la siguiente figura 2.4.

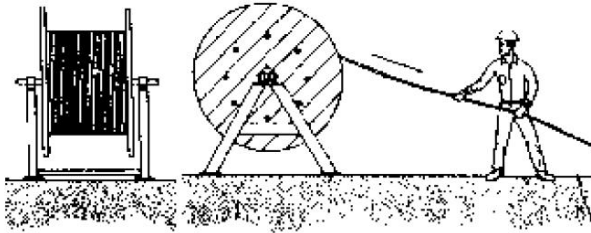


Fig. 2.4 a) Utilización de Gato Para Bobina en el manejo del Carrete de Cables.

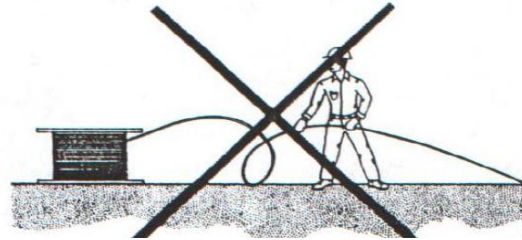


Fig. 2.4 b) Nunca desenrolle el cable con el carrete acostado, pues se forman "cocas" que dañan el cable.

13. Al descargar los carretes de un camión o plataforma, no se deben dejar caer; debe utilizarse el medio mecánico apropiado como: grúa, montacargas, plataformas, etc.

2.1.6 Instalación del cable por el Método del Remolque Portabobinas en Movimiento

El método del remolque portabobinas en movimiento para instalar el Cable Aéreo en postes, es usado donde el remolque puede ser movido a lo largo de la trayectoria de los postes, en donde el cable va a ser instalado y no hay obstáculos que impidan elevar el cable hasta su posición final.

- Tender el Cable Aéreo Autoportado en el piso sin arrastrarlo; trasladar el carrete en portabobinas sobre un remolque e ir desenrollando el cable. (Véase figura 2.4.a).
- El Cable no se debe arrastrar; para la instalación el Método del Remolque portabobinas en movimiento, se debe tender en el suelo conforme se retira del carrete; el extremo del cable debe sujetarse a un poste o ancla.

- Mover el Remolque Portabobinas en dirección del poste en el cual el cable va a ser sujetado inicio de corrida, y parar el Remolque Portabobinas hasta que éste haya alcanzado una distancia de 12 a 20 m adelante del poste. (Véase figura 2.5).

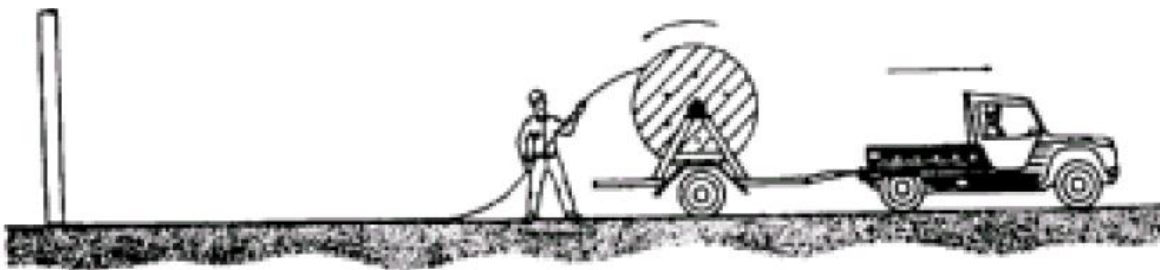


Figura 2.5 Carrete en movimiento para desenrollar el Cable Aéreo Autoportado.

- En el manejo o traslado de los carretes, la punta del conductor debe estar sujeta en la cara interior del carrete.
- Elevar el cable en el poste en forma manual usando un gancho o pértiga.
- Colocar el cable sobre ganchos de soporte temporal colocados previamente en el poste (véase figura 2.6), procurando mantener una tensión suficiente con el remolque para que no cuelgue demasiado y ocasione problemas por libramiento inadecuado con algunos obstáculos o superficies.

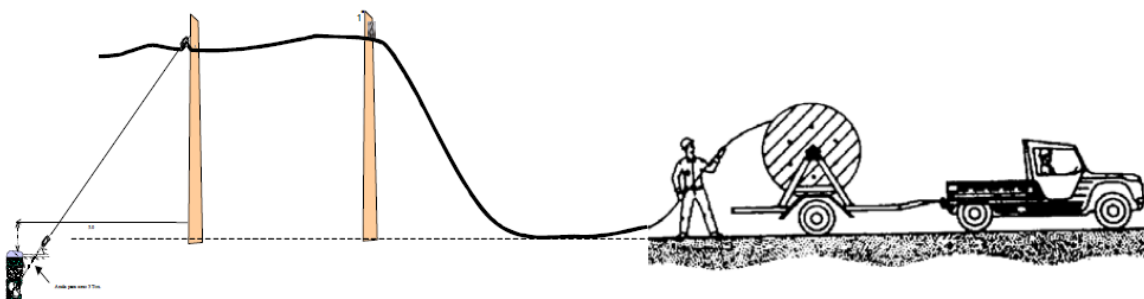


Figura 2.6 Colocación del Cable Aéreo Autoportado en los postes con Remolque Portabobinas en Movimiento.

- Repetir los pasos descritos, hasta alcanzar el último poste o un poste intermedio en el cual el cable tiene que ser tensado.

- Para el tendido de tramos cortos (menores a 300 m) de cable en rollo sin carrete, se debe rodar directamente sobre el piso en el lugar del tendido. (Véase figura 2.7).

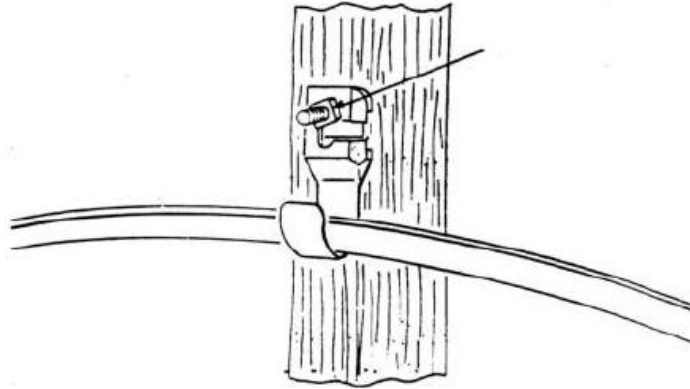


Figura 2.7 Colocación del gancho de soporte temporal del cable autoportado.

- Una vez tendido el Cable Aéreo Autoportado sobre la postería, rematar en el extremo de inicio de tendido del cable y, jale el otro extremo con el Tensor mordaza p/jalar cable guía.
- Después de dar la tensión, se corta el cable dejando suficiente punta para la conexión de empalmes y/o gazas de acuerdo a proyecto.
- Durante todo el proceso de tender y tensar el Cable Aéreo Autoportado, es necesario vigilar constantemente que el cable no se enganche con algún obstáculo.
- En el caso de que árboles u obstáculos impidan el uso del Método del Portabobinas en movimiento para pequeñas secciones cercanas al final de la corrida, se debe proceder de la manera siguiente:
 - Posicionar el carrete de cable y jalar el cable salvando los obstáculos usando el Método del Remolque Portabobina Estacionado.
 - Terminar la operación de colocación del cable usando el Método del Remolque Portabobina en Movimiento.

2.1.7 Instalación del cable por el Método del Remolque Portabobinas Estacionado (fijo)

Este método se utiliza en el caso de que árboles u obstáculos impidan la colocación del cable en los postes mediante el Método del Remolque Portabobinas en Movimiento.

El trabajo consiste básicamente en:

- Colocar el remolque o gato portabobinas con el cable en un extremo de la corrida.
- Colocar en cada uno de los postes a lo largo de la trayectoria, las poleas para que el paso de cables sea para trayectorias rectas o para cambios de dirección.
- Jalar el Cable Autoportado, pasándolo a través de las poleas ubicadas en cada poste.
- Tensar el cable por segmentos de Poste de Remate a Poste de Remate. (Véase figura 2.8).

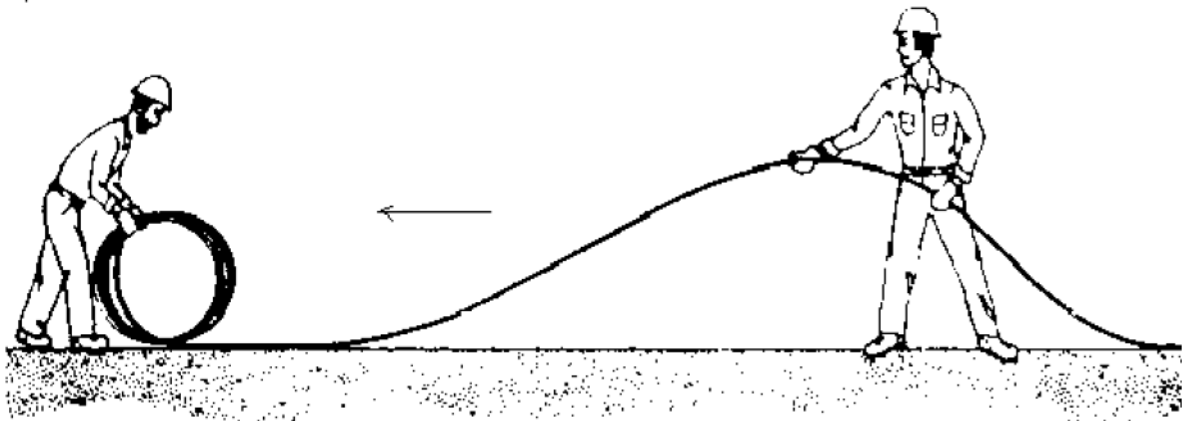


Figura 2.8. Rodamiento de tramo corto de Cable Aéreo Autoportado sin carrete.

- Preparación del cable para su instalación por jalado. El uso del Eslabón Destorcedor para jalar Cables Aéreos Autoportado, es fundamental durante el proceso de instalación para evitar que el cable gire longitudinalmente y que, al torcerse, se provoquen fallas mecánicas; el eslabón destorcedor homologado se ilustra en la figura 2.9.

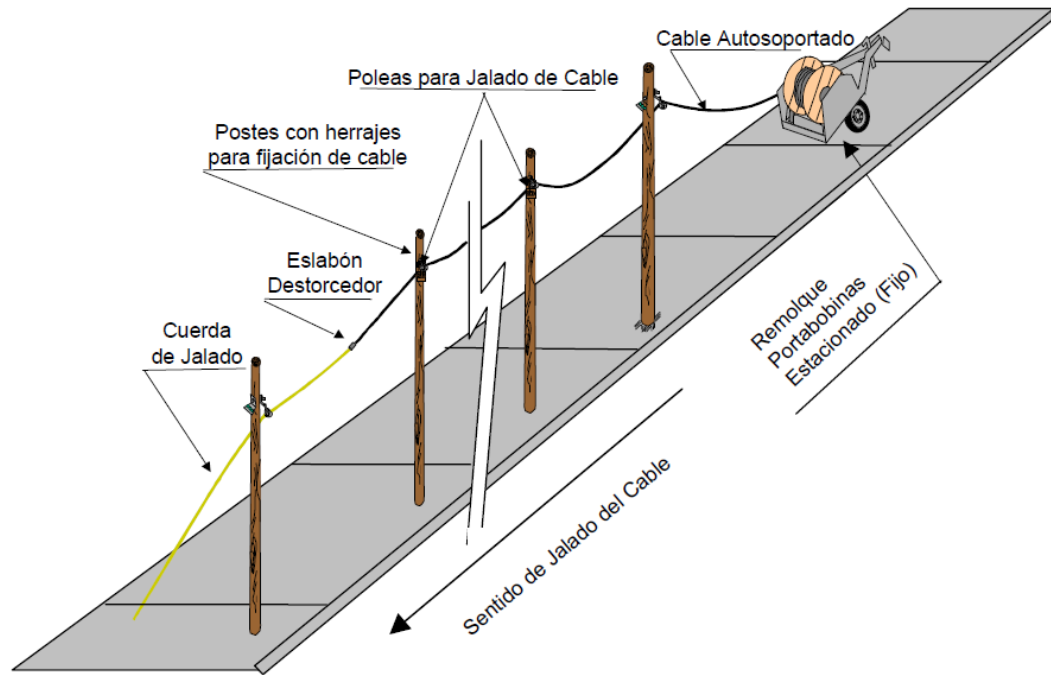


Figura 2.9 Esquema de instalación de Cable Autoportado, por el Método de Portabobinas Estacionado (Fijo).

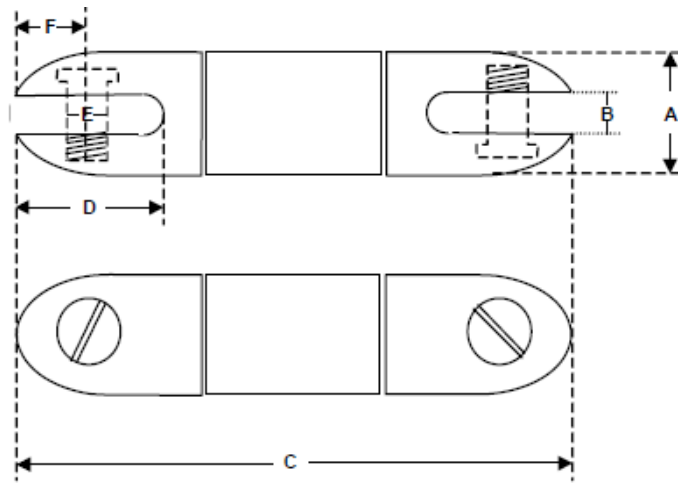


Figura 2.10 Eslabón Destorcedor para jalar Cables Aéreos Autoportado

NUMERO DE CATALOGO	CARGA DE RUPTURA	USO	DIMENSIONES (mm.)					
			A	B	C	D	E	F
1002452	900Kg	CABLE DE COBRE	22.22	9.65	114.55	26.92	7.87	13.46
1002453	2,000Kg.		31.75	14.22	138.17	34.03	9.39	14.98

Tabla 2.7 Dimensiones del Eslabón Destorcedor para Jalar Cable.

La preparación para el jalado del cable aéreo autoportado se realiza de la siguiente forma (Véanse figuras 2.10 y 2.11):

- Remueva 10 cm de la cubierta del mensajero y cortar el cable que excede del mensajero descubierto.
- Fije el cable del mensajero al eslabón destorcedor.
- Conecte la línea de jalado al otro extremo del eslabón destorcedor (cable de polietileno de 13 mm. (½")).
- Fije el cable con el cable de acero del mensajero mediante una abrazadera.
- Forme una estructura uniforme de cable - mensajero - extremo del eslabón destorcedor, mediante la aplicación de cinta vinílica tres a cuatro vueltas a medio traslape.

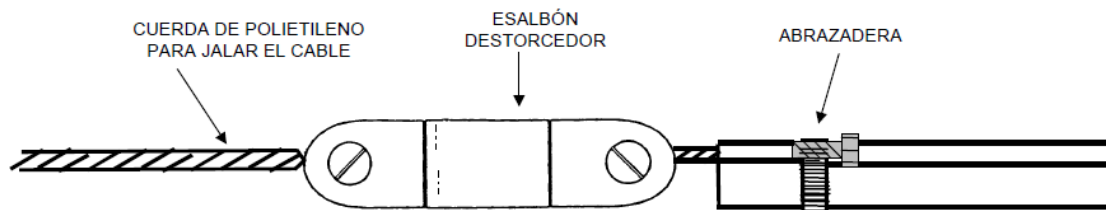


Figura 2.11 Preparación del cable para su instalación con el eslabón destorcedor.

Instalación del cable por jalado.

- El Remolque Portabobinas del cable puede, en la mayoría de los casos, ser estacionado en la parte final de la sección de "Jalado".
- La distancia entre el Remolque Porta Bobinas con el cable y el primer poste, debe ser 2 veces la altura del poste, medido a partir del nivel de tierra (Véase figura 2.12).

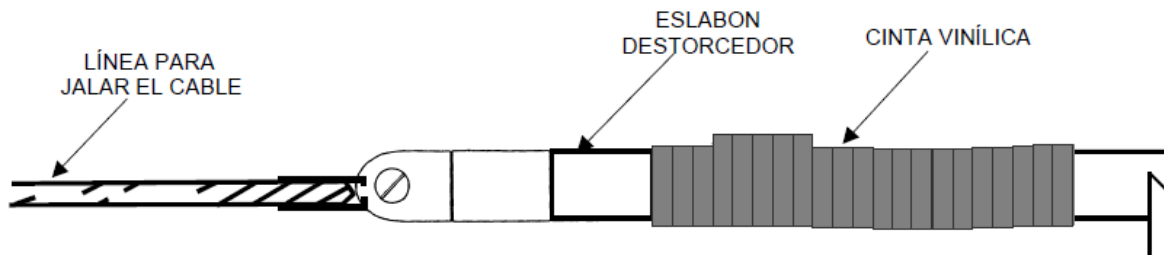


Figura 2.12. Formación de una estructura uniforme para el jalado del cable.

- El cable debe desenrollarse de la parte superior del carrete.
- El Remolque Portabobinas con el cable, debe estar en línea con los postes.

Las poleas para soporte temporal y jalado del cable, en los postes que se encuentran en línea recta o con cambios de dirección menores a 30 grados de ángulo de cambio, son como las mostradas en la figura 2.13

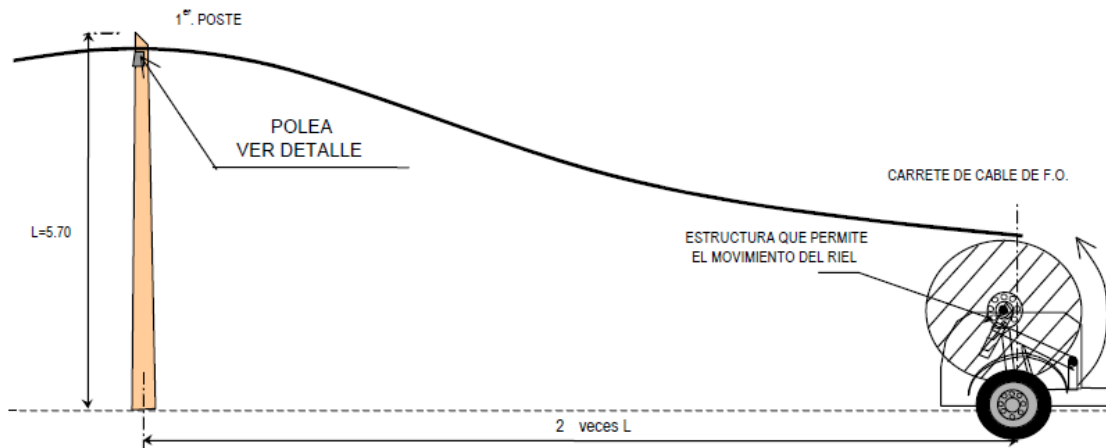


Figura 2.13 Separación del carrete de cable con el primer poste.

Si el cable autoportado va a ser jalado en esquinas excediendo un ángulo de cambio de 30 grados pero menor a 60 grados, el grupo de poleas con las armaduras 1 y 2 (véase figura 2.14) deben ser usadas de la siguiente manera:

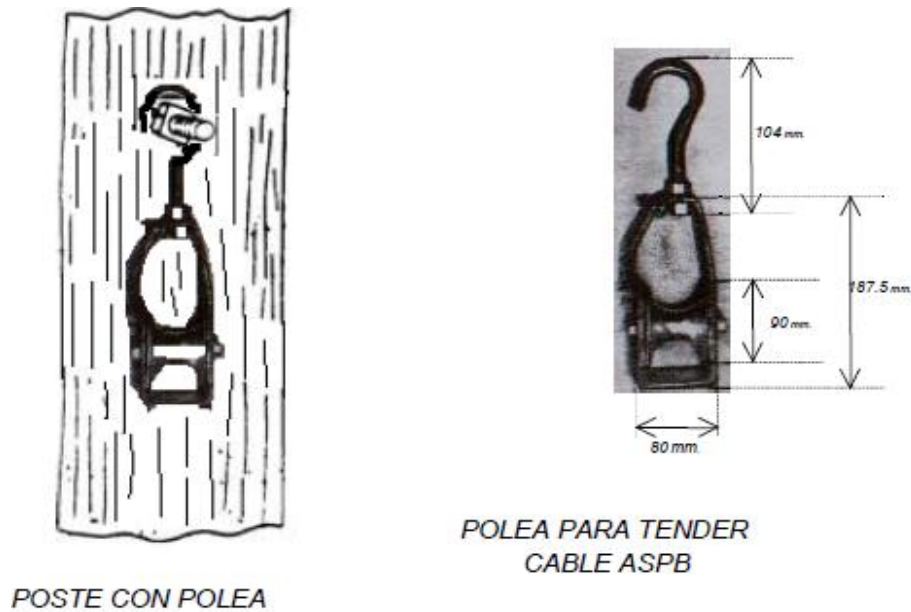


Figura 2.14 Polea para jalado en línea recta o cambios de dirección menores a 30 grados.

1. El juego de poleas con la armadura 1 puede ser usado en esquinas donde el jalado del cable es hacia el poste, sin exceder 60 grados de ángulo de cambio.
2. El juego de poleas con la armadura 2 puede ser usado en esquinas donde el jalado del cable es en contra del poste, sin exceder 60 grados de ángulo de cambio.

Si el cable autoportado va a ser jalado en esquinas excediendo un ángulo de cambio de 60 grados, se instalará una polea como la mostrada en la figura 2.15.

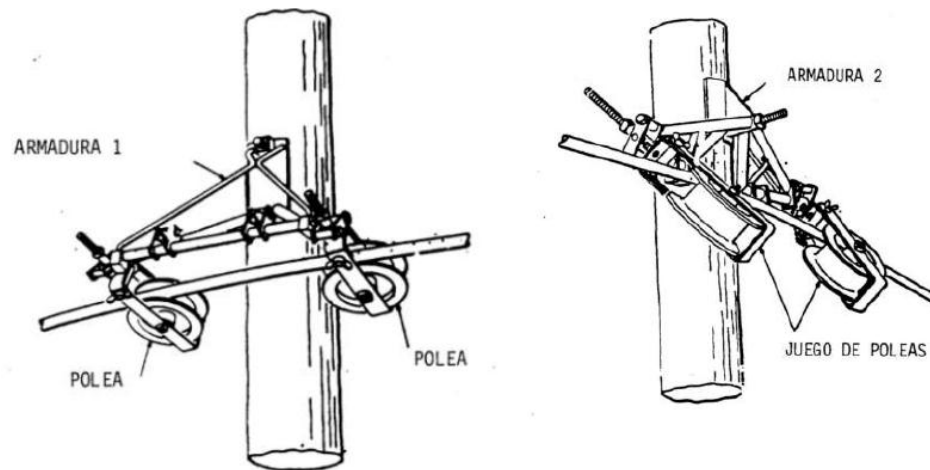


Figura 2.15. Utilización y Colocación de Polea en Cambios de dirección.

2.1.8 Tensado del Cable Aéreo Autoportado.

La distancia interpostal promedio (claro dominante 60 m.) nos permite calcular las tensiones de instalación del cable aéreo autoportado de fibra óptica fig. 2.9 (pág. 52), y dado que la especificación para los cables es que la flecha no debe ser mayor al 1% de la longitud del claro de instalación.

La tabla 2.8 muestra la relación entre flecha y tensión, estableciendo que el tendido se hará a tensión constante.

Temperatura Al Instalar (°C)	Tensión de Instalación (kg)	Longitud del Claro en metros						
		30	40	50	60	70	80	90
		Flecha en centímetros						
0	655	8	14	22	32	43	56	71
5	625	8	15	23	33	45	59	75
10	600	9	15	24	35	47	61	78
15	575	9	16	25	36	49	64	81
20	550	9	17	26	38	51	67	84
25	530	10	17	27	39	53	69	88
30	510	10	18	28	41	55	72	91
35	490	11	19	29	42	57	75	N.A
40	470	11	19	30	44	59	78	N.A

Tabla 2.8 Tensión y flecha de instalación de cable aéreo autoportado de fibra óptica fig. 2.9 en función del claro y de la temperatura ambiente.

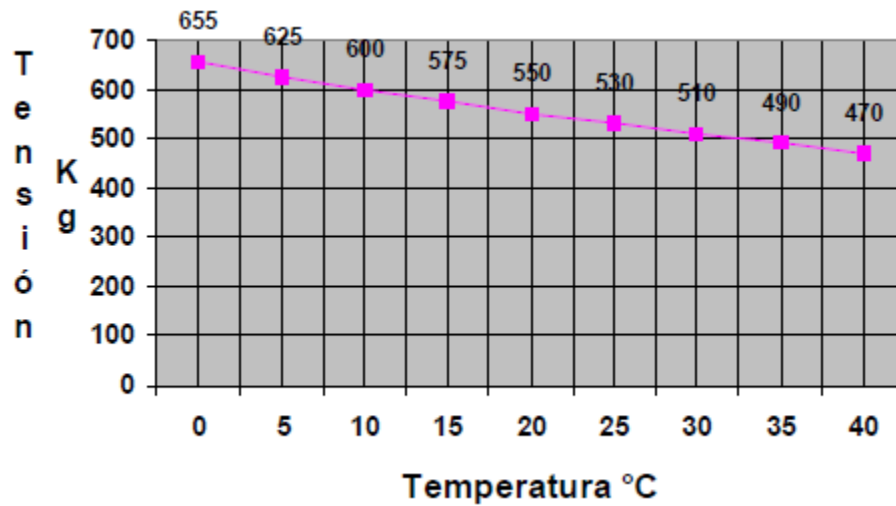


Figura 2.17 .- Tensión de Instalación de Cables Aéreo Autoportado de F.O en función del Claro (la Distancia entre Postes).

En el cálculo de la tensión de operación para los cables aéreos autoportados de fibra óptica se considera el incremento de la tensión de instalación debido a: La presión del viento, caso crítico con velocidad del viento hasta 100 Km/h. El cambio de estado de la guía de acero por variaciones de la temperatura, caso crítico cuando la temperatura desciende de 30° a -10° (disminución de 40°C).

Asimismo, una combinación factible de estos factores, tales como una presión por viento de 60 Km/h y a - 10°C de temperatura ambiente, nos representó un incremento en la tensión de hasta un 250% respecto a la tensión de instalación.

Lo anterior indica que una red aérea es un sistema de fuerzas que permite ser manejado de acuerdo a las necesidades del operador telefonico, dentro de los límites permitidos por las cargas de ruptura de sus componentes, no vistos en su momento de instalación, sino en las condiciones de operación.

En la figura 2.16 se muestra la instalación del cable con control de tensión (Dinamómetro).



Figura 2.16 Polea para jalado en línea recta o cambios de dirección menores a 30 grados.

2.1.9 Procedimiento para Enrollar e instalar la Gaza de Cable de Fibra Óptica en Poste

- Para enrollar, subir y fijar la gaza, se requieren dos personas.
- Jalar hacia los extremos del poste, donde quedarán montadas cada una de las gazas, los 5.50 m de cable de cada punta que se dejó para realizar el empalme, (véase figura 2.17).
- Extender en forma paralela los lados del cable.

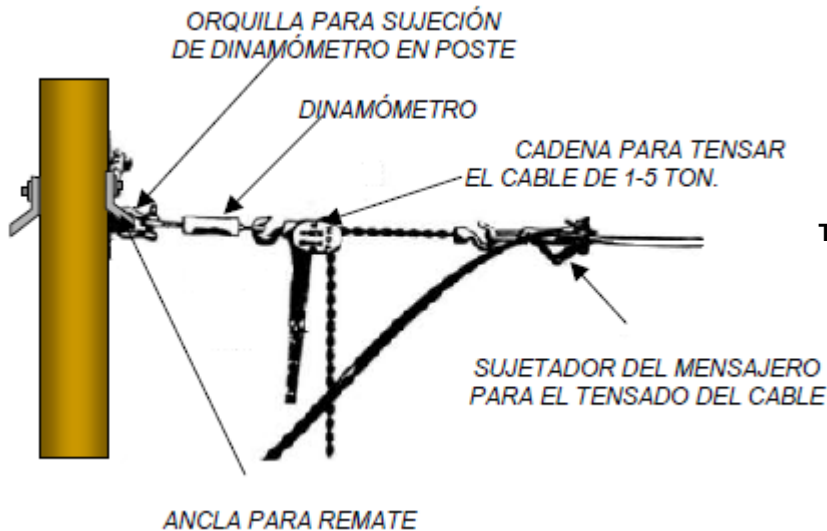


Figura 2.17 Herramientas para Tensar Cables Autoportados.

- El diámetro interior de las gaza debe ser de 40 a 50 cm como se observa en la figura. Con ello se respeta el radio mínimo de curvatura del cable y se evitan daños a las Fibras.
- Amarrara la primera circunferencia con rafia, en donde se cruza el cable para evitar que se deforme, (véase figura 2.18).
- Para elaborar la segunda circunferencia de la gaza de cable, se giran los cables hacia la izquierda. Al realizar esta operación los cables quedan cruzados en la gaza y los extremos (inicialmente paralelos) también de cruzan en un punto más adelante.
- Para elaborar la tercera circunferencia de la gaza de cable, se giran los cables hacia la derecha. Con esta operación, se logra la tercera vuelta y los extremos vuelven a quedar paralelos. De esa forma, se evita que los extremos del cable se vayan cruzando.

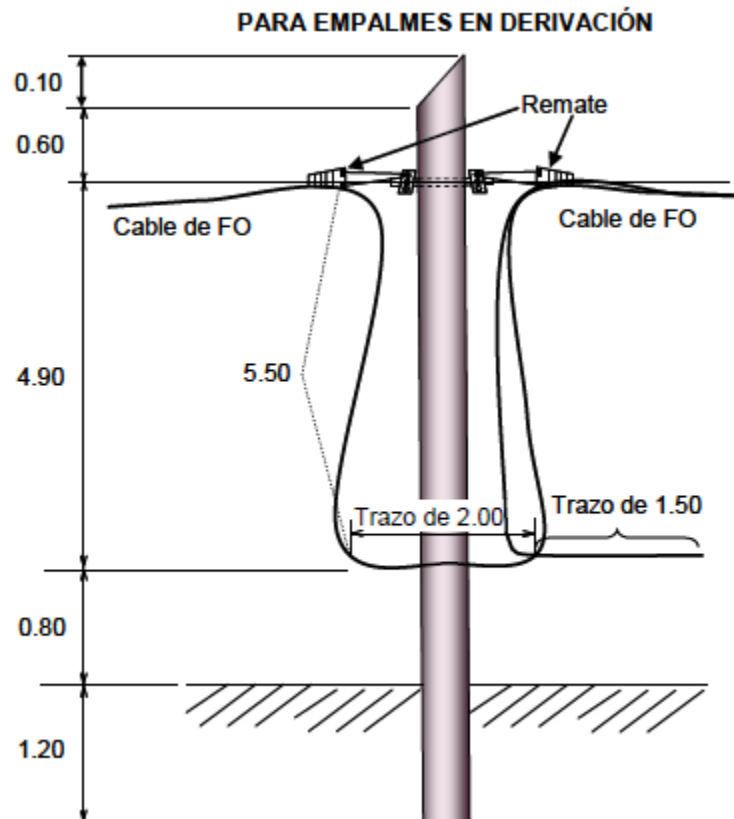


Figura 2.18 Cable para la elaboración de la gaza.

El cable de Fibra Óptica debe irse enrollando en forma parcial y amarrarlas con rafia para facilitar la formación de las circunferencias, (véase figura 2.19)

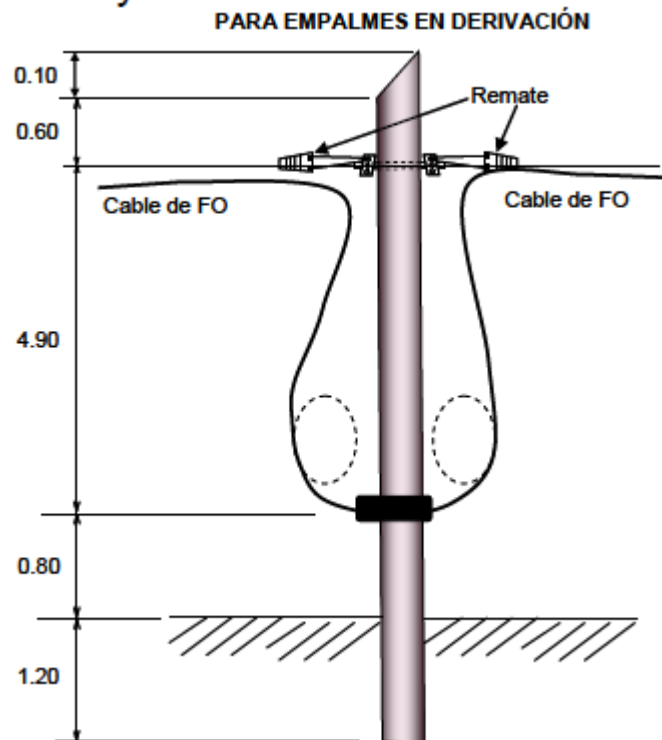


Figura 2.19.- Colocación de Amarres a cada tres vueltas.

- Para la elaboración de las siguientes circunferencias, repetir los pasos anteriores hasta la colocación de la terminal.
- Al comenzar a realizar las circunferencias de la gaza en la escalera, se debe Amarrar la escalera al poste, y subir con cuidado y ayudado por otro técnico, debido al peso de la gaza.
- Ya terminada la gaza, y para fijarla al poste, se deben colocar 4 cinturones de plástico por gaza de 358 mm. (Catálogo Siatel 1000715) distribuidos a cada 90 grados de la circunferencia que forma la gaza, cortando el excedente
- La gaza debe quedar fija al poste, a la altura del cable como se observa en las figuras 2.20 y 2.21

PARA EMPALMES EN DERIVACIÓN

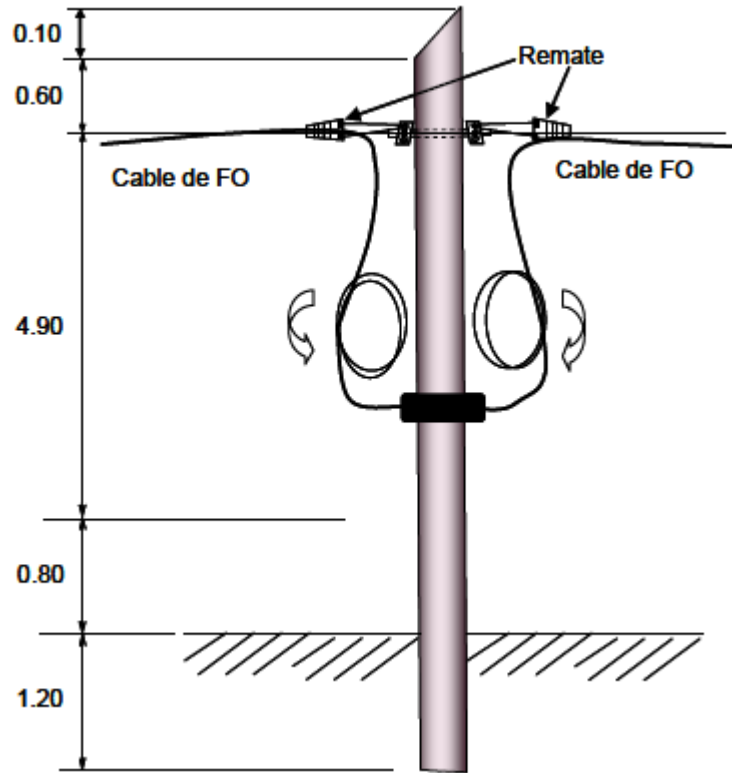


Figura 2.20 Colocación de Amarres a cada tres vueltas.

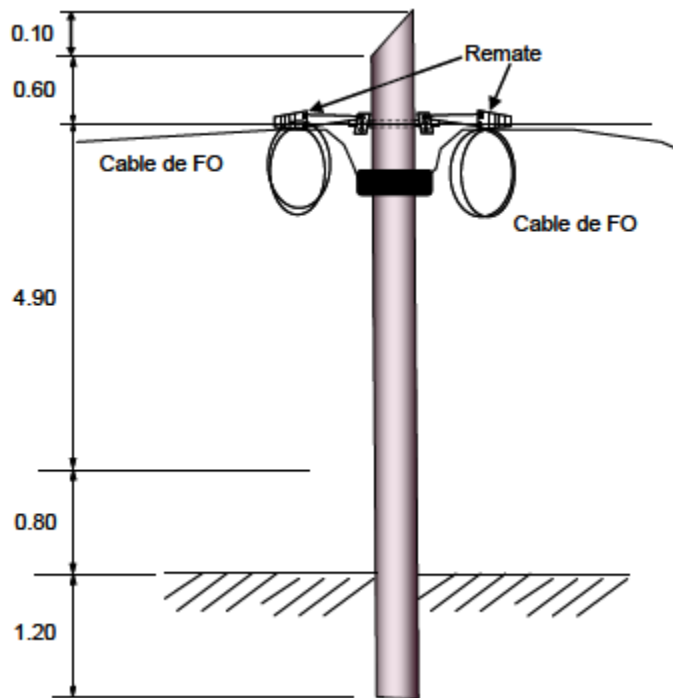


Figura 2.21 Colocación y Fijación de la Gaza en Poste.

2.3 Reductor de galopeo

En zonas de litoral o donde los Cables Aéreos Autoportados se encuentren expuestos a vientos con velocidad mayor a 65 Km. /Hr., éstos generan una presión desbalanceada alterna que induce al cable a moverse, sin control, hacia arriba y hacia abajo pudiendo causar la ruptura (falla de los soportes del cable), así como el desprendimiento de la guía de acero o fatiga del forro del cable y/o de las fibras (véanse figuras 2.22 y 2.23). Para evitar el movimiento descontrolado descrito anteriormente, se deben instalar Reductores de Galopeo.

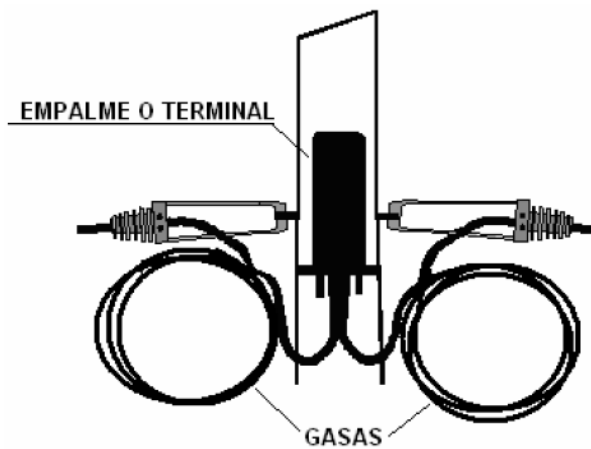


Figura 2.22.- Presentación final de Colocación y Fijación de la Gaza en Poste.

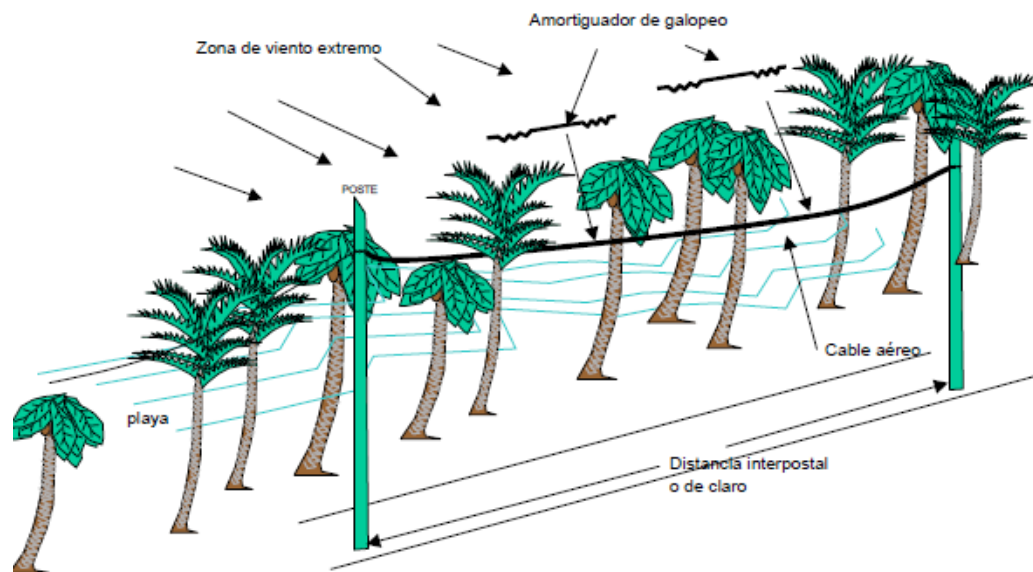


Figura 2.23 Ubicación de Reductores de Galopeo frente a vientos de zonas costeras.

Características del Reductor de Galopeo está construido con material plastificado con protección contra rayos ultravioleta en forma espiral, con formas en espiral en los extremos como se muestra en la figura 2.24

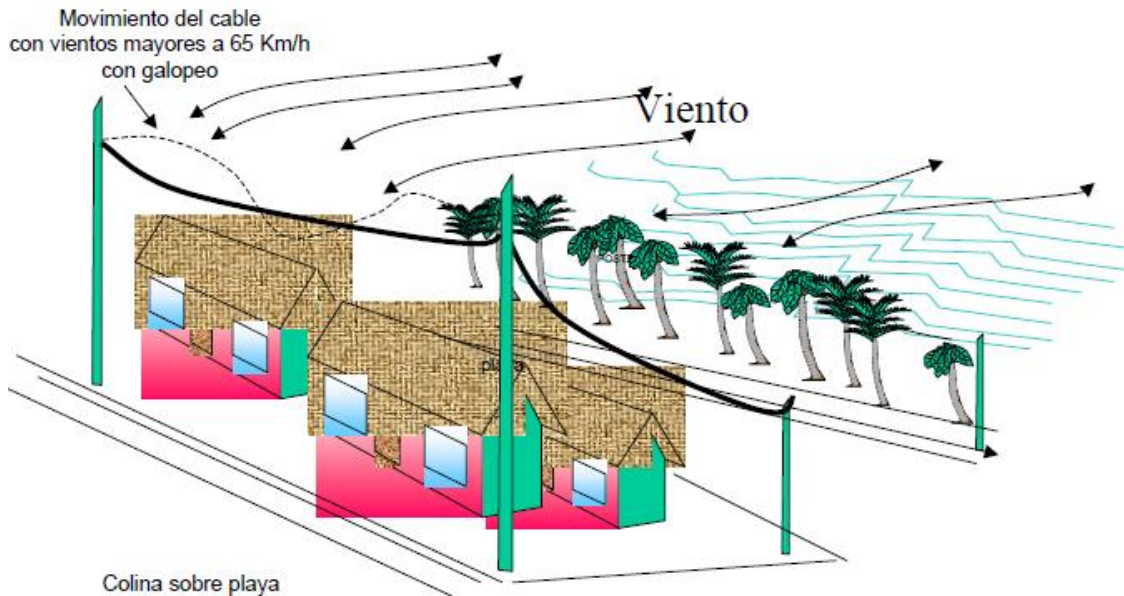


Figura 2.24 Ubicación de Reductores de Galopeo frente a vientos de zonas costeras en partes altas.

El número de catálogo SIATEL 1010129 es el reductor al diámetro de los cables (nuevos o existentes), que cubre cualquier capacidad de cable de fibra óptica aéreos, desde 6 hasta 72 fibras.

La longitud de estos elementos de red es de aproximadamente 4.50 m en promedio, y es necesario instalarlos de acuerdo a la longitud interpostal, tal como se indica en la tabla 2.9

Longitud del tramo de cable (m)	Cantidad de Reductores de Galopeo a instalar (pieza)
15.0 - 20.0	1
20.1 - 40.0	2
40.1 - 55.0	3
55.1 - 70.0	4

Tabla 2.9 Instalación de Reductores de Galopeo de acuerdo a la longitud interpostal.

2.3.1 Instalación

Planificar en el lugar a instalar los reductores en el plano de ruta del distrito, considerando:

- La longitud interpostal donde se instalarán.
- Cuantos reductores se instalarán. (Véase tabla 2.9).

Ya en el lugar considerado de instalación, se deben centrar las posiciones de instalación de los reductores de galopeo, como se muestra en las figuras 2.25, 2.26, 2.27, 2.28 y 2.29



Figura 2.25 Reductor de Galopeo.

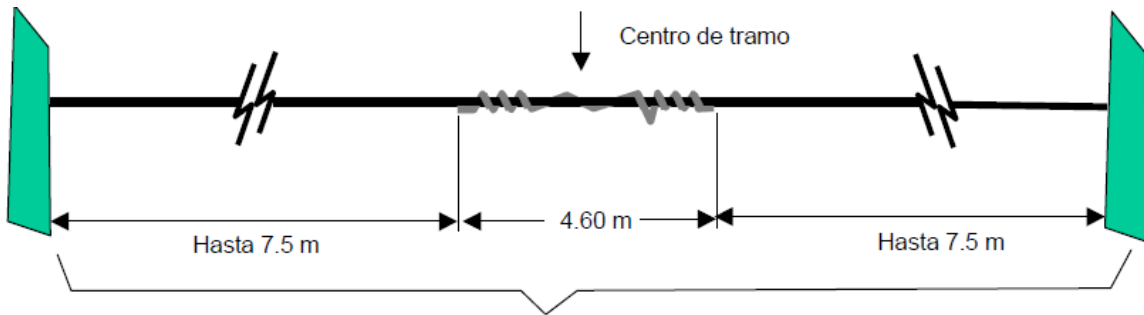


Figura 2.26 Instalación de 1 reductor en tramo de hasta 20 m.

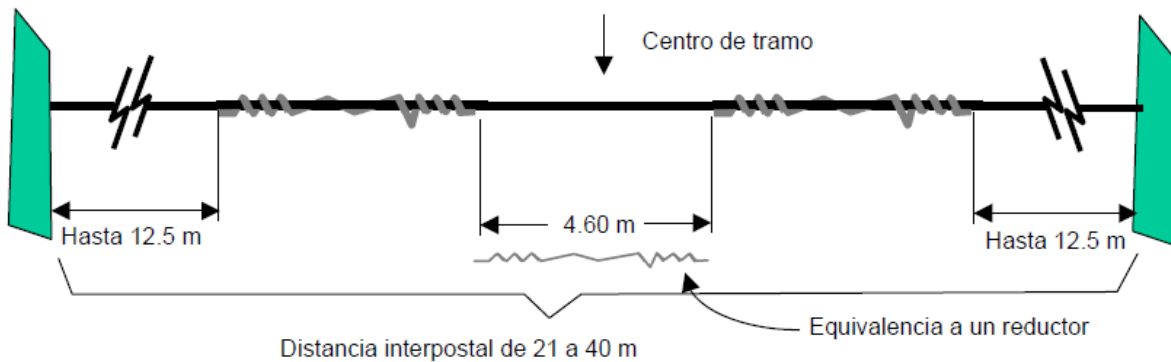


Figura 2.27 Instalación de 2 reductores en tramo de 21 a 40 m.

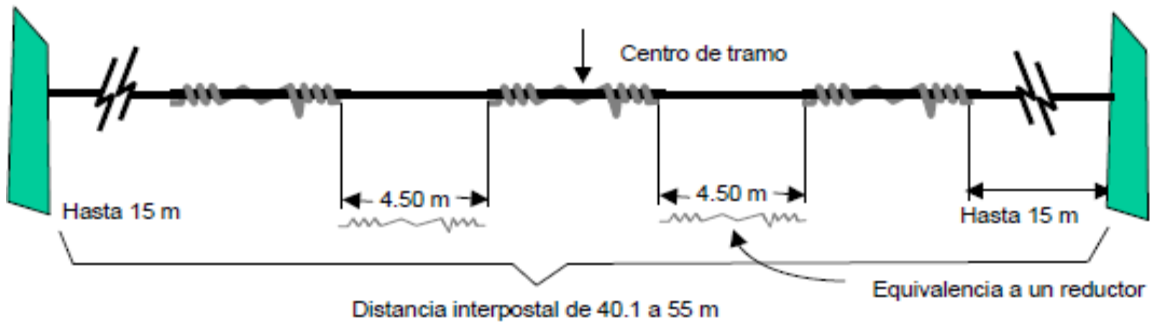


Figura 2.28. Instalación de 3 reductores en tramo de 40.1 a 55 m.

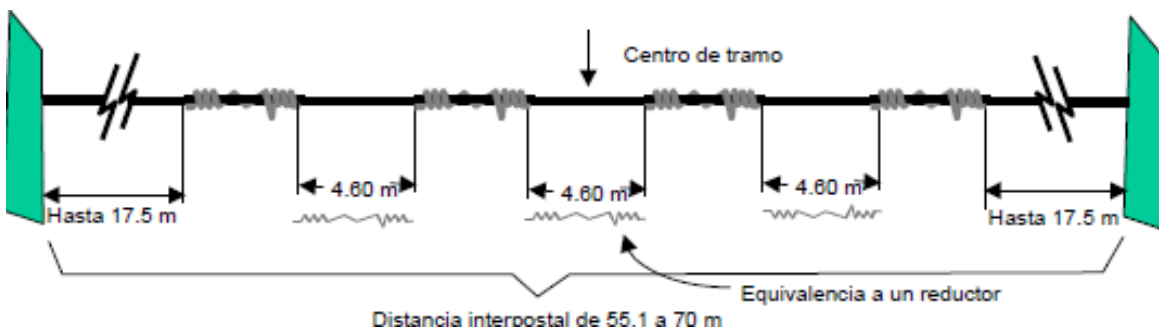


Figura 2.29 Instalación de 4 reductores, en tramo de 55.1 a 70 m.

Una vez considerada la cantidad y ubicación de los reductores a instalar, la manera de hacerlo es la siguiente:

1. Apoye y fije la escalera en un lado del lugar de instalación del amortiguador y que proporcione soporte junto al cable donde se colocará el reductor (ej. la camioneta).
2. Suba la escalera a una altura cómoda para realizar la instalación y, al subirse, tener la precaución de usar el cinturón con bandola.

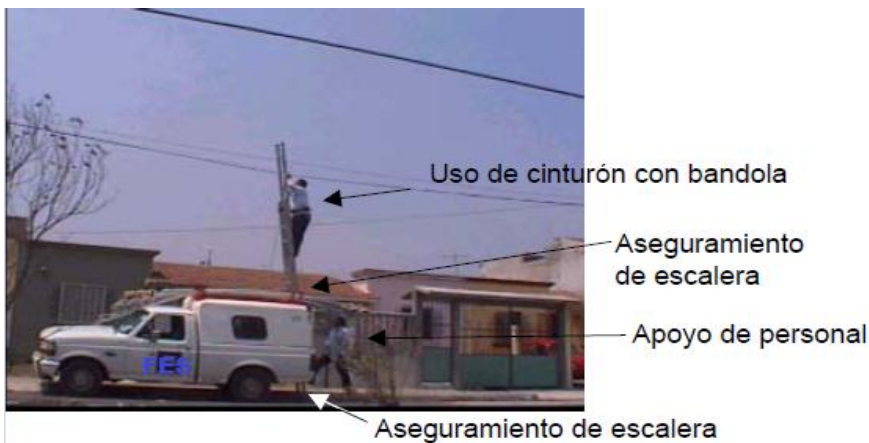


Figura 2.30 Fijación de escalera.

3. Monte sobre el cable la cresta extendida (la más grande) del Reductor de Galopeo y córralo sobre el cable hasta la sección de agarre del lado contrario.

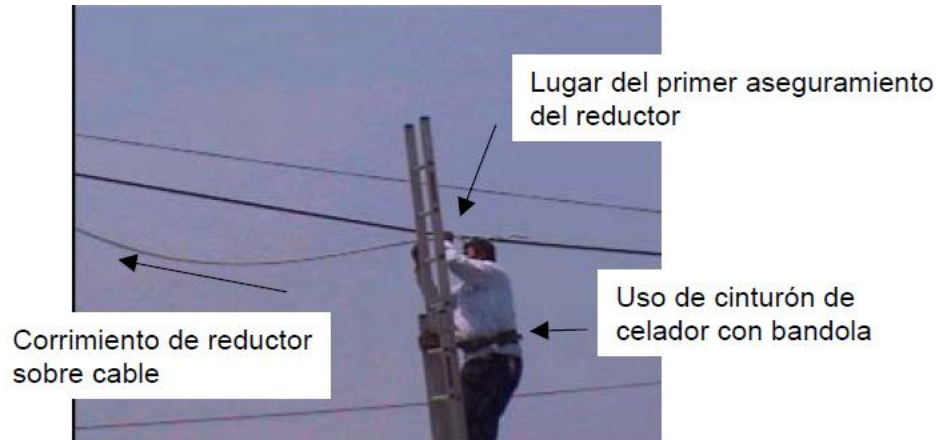


Figura 2.31 Corrimiento de reductor sobre cable.

Se puede auxiliar usando un amarre holgado sobre el reductor y el cable con cualquier cinta, para correrlo con seguridad sobre el mismo cable.

4. Fije la sección de agarre en el cable enredándola al cable.



Figura 2.32 Fijación de sección de agarre.

5. Traslade la escalera al lado contrario del reductor, asegurándola de la misma forma que en la posición anterior.

- Ubicado en el lado de la cresta extendida, dé 2 vueltas de la sección de amortiguamiento en el cable en el mismo sentido de las crestas de amarre previamente montadas.



Figura 2.33 Acomodo de la sección de amortiguamiento.

- Fije las crestas, extendidas y de amarre, sobre el cable.



Figura 2.34 Fijación de crestas lado opuesto.

- Se comprueba que se fija completamente al escuchar un chasquido al rodear el cable en la parte final de la cresta de amarre

2.3.2 Instalación de cruceros

Cuando por diseño del proyecto, se hace necesario desviar el o los cable(s) por diferente(s) trayectoria(s), y ésta(s) forma(n) un ángulo de 90° con respecto a la trayectoria original, se debe instalar un Crucero para Cable Mensajero, que permita alinear el cable con el eje de la corrida.

No se deben instalar más de tres guías de acero (mensajero de cable), incluyendo, en su caso, la guía de acero forrada que remata al poste de apoyo.

Las figuras 2.34 y 2.35 muestran la instalación del Crucero para Cable Mensajero.

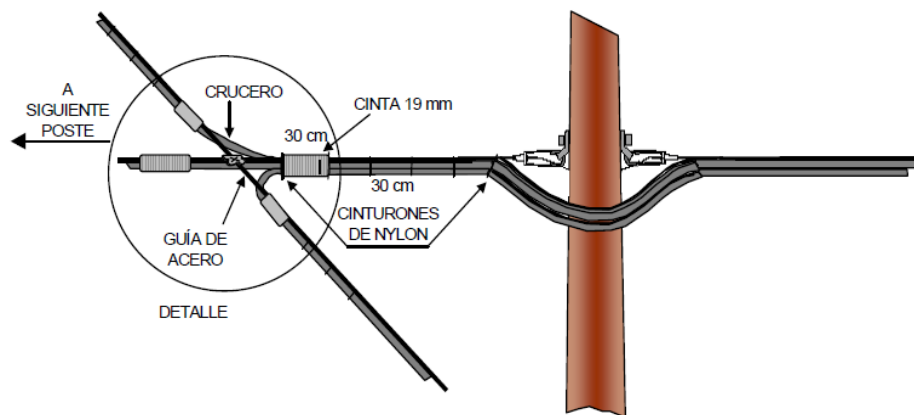


Figura 2.35 Uso del Crucero para Cable Mensajero.

2.3.3 Instalación del conector para continuidad y conexión del mensajero

Las zonas rurales o periféricas, con baja densidad de viviendas, o aquellas que ingeniería, proyectos y redes determine el carrier, serán consideradas como zonas de riesgo.

En estas zonas será necesario instalar las protecciones de la red de acuerdo con las disposiciones técnicas presentadas en las Normas de Ingeniería.

Para estos casos, es necesario que las guías de los Cables Autoportados estén continuadas, a fin de que sean puestas a tierra, y para ello se utiliza el Conector para Continuidad y Conexión del Mensajero. (Véase la figura 2.36).

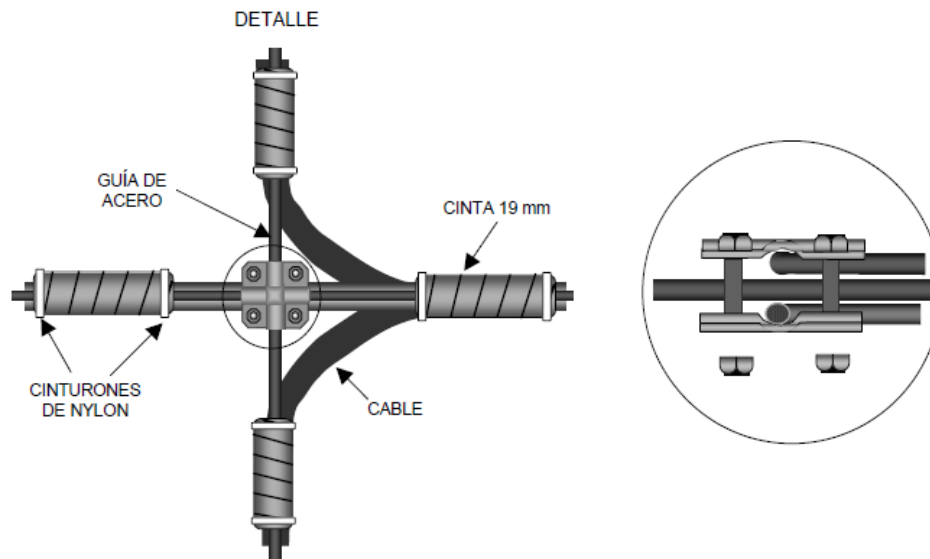


Figura 2.36 Detalle de instalación de las guías de acero, en el Cruceo para Cable Mensajero.

El conector consta de cinco piezas ensambladas e inseparables que evitan el extravío de las partes:

- Tuerca
- Fusible.

Dos lados para la sujeción de los elementos a conectar:

- Un lado abierto. Que admite la colocación en su interior tanto de una guía de acero (con o sin cubierta) despegada de su cable, como de la guía de acero adherida al cable. Pudiendo ser tanto guía de acero de 3.1 mm. de \emptyset , como guía de acero de 6.3 mm. de \emptyset .
- Un lado cerrado. Que permite la colocación en su interior de ambos tipos de guía de acero (3.1 mm. y 6.3 mm. de \emptyset) con la restricción de que éstas deben estar siempre separadas del cable aéreo.
- Un tornillo que sujeta todas las partes.

Para la instalación del conector, primero desenrosque la tuerca del conector lo más posible. Coloque los cables a conectar y apriete la tuerca hasta que se separe del fusible, asegurando así la continuidad eléctrica de los elementos.

Si se requiere continuar más de dos guías, es necesario utilizar dos conectores (Véase figura 2.37).

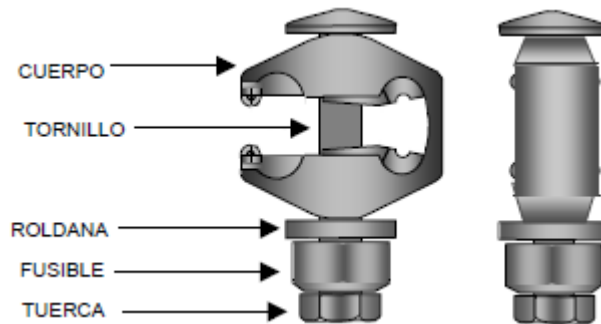


Figura 2.37 Conector para Continuidad y Conexión del Mensajero.

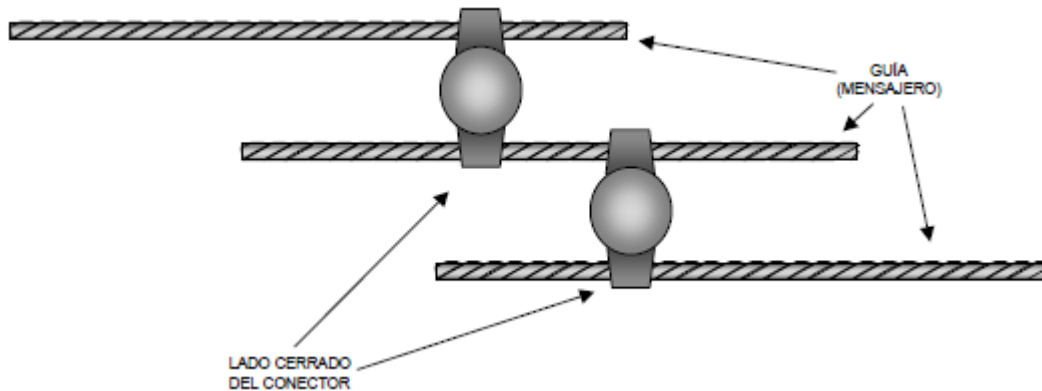


Figura 2.38 Conexión de más de dos guías.

2.3.4 Ubicación de cierres de empalme y puntos de dispersión ópticos

Cuando en la ruta se requiera realizar empalmes intermedios o instalar puntos de dispersión, el cable, los cierres de empalme y las cajas terminales se instalarán en postes bajo las siguientes consideraciones:

- Los Cierres de Empalme para Cables, se deben colocar en el poste del lado del arroyo.
- En poste de corridas con red aérea de cobre existente, el Cierre de Empalme o Punto de dispersión, se debe colocar en el poste que esté menos ocupado (con cierres o terminales) para fijar ahí el empalme a una altura inferior, donde si se pueda instalar.

- Las Cajas Terminales se deben colocar en el poste del lado del paramento (banqueta).

Para la ubicación e instalación de los cierres de empalme y puntos de dispersión (Terminales Ópticas), se deben referir a los Documentos Técnicos Normativos:

- Boletín técnico: instalación de Cierre para Fibra óptica FOOSC 450 BS, (B/03/045)
- Boletín técnico: instalación de Cierre para Fibra óptica FOOSC 350C, (B/03/047)
- Boletín de instalación de Terminal óptica GIKO ONU IP65 para proyectos de Fibra óptica a la Casa (FTTH), (B/03/046)
- Boletín de instalación de Terminal Óptica TYCO OFDC-ISROD para proyectos de Fibra óptica a la Casa (FTTH), (B/03/048)³

³ Norma de construcción de la red secundaria de fibra óptica autoportada N/03/044/01, Fecha que entra en vigor, 01/02/2011 información propiedad del operador telefonico, su contenido es estratégico y por ende confidencial y sólo para uso exclusivo de la persona y o entidad a quien va dirigida. pp. 3 - 27

Capítulo 3 Instalación en la red del cliente

El presente capítulo es aplicable a la construcción en la Red de Cliente para Fibra a la casa (FTTH), tanto Residencial como Comercial, para los servicios de Voz y Datos a través de Fibra óptica.

Con la finalidad de ofrecer más y mejores servicios de valor agregado a sus Clientes, los operadores telefonico deciden incorporar la Red de Cliente para Fibra a la casa (FTTH).

La extensión de la red de fibra óptica hasta las zonas residenciales con tecnología FTTH (Fiber To The Home o fibra a la casa) permite la entrega de servicios de muy alta capacidad para casas, así como pequeños y medianos negocios.

3.1 Desarrollo

El esquema general de la Red de Cliente para Fibra a la casa (FTTH) se muestra en la figura 3.1

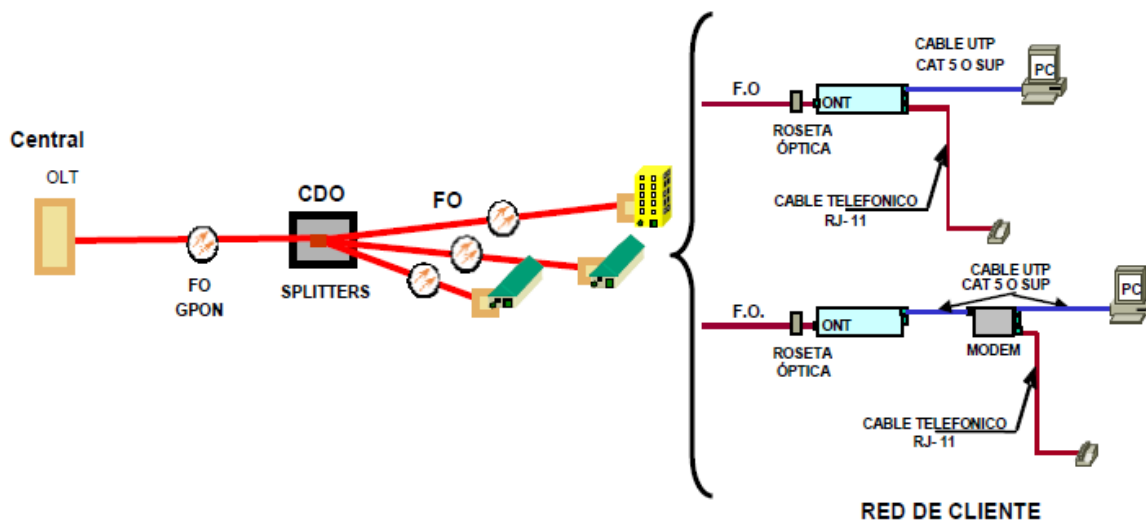


Figura 3.1. Esquema General.

A continuación indica cómo se debe realizar la construcción de la red de cliente para fibra a la casa.

3.1.1 Descripción de la red de cliente

la red de cliente está integrada por la red exterior y la red de usuario (interior). la red exterior del cliente es el tramo comprendido entre el punto de dispersión (terminal óptica), cordón de acometida óptico y roseta óptica.

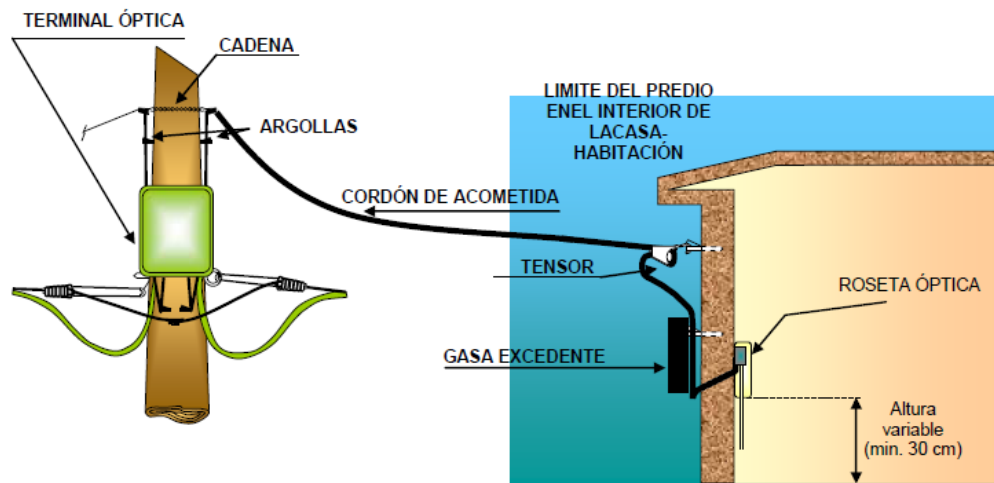


Figura 3.2. Red Exterior.

La red de usuario es el tramo comprendido entre la roseta óptica, ONT (Optical Network Units) y línea telefónica.

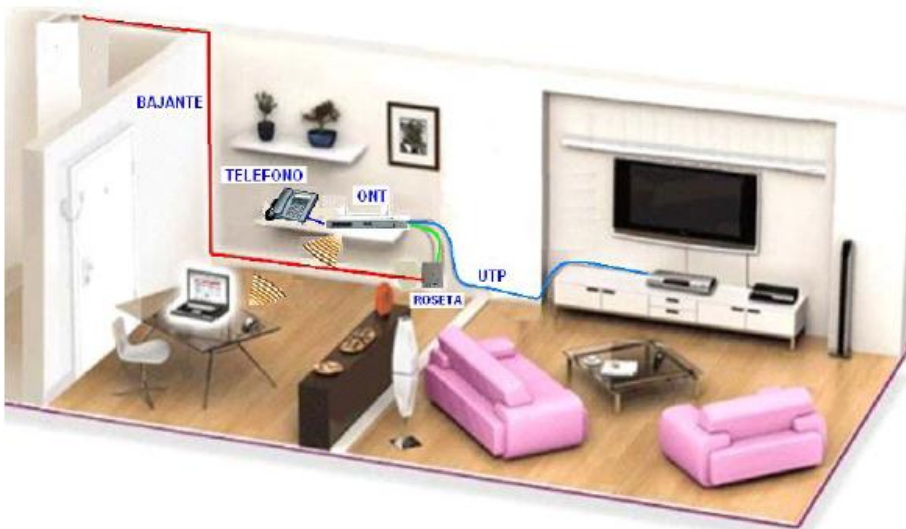


Figura 3.3 Red de Usuario.

Existen dos tipos de ONT: Sencilla (sin puertos para voz, ni inalámbrico de datos) y la Integrada (con puertos para voz, e inalámbrico de datos).

Para servicios de Voz y Datos con ONT Integrada, no se requiere colocar ningún Módem, ya que tiene los puertos para voz, y el inalámbrico para datos. Los componentes de la Red de Cliente en función al tipo de ONT a emplear se muestran en la figura 3.4 y 3.5

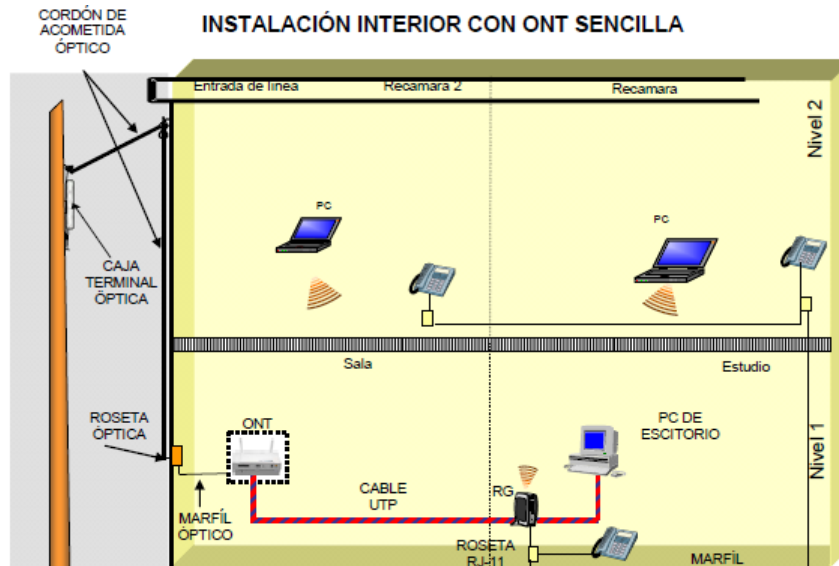


Figura 3.4. Componentes de la Red de Usuario, con ONT sencilla.

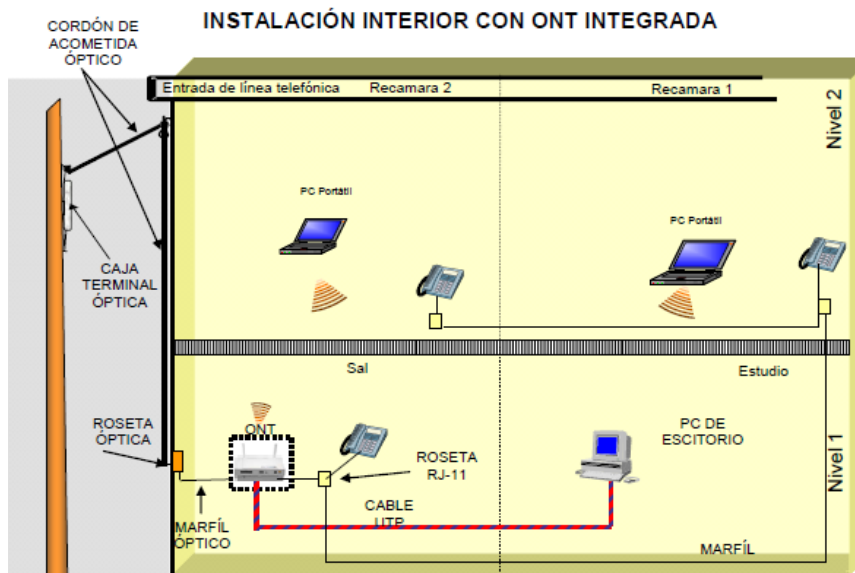









Figura 3.5 Componentes de la Red de Cliente, con ONT y RG integrada.



3.1.2 materiales, herramientas y equipos

A continuación se indican los Materiales, herramientas y equipos a utilizar en la red de usuario de la línea interior, mismos que se describen en la norma de construcción instalación de línea de cliente (N/03/005) que se encuentran en las tablas siguientes.

Tabla 3.1 Materiales.

#	Material	Características	Aplicación	# Catálogo
1	Cordón Marfil int./ext. ICEV Cat 3 cal.22 AWG (0.64 mm)		Instalación interior y exterior del cliente.	1001223
2	Cable UTP cat.5e int/ext. 4 pares cal. 24 AWG (0.51 mm)		Se utiliza para interconectar las rosetas RJ45.	1012562
3	Cable UTP Ethernet cat. 5 de 2m preconectorizado		Se utiliza para interconectar el Módem y la roseta de 4 puertos con conectores RJ45, así como los Decodificadores (STB) y las rosetas de un conector RJ45.	1014423
4	Roseta telefónica modular sellada de 2 hilos		Punto de conexión del cordón marfil con microfiltro o del módem.	1001487
5	Roseta modular superficial con 1 conector RJ45 hembra		Punto de conexión entre el cableado UTP a la salida del módem y del decodificador	1014413
6	Roseta modular superficial 4 puertos con 1 conector RJ45 hembra		Punto de interconexión entre el módem y el cableado UTP	1028494
7	Roseta tel. modular c/tap p/chalu c/cto RC		Punto de Interconexión entre el cable de acometida y la red interior en instalaciones ocultas. Cuenta con un circuito RC de las mismas características al del DIT.	1014752

8	Roseta telef. modular c/tapa p/chalupa		Punto de interconexión y/o derivación	1001489
9	Conector RJ45 hembra Cat. 5e.		Se emplea como componente de las rosetas modulares con conectores RJ45 hembra tipo Keystone	1028493
10	Clip transparente plástico con adhesivo		Sólo para interiores, para sujetar Cordón Marfil de 1 ó 2 pares y Cable UTP. APLICACIÓN: Ladrillo rojo barnizado, ladrillo vidriado, mármol, azulejo, mosaico, loseta, cancelería de aluminio, fierro o acero inoxidable, plástico en canceles, ventanas, lambrin barnizado. En concreto, mortero aplanado y acabados de piedra volcánica	1028122
11	Sello pasamuros marfil para UTP/Acom /marfil/R G6		Se emplea en las caras exteriores e interiores de paredes para el acceso de cables de acometida (cordón marfil int/ext., Cable UTP y Acev 170)	1027491
12	Sujetador para Cordón marfil interior-exterior.		Para interiores y exteriores, para sujetar Cordón Marfil int./ext. ICEV Cat. 3. Se usa en Ladrillo rojo, mortero (aplanado). (COMPACTOS) Yeso, tabla-roca, madera, aglomerados de madera, muros de unicel con acabados texturizados. (NO COMPACTOS) Tabique ligero, adobe, tabicón.	1000673
13	Sujetador p/cordón Int.-Ext. Marfil 2 ps y UTP.		Fijación del cable Ladrillo rojo, mortero (aplanado). (COMPACTOS) Yeso, tabla-roca, madera, aglomerados de madera, muros de unicel con acabados texturizados. (NO COMPACTOS) Tabique ligero, adobe, tabicón.	1007277
14	Sujetador p/2 cables UTP ó 2 int/ext. marfil.		Se emplea en interiores y exteriores para sujetar a la pared dos cordones marfil int./ext o dos cables UTP.	1028703

15	Cable telefónico RJ11		Se utiliza para conectar el módem a la roseta telefónica con conector RJ11.	1028703
16	Cable Ethernet RJ45		Se utiliza para conectar el módem al equipo de cómputo o a la roseta de distribución RJ45.	1013883

Esta lista de Materiales, Herramienta y Equipo se complementa con la lista de la norma Instalación de Línea de Cliente (N/03/005), que a continuación se lista.

Tabla 3.2 Materiales Complementarios para Construcción de línea de cliente.

Material	No de catálogo
Cor. Acometida fig.8 f.o unim sc/upc 50m	1034376
Cor. Acometida fig.8 f.o unim sc/upc 75m	1034377
Jumper Opt F.O G657 Bco Sc/Ups Sc/Apc 1m	1034378
Argolla para cordón paralelo	1000377
Cadena para distribución	1000381
Tubo protector ranurado para cordón de acometida (0.64 mm)	1000756
Cordón Marfil int./ext ICEV Cat.3 cal. 22 AWG	1001223
Cable UTP cat.5e int/ext. 4 pares cal. 24 AWG (0.51 mm)	1012562
Cable UTP Ethernet cat. 5 de 2 m preconectorizado	1014423
Sujetador para cordón int/ext	1000673
Grapa 11 mm para cordón interior	1000692
Sujetador p/cordón int/ext marfil 2 ps y UTP	1007277
Clip Plástico transparente con adhesivo paq. c/20 pzs. 1	028122
Grapa de 7/16" (11 mm) p/T25 CJA 1000 PZ	1028052
Sujetador p/2 cables UTP ò 2 int/ext marfil c/100 pzs	1028703
Placa de sujeción para cordón y cable	1000675
Roseta Telefónica modular Sellada de 2 hilos	1001487
Roseta modular superficial con 1 conector RJ45 hembra	1014413
Roseta modular superficial 4 ptos c/1 conector RJ45	1028494
Conector RJ45 hembra cat 5e P Roseta 3 m	1028493
Sello Pasamuros marfil para UTP/ Acom./Marfil/RG6	1027491
Taquete plástico	1000337
Taquete para clavo	1000339

Organizador p/cables espiral 1/2" de 2 m 1029352	1029352
Lubricante para cableado interior	1029384
Cable de acometida de 1 fibra óptica G657 unimodo, carga de tensión de 100 kg.	S/N
Roseta con conector sc apc	S/N
Roseta con conector sc upc	S/N
Jumper de una f.o. G657 conectores scapc-scapc de 3 metros	S/N
Jumper de f.o. G657 conectores scapc-scupc de 3 metros	S/N
Tensor para bajante de fibra óptica	1028481
Soporte pija con ojo	1000440
Taquete de plástico de 3/8	1000338
Argolla para cordón de acometida	1000337
Taquete plástico	1000337
Sujetador para cordón int/ext	1000673
Clip plástico transparente con adhesivo paq c/20 pza.	1028122

Tabla 3 Herramientas utilizadas en la construcción de línea de Cliente.

Herramienta	No. Catálogo
Maletín de herramienta para fibra óptica	2001471
Cortadora de precisión para fibra óptica	2001204
Roto martillo	1002674
Extensión 25 m c/enchufe y socket	1002458
Broca de percusión para concreto 5/8" x 12"	1005751
Broca de percusión de 9.5 mm	1002381
Broca de 9.5 X 305 para roto martillo concreto	1002383
Broca de percusión para concreto 7.9	1002379
Broca de percusión para concreto 5.5	1002377
Broca para concreto de 4.7 mm	1002380
Desarmador de 6.3 x 102 MM. LSA 1006	1002734
Escalera de extensión y tijera 1.90 M	1002449
Escalera extensión aluminio 7.5 M	1002447
Martillo tachuelero de 225 a 285 gr.	1002523
Martillo de oreja 450/480 gr.	1002522
Martillo de bola 500 gr.	1002520
Pinza para cortar 127 mm.	1002547
Pinza para desferrar acev-170 1 par	1026092

Pinza nariz larga 140 mm.	1002556
Guía de acero c/maneral	1002846
Cinta de metal 2 m	1002411
Tijeras 127mm para cablista	1002711
Engrapadora para instalación interior	1002445
Llave hexagonal doble 3/8, 7/16	1002511
Cinturón para celador	1002413
Bandola de seguridad nylon	1002353
Probador de cableado interior UTP de cliente	1028662
Desforradora para cable UTP	1027925
Engrapadora T-25P	1028053

El uso adecuado de los elementos que intervienen en la construcción de la línea de Cliente permite la óptima funcionalidad de cada uno de ellos en condiciones extremas, de acuerdo con la calidad de los materiales.

3.2 Construcción de red exterior

Los tipos de Red Exterior pueden ser de las 3 siguientes formas.

- Aérea
- Subterránea
- En Edificios

3.2.1 Instalación del Cordón Acometida Óptico

3.2.1.1 Aérea

Para el tendido del cordón de acometida se debe cumplir con las siguientes indicaciones:

1. El tendido del cordón de acometida se hace de una sola pieza, es decir, no debe realizarse ninguna añadidura o unión.
2. El recorrido del cordón de acometida debe ser lo más corto posible.
3. Se deben eliminar obstáculos, hasta donde sea posible, desviando el cordón de acometida hasta encontrar un camino libre; o, en caso necesario, se debe solicitar al área correspondiente la instalación de postes de apoyo.

4. Cuando el cordón de acometida pasa junto a un árbol se deben podar solamente las ramas que representen un obstáculo en el recorrido. Telmex cuenta con el permiso correspondiente y además se debe coordinar esta acción con el Cliente, el afectado, o en su caso con la autoridad competente.

Adicionalmente el cordón de acometida se debe proteger con el tubo protector ranurado en los lugares expuestos a rozamientos.

5. Evitar cruzar predios, lotes vacíos o casas. Sólo en casos excepcionales se debe apoyar en fachadas de casas ajenas previa autorización del propietario del inmueble (y, de ser necesario, se debe documentar)
6. Respetar las distancias con otros servicios cuando el cordón de acometida, en su trayectoria, pasa cerca de las líneas de energía eléctrica u otros servicios.
7. El excedente del Cordón de Acometida se debe dejar en Gaza en un lugar que no sea muy visible, dentro del límite del predio en el interior de la casa habitación, sostenido con una argolla y sujetado con cinturones plástico. Esta ubicación se debe acordar y definir con el usuario, como se muestra en la figura siguiente.

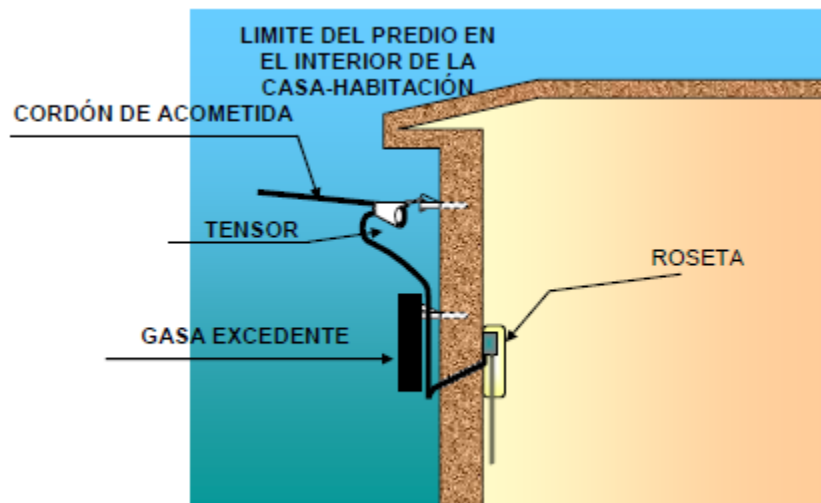


Figura 3.6 Acomodo de excedente del Cordón de Acometida óptico.

Llegada del Cordón de Acometida a la Casa del Cliente

Prepare la llegada del cordón de acometida a la casa del Cliente, de acuerdo a:

- La altura del inmueble requerida para la llegada del cordón de acometida.
- La ubicación determinada para colocar la Roseta Óptica.
- La facilidad de acceso para instalar el remate.
- La fachada del predio.
- El lugar acordado con el Cliente.



Figura 3.7 Cordón de Acometida óptico Preconectorizado.

La instalación del cordón de acometida óptico se realiza mediante los conectores preconectorizados SC/UPC en cada extremo, uno de sus extremos se conecta en el puerto correspondiente de la terminal, y el otro extremo en el acoplador de la roseta óptica, de acuerdo a la figura siguiente donde se indican gráficamente los elementos que conforman una Red Exterior.

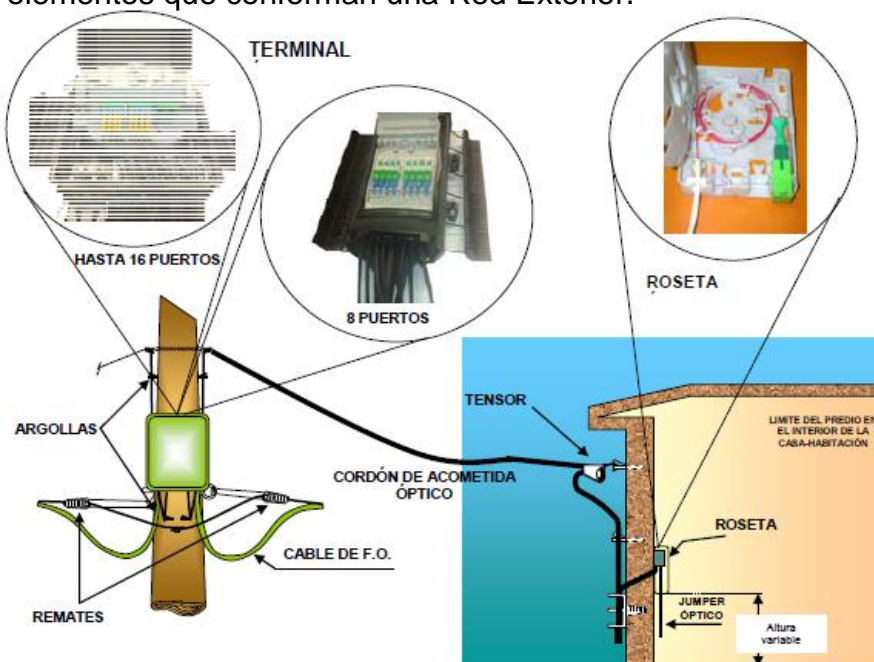


Figura 8. Instalación y elementos de una Red Aérea.

En todas las instalaciones, en la entrada al domicilio se debe hacer un gotero en el aislador tensor con taquete con la finalidad de evitar la penetración de agua al domicilio del cliente. La perforación en la pared, para entrar a la casa del cliente, se realiza de adentro del inmueble hacia fuera con el rotomartillo y usando la broca para concreto de 12.7 mm (1/2") o 5/8" x 12", inclinando hacia abajo y procurando no dañar el acabado del muro.

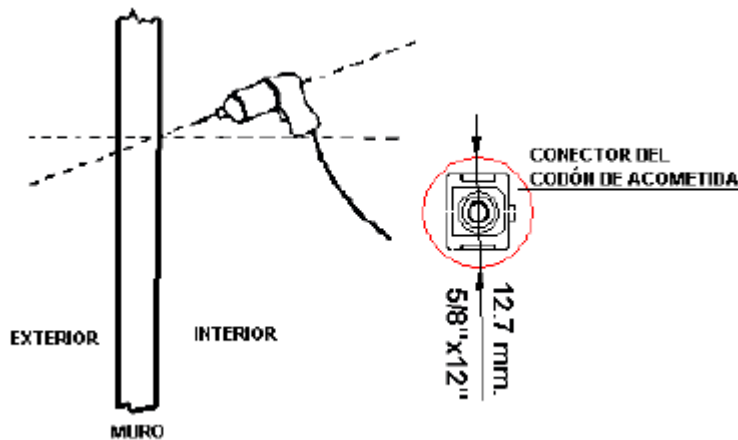


Figura 3.9 Perforación de pared, para cordón de acometida.

3.2.1.2 Acometidas Subterráneas

Generalmente, cuando se construyen fraccionamientos residenciales, el fraccionador debe considerar la instalación telefónica oculta y, para ello, distribuye en toda la urbanización registros y postes de instalación oculta (pedestales) en los que se aloja la red secundaria (cableado y puntos de dispersión).

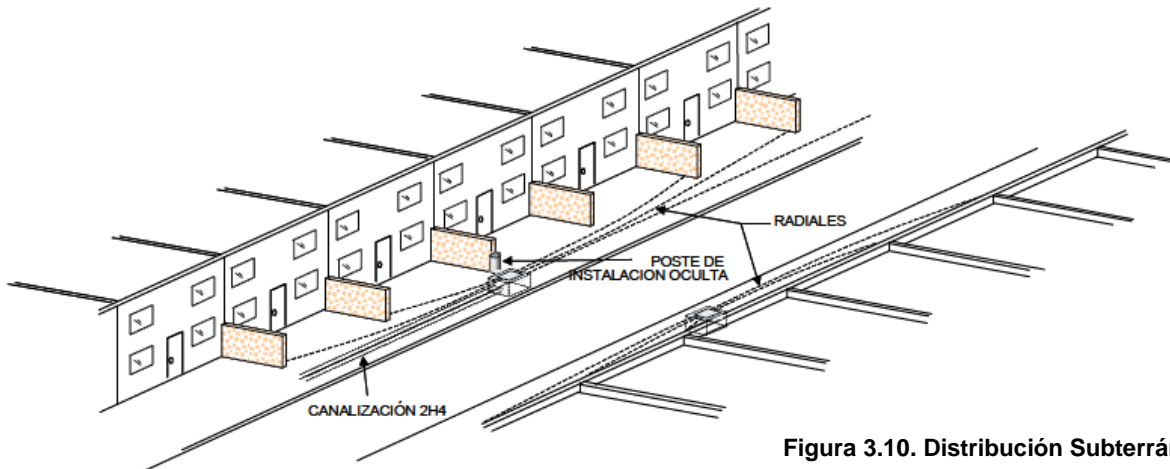


Figura 3.10. Distribución Subterránea.

Cuando la red se presente en estas condiciones, la construcción se realiza de la siguiente manera:

1. Localizar el registro y la radial de acceso a la vivienda del Cliente, y guiarla utilizando guía de acero con maneral para alambrarla.
2. Realizar el jalado del cordón de acometida óptico a través de la canalización y la radial hasta el domicilio del Cliente.
3. Realizar la conexión del cable entre el punto de dispersión y la Roseta Óptica. Este cable se instala a través del registro hasta la radial, la cual debe ser polducto naranja o negro de $\frac{3}{4}$ " o de 45 mm de diámetro.

3.2.1.3 Acometidas en edificios

Cuando la distribución de la red secundaria se ha realizado utilizando la infraestructura (obra civil) de un edificio que cuenta con registros ocultos, la conexión del Cliente se debe realizar utilizando el cordón Óptico (marfil) partiendo con este tipo de cable desde la terminal a la Roseta.

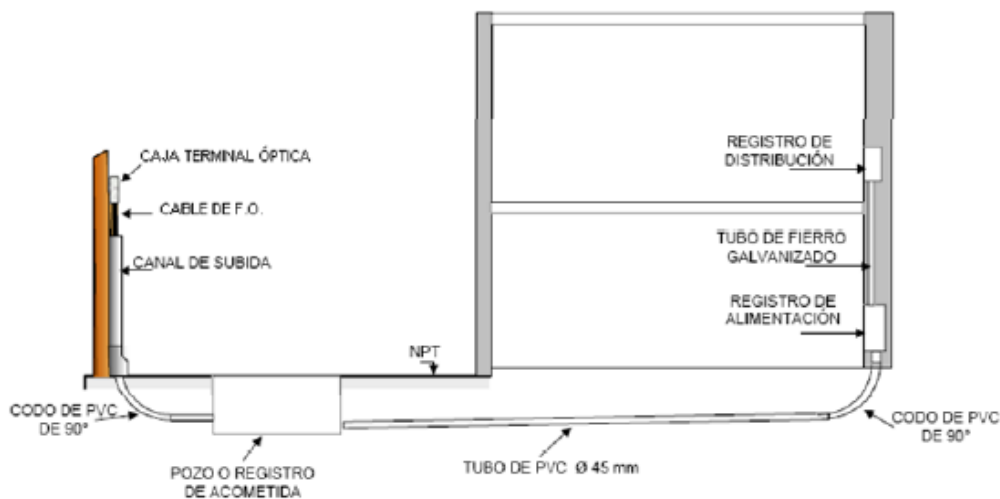


Figura 3.11 Acometida en edificio.

Una vez localizada la terminal correspondiente, se debe realizar lo siguiente:

1. Localizar la radial que corresponda a la oficina o departamento del Cliente y guiar el cordón utilizando la guía de acero con maneral para alambrarla.
2. Instalar la Roseta junto a la salida en el interior del domicilio.
3. Conectar el cordón marfil de la terminal en registro a la Roseta.

3.3 Construcción red de usuario (interior)

Colocación de la Roseta Óptica

La roseta óptica debe instalarse a una distancia mínima de 30 cm del contacto eléctrico, en sentido horizontal y de tal manera que la distancia entre ONT y la roseta no sea mayor a 1 m, de acuerdo al documento Instalación de Línea de Cliente (N/03/005).

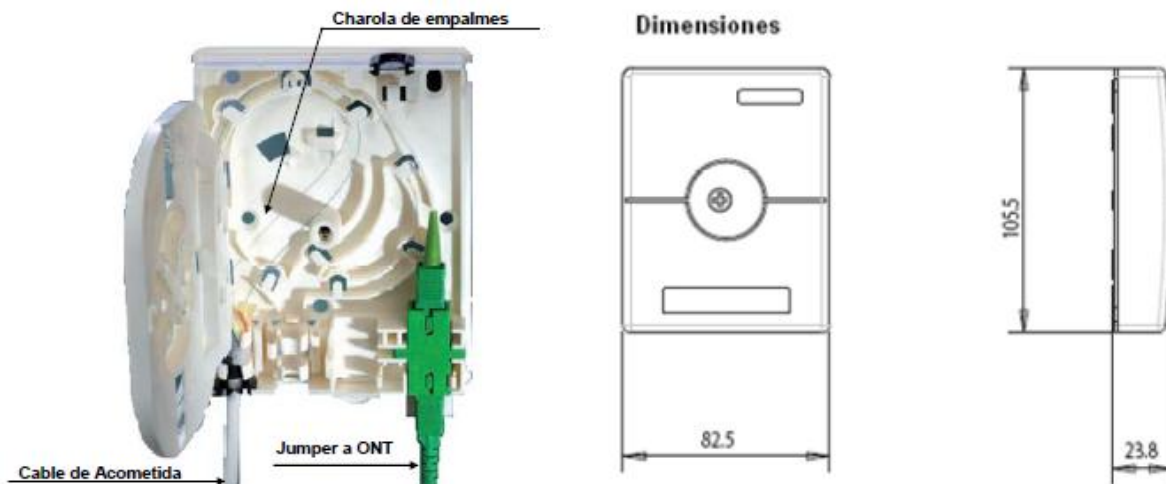


Figura 3.12 Roseta óptica con sus dimensiones.



Figura 3.13. Fijación de la Roseta óptica.

3.3.1 Colocación y Conexión de la ONT

La ONT se debe ubicar dentro del domicilio, cerca de un contacto de alimentación eléctrica, por lo que se recomienda que el cliente tenga una barra multicontactos con supresor de picos o un regulador de voltaje o UPS y en un lugar seguro, de manera que no quede expuesto al tránsito, ni a sufrir posibles accidentes como golpes, caídas o derramamiento de líquidos.

Una vez situado el lugar de ubicación de la ONT, ésta podrá instalarse fijada al muro o en alguna mesa o mueble, como se muestra en las siguientes figuras.



Figura 3.14. Ubicación de ONT en mueble.



Figura 3.15. Ubicación de ONT fijada a la pared.

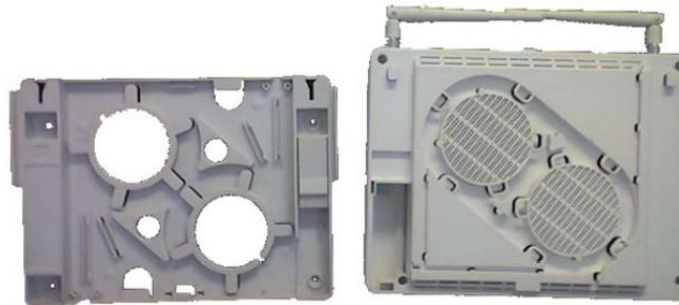


Figura 3.16. Base y ONT para ser fijada a la pared.

Para la colocación del la ONT en la pared, se fija con 4 taquetes y tornillos la base en la pared y se coloca posteriormente ésta en los puntos indicados en la misma base.

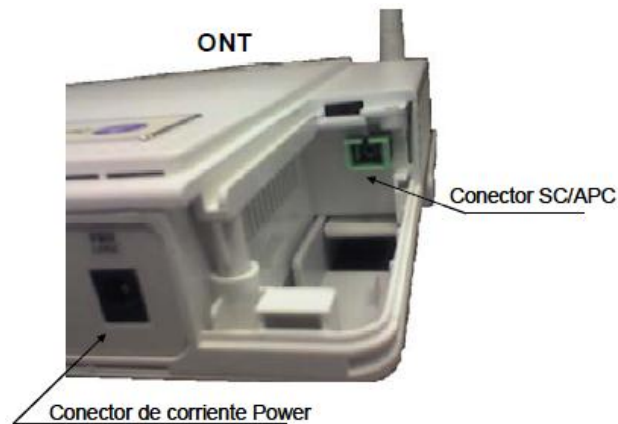


Figura 3.17 Colocación del conector de la ONT.

3.3.2 Construcción Interior para servicio de Voz analógica

La construcción se debe realizar de acuerdo a los lineamientos establecidos en la Norma de Construcción Instalación de Línea de Cliente (N/03/005).

- Si el cliente ya cuenta con cable interior, y la roseta más cercana no se encuentra a la distancia establecida, será necesario derivar de ella un nuevo cordón (extensión) para instalar una nueva roseta.
- La roseta debe instalarse a una distancia mínima de 30 cm del contacto eléctrico, en sentido horizontal y de tal manera que la distancia entre el módem y la roseta no sea mayor a 1 m.

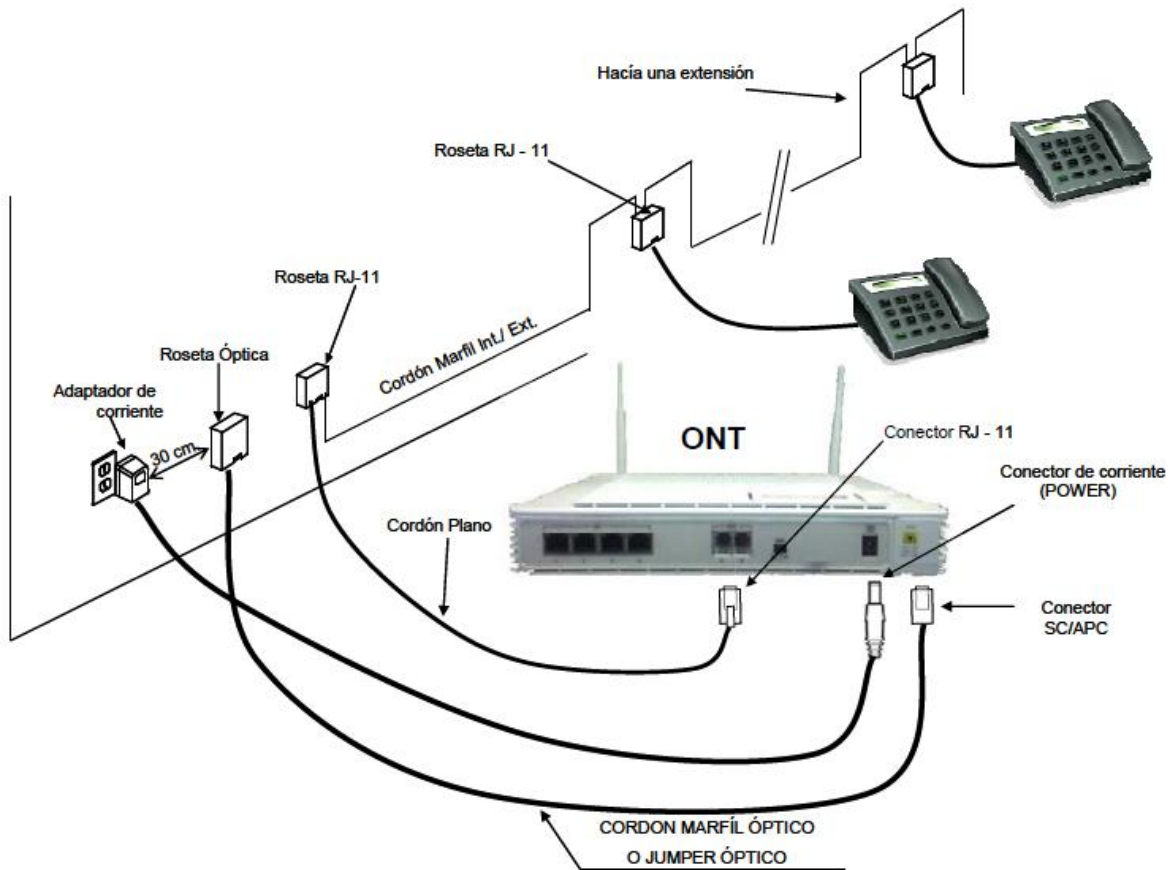


Figura 3.18 Conexión de la ONT.

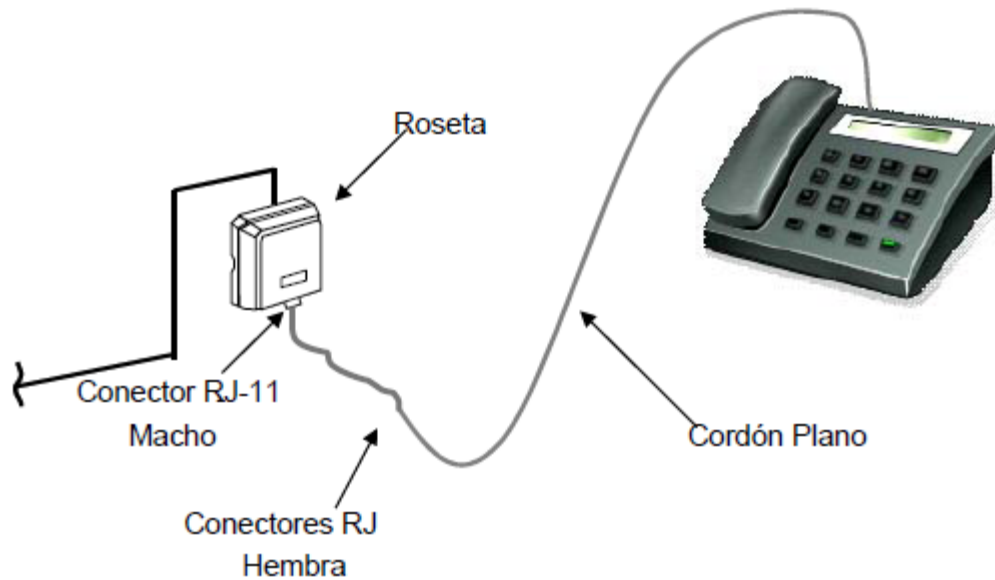


Figura 3.19. Conexión del Servicio de voz.

3.3.3 Trayectoria del cable UTP

La trayectoria del cable UTP en el interior de la vivienda, se debe planear considerando lo siguiente:

- Acordar y definir con el cliente la trayectoria del cableado para los servicios contratados, condicionándola a la aplicación de las normas, y sin realizar gastos excesivos de material y tiempo.
- Instalar el cable UTP de una sola pieza (sin añadiduras), partiendo desde la roseta modular superficial con 4 puertos para conectores RJ45 hembra.
- Seguir el camino más cortó hacia la roseta modular superficial con un conector RJ45 hembra, y quedar los más protegido de posibles afectaciones externas (golpes, humedad, escurrimientos, temperaturas extremas, estufas, animales domésticos, etc.).
- Fijar el cable UTP por la parte superior o inferior del muro, con una trayectoria horizontal o vertical y nunca inclinada.
- El cable UTP no se debe instalar bajo alfombras, tapetes o linoúleums.
- En instalaciones ocultas dentro de la vivienda, la radial debe ser de un diámetro mínimo de ($\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ ") y ser ocupada únicamente por el cable UTP. Si la radial estuviera ocupada por cableado eléctrico, no instale el cable UTP en ella. En caso de que esté ocupada por un cordón marfil int.-ext. se tendrá que desconectar, sacar del ducto e introducir el cordón y el UTP al mismo tiempo para que no sufran daño.
- En instalaciones visibles la separación entre cables telefónicos es como máximo de 1 cm; y la separación mínima con cables eléctricos es de 10 cm.
- Revisar y validar la correcta correspondencia de pares de cada una de las extensiones de cable UTP instaladas, con la ayuda del "Probador de Cableado Interior UTP del cliente" (Cat. 1028662)
- En los casos donde queden varios cables juntos y expuestos se debe colocar un Organizador p/cables espiral 1/2" de 2 m (cat. 1029352), para protección misma de los cables y mejor apariencia visual.

Se deben tomar en cuenta las peticiones del cliente acerca de la trayectoria de los cordones condicionándolas a la aplicación de las normas, sin realizar gastos excesivos de material y tiempo.

3.3.4 Fijación del Cable UTP y/o Cable marfil Óptico

Una vez definida la trayectoria con el cliente, la fijación del cable UTP se debe realizar de la siguiente manera:

1. Realizar un ligero “Planchado” o alisado con la mano al cable antes de proceder a su fijación.
2. De acuerdo al acabado del muro, fijar el cable por medio de Sujetadores para cordón int/ext, Grapas p/T25, Sujetadores autoadheribles. p/cordón marfil 1 par, Clips de plástico transparentes con adhesivo o con Sujetadores para Cordón Ext/Int marfil 2 ps y UTP con una separación de 30 cm entre puntos de fijación. No coloque puntos de fijación en curvas que forma un cambio de dirección de 90° sino a 3 cm de la misma curva.
3. Si es necesario, realizar una perforación en la parte superior de un muro y junto a un rincón, se debe efectuar con la broca (cat. 1002383) la perforación tan próxima al rincón como sea posible, ubicándose a nivel del taladro para realizarla. Posteriormente, colocar los sellos pasamuros (cat. 1027491) en los orificios realizados.
4. Realizar la fijación del cable en la parte baja de la pared a 30 cm como máximo del piso o sobre zoclos, donde quede menos expuesta a maltrato físico o humedad. Cuando se realice por la parte superior del muro, ésta debe ser una trayectoria horizontal y nunca inclinada o con demasiadas vueltas.

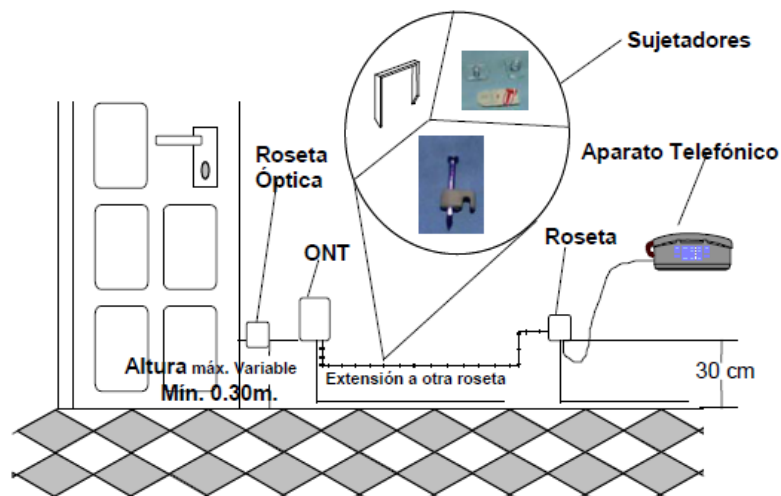


Figura 3.20.- Colocación de Cable Marfil o UTP.

5. Guiar la tubería para realizar el jalado del cordón UTP introduciendo la guía de acero con maneral hasta que salga por el otro extremo de la tubería, asegure al extremo de la guía al cable interior que se va a instalar y regrese la guía realizando así el jalado del cable en la tubería utilizando el lubricante para cableado interior (cat. 1029384).
6. Revisar y validar la correcta correspondencia de pares de cada uno de las extensiones de cable UTP instaladas con la ayuda del "Probador de Cableado Interior UTP del cliente"
7. Realizar la limpieza del lugar de trabajo y retirar el material sobrante.

Estos trabajos se deben hacer tomando como referencia el documento de Norma de Instalación de la Red de Usuario para Líneas ADSL 2+ de los Servicios de Voz, Datos Y Video N/03/023.

3.3.5 Operación de la ONT

Una vez concluida la Instalación Interior, se debe verificar la sincronización del Módem, para ello realizar lo siguiente:

1. Cerciorarse que la ONT esté apagada y conectar el Adaptador de Corriente al contacto de energía eléctrica.
2. Conectar el resto de los equipos (Cómputo y Módem) y encenderlos.
3. Encienda la ONT y verifique el estado de los LED's en el Panel Frontal. Existen los LED's¹



Figura 3.21.- Estado de conectividad de ONT.

¹Norma de construcción de la red de cliente para fibra a la casa, N/03/042/01, Fecha que entra en vigor, 31/01/2011, Información propiedad del operador telefonico, su contenido es estratégico y por ende confidencial y sólo para uso exclusivo de la persona y o entidad a quien va dirigida. pp. 4 -22

Anexo Tecnologías ADSL y xDSL

A.1 High-Speed Digital Subscriber Line (XDSL) Soportando las necesidades para un acceso flexible y de gran ancho de Banda

La explosión en la demanda por nuevos servicios es el factor definitivo en el desarrollo de tecnología de transmisión de voz y datos de hoy en día. Los usuarios requieren actualmente de servicios que necesitan gran ancho de banda, como lo son acceso a Internet, Intranets, Telecom mutación (acceso a servicios de oficina desde el hogar) y acceso remoto a Redes de Área Local. Afortunadamente, las nuevas tecnologías proveen soluciones de gran ancho de banda sobre la red telefónica de cobre existente, permitiendo a los carriers de telecomunicación y a las compañías que poseen redes privadas de cobre, rápidamente cubrir sus demandas y requerimientos sin necesidad del recableado costoso y consumidor de tiempo. Los beneficios de este renacimiento tecnológico son inmensos. Los Proveedores de Redes de Servicios pueden ofrecer nuevos servicios de avanzada de inmediato, incrementando las ganancias y complementando la satisfacción de los usuarios.

Los propietarios de redes privadas pueden ofrecer a sus usuarios los servicios expandidos que juegan un papel importante en la productividad de la compañía y los impulsa a mejorar su posición competitiva. Los costos de inversión son relativamente bajos, especialmente comparados con los costos de recableado de la planta instalada de cobre. Adicionalmente a esto, la facilidad en la instalación de los equipos XDSL permite la reducción de costos por tiempo de instalación para la puesta en marcha de los nuevos servicios.

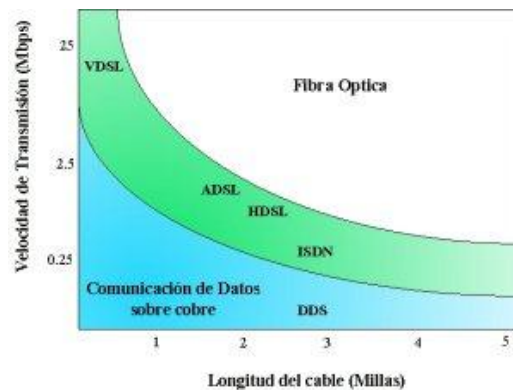


Fig. A.1 Límite Teórico del Cobre

XDSL se refiere como un grupo similar de tecnologías que proveen gran ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin amplificadores o repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo en la red. XDSL es proveída sobre circuitos locales de cobre no cargados (cables sin ningún tipo de inducción de voltaje ó señal).

La tecnología XDSL soporta formatos y formas de transmisión especificados por los estándares, como lo son T1 (1544 Mbps) y E1 (2.048 Mbps), y es lo suficientemente flexible para soportar tasas y formatos adicionales como sean especificados (ej. 6 Mbps asimétricos para transmisión de alta velocidad de datos y video). XDSL puede coexistir en el circuito con el servicio de voz. Como resultado, todos los tipos de servicios, incluyendo el de voz existente, video, multimedia y servicios de datos pueden ser transportados sin el desarrollo de nuevas estrategias de infraestructura.

XDSL es una tecnología "Modem-Like" (muy parecida a la tecnología de los módem), donde es requerido un dispositivo XDSL Terminal en cada extremo del circuito de cobre. Estos dispositivos aceptan flujo de datos, generalmente en formato digital, y lo sobrepone a una señal análoga de alta velocidad. Las tres técnicas de modulación usadas actualmente para XDSL son 2B1Q (2 Bit, 1 Quaternary), "carrier-less amplitude phase modulation" (CAP) y "discrete multitone modulation" (DMT).

XDSL provee configuraciones asimétricas ó simétricas para soportar requerimientos de ancho de banda en uno ó dos sentidos. Se refiere a configuraciones simétricas si el canal de ancho de banda necesario o provisto es el mismo en las dos direcciones ("upstream": sentido cliente-red, y "downstream": sentido red-cliente). Aplicaciones asimétricas son esas en las cuales las necesidades de ancho de banda son mayores en una dirección que en la otra. Por ejemplo, para "navegar" en el WWW, se requiere de un ancho de banda muy pequeño desde el cliente hasta su proveedor, dado que solamente se requiere lo necesario para pasar información de control y generalmente con algunos Kbps

basta. Mientras que en el otro sentido (desde el proveedor hasta el cliente), el ancho de banda requerido se podría expresar en Mbps.

Términos de XDSL:

- **DSL:** Digital Subscriber Line.
- **HDSL:** High-bit-rate Digital Subscriber Line.
- **S-HDSL:** Single-Pair High-bit-rate Digital Subscriber Line.
- **SDSL:** Symmetric Digital Subscriber Line.
- **ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line.
- **RADSL:** Rate Adaptative Digital Subscriber Line.
- **VDSL:** Very High-bit-rate Digital Subscriber Line.

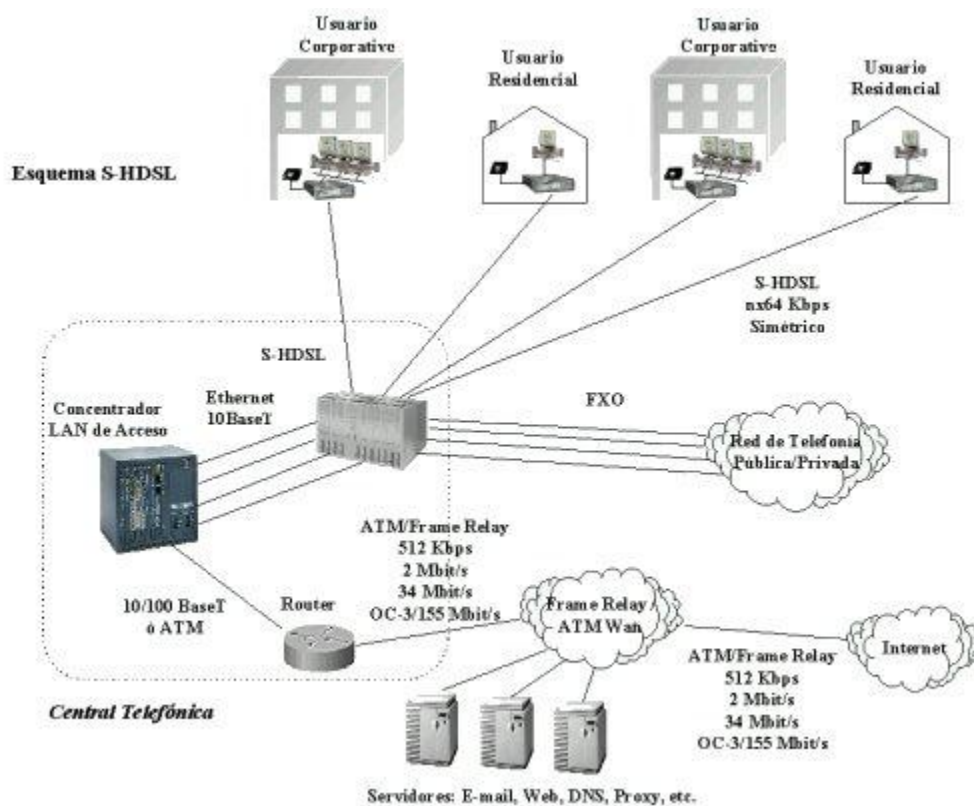


Fig. A2 Esquema S-HDSL

Estos términos se refieren a la manera en que el ancho de banda de transmisión es configurado y usado para soportar las necesidades del cliente.

A.2 Servicios que se pueden ofrecer con un sistema de comunicación XDSL

- Navegación Internet
- Intranet
- Video Conferencia
- Servicios Transparentes LAN para Clientes Corporativos
- Acceso Remoto LAN para Clientes Corporativos
- Educación a Distancia
- Video en Demanda / Televisión Interactiva
- Juegos Interactivos

Considerando la necesidad de soportar el incremento en la demanda para el acceso a Internet combinada con teleconmutación e interconectividad de las Redes LAN, podemos ver que xDSL ofrece a los carriers, proveedores de servicios Internet (ISP's) y proveedores de acceso competitivo, una oportunidad excelente y maravillosa de ampliar sus recursos. Enfrentados al reto de desarrollar soluciones que cumplan con las necesidades crecientes de un mercado en expansión, los proveedores de servicios están concluyendo rápidamente que xDSL se les presenta con una serie de opciones invaluable. Dado que la tecnología xDSL ha madurado rápidamente y ha establecido una segura y muy fuerte penetración en la industria de las comunicaciones, las aplicaciones que requieren gran ancho de banda pueden ser soportadas en una plataforma altamente competitiva y costo-efectiva.

Acceso a Internet, tele conmutación y acceso a Redes LAN, pueden ser soportadas como nunca antes dada la compatibilidad de xDSL con los estándares tradicionales de comunicación.

Dados esos desarrollos importantes y difíciles de alcanzar, esta claro que la tecnología xDSL será el mayor componente de la infraestructura del proveedor de servicios. Usando estas capacidades, los proveedores podrán ofrecer un rango completo de servicios, organizándolos rápidamente, y asegurándose de un servicio excelente. Las soluciones xDSL también ofrecen a los proveedores de

servicios la habilidad de maximizar los recursos de personal, utilizando empleados y habilidades existentes con gran eficiencia. Consecuentemente, sus clientes tendrán alto nivel de satisfacción y los proveedores podrán potencialmente experimentar una ganancia saludable sobre su inversión.

A las puertas de un nuevo milenio, la tecnología de comunicaciones es más vital para el progreso de los negocios que nunca. Gracias a la Tecnología xDSL, nuevos y excitantes servicios de telecomunicaciones están siendo implementados mundialmente, incrementando ganancias y mejorando la productividad.

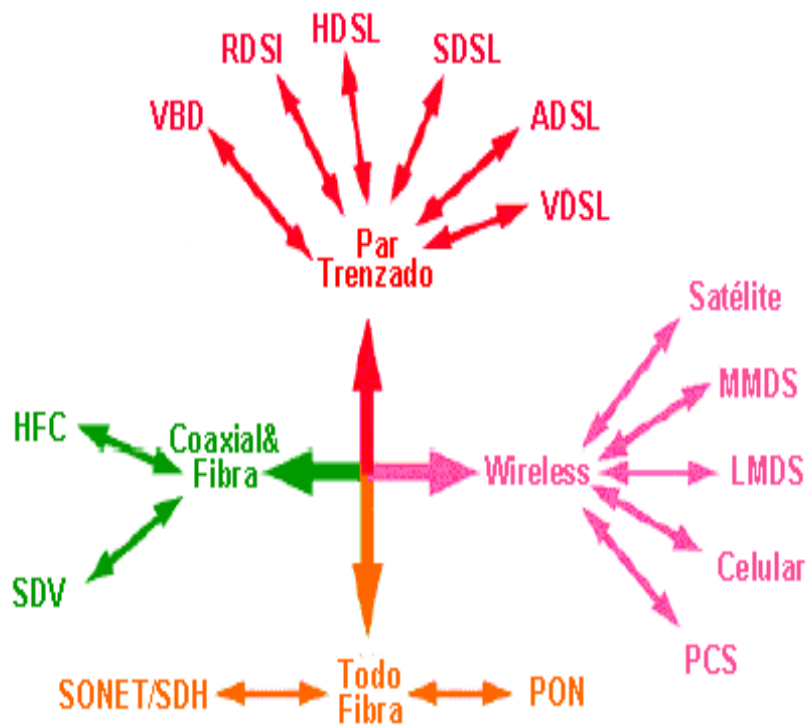


Fig. A.3 Alternativas de Acceso.

La tecnología XDSL, surge por la necesidad de aumentar la capacidad de transmisión del par de cobre. Hace referencia a toda la familia DSL las cuales utilizan técnicas de modulación modernas ayudadas por los avances en el procesamiento digital de señales para lograr transmitir a altas velocidades sobre el lazo de abonado local.

En la Tabla A.1 se muestra un resumen comparativo entre algunas de las tecnologías xDSL.

Tipo de DSL	Simétrico/Asimétrico	Distancia de la línea (m)	Velocidad Descendente (Mbps)	Velocidad Ascendente (Mbps)
IDSL	Simétrico	5400	0.128	0.128
SDSL	Simétrico	3000	1.544	1.544
HDSL (2 pares)	Simétrico	3600	1.544	1.544
SHDSL	Simétrico (1 par)	1800	2.312	2.312
	Simétrico (2 pares)	1800	4.624	4.624
ADSL G.lite	Asimétrico	5400	1.5	0.512
ADSL	Asimétrico	3600	8	0.928
VDSL	Asimétrico	300	52	6
	Simétrico	300	26	26
	Asimétrico	1000	26	3
	Simétrico	1000	13	13

. Tabla A.1 Comparativa entre algunos tipos de xDSL

La cantidad de abonados DSL ha venido aumentando a una gran velocidad, a finales del tercer cuatrimestre del pasado año ya había más de 30 millones de usuarios individuales y de negocios servidos por DSL, y se esperaba que el año concluyera con más de 36 millones si se mantenía la tasa de crecimiento mensual de 1.67 millones de accesos.

La técnica ADSL, por su carácter asimétrico, se adapta mejor al **mercado** residencial por lo que ha sido la más extendida a nivel mundial. Ésta va a ser objeto de análisis al igual que VDSL, que se puede emplear tanto en el sector residencial como en el corporativo.

A.3 ADSL

El ADSL es una técnica para la transmisión de datos a gran velocidad sobre el par de cobre. Una diferencia entre el esquema de **modulación** empleado por ella y las usadas por los módems en banda vocal (V.32 a V.90), es que estos últimos sólo transmiten en la banda de frecuencias usada en **telefonía** (300 Hz a 3400 Hz), mientras que los módems ADSL operan en un margen de frecuencias mucho más amplio que va desde los 24 KHz hasta los 1104 KHz, aproximadamente.

Esto hace que el ADSL pueda coexistir en un mismo lazo de abonado con el servicio telefónico, pues no se solapan sus intervalos de frecuencia, cosa que no es posible con un módem convencional pues opera en banda vocal, la misma que la **telefonía**, lo que constituye otra diferencia de gran importancia.

A.3.1 Funcionamiento y características de ADSL

Al tratarse de una modulación asimétrica, o sea, en la que se transmiten diferentes caudales en **los sentidos** Usuario-Red y Red-Usuario, el módem ADSL situado en el extremo del usuario es distinto del ubicado al otro lado del lazo, en la central local. En la Figura 1.4 se muestra un enlace ADSL entre un usuario y la central local de la que depende.

En dicha figura se observa que además de los módems situados en el domicilio del usuario (ATU-R o ADSL Terminal Unit-Remote) y en la central (ATU-C o ADSL Terminal Unit-Central), delante de cada uno de ellos se ha de colocar un dispositivo denominado "splitter" (divisor).

Este dispositivo no es más que un conjunto de dos filtros: uno paso alto y otro paso bajo. La finalidad de estos filtros es la de separar las señales transmitidas, o sea, las señales de baja frecuencia (telefonía) de las de alta frecuencia (ADSL).

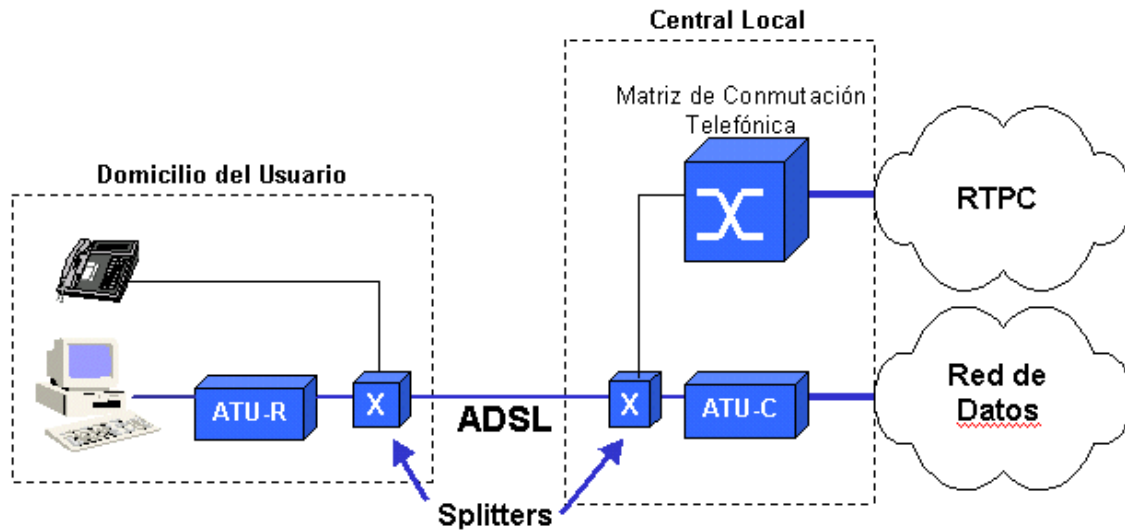


Fig. A.4 Enlace ADSL

- **Digital Subscriber Line (DSL) Banda Ancha sobre pares telefónicos**
- **DSL: Digital Subscriber Line** Acceso de banda ancha sobre cables Telefónicos
 - Múltiples estándares y aplicaciones
- **ADSL: asimétrico**
 - 8 Mbps DS / 1 Mbps US
 - Acceso a Internet
 - Ampliamente desplegado
- **ADSL2+**
 - Nuevo conjunto de estándares
 - Mejora en las prestaciones
 - Más de 20 Mbps DS / 1 Mbps US
- **SHDSL**
 - Aplicaciones simétricas (TDM, ATM)
 - Hasta 2.3 Mbps US/DS
 - Bonding
- **VDSL (asymmetric, symmetric)**
 - Aplicaciones de alta capacidad, menor alcance

- Asym: 52 Mbps (DS) / 1 Mbps (US)
- Sym: 13 Mbps US/UD
- **DSLAM Network Connection**
- nx100/1000BaseT
- nxSTMn, E1, E3 ATM

xDSL se ha consolidado como la **tecnología preferida** para acceso de banda ancha

Avances en equipamiento de red, multiplexores de xDSL y módems permiten el Desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones.

- Más capacidad
- xDSL para empresas
- Acceso a contenidos, Video, Multimedia, Juegos, etc.

La **competencia** ha permitido precios accesibles, tanto para prestadores de servicios

Como para los usuarios. Los **estándares** se han consolidado, Cumpliendo con la promesa de Interoperabilidad.

- **Mejora continua** en características del Equipamiento
- Densidad de puertas
- Menor Consumo
- Alcance / performance
- Alternativas con interconexión de red

A.3.2 Evolución del DSL

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) Familia de estándares desde 1999

- ADSL2 (2002) y **ADSL2+** (2003) actualizan el estándar
- SHDSL (Symmetric High Speed Digital Subscriber Line), Estándar para aplicaciones simétricas
- Evolución de SDSL, HDSL, HDSL2
- TDM, ATM, bonding

- VDSL (Very High Speed Digital Subscriber line)
- ITU, ANSI, ETSI, IEE

A.4 Red xDSL

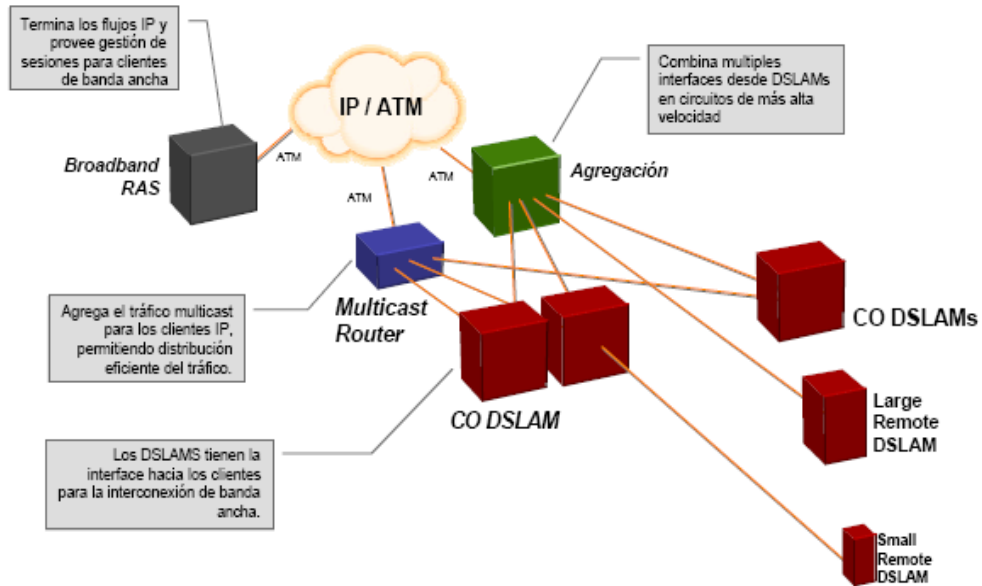


Fig. A5 Red xDSL

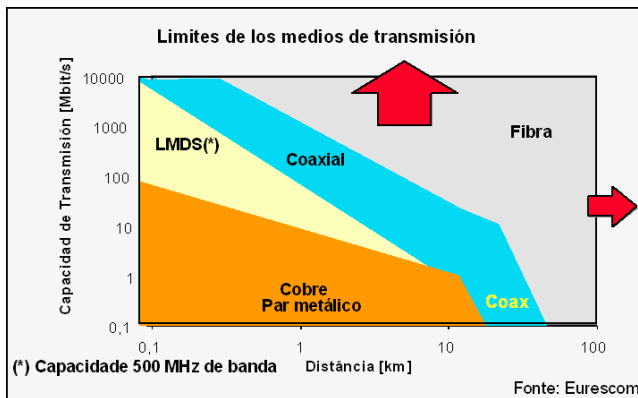
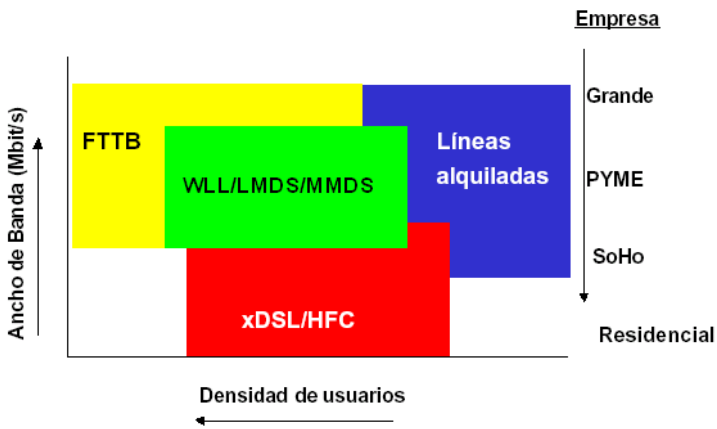


Fig. A6 Posicionamiento de los sistemas de acceso de banda ancha

A.5 Redes de acceso vía cobre

Durante años se ha especulado sobre las limitaciones de las redes telefónicas y, en particular, si se podría superar los 14,4 kb/s primero, y los 28,8 kb/s después, utilizando pares de cobre. La RDSI dio un importante paso adelante al proporcionar 192 kb/s en su acceso básico. En los siguientes años vimos cómo los nuevos módems xDSL se aproximaron a velocidades de 10 Mbit/s. Y es que potenciales alternativas al bucle de abonado como las redes de cable o los sistemas inalámbricos de tercera generación, pasan por la instalación de nuevos medios de transmisión de fibra en el primer caso y de notables infraestructuras de **antenas** y estaciones base en el segundo, ambas empresas muy costosas y nunca exentas de dificultades.

Dos acontecimientos importantes han impulsado a las tradicionales compañías operadoras telefónicas a investigar una tecnología que permitiera el acceso al servicio de banda ancha sobre sus tradicionales pares trenzados de cobre: Las nuevas aplicaciones multimedia y el acceso rápido a contenidos de Internet.

Encontrar diversas **soluciones técnicas**. A continuación enumeramos algunas de ellas:

Infraestructuras en varias ocasiones, aprovechando los avances de la tecnología en transmisión y conmutación. En particular, la gran capacidad de transmisión de la fibra óptica, hace que se encuentre en casi todas las redes telefónicas del mundo. Su uso mejora la calidad de los servicios, aumenta la capacidad de la red y reduce los gastos de operadores de red.

Como resultado, existen servicios de gran capacidad entre las oficinas de las compañías telefónicas. Sin embargo, la situación es muy diferente cuando se habla del bucle de acceso de abonado. Cualquier discusión acerca del bucle de abonado y los servicios de datos a alta velocidad, ha de comenzar examinando la topología de la red **física** de los servicios de voz existentes.

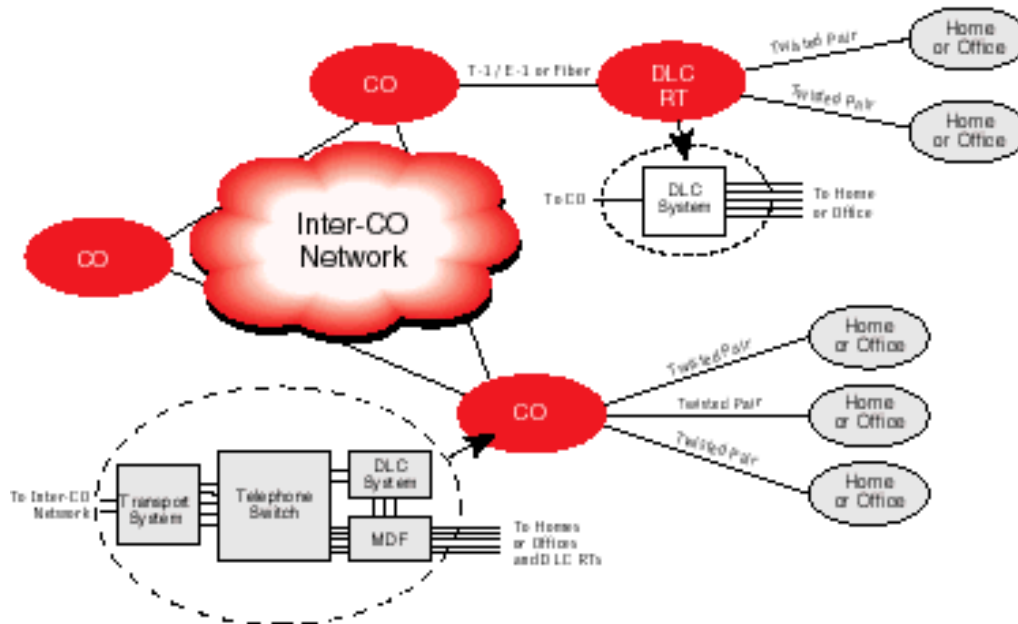


Fig. A.7 Conceptos básicos de las tecnologías de acceso

La tecnología DSL , Digital Subscriber Line, (Línea de Abonados Digitales) suministra el ancho de banda suficiente para numerosas aplicaciones, incluyendo además un rápido acceso a Internet utilizando las líneas telefónicas; acceso remoto a las diferentes Redes de área local (LAN), videoconferencia, y Sistemas de Redes Privadas Virtuales (VPN).

xDSL esta formado por un conjunto de tecnologías que proveen un gran ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red. Son unas tecnologías de acceso punto a punto a través de la red pública, que permiten un flujo de información tanto simétrico como asimétrico y de alta velocidad sobre el bucle de abonado.

Las tecnologías xDSL convierten las líneas analógicas convencionales en digitales de alta velocidad, con las que es posible ofrecer servicios de banda ancha en el domicilio de los abonados, similares a los de las redes de cable o las inalámbricas,

aprovechando los pares de cobre existentes, siempre que estos reúnan un mínimo de requisitos en cuanto a la calidad del circuito y distancia.

A pesar de los aumentos de velocidad sobre los módem actuales que ofrecen tanto los módem de 56 Kbps como ISDN, que trabajan a velocidades de 64 y 128 Kbps; éstos son vistos como soluciones intermedias, ya que no poseen el ancho de banda necesario como para transmitir vídeo con una buena calidad. Se calcula que, para un vídeo comprimido en MPEG-2, el estándar de transmisión de vídeo digital del momento y que es utilizado por los discos DVD y por la televisión digital son necesarios entre 2 y 6 Mbps de ancho de banda. Es en este rango de velocidades donde se está librando la batalla tecnológica del futuro por la conquista de millones de usuarios hogareños ávidos de información y entretenimiento.

Entre las varias tecnologías propuestas, la que tuvo mayor aceptación fue la de digitalizar dicha conexión analógica, técnica que se conoció como DSL, Digital Subscriber Line o Línea de Abonado Digital.

La primera especificación de la tecnología xDSL fue definida en 1987 por Bell Communications Research (Bellcore), la misma compañía que inventó la RDSI. En ese momento, xDSL estaba diseñada para suministrar vídeo bajo demanda y aplicaciones de TV interactiva sobre el par de cobre.

En el año 1989 se desarrolló la tecnología conocida como ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line, Línea de Abonado Digital Asimétrica). La denominación de asimétrica es debida a que las velocidades de transmisión y recepción son distintas. La velocidad de bajada, con la que llega la información a nuestro ordenador, suele ser bastante mayor que la de subida, con la que se mandan datos desde nuestro equipo.

La historia de DSL realmente empezó a tener éxito en 1999, tomó la convergencia de varios eventos antes de que DSL empezara a mostrarse. Las compañías del

teléfono estaban en una posición ideal para ofrecer los servicios DSL porque ellos poseían el cable de cobre sobre el que DSL opera.

A.6 Medios físicos

El factor común de todas las tecnologías DSL (Digital Subscriber Line) es que funcionan sobre par trenzado y usan la **modulación** para alcanzar elevadas velocidades de transmisión, aunque cada una de ellas con sus propias características de distancia operativa y configuración. A pesar que entre ellas pueden existir solapamientos funcionales, todo parece indicar que su coexistencia está asegurada, lo cual obligará a los proveedores de estos servicios a decantarse por una u otra según el tipo de aplicación que se decidan a ofrecer. Las diferentes tecnologías se caracterizan por la relación entre la distancia alcanzada entre módems, velocidad y simetrías entre el tráfico de descendente (el que va desde la central hasta el usuario) y el ascendente (en sentido contrario). Como consecuencia de estas características, cada tipo de módem DSL se adapta preferentemente a un tipo de aplicaciones.

Las velocidades de datos de entrada dependen de diversos factores como por ejemplo:

1. Longitud de la línea de Cobre.
2. El calibre/diámetro del hilo (especificación AWG/mms).
3. La presencia de derivaciones puenteadas.
4. La interferencia de acoplamientos cruzados.

La atenuación de la línea aumenta con la frecuencia y la longitud de la línea y disminuye cuando se incrementa el diámetro del hilo. Así por ejemplo, ignorando las derivaciones puenteadas, ADSL verifica:

1. Velocidades de datos de 1,5 ó 2 Mbps; calibre del hilo 24 AWG (American Wire Gauge, especificación de diámetro de hilos; a menor número de AWG le corresponde un mayor diámetro del hilo) (es decir, 0,5 mm), distancia 5,5 Km.

2. Velocidades de datos de 1,5 ó 2Mbps; calibre del hilo 26 AWG (es decir, 0,4 mm), distancia 4,6 Km.
3. Velocidad de datos de 6,1 Mbps; calibre del hilo 24 AWG (es decir, 0,5 mm), distancia 3,7 Km.
4. Velocidad de datos de 6,1 Mbps; calibre del hilo 26 AWG (es decir, 0,4 mm), distancia 2,7 Km., etc.

Muchas aplicaciones previstas para ADSL suponen vídeo digital comprimido. Como señal en tiempo real, el vídeo digital no puede utilizar los procedimientos de control de errores de nivel de red ó de enlace comúnmente encontrados en los Sistemas de Comunicaciones de Datos. Los módem ADSL por tanto incorporan mecanismos FEC (Forward Error Correction) de corrección de errores sin retransmisión (codificación Reed Soloman) que reducen de forma importante los errores causados por el ruido impulsivo. La corrección de errores símbolo a símbolo también reduce los errores causados por el ruido continuo acoplado en una línea.

Si nos fijamos en las tecnologías basadas en la infraestructura existente encontramos:

- **Red telefónica de cobre + ADSL (Línea de abonado Digital Asimétrica) :**
Dos módems ADSL a cada lado de la línea telefónica (nodo de conexión, abonado), utilizando la banda completa de línea de cobre, restringida a la voz por medio de un método de codificación digital específico.
Pero si nos fijamos en tecnologías que utilizan o utilizarán nuevas infraestructuras tenemos:
- **Red híbrida: fibra óptica + ADSL/VDSL:** Fibra desde el nodo de conexión hasta la acera o el edificio, y acceso final al hogar proporcionado por línea telefónica de cobre junto con módem ADSL o VDSL (Línea de Abonado Digital Asimétrica o de muy alta velocidad)

A.7 Técnicas xDSL

Hay varias tecnologías xDSL, cada **diseño** especifica fines y necesidades de **venta** de mercado. Algunas formas de xDSL son propiedad, otras son simplemente **modelos** teóricos y otras son usadas como estándar.

ADSL - Línea de Abonados Digital Asimétrica

RADSL - Línea de Abonados Digital de Tasa Adaptable

ADSL G.LITE o UDSL -Línea de Abonados Digital Pequeña

VDSL - Línea de Abonados Digital de Tasa Muy Alta

HDSL - Línea de Abonados Digital de Índice de Datos alto

HDSL2 o SHDSL - Línea de Abonados Digital de Índice de Datos alto 2

SDSL - Línea de Abonados Digital Simétrica

MDSL - Línea de Abonados Digital Simétrica Multi Tasa.

IDSL o ISDN-BA - Línea de Abonados Digital ISDN

G.shdsl

A.8 Ámbitos y aplicaciones

El módem DSL se utiliza para ISDN banda estrecha. ISDN puede ser utilizado para transmitir voz y datos y su velocidad es suficiente para soportar también videoconferencia. A pesar de esto, ISDN es más bien vista como un medio de acceso a Internet en los hogares y por otra parte, el incremento del uso de vídeo y audio en tiempo real sobre Internet necesita de velocidades superiores a las proporcionadas por ISDN.

La tecnología ADSL pretende ser el sustituto del módem que habitualmente se utiliza para conectarse a Internet. Más que nada porque no es necesario realizar ninguna modificación en la línea telefónica y se puede llegar a alcanzar velocidades de hasta 1,5 Mbps.

HDSL se puede aplicar a: Red PBX, estaciones de antenas para celulares, servicios de Internet y redes privadas de datos.

VDSL es la tecnología idónea para suministrar en un futuro, señales de televisión de alta definición.

Así pues podemos resumir los servicios que se pueden ofrecer con un sistema de comunicación XDSL en:

- Navegación Internet
- Intranet
- Video Conferencia
- Servicios Transparentes LAN para Clientes Corporativos
- Acceso Remoto LAN para Clientes Corporativos
- Educación a Distancia
- Video en Demanda / Televisión Interactiva
- Juegos Interactivos

Considerando la necesidad de soportar el incremento en la demanda para el acceso a Internet combinada con teleconmutación e interconectividad de las Redes LAN, podemos ver que xDSL ofrece a los carriers, proveedores de servicios Internet (ISP's) y proveedores de acceso competitivo, una oportunidad excelente y maravillosa de ampliar sus recursos. Enfrentados al reto de desarrollar soluciones que cumplan con las necesidades crecientes de un mercado en expansión, los proveedores de servicios están concluyendo rápidamente que xDSL se les presenta con una serie de opciones invaluable. Dado que la tecnología xDSL ha madurado rápidamente y ha establecido una segura y muy fuerte penetración en la industria de las comunicaciones, las aplicaciones que requieren gran ancho de banda pueden ser soportadas en una plataforma altamente competitiva y costo-efectiva.

Acceso a Internet, telecomm mutación y acceso a Redes LAN, pueden ser soportadas como nunca antes dada la compatibilidad de xDSL con los estándares tradicionales de comunicación. Dados esos desarrollos importantes y difíciles de alcanzar, esta claro que la tecnología xDSL será el mayor componente de la infraestructura del proveedor de servicios. Usando estas capacidades, los proveedores podrán ofrecer un rango completo de servicios, organizándolos rápidamente, y asegurándose de un servicio excelente. Las soluciones xDSL también ofrecen a los proveedores de servicios la habilidad de maximizar los recursos de **personal**, utilizando empleados y habilidades existentes con gran **eficiencia**. Consecuentemente, sus clientes tendrán alto nivel de satisfacción y los proveedores podrán potencialmente experimentar una ganancia saludable sobre su inversión.

A las puertas de un nuevo milenio, la tecnología de comunicaciones es más vital para el progreso de los negocios que nunca. Gracias a la Tecnología xDSL, nuevos y excitantes servicios de telecomunicaciones están siendo implementados mundialmente, incrementando ganancias y mejorando la **productividad**.

A.9 Estrategias para la implementación de las tecnologías

Los beneficios de este **renacimiento** tecnológico son inmensos. Los Proveedores de Redes de Servicios pueden ofrecer nuevos servicios avanzados de inmediato, incrementando las ganancias y complementando la satisfacción de los usuarios. Los propietarios de redes privadas pueden ofrecer a sus usuarios los servicios expandidos que juegan un papel importante en la productividad de la compañía y los impulsa a mejorar su posición competitiva.

Los costos de inversión son relativamente bajos, especialmente comparados con los costos de recableado de la planta instalada de cobre o la inversión necesaria para la instalación de nueva fibra. Adicionalmente a esto, la facilidad en la instalación de los equipos ya sean estos xDSL, PON, CWDM o WLL permite la

reducción de costos por tiempo de instalación para la puesta en marcha de los nuevos servicios.

Si hablamos particularmente de las técnicas de acceso a abonados comunes, podemos comparar el cable módem y el xDSL.

- **Seguridad** Todas las señales circulan a todos los usuarios de los módem de cable en una única línea coaxial, lo cual facilita las posibles escuchas clandestinas intencionadas ó accidentales. ADSL es inherentemente más **seguro** ya que proporciona un servicio dedicado sobre una única línea telefónica. Las escuchas clandestinas intencionadas requieren invadir la propia línea (a menudo subterránea) y conocer la configuración del módem establecida durante la inicialización, no es imposible, pero si más difícil. El cifrado y la autenticación son dos mecanismos de **seguridad** importantes en ambos módem pero de vital importancia en los módem de cable.

Otro obstáculo en la implementación de servicios de banda ancha, es la naturaleza punto-a-punto o dedicada de las tecnologías de acceso. Sea cual sea el sistema preferido (DSL, cable, fiber o wireless), cada una de estas tecnologías provee un enlace dedicado desde el punto inicial, tales como un hogar o una oficina, a un punto de concentración en la red.

De este modo, la implementación de xDSL, está limitada a las áreas donde los abonados están conectados por pares de cobre. En este caso es necesario evaluar las condiciones de la planta de cobre disponible para conocer la **factibilidad** de implementar esta tecnología.

- **Estándares.** A pesar de las variantes de XDSL que existen, algunas de ellas ya probadas y comenzándose a implantar y otras aún en proceso de desarrollo, ninguna de ellas ha sido oficialmente reconocida por ningún organismo para adaptarla como estándar. El grupo de trabajo T1 E1.4 de ANSI (American National Estándar Institute) ha aprobado un estándar ADSL a velocidades de hasta 6,1 Mbps (estándar ANSI T1.413), al que contribuyó también la ETSI (European Technical Standard Institute) con un

anexo en el que se exponen las necesidades y variantes europeas. Éste admite un tipo de interfaz única de Terminal en el lugar de destino. En la actualidad el grupo de trabajo está estudiando incluir en el estándar una interfaz multiplexada en el lugar de destino, protocolos de gestión y configuración de red, etc. La ITU (International Telecommunication Union, Unión mundial de las telecomunicaciones) alcanzó un principio de acuerdo en noviembre de 1998, denominado ADSL G.Lite y cuenta con el respaldo de grandes empresas como Microsoft, Intel o Compaq. Microsoft anunció, el 3 de junio de 1997, sus trabajos de conexiones mediante PPP (Point to Point Protocol) sobre redes ATM utilizando ADSL, que fueron apoyados por grandes compañías de comunicaciones como Alcatel, Cisco, US Robotics (3Com), etc.

- En octubre de 1998, G.992.2 fue adoptado por la UIT como el estándar que recogía a la tecnología G.Lite.
- Respecto a la versión ADSL, la ITU está colaborando con el grupo de trabajo T1 E1.4 de ANSI, para llegar a la normativa, al igual que los módems tradicionales (v.32, v34, etc.)¹.

¹ **Goralski** Walter. Tecnologías ADSL y XDSL, McGraw –Hill 2008, pp. 163 - 179

Conclusiones

En el ambiente de esta tecnología que a lo largo del mundo comienza a ser adoptada como una solución más de entretenimiento y diversión para chicos y grandes, pero los que nos dedicamos a las Telecomunicaciones no nos basta con disfrutarla sino con saber de donde proviene tanto placer tecnológico. Es por eso que comenzaremos con Definir el Futuro.

Como primer paso están las OLT's (Optical Line Terminal). Este equipo facilita la transmisión de los servicios de Internet, Video y Telefonía a través de la Fibra Óptica a lo largo y ancho de nuestro esquema de red, proporcionando efectividad y facilidad de operación y mantenimiento. En momentos en los que el integrador instala este dispositivo debe estar conciente de que toda la ingeniería de red ha sido cuidadosamente estudiada y analizada para proporcionar el mejor ancho de banda para el Triple Play.

Entrando mas en aplicación, su fácil operación permite al administrador especificar quien o quienes tendrán acceso a todas las aplicaciones que el proveedor del servicio proponga. Con un sistema de administración sencilla cualquier cliente puede estar seguro de que recibirá lo mejor de la calidad de Voz, Datos y Video.

La manera en que se instala un equipo de tal magnitud es sencilla, pareciera que es un disco duro externo al que solo hay que conectar al puerto USB y esperar a que la computadora lo detecte automáticamente. Las OLT's cuentan con diferentes tarjetas de administración y de transmisión de los datos; es el caso de que se pueden montar sobre ellas hasta 16 redes PON capaces de dar servicio a mas de 500 clientes, todo en un solo dispositivo. Con dos tarjetas de administración independientes una de otra, se puede estar completamente seguro que por un largo periodo de tiempo no se tendrán problemas de caídas de comunicación o de interrupciones del servicio. La administración remota es uno de

los mejores resultados tecnológicos de estas OLT's ya que no solo podemos configurar nuestros servicios sobre las redes PON, sino que podemos dar un mantenimiento y configuración a cualquier ONU (Optical Network Unit) conectada al equipo, esto quiere decir que desde cualquier parte del mundo se puede ser administrador de la red. Que mas podemos pedir en los equipos para la transmisión del mejor esquema de entretenimiento y comunicación que se haya inventado en todo lo que va de la historia.

Por medio de la tecnología nombrada en esta tesis se puede concluir que las redes PON son una solución muy práctica y eficiente para los problemas que se presentan hoy en día en cuanto al ancho de banda y la calidad del servicio que se ofrece por parte de los proveedores de servicios.

También se puede concluir que una solución de redes PON es favorable para ambos lados, es decir, a los proveedores les favorece económicamente ya que al usar equipos y dispositivos pasivos los costos de mantenimiento y gestión se disminuyen, y al usuario lo beneficia entregándole un servicio mucho mejor y más rápido que con otras tecnologías de cable.

los operadores telefónicos en México ofrecerán en los próximos años fibra óptica directa a casas (FTTH por sus siglas en inglés), de acuerdo con publicidad que los carriers distribuyen en diferentes ubicaciones de la Ciudad de México.

La instalación de la infraestructura necesaria será gratuita para aquellos que reciban la publicidad, aunque no será para todas las zonas en un principio, confirmó un operador de atención al cliente.

El servicio anunciado será de hasta 20 Megabytes (MB) de descarga, sin ningún costo de instalación para los usuarios actuales. Después de tres meses, el carrier con el que se contrate hará un ajuste de precios que dependerá de la velocidad actual contratada por el cliente.

A continuación, un comparativo de precios de los distintos operadores que tienen del servicio FTTH en México:

Empresa	Velocidad de descarga	Teléfono	Televisión	Telefonía celular	Precio de la renta en pesos
TotalPlay	20 MB	Incluido	220 canales	Cargo extra	899 a 1,039
Axtel	20 MB	Incluido	No	No	999
Cablevisión	20 MB	Incluido	220 canales	No	1,049
Telmex	20 MB	ND	ND	ND	ND

Fuente: CNNExpansion con datos de las páginas web de las firmas. ND significa No Disponible

Cabe destacar que México es uno de los países con más alto costo por MB de descarga, en un rango de 11.77 hasta 82.23 dólares por renta mensual, según cifras del más reciente reporte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que agrupa a 34 países.

Actualmente, la fibra óptica tiene 12% de participación de mercado entre las naciones que integran a la OCDE.

el operador dominante en México se mantiene como líder en telefonía fija con una participación de 80.5%, seguido de Axtel con 5.4%, Movistar 3.1%, Megacable 2.3%, Maxcom 1.5%, Cablemás y Alestra 1.1% en ambos casos, y Cablevisión con 1%.

Ventajas

- El mercado se rige por la **demanda de ancho de banda** (TV, vídeo bajo demanda, TV Alta Definición, Internet, cableado en el hogar)
- El despliegue de fibra óptica (**FTTx**) es **viable** en costes, tiempo y preparación de la mano de obra, gracias a los nuevos desarrollos.
- La construcción de redes **FTTH** ya es una **realidad** con millones de líneas instaladas y en crecimiento exponencial
- La **interactividad en el hogar** implica avanzar la red a su interior tal y como ya existe en los edificios de oficinas.
- Los **nuevos desarrollos** adaptados a la necesidad de los hogares hacen posible disfrutar la **VERDADERA BANDA ANCHA**.

Bibliografía

1. Amezquita Martínez Carlos, Seminario GPON, Intelmex Año 2011, Capitulo dos, FTTH, Sistemas de acceso, pp. 2-1 a 2-10
2. Amezquita Martínez Carlos, Seminario GPON, Intelmex Año 2011, Capitulo tres, GPON, Sistemas PON, pp.3-2 a 3-6
3. Abreu Marcelo, Castagna Aldo; Cristiani Pablo; Zunino Pedro, Roldós Enrique; Sandler Gustavo características generales de una red de fibra óptica al hogar (FTTH), <http://goo.gl/kRI2o>, pp. 40- 46
4. Incera José, Cartas Rodolfo, Cairo Osvaldo, Redes Digitales: Presente y Futuro, Fibra óptica Laboratorio de Redes Avanzadas, ITAM Reporte Técnico LRAV 10507Mayo 2007, pp 14-16
<http://allman.rhon.itam.mx/~jincera/IntroRedesDigitales.pdf>
5. Goralski Walter. Tecnologías ADSL y XDSL, McGraw –Hill 2008, pp. 163 - 179
6. Norma de construcción de la red secundaria de fibra óptica autosoportada N/03/044/01, Fecha que entra en vigor, 01/02/2011 información propiedad del operador telefonico, su contenido es estratégico y por ende confidencial y sólo para uso exclusivo de la persona y o entidad a quien va dirigida. pp. 3 – 27
7. Norma de construcción de la red de cliente para fibra a la casa, N/03/042/01, Fecha que entra en vigor, 31/01/2011, Información propiedad del operador telefonico, su contenido es estratégico y por ende confidencial y sólo para uso exclusivo de la persona y o entidad a quien va dirigida. pp. 4 -22
8. Recomendación UIT-T G.732 Características del equipo múltiplex mic primario que funciona a 2048 kbit/s, características generales, p. 1
9. Rubio Martínez Baltazar, Introducción a la ingeniería de la fibra óptica, Ed, ra-ma 1994 , Capitulo 13, las redes de fibra óptica, pp. 278-280

Refencias de internet

<http://www.alegsa.com.ar/Dic/catv.php>

<http://allman.rhon.itam.mx/~jincera/IntroRedesDigitales.pdf>