

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

FIBRA ÓPTICA DOMICILIARIA (FTTH) PARA BARRIO PREFERENCIAL EN LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

SAMUDIO Mamone, Daniel Andrés (LU 108506)

Ingeniería en Telecomunicaciones

Tutor:

Magíster Ing. Puyol, Orlando, UADE

Agosto, 2013



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

RESUMEN:

El presente Proyecto Final de Ingeniería propone una idea innovadora ante la necesidad de mejorar los servicios que se brindan en los actuales Sistemas de Videocables en nuestro país. Por este motivo, el autor ha diseñado una red 100% de fibra óptica de uso domiciliario, utilizando varias tecnologías de última generación.

Al respecto, y con el fin de brindar un servicio preferencial tipo *Premium*, se ha utilizado parte del anillo de fibra ya existente provistos por los mejores operadores del mercado, a través de una empresa creada a tal efecto, con el fin de obtener el liderazgo en el mercado de este tipo de implementaciones.

Todo se basa en una red subterránea de fibra óptica que llega a cada edificio de un barrio preferencial, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, donde se instala un panel para llegar a cada montante para terminar en las bocas de los usuarios, para poder colocar un *set of box* adecuado para brindar los siguientes servicios:

Sistemas de Televisión Digital (CATV), con la posibilidad de tener hasta cuatro decodificadores de alta definición para obtener toda la programación correspondiente sin costo adicional.

Internet de alta velocidad hasta 20 Megabyte para la transferencia de datos a *Data Center virtuales* y al *Cloud Computing*.

Telefonía con posibilidad de movilidad: Usando *pendrives* en un principio y a futuro, teléfonos celulares con futuras coberturas en 4G.

En este proyecto se detalla la obra civil, las instalaciones en los edificios, la puesta a punto en la parte técnica, e incluyendo el análisis económico financiero para determinar su factibilidad y rentabilidad, respectivamente.

ABSTRACT

The current Final Engineering Project suggests an innovative idea, due to the necessity of improving the services that the Video-cable Systems afford in our country nowadays. For this reason, the author has designed a network with 100% optical fibres to be used at home, by using many cutting-edge technologies.

Therefore, in order to afford a Premium service, we used parts of the existent fibre ring provided by the best market operators. To do so, a firm has been created with the objective of achieving the market leadership.

The project is about an underground network made of optical fibres, which goes to every building in a preferential neighbourhood in Ciudad Autonoma de Buenos Aires. There, a panel is installed to reach each hat track and ends in the users wrenches. Then, it is installed the proper set of box so as to provide the following services:

- ⤴ A Digital Television System with up to four high definition decoders so as to have their broadcast scheduling without any additional costs.
- ⤴ High speed Internet up to 20 Megabyte to transfer data to virtual Data Centres and Cloud Computing.
- ⤴ Wireless telephony, using pen drives. Later, mobile phones with 4G coverage.

In this project, we detail the civil work, building systems, the development of the technical part; including the economic-financial analysis, so as to determine the feasibility and profitability of it.

Resumo:

Este Projeto Final de Engenharia propõe uma idéia inovadora para a necessidade de melhorar os serviços prestados nos sistemas de TV a cabo atuais em nosso país. Por esta razão, o autor criou uma rede 100% fibra óptica para uso doméstico, usando várias tecnologias de ultima geração.

A este respeito, e com o objetivo de fornecer um serviço preferencial tipo Premium, tem se utilizado parte do anel de fibra existente fornecida pelos melhores operadores do mercado, por meio de uma empresa criada com esse objetivo, a fim de obter a liderança no mercado para este tipo de implementações.

Tudo é baseado numa rede subterrânea de fibra ótica que atinge cada edifício de um bairro preferencial na Cidade autonoma de Buenos Aires, onde está instalado um painel para alcançar cada vertical para terminar na boca dos usuários, a fim de colocar o set of box adequado para a prestação dos seguintes serviços:

Sistemas de Televisão Digital (CATV), com a possibilidade de ter até quatro decodificadores de alta definição para obter toda a programação correspondiente sem nenhum custo adicional. Internet de alta velocidade até 20 Megabyte para transferência de dados a Data Center virtuales e ao Cloud Computing.

Telefonia com possibilidade de mobilidade: Usando pen drives inicialmente e, no futuro, telefones celulares com cobertura 4G. Neste proyecto detalha-se a obra civil, as instalações nos edifícios, o trabalho no lado técnico, e incluindo a análise económica e financeira para determinar a viabilidade e lucratividade, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS:

Este proyecto fue tomando forma de a poco; el mismo tuvo sus complicaciones y dificultades pero paulatinamente se fueron terminando capítulos y adquiriendo experiencia.

En primer lugar quiero agradecer a mis padres que me dieron su apoyo para llegar a esta instancia tan esperada.

A mi esposa por tolerar mis de altos y bajos, y a veces mi mal humor porque no podía avanzar por el cansancio, y por brindarme su apoyo incondicional.

Agradezco también al Magíster Ingeniero Orlando Puyol, quien confió en mi y estuvo conmigo en todo momento. Es un excelente tutor, profesor, pero ante todo un hombre de convicciones, y eso es muy importante en estos momentos.

Quiero mencionar todos los aportes que me brindaron personas compañeras de trabajo como Alejandro Machuca; a la Arquitecta Mariana López, una gran amiga, que ha dedicado tiempo en la colaboración del diseño de los planos que se podrán apreciar en mi Defensa del presente.

Muchas veces se necesita una motivación para dar el primer paso; por eso les digo gracias a mis amigos de toda la vida por estar siempre.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

1 Fundamentación	10
1.1 Objetivos	11
1.2 Alcance	11
1.3 Descripción del proyecto.....	12

CAPÍTULO II

Capítulo II: ANTECEDENTES

2.1 Arte Previo	15
2.2 Particularidades	15
2.3 Aporte	16
2.4. Estado del Arte.....	17
2.5 Arquitectura de las redes Fttth	18
2.5.1 Red de Acceso.....	18
2.5.2 Sistemas activos y sistemas pasivos	19
2.5.3 Sistemas unidireccionales frente a sistemas bidireccionales	20
2.5.4 Topografía de la red.....	21
2.5.4.1 Configuración punto a punto	21
2.5.4.2 Configuración de punto a multipunto	22
2.5.4.2.1 Arquitectura en estrellas o en árbol	22
2.5.4.2.2 Arquitectura en bus	23
2.5.4.2.3 Arquitectura en anillo.....	24

CAPÍTULO III

Capítulo III: MARCO TÉCNICO LEGAL

3.1 Regulaciones	27
3.2 Decreto 764/2000	27
3.2.1 Reglamento Nacional de Interconexión.....	28
3.2.2. Objetivos y Principios generales	28
3.3 Reglamento general de Servicios Universal	29
3.3.1 Reglamento sobre administración, gestión y control.	30
3.4 Ley 26522	32
3.4.1 Autoridad federal de servicios de comunicación audiovisual	32
3.4.2 Consejo federal de comunicación audiovisual	33

3.4.3 Resolucion 297/2010.....	35
3.4.4.Resolucion 1295/2011.....	35
3.5 Normativa y estandares de las tecnologias usadas en este PFI.....	36
3.5.1 Rfog.....	36
3.5.2 Red FTTH.....	36
3.5.2.1 Red Gpon.....	38
3.5.2.1.1 Caracteristicas de Gpon.....	40
3.5.3 Wimax.....	42
3.5.4 Estandares actuales de veocidad de Sdh.....	43
3.5.5 Cmts.....	44
3.5.5.1 La primera especificacion.....	44
3.5.5.2 Versiones para el estandar docis.....	45
3.5.5.3 Normas internacionales.....	46
3.5.6 LTE.....	47
3.6 Calculos de factibilidad.....	51
3.6.1 Balance de tiempos.....	51
3.6.2 Balance de tiempos.....	54
3.6.3 Criterios de viabilidad.....	55
CAPÍTULO IV	
Capítulo IV: DESARROLLO	
4.1 Diseño de la red en parque chacabuco.....	58
4.1.1 Canal descendente.....	59
4.1.2 Canal ascendente.....	60
4.1.3 Componentes de la red.....	61
4.2 Parametros tipicos de Ont y Olt.....	62
4.3 Otros dispositivos.....	64
4.4 Obra tecnico civil.....	65
4.4.1 Preparacion del terreno.....	65
4.4.2 El sueño factor importante.....	66
4.4.3 El día laboral.....	67
4.4.4 La canalizacion con tibos de pvc rigidos.....	68
4.4.5 ¿Por qué hay que presurizar?.....	70
4.4.6 Coldo de hormigon.....	70
4.4.7 El relleno.....	71
4.4.8 Hilos guia y cinta de seguridad.....	71
4.4.9 Canalizacion mediante tritubo.....	71
4.4.10 Caracteristicas del relleno y compactacion.....	72

4.4.11 roturas y reparaciones	72
4.4.12 Construcción de arquetas	73
4.4.13 Gabinetes de terminación /montante	74
4.4.14 Instalación subterránea en galerías de servicios y alcantarillas.....	75
4.4.15 Instalación en micro zanjas	76
4.4.15.1 La manera correcta de instalar cables de fibra óptica.....	77
4.4.16 Descarga y movimientos del cable de fibra óptica	78
4.4.17 Empalmes de fusión	83
4.4.18 Inyección y detección local	83
4.4.19 Sistema de alimentación de perfiles	84
4.5 Diagrama en bloques hacia el usuario	84
4.5.1 Distribución y pérdidas	85
CAPÍTULO V	
Capítulo V: ANALISIS FINANCIERO	
5.1 Análisis FODA.....	88
5.2 Distribución de nuestro universo	89
5.3 Estrategia para que estos clientes deseen cambiarse a nuestra empresa:	94
5.4 Detalles a tener en cuenta.....	95
5.5 Los servicios premium que ofrece la competencia.....	96
5.6 Servicios premium	97
5.7 Costos de obra civil.....	98
5.8 Análisis de sensibilidad.....	104
5.9.1 Escenario Baja de Ventas.....	105
5.9.2 Escenario Pesimista	106
5.9.3 Escenarios Super Optimistas.....	107
CAPÍTULO VI	
Capítulo VI: CONCLUSIONES.....	
Glosario.....	112
Bibliografía	115
Anexos	125

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

1 Fundamentación

Las compañías operadoras encargadas de los sistemas de video cable estudian diferentes estrategias innovadoras para captar nuevos clientes. Si se propusiera un servicio *Premium*¹ a base de tecnología de última generación, los nuevos usuarios no dudarían en contratar las bondades de los nuevos servicios, dado su apreciado ancho de banda y su alta velocidad en la transferencia de datos, principalmente, para la digitalización de los mismos y acceder a la televisión de alta definición con múltiples ofertas.

Esto impacta directamente en el negocio, ya que incorporar una nueva red totalmente subterránea a base de fibra óptica de última generación, implica realizar una importante inversión en función de las nuevas construcciones preferenciales que se realizan en un barrio como Parque Chacabuco de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Se estima que esta experiencia piloto podría extenderse a toda la Ciudad en los próximos cinco años, porque implicaría una importante reducción de costos con un rápido recupero de la inversión.



Figura 1: Área delimitada por las avenidas Pedro Goyena, Emilio Mitre, Directorio y la calle Miro.

¹ *Premium*: Se definen a los servicios de Datos, Imagen y Voz a través de la última innovación que provee Internet, por ejemplo *Triple* o *Quadruple play*.

De acuerdo a la situación descripta precedentemente, dicha instalación de la nueva red propuesta, será gestionada y administrada por una empresa especialista en la implementación de nuevos servicios, a través de la experiencia de instalar fibra óptica en el país, por ejemplo, con redes actuales tipo Híbrido Fibra/Coaxil (HFC)², y con la experticia necesaria para realizar esta innovación propuesta a FTTH³.

1.1 Objetivos

El objetivo general del presente proyecto permitirá la innovación de una red destinada a todo tipo de operadores, preferentemente a los de sistemas de video cable, a través de la instalación de fibra óptica del tipo GPON⁴, que llegará directamente hasta el usuario.

La tecnología utilizada brindará los beneficios actuales en video, datos y voz, con la expansión a una cuarta generación tecnológica (4G) dada la movilidad y portabilidad en franco crecimiento. De esta forma, y ya como un objetivo específico, un producto del tipo *triple play* o *quadruple play* quedará disponible al abonado preferencial que utilice la red propuesta

1.2 Alcance

Los aspectos que serán contemplados en el presente proyecto, se definen en función de lo descripto en los objetivos precedentes:

- Diseño de la red subterránea FTTH.
- Diagrama de la obra civil necesaria para los tendidos de fibra óptica en el área delimitada.
- Definición del equipamiento a utilizar.
- Análisis Económico y Financiero de la solución.
- Conclusiones de esta experiencia piloto.

² HFC: *Hybrid Fibre Coaxial*/Híbrido Fibra/Coaxil

³ FTTH: *Fiber to the home* /Fibra óptica domiciliaria.

⁴ Gpon: *Gigabit-capable Passive Optical Network*/ Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit

Debido a que se trata de una propuesta para desarrollar en un área delimitada, resulta conveniente enunciar los aspectos que no serán contemplados en este proyecto:

- Implementación de la solución en toda la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Integración de la solución con otros servicios, por ejemplo: WiMAX y/o de LTE.

1.3 Descripción del proyecto:

La implementación será gestionada y administrada por la empresa denominada DASM. SA, que lleva más de 13 años innovando e instalando fibra óptica alrededor del país, y que ya cuenta con la red de HFC amortizada.

Se recorren los primeros días del año 2013, al cual se lo considera con cambios interesantes a nivel de las telecomunicaciones y las preguntas que surgen son: ¿a dónde se apuntará en los próximos cinco años, respecto de que servicios va a brindar el mercado?, ¿qué ancho de banda se va a ofrecer?, ¿con una mayor demanda, se tendrá la infraestructura correcta para ofrecer a todos los posibles clientes en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires?, ¿qué vida útil tiene un red de HFC respecto de las FTTH?

Por ello, y respondiendo cada una de estas cuestiones precedentes, se considera a este proyecto con una importancia relevante en el futuro de los sistemas de video cable existentes en nuestro país.

Por consiguiente, se detallan los siguientes puntos para la transición entre lo existente y la innovación en la instalación con nuevas tecnologías:

- Análisis de costo por obsolescencia del equipamiento existente en función del recambio tecnológico.
- Ventajas de las nuevas tecnologías (4G)⁵ a utilizar: GPON y RFOG⁶, WiMAX⁷, LTE⁸ con sus costos de implementación y beneficios dados por los fabricantes.
- Leyes, Normativas y Permisos Municipales para la futura instalación a desarrollar.
- Metodología de trabajo con los Contratistas, y sus costos de Obra especializada.
- Foda

⁵ 4G : cuarta generación

⁶ Rfог: Radiofrecuencia sobre vidrio

⁷ WiMAX: *Worldwide Interoperability for Microwave Access* /interoperabilidad mundial para acceso por microondas

⁸ LTE: *Long Term Evolution* / nuevo concepto de arquitectura evolutiva 4G

- Determinación del impacto Medioambiental.
- Análisis técnico /económico-financiero.

El proyecto contempla brindar servicios de *cuádruple play* implementando una red de cuarta generación, muy robusta, con la posibilidad de expandirse a diferentes barrios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Para este PFI se seleccionó una red GPON por los beneficios que brinda una transmisión de información en Gigabits, ya que resulta ser una red que se puede adaptar a cualquier servicio y dar servicios de *SDH*⁹, *TDM*¹⁰, e *IP*¹¹, entre otros.

La idea es tener una muy buena distribución de señal desde el punto de salida de los paneles concentradores hasta la última milla del usuario, entrando con fibra monomodo al domicilio para brindar el servicio *Premium* postulado.

⁹ SDH: *Synchronous Digital Hierarchy* / Jerarquía Digital Sincrónica.

¹⁰ TDM: *Time División Multiplexing* / multiplexación por división de tiempo.

¹¹ IP: *Internet Protocol* / Protocolo de Internet.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES

2.1 Arte previo

Las redes de CATV¹² comenzaron con pocos canales de 330 MHz. En la década del 1980 ya había 40 canales y luego se modificaron a redes de 450 MHz, aumentando la capacidad a 60 canales. Para esa época empieza a brindarse aquello que es hoy en día el cablemodem¹³ tradicional. Este tenía una subida (*upstream*) por cable y una bajada (*downstream*) vía telefónica. Así se empezó con una velocidad en la transmisión de datos de 56 kbps (kilobytes por segundos).

Fue un servicio abandonado por varias empresas, pero con el correr de los años, se dieron cuenta que éste iba a crecer notablemente, es decir, desde brindar los canales codificados para la transmisión del fútbol en directo, ver películas a demanda, o los canales para adultos.

Utilizando los primeros conversores y decodificadores se ofrecían velocidades de 256 kbps y 512 kbps y surgen varias empresas como Cablevisión SA, Telefónica de Argentina SA, Telecentro SA, y varios proveedores independientes para brindar INTERNET.

Se actualizaron las redes casi en un 80%, pero aún no se brinda un servicio *Premium* debido a limitaciones técnicas.

Como arte previo del presente PFI, se menciona al “*Diseño de una Red de Acceso con tecnología GPON*”, desarrollado para empresas corporativas del microcentro porteño, el cual se lo tomó como referencia para el presente proyecto final de ingeniería, y cuya diferencia sustancial radica en proponer servicios *Premium* para usuarios no corporativos en un barrio preferencial de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C.A.B.A.).

2.2 Particularidades:

La empresa DASM SA pensó en mejorar el diseño mencionado precedentemente, dando un paso más al llevarlo a un barrio preferencial de la C.A.B.A..

¹² CATV: *Community Antenna Television* / Televisión por Cable

¹³ Cablemodem: tipo especial de módem (Modulador Demodulador) diseñado para modular la señal de datos

En este caso, resulta ser el barrio de Parque Chacabuco con posibles clientes preferenciales, los cuales en la actualidad invierten sumas importantes en la construcción de nuevos edificios de categoría.

Cabe destacar, que existen otras empresas que brindan servicios de telecomunicaciones como ser Telmex o Metrotel, pero se los considera muy acotados por el momento.

Respecto al servicio de Internet se denota que existen varias empresas con diferentes abonos. Sin embargo, no brindan un servicio *Premium*, y si bien la oferta de servicios es variada, la competencia todavía se encuentra algo restringida por los costos de implementar un servicio a nuevo.

Se considera que la implementación de las redes GPON será un gran beneficio dado el ancho de banda que proveen, y además, se considera que las compañías tendrán que migrar a este tipo de redes en el mediano plazo.

Al principio, se considera que una nueva inversión sería de una imperiosa necesidad, con el objeto de que las empresas sigan siendo líderes en el mercado global de las telecomunicaciones, ya que la demanda y la exigencia será cada vez mayor pese a coexistir con las redes HFC.

2.3 Aporte:

Se interpreta que el presente PFI sería aplicable a toda empresa de telecomunicaciones, que mejoraría el sector, y podría crear una concientización para mejorar el medio ambiente de la C.A.B.A.. Asimismo, se estima que generaría un punto de inflexión en los operadores de cable con un antes y después, mejoraría el ambiente laboral, reduciría al 95% el riesgo de trabajar en altura con los video cables y así, reducir la posibilidad de accidentes, al tener los cuatro servicios en una sola transmisión.

Con la Ley 26.522 de Servicios de Comunicación Audiovisual habría que sectorizar muchos trabajos, surgen el *triple play* de Telefónica de Argentina SA., que uniría a tres empresas, para competir con Telecentro, Cablevisión y con otros operadores.

La Ley 26.522 y su Decreto reglamentario 1225/2010 es una ley que establece las pautas que rigen el funcionamiento de los medios radiales y televisivos en la República Argentina. Esta legislación fue promulgada el 10 de octubre de 2009 por la presidenta Cristina Fernández de

Kirchner y reemplazó a la Ley de Radiodifusión 22.285, que había sido promulgada en 1980 por la dictadura cívico-militar

La idea es instalar un punto a punto desde cualquier lugar de un anillo óptico y distribuir a donde sea necesario, ya que a mediano plazo las redes serían a base de fibra óptica en un 100%. Para este proyecto, las redes GPON tendrán que coexistir con las redes existentes hasta que se conviertan en la red primaria, ya que las redes actuales se podrían alquilar a otra compañía que brinden servicios económicos o en su defecto, eliminarlas totalmente.

Cada panel que forma el anillo óptico funcionará en forma independiente, en función de toda un área de servicio, como en la actualidad: norte , sur, este y oeste, siempre hablando de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. También se podrá evaluar la instalación en *Countries*, Cooperativas en el Gran Buenos Aires, Provincias etc.

Se interpreta que se trata de una opción muy interesante ya que la Fibra Óptica ofrece una óptima calidad de servicio, libre de interferencias y ruido electromagnéticos.

2.4 Estado del Arte:

DASM la dirige quien suscribe el presente PFI, y trata de una empresa para dar innovación y soluciones en todo lo inherente a telecomunicaciones, formado por un plantel de ingenieros, arquitectos y técnicos con una alta capacidad en el rubro. Cuenta con trece años brindando servicios preferenciales para clientes *VIPs*¹⁴. A medida que fueron pasando los años, los servicios desde año 2000 a la actualidad necesitaron modificar casi un 80 % su infraestructura y con ello, normas, reglamentos, equipos, capacitación y mantenimiento.

Los servicios a brindar en el *cuádruple play*¹⁵ son: Internet, CATV, Telefonía y Movilidad¹⁶, con sus variaciones y a medida de cada cliente, es decir, desde un servicio básico hasta un *Premium*. A través de estudios de factibilidad que se mencionan en el capítulo...., se llegó a definir la primera prueba piloto que se instalará en Parque Chacabuco:

¹⁴ VIP: *Very Important People* / persona muy importante

¹⁵ *Quadruple play*: son: Internet, CATV, Telefonía y Movilidad

Opcion 1:

Con la utilización de un anillo existente y con la provisión del espacio se forma una cabecera y de ahí según los estudios pertinentes se montará el panel en lugares estratégicos. Brindando servicio de *triple play* con la posibilidad de llegar al *quadruple play*

Opción 2:

Entrar desde el Gran Bs. As. hacia la C.A.B.A. sería el ejemplo de la empresa Telered existente, a efectos de contar con nuevos clientes y expandirse en el mercado. En todos los casos de usaría fibra óptica en un 100 %, pero en algunos casos dentro del abonado se puede llegar a usar diferentes cableados, ya que el *set of box* consta de diferentes plaquetas para los distintos servicios.

2.5 Arquitectura de las redes FTTH

PON es la tecnología más utilizada en la actualidad y lo seguirá siendo en el futuro. Al respecto, se compararan los distintos tipos de sistemas y de topologías utilizadas en este tipo de tecnología, a saber:

2.5.1 Red de acceso

La red de acceso consta de toda serie de elementos y equipamientos necesarios para realizar la conexión entre el proveedor de servicio y el lazo de abonado. El nodo central es el punto en el cual los proveedores de servicios realizan la interconexión con la red de acceso. La red de acceso local se denomina como "la última milla" o "el bucle local".

Se trata de un medio de acceso óptico, y se lo considera como una de las mejores opciones para el futuro debido al inmejorable rendimiento que ofrece la fibra óptica.

Generalmente una red de acceso óptica está integrada por los siguientes elementos :

- OLT (*Optical Line Terminal*)¹⁷: se trata de un dispositivo pasivo situado en el nodo de distribución que sirve como el punto final del proveedor de servicios.
- ONT (*Optical Network Terminal*)¹⁸ u ONU (*Optical Network Unit*)¹⁹: es el terminal situado en casa del usuario que termina la fibra óptica y ofrece las interfaces de usuario

¹⁶ Movilidad: hace referencia a la telefonía celular de 2G,3G,4G

¹⁷ OLT: Terminal óptico lineal.

¹⁸ ONT: Terminación de red óptica.

- ODN (*Optical Distribution Nodes*)²⁰ u ORN (*Optical Remote Node*)²¹: consiste en un nodo que distribuye la señal desde la centralita hasta los hogares. Consta de splitters, tramos de fibras ópticas, empalmes y conectores.
- Divisor óptico (*Splitter*): elemento pasivo que se encarga de direccionar la señal proveniente del OLT hasta cada uno de los usuarios.

2.5.2 Sistemas activos y sistemas pasivos

En las redes activas, la información se procesa y se envía por sus respectivos puertos de salida, donde el último enlace (ODN-ONT) es un enlace punto a punto y el ONT solo recibe información que va dirigida a éste.

En las redes pasivas, la información no es procesada eléctricamente en el nodo remoto (éste debe enviar toda la información o no dependiendo de la arquitectura utilizada) y el ONT es el encargado de aceptar o descartar la información recibida.

Para los sistemas activos, no es necesario el uso del protocolo MAC, sin embargo en las redes pasivas resulta absolutamente necesario para el canal de subida. La ventaja principal de los sistemas activos es que poseen un enlace entre el nodo remoto y el ONT dedicado, con lo cual es posible utilizar dispositivos electroópticos con un bajo costo en los ONTs. Por el contrario, en los sistemas pasivos todos los dispositivos trabajan con el total de ancho de banda y, el coste del ONT aumenta.

Desde el punto de vista de seguridad las redes activas son mejores, sin embargo las arquitecturas pasivas intentan igualarse a las anteriores utilizando unos algoritmos de encriptación muy robustos. Al igual que en aspectos de seguridad, los sistemas pasivos también se ven superados por los activos en cuanto a la calidad de servicio proporcionada.

A pesar de las numerosas ventajas que pueden ofrecer las arquitecturas activas, estas tienen varios inconvenientes: el uso de elementos activos supone un costo más elevado en la implantación y mantenimiento de la red, son sistemas que requieren más potencia, a la vez que no resultan eficientes para la transmisión de tipo ráfaga.

¹⁹ ONU: Unidad de red óptica.

²⁰ ODN: Nodos de distribución óptica.

²¹ ORN: Nodo remoto óptico.

2.5.3 Sistemas unidireccionales frente a sistemas bidireccionales

Los sistemas de transmisión unidireccionales necesitan utilizar dos fibras, una para el canal de subida y otra para el canal de bajada. Para el transporte de la información en los sistemas unidireccionales se dispone de una capacidad de W canales (longitudes de onda) para cada cable de fibra óptica (W para el enlace ascendente y W para el enlace descendente).

Los sistemas bidireccionales disponen solo de una fibra para ambos canales, de subida y de bajada. Mientras que en las redes bidireccionales se tiene una capacidad total de W canales, es decir $W/2$ canales para la subida de datos y $W/2$ para la bajada. A continuación se muestra la estructura de los dos sistemas explicados:

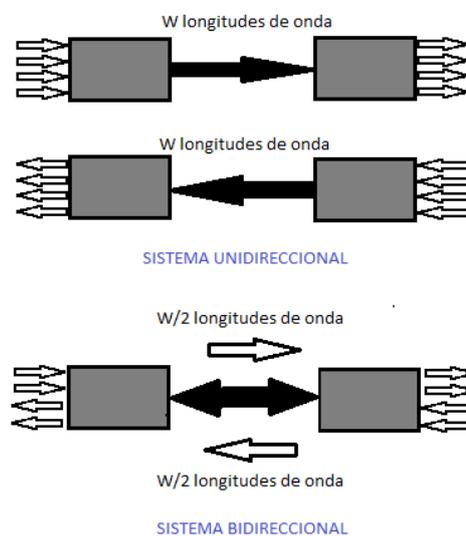


Figura 2: Esquemas de sistema unidireccional y bidireccional

Debido a esto, se va a comparar ambos sistemas en función de la capacidad de cada uno:

Desde el punto de vista de la eficiencia, los sistemas unidireccionales son claramente superiores a las redes bidireccionales, ya que tienen el doble de canales. Asimismo, la amplificación resulta más sencilla en los sistemas unidireccionales, pero tanto la ganancia como el nivel de potencia que se obtienen a la salida en los sistemas bidireccionales son mejores. Estos sistemas bidireccionales requieren una banda de guarda entre canales para evitar las interferencias.

2.5.4 Topologías de la red

Para conseguir una red eficiente y proporcionar un buen servicio a los usuarios la arquitectura de la red debe ser lo más sencilla posible, con el fin de minimizar los costes de su despliegue y mantenimiento. Esto quiere decir que siempre trataremos de utilizar los sistemas pasivos, ya que no es necesario invertir tanto dinero en estos.

2.5.4.1 Configuración punto a punto

Estos tipos de arquitecturas consisten, básicamente, en un enlace entre el OLT y los ONT mediante unos cables de fibra óptica. No se trata de un sistema demasiado utilizado en las arquitecturas de fibra hasta el hogar debido a su elevado costo. El precio de la implantación de estas redes aumenta con el número de usuarios (ONT) abonados (llevar un tramo de fibra hasta cada casa y mantenerlo). Este servicio se contrata, normalmente por empresas que necesitan un enlace entre distintas sucursales y requieren un servicio de telecomunicaciones, ya sea voz o datos, con una determinada capacidad.

En el tramo entre el OLT y el ONT suele utilizarse un sistema bidireccional. Para transmitir se utilizan diferentes longitudes de onda para cada dirección para evitar las reflexiones indeseadas dentro de la propia fibra, según el siguiente esquema:

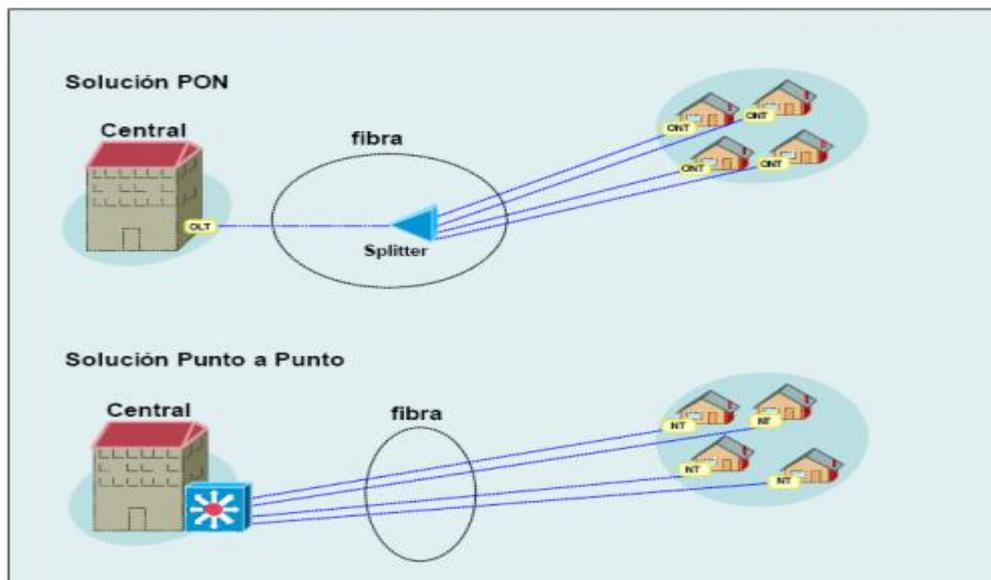


Figura 3: Solución PON punto a punto

2.5.4.2 Configuración punto a multipunto

Tal y como se ha indicado previamente, en las redes FTTH se pretende conseguir estructuras sencillas y con bajos costos, y según hemos visto en el apartado anterior, las configuraciones punto a punto no cumplen los requisitos. Es por ello, por lo que en la tecnología FTTH se utiliza la configuración punto a multipunto, comúnmente llamada PON (*Passive Optical Network*) o Red Óptica Pasiva. Las redes PON constan de los siguientes elementos: OLT, ONT, ODN y divisores ópticos; elementos que ya han sido mencionados y que van a ser descritos con más detalle en los siguientes apartados.

El objetivo de esta arquitectura es reducir el precio de la red mediante el uso de elementos pasivos sencillos, repartiendo los costes entre varios segmentos de la red. Así pues, los usuarios comparten un mismo cable de fibra que llega hasta el *splitter*, donde la señal es distribuida hacia sus respectivos destinos.

Las redes ópticas pasivas pueden adoptar distintas topologías: en estrella o árbol, en anillo y en *bus*. La elección de una topología óptima va a depender de la condición geográfica y del emplazamiento de los usuarios.

2.5.4.2.1 Arquitectura en estrella o en árbol

Este tipo de arquitectura es el más utilizado en las redes FTTH debido a su bajo costo y a su gran eficiencia. Su estructura consiste en la interconexión del nodo central con un divisor óptico mediante tan solo un tramo de fibra. El divisor es el dispositivo pasivo que se encarga de repartir la señal, enviándola a sus destinatarios. Este divisor requiere unas funciones especiales para la privacidad y seguridad. Para poder realizar las tareas de conmutación en el divisor se asignan unos intervalos de tiempo específicos para los ONTs, basándose en la demanda de ancho de banda de cada uno de estos. En el canal ascendente se utiliza algún protocolo de acceso múltiple, normalmente multiplexación por división en el tiempo (TDM).

La topología en estrella es atractiva debido a la facilidad con la que se puede modificar la red. Es decir, si aumenta el número de usuarios la red en estrella puede dividirse en varias subredes, demostrando de esta manera la flexibilidad de la arquitectura, a saber:

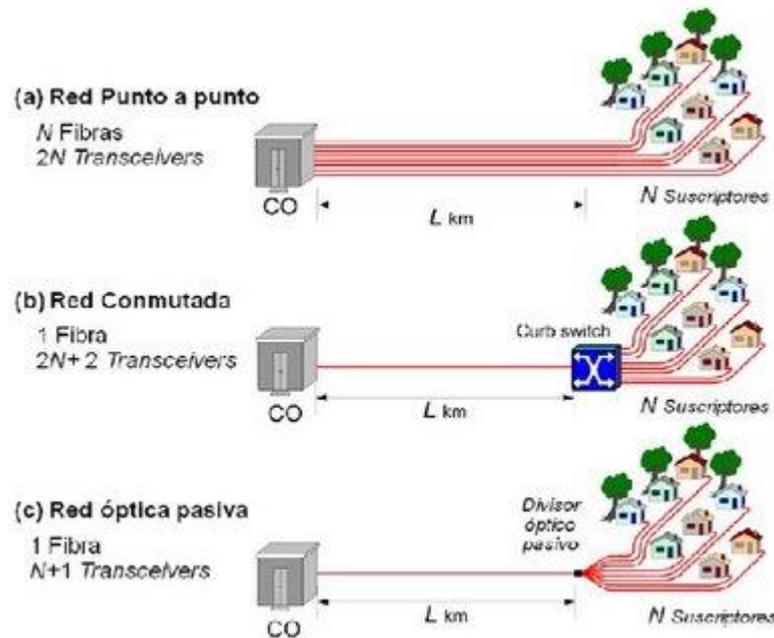


Figura 4: Enlaces estrella diversos.

No obstante, los sistemas en estrella presentan muchas debilidades en cuanto a la fiabilidad. La rotura del tramo principal de fibra o un fallo divisor óptico supondría la caída completa del todo el sistema. En la actualidad existen muchos problemas, incluyendo fallos de amplificadores, de la conexión de los puertos en los nodos de acceso originados por un fallo del láser o del corte de sintonización.

2.5.4.2.2 Arquitectura en bus.

En esta arquitectura, el nodo central está conectado a otros nodos mediante un enlace común, que comparten todos los nodos (ONTs) de la red. Esta red posee dos direcciones: una de izquierda hacia la derecha, donde los nodos insertan tráfico, y otra de derecha hacia la izquierda, donde los nodos solo tienen dos funciones: leer o leer y eliminar el tráfico.

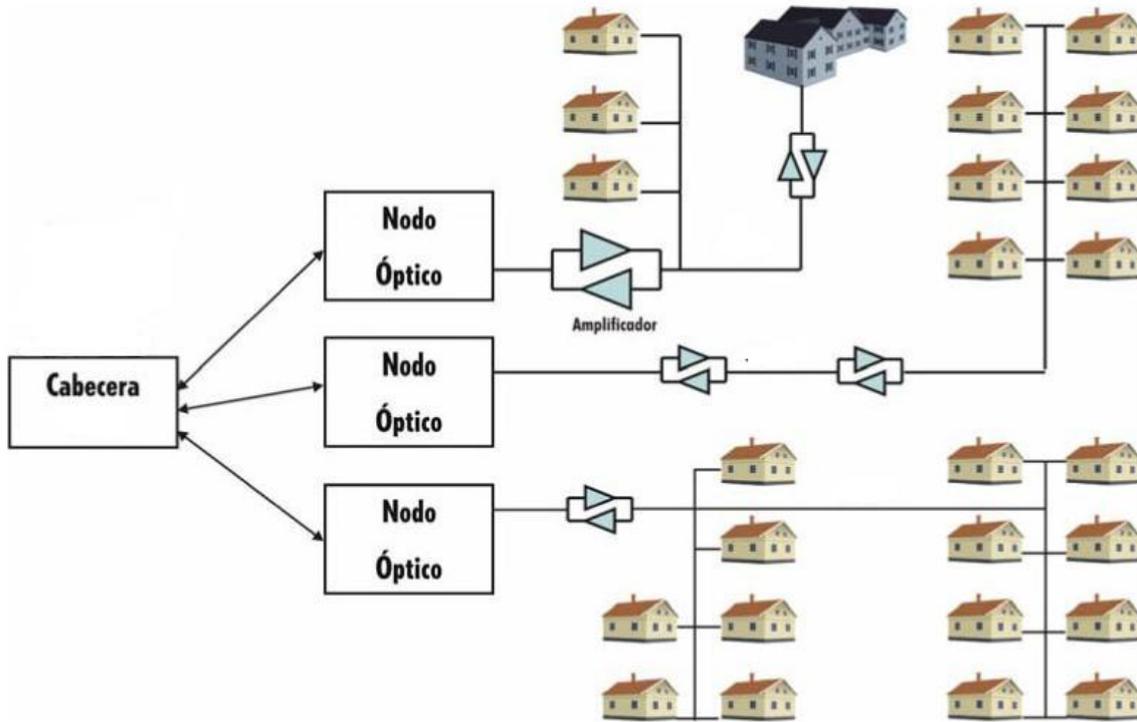


Figura 5: topología bus.

2.5.4.2.3 Arquitectura en anillo

La arquitectura del tipo anillo consiste en un enlace común para todos los nodos en forma del anillo. Las topologías en anillo son atractivas por su robustez y son la base de muchas arquitecturas de Redes de Área Local (LAN) y Redes de Área Amplia (MAN) para conseguir una comunicación fiable:

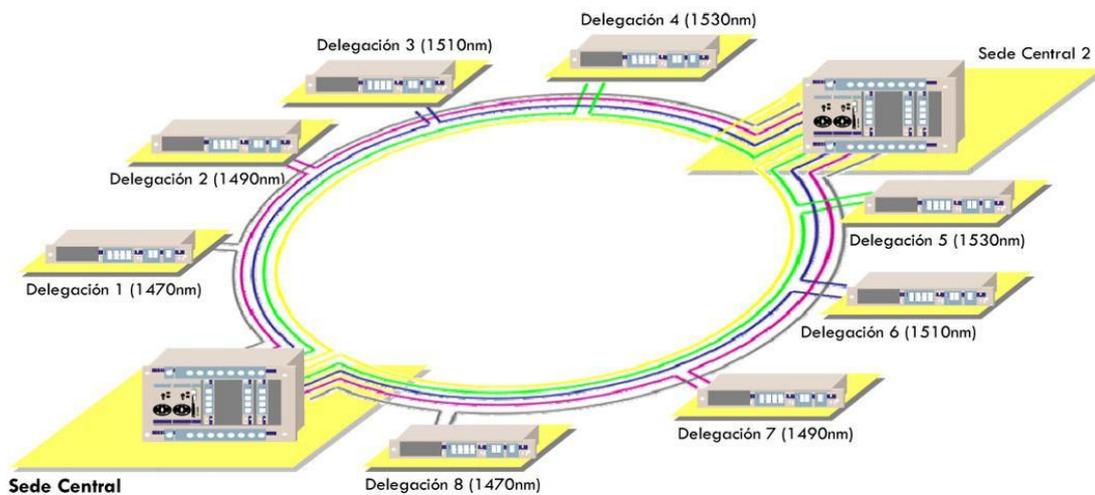


Figura 6: Topología anillo

Los anillos son capaces de recuperar la comunicación después de un fallo utilizando dos técnicas de protección: la protección de ruta y el enlace/nodo de recuperación. La primera consiste en reenviar el tráfico desde el OLT en el sentido contrario al sentido anterior. La segunda técnica es similar, pero en este caso el tráfico se redirecciona en el nodo/enlace donde se ha producido la rotura.

Para asegurar una transmisión basada en fibra óptica el tráfico puede ser cursado por distintos cables de fibra, por si se rompe el cable que estaba siendo utilizado. También existe una técnica de recuperación algo más sofisticada que la anterior, y es la basada en WDM. Esta consiste en enviar la información por varios cables a distintas longitudes de onda.

CAPÍTULO III

MARCO TECNICO LEGAL

3.1 Regulaciones:

El presente proyecto propuesto tiene sus referencias técnico legal en orden cronológico, como ser: leyes, decretos, permisos municipales, y normas, como así también posibles licencias sobre frecuencias a utilizar, los cuales se sintetizan en sus partes más incidentes.

3.2 Decreto: 764/2000

Desregulación de los servicios.

“Apruébense los Reglamentos de Licencias para Servicios de Telecomunicaciones, Nacional de Interconexión, General del Servicio Universal y Sobre Administración, Gestión y Control de Espectro Radioeléctrico. Deróganse diversas normas. Vigencia”

La Autoridad de Aplicación otorgará la licencia una vez que el solicitante hubiera acompañado la totalidad de la información y/o documentación que se indica en el artículo 9 del presente Reglamento, registrando los servicios a brindar.”

La Autoridad de Aplicación deberá expedirse, respecto de la solicitud de licencia, dentro del plazo de sesenta (60) días, contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud por parte del peticionante, salvo en aquellos casos en que la Autoridad de Aplicación hubiera requerido al solicitante información y/o documentación aclaratoria y/o complementaria en los términos del presente, en cuyo caso, el cómputo del plazo indicado precedentemente se reiniciará a partir de la fecha de presentación de la información y/o documentación solicitada.”

Proveedores de facilidades de telecomunicaciones a Prestadores”

El arrendamiento de infraestructura de telecomunicaciones a Prestadores de servicios, requerirá la titularidad de una licencia de servicios de telecomunicaciones.

La mera autorización otorgada a Prestadores, gratuita u onerosa, de "derechos de vía", de elementos o bienes ajenos a la prestación de servicios de telecomunicaciones, no requerirá la titularidad de la mencionada licencia.

3.2.1 REGLAMENTO NACIONAL DE INTERCONEXION (RNI): Se transcriben sus puntos más salientes, a saber,

- *Area Local del Servicio Básico Telefónico: Zona geográfica de prestación, en la cual el tráfico telefónico del Prestador Histórico se cursa sin un prefijo de acceso al servicio de larga distancia –nacional e internacional— independientemente de que dicho tráfico se origine o termine en su red de telecomunicaciones, alámbrica o inalámbrica y por el que se cobra una tarifa independiente de la distancia.*
- *Autoridad de Aplicación: es la SECRETARIA DE COMUNICACIONES de la Nación (SECOM).*
- *Autoridad de Control: es la COMISION NACIONAL DE COMUNICACIONES dependiente de la SECOM.*
- *Precio de Interconexión: Precio que debe pagar el Prestador Solicitante por el uso de los elementos y funciones de red del Prestador Solicitado. Este precio deberá ser justo, razonable, no discriminatorio entre Prestadores y no superior al ofrecido a los usuarios o clientes por la provisión de servicios similares.*
- *Cliente: es el usuario vinculado contractualmente a un Prestador.*
- *Convenio de Interconexión: es el acuerdo jurídico, técnico y económico que celebran dos o más Prestadores, con el objeto de que los clientes y/o usuarios de cada uno de ellos tengan acceso a los servicios y clientes y/o usuarios del otro.*

3.2.2. OBJETIVOS Y PRINCIPIOS GENERALES

Objetivos.

De acuerdo a la política nacional establecida para el sector de telecomunicaciones, la finalidad de la Interconexión es el beneficio del usuario, para lo cual se procuran alcanzar los siguientes objetivos:

-
- a) *Promover el ingreso al mercado de nuevos Prestadores a fin de permitir la mejora de la calidad y la reducción de los precios que los usuarios pagan por los servicios, asegurando su libertad de elección ante la diversidad de servicios disponibles.*
- b) *Promover la integración de las diferentes regiones del país mediante los servicios de telecomunicaciones.*
- c) *Garantizar condiciones equitativas en la prestación de los servicios evitando toda imposición que implique un uso ineficiente de los recursos de los Prestadores.*
- d) *Asegurar la Interconexión e interoperabilidad de las redes y servicios de telecomunicaciones.*
- e) *Fundar la Interconexión en principios de orientación a costos, transparencia, igualdad, reciprocidad y no discriminación.*

Arquitectura abierta de redes, interoperabilidad y compatibilidad.

Las redes de telecomunicaciones deberán adaptarse al concepto de arquitectura de redes abiertas, entendiéndose por tal la obligación del Prestador Solicitado de permitir el uso eficiente de su red por parte de los Prestadores Solicitantes, bajo parámetros tecnológicos que posibiliten el acceso y la individualización de funciones. Los Prestadores deberán prever la compatibilidad e interoperabilidad de sus redes, a los fines de permitir la Interconexión con las demás redes.

3.3. REGLAMENTO GENERAL DEL SERVICIO UNIVERSAL (RGSU)

OBJETO, ALCANCES Y DEFINICIONES

Objeto.

El objeto del presente Reglamento General del SU (RGSU) es establecer los principios y normas que regirán el SU (SU), los servicios incluidos, los sectores beneficiados, los sujetos obligados a su prestación y los métodos para establecer los Programas, así como los costos evitables netos de la prestación de las obligaciones del SU y el mecanismo de financiación.

3.3.1 REGLAMENTO SOBRE ADMINISTRACION, GESTION Y CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO

Objeto del Reglamento

El objeto del presente Reglamento es establecer los principios y disposiciones que regirán la administración, gestión y control del espectro radioeléctrico

Característica del Espectro Radioeléctrico. Carácter de las Autorizaciones y de los Permisos

El Espectro Radioeléctrico es un recurso intangible, escaso y limitado, cuya administración es responsabilidad indelegable del Estado Nacional.

Las autorizaciones y/o permisos de uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico se otorgarán con carácter precario, por lo que la Autoridad de Aplicación podrá sustituir, modificar o cancelar las mismas, total o parcialmente, sin que ello dé derecho a indemnización alguna a favor del autorizado o permisionario de que se trate.

Planificación del Espectro Radioeléctrico

A los efectos de la planificación estratégica del uso del Espectro Radioeléctrico y de la gestión de posiciones orbitales para satélites de telecomunicación, la Autoridad de Aplicación realizará las siguientes acciones:

- a) Fijar el orden de prioridad sobre los servicios y demás cuestiones esenciales vinculadas a la materia.*
- b) Definir los criterios a seguir para promover, fomentar y desarrollar la utilización de ciertas bandas de frecuencias y desalentar e inhibir el uso de otras.*
- c) Adoptar como referencia la atribución de las bandas de frecuencias establecidas para la Región 2 de la UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT), así como las resoluciones y recomendaciones elaboradas por dicho organismo y por la COMISION INTERAMERICANA DE TELECOMUNICACIONES (CITEL); lo dispuesto en los acuerdos del MERCOSUR y aquellos criterios que se adopten con el objeto de aprovechar las*

economías de escala, en beneficio de los usuarios y las atribuciones de bandas de frecuencias vigentes y las adoptadas por los países de la Región 2.

d) Establecer el carácter, alcance y vigencia de las autorizaciones y/o permisos de los servicios y sistemas de radiocomunicaciones a otorgar, teniendo en cuenta los mayores beneficios a la población y respetando el principio de no discriminación entre los autorizados o permisionarios.

e) Fijar la política a seguir y las acciones a desarrollar en los foros internacionales, destinadas a proteger los intereses estratégicos de la República Argentina en materia de atribución de bandas de frecuencias, servicios de radiocomunicaciones, incluida la radiodifusión y en el análisis y toma de decisión sobre la incorporación del país a acuerdos regionales y/o mundiales en la materia.

f) Fijar la política y el grado de participación de las entidades nacionales que nuclean a los productores de bienes y servicios de telecomunicaciones en los asuntos relacionados con los intereses del sector.

g) Establecer los criterios a seguir para el otorgamiento de autorizaciones provisionales destinadas a experimentar nuevas tecnologías en desarrollo, exigiendo a los autorizados la presentación de los resultados a efectos de promover su utilización de así corresponder.

Ingeniería del Espectro Radioeléctrico

Las normas y procedimientos para la determinación de las bandas de frecuencias y su utilización, establecerán: los límites, canalizaciones, guardas de protección, potencias de equipos, clases de emisión, determinación de zonas y criterios técnicos de compartición y todo otro parámetro técnico que permita regular el uso de bandas y sub bandas de frecuencias y su correlación con los servicios que las utilizan.

3.4 Ley 26.522 “SERVICIOS DE COMUNICACION AUDIOVISUAL”,

sancionada en el año 2010 como ley de Medios (reemplaza a la anterior sobre radiodifusión), y que legisla sobre lo siguiente:

Alcance. El objeto de la presente ley es la regulación de los servicios de comunicación audiovisual en todo el ámbito territorial de la República Argentina y el desarrollo de mecanismos destinados a la promoción, desconcentración y fomento de la competencia con fines de abaratamiento, democratización y universalización del aprovechamiento de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Quedan comprendidas en las disposiciones de esta ley todas las emisiones que tengan su origen en el territorio nacional, así como las generadas en el exterior cuando sean retransmitidas o distribuidas en él.

El espacio geográfico donde, en condiciones reales, es posible establecer la recepción de una emisora. Normalmente es un área más amplia que el área primaria de servicio denominada Área de cobertura²².

Autorización: Título que habilita a las personas de derecho público estatal y no estatal y a las universidades nacionales e institutos universitarios nacionales para prestar cada uno de los servicios previstos en esta ley, y cuyo rango y alcance se limita a su definición en el momento de su adjudicación.

Radiocomunicación: Toda telecomunicación transmitida por ondas radioeléctricas.

3.4.1 Autoridad Federal de Servicios de Comunicación Audiovisual (AFSCA)

Autoridad de aplicación. Créase como organismo descentralizado y autárquico en el ámbito del Poder Ejecutivo nacional, la Autoridad Federal de Servicios de Comunicación Audiovisual, como autoridad de aplicación de la presente ley.

²² Área de cobertura: En el presente PFI el área de cobertura será la delimitada en este caso puntual

Naturaleza y domicilio. La Autoridad Federal de Servicios de Comunicación Audiovisual poseerá plena capacidad jurídica para actuar en los ámbitos del derecho público y privado y su patrimonio estará constituido por los bienes que se le transfieran y los que adquiera en el futuro por cualquier título. Tendrá su sede principal en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y deberá establecer al menos una (1) delegación en cada provincia o región de ellas o ciudad, con un mínimo de una (1) delegación en cada localidad de más de quinientos mil (500.000) habitantes.

3.4.2 Consejo Federal de Comunicación Audiovisual

Consejo Federal de Comunicación Audiovisual. Creación. Créase, en el ámbito de la Autoridad Federal de Servicios de Comunicación Audiovisual, el Consejo Federal de Comunicación Audiovisual, el cual tendrá las siguientes misiones y funciones:

- a) Colaborar y asesorar en el diseño de la política pública de radiodifusión;*
- b) Proponer pautas para la elaboración de los pliegos de bases y condiciones para los llamados a concurso o adjudicación directa de licencias;*
- c) Confeccionar y elevar a la consideración del Poder Ejecutivo nacional el listado de eventos de trascendente interés público mencionado de la presente ley;*
- d) Presentar ante el Defensor del Público los requerimientos del público cuando se solicitare esa intervención por parte de los interesados o cuando, por la relevancia institucional del reclamo, considerase oportuno intervenir en su tramitación;*
- e) Brindar a la Comisión Bicameral de Promoción y Seguimiento de la Comunicación Audiovisual, un informe anual sobre el estado de cumplimiento de la ley y del desarrollo de la radiodifusión en la República Argentina;*
- f) Convocar anualmente a los integrantes del directorio de la Autoridad Federal de Servicios de Comunicación Audiovisual, a efectos de recibir un informe pormenorizado de gestión;*
- g) Dictar su reglamento interno;*
- h) Asesorar a la autoridad de aplicación a su solicitud;*

i) Proponer la adopción de medidas a la autoridad de aplicación;

j) Proponer a los jurados de los concursos;

k) Crear comisiones permanentes o ad hoc para el tratamiento de temáticas específicas en el marco de sus competencias.

Multiplidad de licencias. A fin de garantizar los principios de diversidad, pluralidad y respeto por lo local se establecen limitaciones a la concentración de licencias.

En tal sentido, una persona de existencia visible o ideal podrá ser titular o tener participación en sociedades titulares de licencias de servicios de radiodifusión, sujeto a los siguientes límites:

1. En el orden nacional:

a) Una (1) licencia de servicios de comunicación audiovisual sobre soporte satelital. La titularidad de una licencia de servicios de comunicación audiovisual satelital por suscripción excluye la posibilidad de ser titular de cualquier otro tipo de licencias de servicios de comunicación audiovisual;

b) Hasta diez (10) licencias de servicios de comunicación audiovisual más la titularidad del registro de una señal de contenidos, cuando se trate de servicios de radiodifusión sonora, de radiodifusión televisiva abierta y de radiodifusión televisiva por suscripción con uso de espectro radioeléctrico;

Estas audiencias no tienen como fin resolver las inquietudes o disputas relacionadas con una estación en particular; lo que se logra mejor a través del proceso de quejas y renovación de licencias descrito anteriormente. Sin embargo se agradece los comentarios de los radioescuchas y televidentes sobre el desempeño de una estación específica con licencia para transmitir en las comunidades del área donde se realiza cada audiencia. Dichos comentarios podrían ayudar a que el LTF identifique más ampliamente cuáles son las tendencias de las transmisiones de radio y televisión en cuanto a los asuntos e interés locales.

Adecuación. Los titulares de licencias de los servicios y registros regulados por esta ley, que a la fecha de su sanción no reúnan o no cumplan los requisitos previstos por la misma, o las

personas jurídicas que al momento de entrada en vigencia de esta ley fueran titulares de una cantidad mayor de licencias, o con una composición societaria diferente a la permitida, deberán ajustarse a las disposiciones de la presente en un plazo no mayor a un (1) año desde que la autoridad de aplicación establezca los mecanismos de transición. Vencido dicho plazo serán aplicables las medidas que al incumplimiento —en cada caso— correspondiesen.

Al solo efecto de la adecuación prevista en este artículo, se permitirá la transferencia de licencias. Será aplicable lo dispuesto por el último párrafo del artículo 41.

3.4.3 Resolución N° 297/2010:

La Autoridad Federal de Servicios de Comunicación Audiovisual B.O. 8/9/2010 se establecen los mecanismos de transición previstos en el presente artículo. Y por art. 2° de la misma norma se establece que el plazo no mayor a UN (1) año previsto en éste artículo, comenzará a regir a partir del día siguiente de la publicación de la resolución de referencia.

3.4.4 Resolución N° 1295/2011 :

La Autoridad Federal de Servicios de Comunicación Audiovisual B.O. 30/09/2011 se prorroga el plazo establecido en el artículo 2° de la Resolución N° 297/2010 de la Autoridad Federal de Servicios de Comunicación Audiovisual, por el término de SESENTA (60) días, contados a partir del siguiente hábil al de la publicación de la norma de referencia) (Nota Infoleg: por art. 1° de la).

3.5 Normativas y estándares de las tecnologías utilizadas en este PFI:

3.5.1 RFOG:

En las telecomunicaciones, la frecuencia de radio a través de vidrio (RFoG) es un diseño en el cual la porción de cable coaxial de la red híbrida de fibra coaxial (HFC) se sustituye por una fibra única del tipo red óptica pasiva (PON)²³. *Downstream*²⁴ y transmisión *Return-Path*²⁵ utilizan diferentes longitudes de onda al compartir la misma fibra (típicamente 1.550 nm, “aguas abajo” y 1.310 nm o 1.590 nm / 1.610 *Upstream*²⁶). La longitud de onda estándar de ruta de retorno se espera que sea 1.610 nm, pero los primeros despliegues han utilizado 1.590 nm.

Con 1.590 / 1.610 nm destinados al canal de retorno permite la infraestructura de fibra soportar simultáneamente tanto RFoG como PON, basado en estándares, que operan con 1.490 y 1.310 nm “aguas abajo”.

La Sociedad de Ingenieros de Telecomunicaciones y Cable (SCTE) ha aprobado la SCTE 174 del año 2011, es decir las normas para RFoG. La norma pretende la aprobación de la *American National Standard Institute* (ANSI).

3.5.2 Red FTTH:

El desarrollo de la fibra óptica monomodo con su enorme capacidad de transmisión, ha abierto la puerta al despliegue de redes ópticas punto a punto. El uso de la fibra como sustituto del cable de cobre ha permitido aumentar de forma significativa la calidad del servicio (QoS)²⁷ sin sufrir aumentos relevantes de su costo y permitiendo de esta manera que cada vez haya más usuarios que adquieran este tipo de servicio.

La arquitectura FTTx²⁸ (*Fiber-to-the-x*) ofrece una solución interesante para este tipo de problemas. Con FTTx, las redes ópticas pasivas (PON) de banda ancha, permiten utilizar

²³ PON: red óptica pasiva

²⁴ Downstream: velocidad de bajada que tiene en la conexión de internet.

²⁵ Return-Path: es una solución de marketing de correo electrónico que funciona tanto en el envío y recepción de correo electrónico con el fin de ayudar a los remitentes de correo electrónico comerciales obtener más direcciones de correo entregado a la bandeja de entrada de cada uno de sus clientes.

²⁶ upstream: velocidad de subida que tiene en la conexión de internet

²⁷ QoS: calidad de servicio

²⁸ FTTx: fibra en las diferentes instancias

un enlace a varios usuarios al mismo tiempo, sin la necesidad de utilizar elementos activos, es decir, componentes ópticos que aumentan (regeneran) la señal.

Se pueden distinguir distintos tipos de redes de la familia de FTTx dependiendo de la distancia entre el tramo de fibra y el usuario final.

- FTTH (*Fiber-to-the-home*): la fibra llega al interior o a la fachada de la vivienda. Existen otros tipos de configuraciones algo menos utilizadas, pues no están estandarizadas.
- FTTCab (*Fiber-to-the-cabinet*): fibra hasta el armario
- FTTP (*Fiber-to-the-premises*): se suele utilizar de dos formas distintas: como término genérico para designar las arquitecturas FTTH y FTTB, o cuando la red de fibra incluye tanto viviendas como pequeños negocios.
- FTTO (*Fiber-to-the-office*): fibra hasta la oficina.
- FTTU (*Fiber-to-the-user*): hasta el usuario.

La Comisión Federal de Comunicaciones de los EE.UU. (FCC) liberó oportunamente el mercado, permitiendo, de esta manera, la implementación de las nuevas redes a todos los operadores. Como resultado de esta situación, el interés sobre las redes FTTx aumentó de manera exponencial:

Actualmente, las pequeñas empresas y los abonados exigen mayor ancho de banda y mayor cantidad de servicios.

FTTx tiene mayor capacidad debido al uso de fibra óptica y ofrece mayor gama de servicios (*Triple Play*: datos, telefonía y video) a un precio razonable, ya que un número alto de usuarios finales utilizan el ancho de banda de dicha fibra.

Los nuevos estándares, que fueron establecidos por la ITU y por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) mejoraron de forma razonable la unificación,

flexibilidad, duración y seguridad del servicio con PON, y crearon la posibilidad de una gran reducción de su costo.

Actualmente el despliegue de FTTx se ofrece a través de una multitud de operadores. Asimismo, los países asiáticos (Japón, China, Corea, Singapur y Taiwán), y también Europa están implantando redes PON.

3.5.2.1 Red GPON:

Desde el punto de vista de normalización el grupo *Full Service Access Network* (FSAN) de la UIT-T y el IEEE han elaborado una serie de estándares para redes ópticas pasivas, recogidos en la siguiente tabla. Cabe señalar también las labores de promoción de las tecnologías FTTH desarrolladas por el *Fiber to the Home Council*, formado en el 2001 por diferentes empresas (operadores, fabricantes, desarrolladores de aplicaciones, proveedores de contenidos, etc.) con sus ramas americana, europea y asiática.

A medida que la fibra se abarataba y los distintos organismos regulatorios de cada país se interesaban más por las conexiones de redes de fibra óptica, los operadores y fabricantes comenzaron a impulsar las tecnologías PON. Debido a esto, se formó el **FSAN²⁹** (*Full Service Access Network*), con el fin de promover estándares mediante la definición de un conjunto básico de requerimientos y, de este modo, mejorar la interoperabilidad y reducir el costo de los equipos. Las especificaciones de PON del FSAN, formado por los principales operadores y proveedores de equipos de telecomunicaciones, reflejan las necesidades y el consenso del mercado, a saber:

Características	ITU-T BPON	ITU-T GPON	ITU-T EPON
Tasa de bits (Mbps)	<i>down</i> : 1.244, 622, 155	<i>down</i> : 2.488, 1.244	<i>down</i> : 1.250
	<i>up</i> : 622, 155	<i>up</i> : 2.488, 1.244, 622, 155	<i>up</i> : 1.250
Codificación de línea	NRZ (+ <i>scrambling</i>)	NRZ (+ <i>scrambling</i>)	8b/10b
Ratio de división máximo	01:32	1:128 (1:64 en la práctica)	01:32
Alcance máximo	20 km	60 km (con 20 km de distancia entre ONTs)	20 km

²⁹ FSAN: Acceso de red de servicio completo

Estándares	Serie ITU-T G.983.x	Serie ITU-T G.984.x	IEEE 802.3ah
Soporte TDM	TDM sobre ATM	TDM nativo, TDM sobre ATM, TDM sobre paquetes	TDM sobre paquetes
Soporte vídeo RF	No	Sí	No
Eficiencia típica (depende del servicio)	83% <i>downstream</i>	93% <i>downstream</i>	61% <i>upstream</i>
	80% <i>upstream</i>	94% <i>upstream</i>	73% <i>downstream</i>
OAM	PLOAM+OMCI	PLOAM+OMCI	Ethernet OAM (+SNMP opcional)
<i>downstream</i>	<i>Churning</i> o AES	AES	No definida

Tabla 1: Comparativa de las principales tecnologías PON.

La primera especificación concebida por el FSAN, APON³⁰, tuvo un notable éxito en cuanto a despliegue comercial, pero carecía de la capacidad requerida para ofrecer vídeo. Sus velocidades iniciales eran de 155 Mbps, aunque se mejoró posteriormente para soportar hasta 622 Mbps. El protocolo de transmisión se basa en ATM³¹, lo cual supone problemas a la hora de adaptar y provisionar servicios, así como baja eficiencia para el transporte de datos. FSAN presenta **BPON (Broadband PON)**, una tecnología que también se basa en ATM, con el problema de costos y complejidad que ello supone, pero introduce una longitud de onda adicional para transportar vídeo RF. Asimismo, mientras BPON estaba siendo desplegado, con un gran éxito en Japón y EEUU, se definían EPON y GPON.

EPON (Ethernet PON) fue definido en 2004 por el grupo EFM (*Ethernet First Mile*) del IEEE como la técnica PON de nueva generación que, influenciada por la tecnología Gigabit Ethernet existente, permitía a los proveedores de equipos lanzar rápidamente al mercado equipos de mayores anchos de banda a precios más competitivos. No obstante, EPON carecía de muchas funcionalidades necesarias para el transporte de otros servicios con calidad de operador que daban lugar a soluciones propietarias. Asimismo, la eficiencia de línea resultó baja debido a una codificación de línea con gran sobrecarga. Aún así, es una tecnología con un notable éxito en Corea del Sur, Japón y Taiwán.

³⁰ APON: basa su transmisión en canal descendente en ráfagas de celdas ATM

³¹ ATM: Modo de Transferencia Asíncrona

GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) es el estándar que incluye varias velocidades de línea de hasta 2,488 Gbps simétricas y asimétricas. Con una menor sobrecarga de codificación y tiempos de guarda menores, el ancho de banda neto de GPON es mucho mayor que el de EPON. Además de transportar tráfico de datos nativo, GPON también es capaz de transportar eficientemente otros servicios. El único problema en el momento de su definición era la mayor complejidad de esta tecnología y de los componentes, que hacían imposible tener productos comerciales en tan poco tiempo como en EPON. Sin embargo, desde el año 2006 este problema está resuelto y ya hay muchos operadores que han comenzado su despliegue.

3.5.2.1.1 Características de GPON

El ITU-T (*International Telecommunications Union – Telecommunication sector*) empezó a trabajar sobre GPON. Las principales motivaciones de GPON fueron ofrecer mayor ancho de banda, mayor eficiencia de transporte para servicios IP, y una especificación completa adecuada para ofrecer todo tipo de servicios.

GPON está estandarizado en el conjunto de recomendaciones ITU-T G.984.x ($x = 1, 2, 3, 4$). Las primeras recomendaciones aparecieron durante el año 2003 y 2004, y ha habido continuas actualizaciones en años posteriores. Aunque mucha de la funcionalidad que no está relacionada con GPON se conserva respecto a sus tecnologías predecesoras, principalmente BPON, GPON se basa en una capa de de transmisión completamente nueva.

GPON ofrece una estructura de trama escalable de 622 Mbps hasta 2,5 Gbps, así como soporte de tasas de bit asimétricas. La velocidad más utilizada por los actuales proveedores de equipos GPON es de 2,488 Gbps *downstream* y de 1,244 Gbps *upstream*. Sobre ciertas configuraciones se pueden proporcionar hasta 100 Mbps por abonado.

La red de acceso es la parte de la red del operador más cercana al usuario final, por lo que se caracteriza por la abundancia de protocolos y servicios. El método de encapsulación que emplea GPON es GEM (*GPON Encapsulation Method*) que permite soportar cualquier tipo de servicio (Ethernet, TDM, ATM, etc.) con un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125 microseg. GEM se basa en el estándar GFP (*Generic Framing*

Procedure) del ITU-T G.7041, con modificaciones menores para optimizarla para las tecnologías PON. GPON de este modo, no sólo ofrece mayor ancho de banda que sus tecnologías predecesoras, es además mucho más eficiente y permite a los operadores continuar ofreciendo sus servicios tradicionales (voz basada en TDM, líneas alquiladas, etc.) sin tener que cambiar los equipos instalados en las dependencias de sus clientes.

Además, GPON implementa capacidades de OAM (*Operation Administration and Maintenance*) avanzadas, ofreciendo una potente gestión del servicio extremo a extremo.

Grupo Full Service Access Network (FSAN) de la UIT-T	
G.983.1	Sistemas de acceso óptico de banda ancha basados en redes ópticas pasivas
G.983.2	Especificación de la interfaz de control y gestión de terminales de red óptica (ONT) para redes ópticas pasivas de banda ancha (B-PON)
G.983.3	Sistema de acceso óptico de banda ancha con capacidad de servicio incrementada mediante la asignación de longitud de onda
G.983.4	Sistema de acceso óptico de banda ancha con asignación dinámica de anchura de banda para aumentar la capacidad de servicio
G.983.5	Sistema de acceso óptico de banda ancha con mayor capacidad de supervivencia
<u>G.984.1</u>	Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON): Características generales
<u>G.984.2</u>	Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON): Especificación de la capa dependiente de los medios físicos (PMD)
<u>G.984.3</u>	Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON): Especificación de la capa de convergencia de transmisión
<u>G.984.4</u>	Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON): Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica (ONT)
<u>G.984.5</u>	Banda de ampliación de las redes de acceso óptico con capacidad de gigabits
<u>G.984.6</u>	Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON): Extensión del alcance
<u>G.Imp984.3</u>	Guía para implementadores de UIT-T Rec. G.984.3 (02/2004)
IEEE	
IEEE 802.3ah	<i>Ethernet in the First Mile</i> : GE-PON, Fibra punto a punto y EFM sobre cobre
IEEE 802.3av	10 Gb/s Ethernet PON (trabajo en curso)

Tabla N° 2: Diferentes estándares.

3.5.3 WiMAX:

Como tecnología complementaria de la fibra óptica, se encuentra *WiMAX*, que son las siglas de *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (interoperabilidad mundial para acceso por microondas). Es una norma de transmisión de datos usando ondas de radio.

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local, que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El protocolo que caracteriza esta tecnología es el IEEE 802.16. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (por ejemplo: zonas rurales).

Estándar	Descripción
802.16	Utiliza espectro licenciado en el rango de 10 a 66 GHz, necesita línea de visión directa, con una capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas. Soporta calidad de servicio.
802.16^a	Ampliación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz, con sistemas NLOS y LOS, y protocolo PTP y PTMP.
802.16c	Ampliación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en la banda d 10-66 GHz.
802.16d	Revisión del 802.16 y 802.16^a para añadir los perfiles aprobados por el <i>WiMAX Forum</i>. (La última versión del estándar)
802.16e	Extensión del 802.16 que incluye la conexión de banda ancha nómada para elementos portables del estilo a notebooks.

Tabla N° 3: Diferentes estándares de 802.

El IEEE 802.16 define los estándares y el *WIMAX FORUM* promueve y certifica su cumplimiento. WiMAX también tiene competidores, y así una alternativa es el estándar *Hiperaccess* (>11 GHz) e *HiperMAN* (<11 GHz) del ETSIT, pero el auge que está tomando *WiMAX* ha hecho que se esté estudiando la posibilidad de armonizarlo con esta última norma, que también utiliza una modulación OFDM. Sin olvidarnos de Mobile-Fi, el estándar 802.20 del IEEE, específicamente diseñado desde el principio para manejar tráfico IP nativo para un acceso móvil de banda ancha, que provee velocidad entre 1 y 16 Mbit/s, sobre distancias de hasta 15 o 20 km, utilizando frecuencias por debajo de la banda de 3,5 GHz.

3.5.4 Estándares actuales de velocidad en SDH.

Oc: Portador óptico.

Stm: modo de transmisión sincrónica.

Sts: Transporte sincrónico de señal.

Nivel optico	Nivel electrico	Tipo de linea (MB/S)	Tipo de paquete (MB/S)	Tasa de gastos generales(MB/S)	Equivalente SDH
oc-1	sts-1	51840	50112	1728	
oc-3	sts-3	155520	150336	5184	stm-1
oc-12	sts-12	622080	601344	20736	stm-4
oc-48	sts-48	2488320	2405376	82944	stm-16
oc-192	sts-192	9953280	9621504	331776	stm-64
oc-768	sts-768	39813120	38486016	1327104	stm-256

Tabla N° 4: Estándares de SDH.

La historia de la comunicación a través de la Fibra Óptica revolucionó el mundo de la información, con aplicaciones, en todos los órdenes de la vida moderna, lo que constituyó un adelanto tecnológico altamente efectivo. El funcionamiento de la Fibra Óptica es un complejo proceso con diversas operaciones interconectadas que logran que la Fibra Óptica funcione como medio de transportación de la señal luminosa, generando todo ello por el transmisor LED'S y láser.

Los dispositivos implícitos en este complejo proceso son: transmisor, receptor y guía de fibra, los cuales realizan una importante función técnica, integrados como un todo a la eficaz realización del proceso. La Fibra Óptica tiene como ventajas indiscutibles, la alta velocidad al navegar por internet, así como su inmunidad al ruido e interferencia, reducida dimensiones y peso, y sobre todo su compatibilidad con la tecnología digital.

Sin embargo tiene como desventajas: el ser accesible solamente para las ciudades cuyas zonas posean tal instalación, así como su elevado costo, la fragilidad de sus fibras y la dificultad para reparar cables de fibras rotos en el campo. Actualmente se han modernizado mucho las características de la Fibra Óptica, en cuanto a coberturas más resistentes, mayor protección contra la humedad y un empaquetado de alta densidad, lo que constituye un adelanto significativo en el uso de la Fibra Óptica, al servicio del progreso tecnológico en el mundo.

3.5.5 CMTS:

CMTS (Sistema de Terminación de Cablemodems), es un equipo que se encuentra normalmente en la cabecera de la compañía de cable y se utiliza para proporcionar servicios de datos de alta velocidad, como Internet por cable o Voz sobre IP, para los abonados.

Para entender lo que es un CMTS se puede pensar en un ruteador con conexiones Ethernet en un extremo y conexiones RF (radiofrecuencia) coaxiales en el otro. La interfaz RF transporta las señales de RF hacia y desde el cablemódem del abonado.

3.5.5.1 La primera especificación:

DOCSIS fue la versión 1.0 de programación publicado en marzo de 1997 como la versión 1.1 (la adición de la calidad del servicio (QoS)) siguiendo en abril de 1999. Debido a la demanda creciente de servicios simétricos, como la telefonía IP, DOCSIS fue revisado para

mejorar la velocidad de subida de transmisión, y por ello, DOCSIS 2.0 fue lanzado en diciembre de 2001. Más recientemente, la especificación fue revisada para aumentar significativamente las velocidades de transmisión (esta vez “aguas arriba y aguas abajo”) e introducir soporte para protocolo de Internet versión 6 (IPv6). Esta versión, DOCSIS 3.0, fue lanzado en agosto de 2006. Compatibilidad entre la versión se ha mantenido en todas las versiones de DOCSIS, con los dispositivos de retroceder a la versión de mayor apoyo en común entre ambos extremos: módem por cable y módem por cable del sistema de terminación (CMTS). Por ejemplo, si uno tiene un módem de cable que sólo admite DOCSIS 1.0, y el sistema se está ejecutando 2.0, la conexión se establecerá en DOCSIS 1.0 velocidades.

3.5.5.2 Versiones para el estándar DOCSIS:

Como banda de frecuencia de los planes de asignación difieren entre los EE.UU. y los sistemas europeos de televisión por cable, las normas DOCSIS han sido modificadas para su uso en Europa. Estos cambios fueron publicados bajo el nombre de "EuroDOCSIS". Las principales diferencias representan diferentes anchos de banda de canales de TV, canales de cable europeos se ajustan a los estándares de televisión PAL y 8 MHz de ancho, mientras que en canales de cable de América del Norte conforme a las normas que especifican NTSC de 6 MHz. El ancho de banda más amplio en EuroDOCSIS permite mayor ancho de banda que se asignará a la ruta de datos “aguas abajo” (hacia el usuario). Las pruebas de certificación EuroDOCSIS son ejecutadas por *Excentis* (antes conocido como *tComLabs*), mientras que las pruebas de certificación DOCSIS es ejecutada por *CableLabs*. Típicamente, los equipos de clientes recibe la "certificación", mientras que el equipo CMTS recibe "cualificación".

La mayoría de los sistemas de cable en Japón utilizan la versión norteamericana de DOCSIS, mientras que otros emplean una variante de DOCSIS que utiliza los canales de “aguas arriba” que se basan en un reloj maestro 9,216 MHz (frente a 10,24 MHz utilizados en DOCSIS / EuroDOCSIS), resultando en anchos de canal ascendente que son una potencia de dos-división de 6 MHz (frente a 6,4 MHz en DOCSIS / EuroDOCSIS).

3.5.5.3 Normas internacionales:

El Sector de Normalización de Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) ha aprobado las distintas versiones de DOCSIS las normas internacionales. DOCSIS 1.0 fue ratificado como Recomendación La Unión Internacional de Telecomunicaciones expone la UIT-T J.112 Anexo B de (1998), pero fue reemplazado por DOCSIS 1.1, que fue ratificado como Recomendación UIT-T J.112 Anexo B (2001). Posteriormente, DOCSIS 2.0 fue ratificado como J.122 Recomendación UIT-T. Más recientemente, DOCSIS 3.0 fue ratificado como Recomendación UIT-T J.222 (J.222.0, J.222.1, J.222.2, J.222.3).

Si bien la Recomendación UIT-T J.112 Anexo B corresponde a DOCSIS / EuroDOCSIS 1.1, el Anexo A describe un sistema europeo a principios del módem de cable (DVB *EuroModem*), basada en normas de transmisión de ATM. En el Anexo C se describe una variante de DOCSIS 1.1 que está diseñado para funcionar en sistemas de cable japonés. La Recomendación UIT-T J.122 cuerpo principal se corresponde con DOCSIS 2.0, J.122 y el Anexo F se corresponde con EuroDOCSIS 2.0 y J.122 Anexo J describe la variante japonesa de DOCSIS 2.0 (similar al anexo C del J.112)

Estándares Wireless			
Estándar	802.11b	802.11a	802.11g
Velocidad	Hasta 11Mbps	Hasta 54 Mbps	Hasta 54 Mbps
Canales no solapados	3	8	3
Costo	Barato	Relativamente caro	Relativamente barato
Banda de Frecuencia	2.4-2.497GHz	5.15-5.35GHz 5.425-5.675GHz 5.725-5.875GHz	2.4-2.497GHz
Cobertura	Buena cobertura, 100m en interior y 300 a 400m en exterior, con buena conectividad con determinados obstáculos.	Cobertura baja, 50m. En interior y 150 m en interior y 150 m en exterior con mala conectividad con obstáculos	Buena cobertura, 100m en interior y 300 a 400m en exterior, con buena conectividad con determinados obstáculos.
Compatibilidad	Compatible con 802.11g y no compatible con 802.11a	Incompatible con 802.11b y g	Compatible con la 802.11b, no es compatible con la 802.11a
Modos de Datos	1,2,5,5,11Mbps	6,9,12,18,24,36,48, 54 Mbps	1,2,5,5,11Mbps 6,9,12,18,34,36,48 Mbps
Modulación	CCK(DSSS)	OFDM	OFDM Y CCK (DSSS)

Tabla N° 5: estándares wireles

3.5.6 LTE:

LTE (Long Term Evolution) es un nuevo estándar definido como una evolución de la norma 3GPP UMTS (3G), y para otros un nuevo concepto de arquitectura evolutiva (4G). Lo novedoso de LTE es la interfaz radioeléctrica basada en OFDMA³² para el enlace descendente (DL) y SC-FDMA para el enlace ascendente (UL). La modulación elegida por el estándar 3GPP hace que las diferentes tecnologías de antenas (MIMO) tengan una mayor facilidad de implementación

Cada versión incorpora centenares de estándares individuales, cada uno de los cuales puede tener diferentes revisiones. La versión actual de los estándares **3GPP** incorpora la última revisión de los estándares GSM³³.

Los documentos con los estándares y sus revisiones están disponibles de forma gratuita en la *web* del proyecto **3GPP**. A pesar de que los estándares **3GPP** pueden resultar complejos, proporcionan una visión de como la industria de las telecomunicaciones móviles funciona. Es decir, no se limitan a cubrir la parte que podríamos denominar de radio (“interfaz aire”) y la Red de Núcleo, sino que ofrecen información y llamadas codificadas a nivel de código fuente. Estos aspectos criptográficos (autenticación y confidencialidad) son también especificados en detalle por el proyecto 3GPP2.

Versión1	Data2	Información
Fase 1	1992	Características del sistema GSM
Versión 9	2009 Q4	Mejoras de la red SAE, aparición del WiMAX y compatibilidad entre redes LTE i UMTS. Se sigue con el desarrollo del <i>Dual-Cell</i> HSDPA con MIMO, y aparece el <i>Dual-Cell</i> HSUPA.
Versión 10	2011 Q1	Aparece el LTE avanzado <i>LTE-Advanced</i> cumpliendo los requisitos del IMT Advanced 4G. Esta nueva especificación será compatible con el LTE desarrollado en la versión 8.

³² OFDMA: acceso del múltiplo de la división de código.

³³ GSM: sistema global para las comunicaciones móviles

		Aparece la tecnología <i>Multe-Cell</i> HSDPA (4 portadoras).
Versión 11	Previsto para el Q3 de 2012/2013	Interconexión IP de servicios avanzado, interconexión en la capa de servicio entre operadores nacionales y proveedores de aplicaciones.

Tabla N° 6: Especificacion 3gpp2

El trabajo de estandarización del proyecto **3GPP** se basa en la contribución. Las compañías como “miembros individuales”, participan a través de su asociación a uno de los Miembros Organizativos del proyecto **3GPP**. En abril del 2011 el proyecto **3GPP** estaba formado por más de 370 miembros individuales.

El trabajo de especificación se da a nivel de Grupos de Trabajo (GT) o de Grupos Técnicos (GTE) de Especificación:

- Los grupos de trabajo del **3GPP** se reúnen varias veces al año. Estos preparan y discuten posibles cambios en las especificaciones. Un cambio aceptado a nivel de grupo de trabajo se denomina “acordado”.
- Los Grupos Técnicos de Especificación se reúnen cuatrimestralmente. En estas reuniones se pueden aprobar los cambios propuestos por los Grupos de Trabajo. Algunas especificaciones son responsabilidad directa de los **GTE**, así que son estos quienes proponen y aprueban o no los cambios. Si un cambio es aprobado (ya sea proveniente de los **GT** o directamente de los **GTE**) se incorpora directamente a las especificaciones **3GPP**.

El proyecto **3GPP** sigue una metodología basada en tres fases, tal y cómo se define en la recomendación I.130 del ITU-T:

- Fase 1: Se definen los servicios requeridos desde el punto de vista del usuario
- Fase 2: Se define una arquitectura para dar solución a los servicios requeridos.
- Fase 3: Se define una implementación de la arquitectura especificando los protocolos en detalle.

Se podría considerar la existencia de una fase 4 del proceso que consistiría en analizar y comprobar el funcionamiento de la especificación. Las especificaciones se agrupan en versiones. Una versión consiste en un conjunto consistente y completo de características y especificaciones. El calendario se define para cada versión especificando y dejando establecida una fecha para cada una de las fases, como así también una fecha final de lanzamiento. De esta forma sólo se permiten correcciones esenciales, estando prohibido añadir o modificar funciones.

Pese a la permanente evolución que se viene exhibiendo en el sector de las telecomunicaciones, vinculadas con el "boom" de conexiones móviles más rápidas en todo el mundo, en nuestro país se demoran las soluciones por ciertas indefiniciones. Esto queda aun más en evidencia si se observa cómo han avanzado en este aspecto los países vecinos. En efecto, en el mercado local se están por cumplir seis años del lanzamiento comercial del "viejo" estándar 3G.

Dicha tecnología nunca terminó por consolidarse. Incluso se multiplican las quejas de los clientes, que tienen contratado este servicio, por los serios inconvenientes que éstos encuentran en su uso. Pero, mientras que en la Argentina todavía se discuten los alcances y limitaciones del 3G, en países como Chile, Brasil, Colombia e incluso Uruguay, Bolivia, y Paraguay ya se ofrece la alternativa superadora: "el 4G".

Esta opción, basada en tecnología LTE (*Long Term Evolution*), se caracteriza por asegurar una mayor velocidad de conexión a la *web*, al mismo tiempo que posibilita descargas sin cortes. En paralelo, el 4G LTE, funciona en una frecuencia diferente a la del 3G, abre la puerta al desarrollo de comunicaciones más baratas a través de la Voz sobre IP (VOIP).

El estándar LTE "cuenta con una velocidad de descarga que supera los 40 Megabytes por segundo y permite subir datos a la red a 10 Megabytes, también por segundo". En nuestro país, el 3G que ofrecen operadoras como por ejemplo *Movistar* rara vez alcanza 1 Megabit por segundo.

Es decir, ese parámetro es tan bajo que ni siquiera asegura la estabilidad del servicio, que fluctúa de manera permanente.

El 3G son datos corriendo sobre una red telefónica, mientras que el 4G LTE es una red nativa pensada específicamente para Internet. Ofrece mucho más ancho de banda que el 3G y

es la tecnología adecuada para expandir las prestaciones de los equipos *tablet* y los teléfonos inteligentes.

En su máxima evolución, el 4G podría llegar a competir con Internet fija. Su implementación, además, descomprimiría el 3G, que hoy ya tiene saturada su capacidad por la cantidad de dispositivos y por la falta de antenas. Hoy todos navegan en un espectro muy limitado y por eso el servicio no funciona bien.

El nuevo estándar no solo es moneda corriente en otros países desarrollados, como Estados Unidos, sino también se ha vuelto un paso obligado para la mayoría de las operadoras de telefonía que actúan en la región. De ahí que unos 13 países de América latina ya se encuentran implementando esta tecnología, como ser las telefónicas de Bolivia, Brasil, Colombia, República Dominicana, México, Paraguay, Puerto Rico y Uruguay, ya comercializan el servicio o están en vías de presentarlo.

¿Qué sucede en Argentina? El Estado todavía no licitó el espectro para el estándar, y como la intención sería usar parte del mismo para la empresa estatal ArSat, limitó aún más el interés de las telefónicas privadas en invertir en nuevos desarrollos".

Cabe recordar que para crear una prestadora que pueda ofrecer servicios del tipo de Internet móvil, el Ejecutivo requerirá importantes inversiones. Cabe destacar, que por ahora, no se conocen mayores precisiones sobre cuándo ni cómo este plan oficial podría verse materializado en la práctica.

Mientras Argentina se debate en la indefinición, el 4G ya dice presente en más de 50 países, sin contar las experiencias en América latina. Al respecto, vale decir que de acuerdo con un relevamiento de 4G, el estándar ya se encuentra operativo en Estados Unidos desde diciembre de 2010. Y lo mismo sucede casi desde la misma época en Japón, Australia, Corea del Sur, Austria, Alemania, y Dinamarca, entre otros estados. Pero lo curioso es que, pese a la inestabilidad económica y política que distinguen a las naciones africanas, hoy es posible ubicar 4G en funcionamiento en países como Angola, Namibia, Tanzania o Uganda.

En la **Argentina** el freno habría que leerlo en clave económica y política. Por ejemplo, los *smartphones* compatibles con ese tipo de tecnología 4G ya circulan en el mercado local sin poder realizar su aprovechamiento integral.

3.6 Cálculos de factibilidad

Los cálculos pertinentes para comprobar la viabilidad del diseño de la red FTTH, y cualquier red óptica en general, se deben de realizar principalmente con dos cálculos:

1-El balance de potencias

2-El balance de tiempos.

3.6.1 Balance de potencias.

Este es el primero de los dos cálculos que se debe realizar. Consiste, básicamente, en calcular la potencia que le llega al receptor al atravesar toda la red óptica. El valor obtenido debe ser comparado con la sensibilidad del receptor, ya que si la potencia que se recibe es inferior a la sensibilidad, la señal no podrá ser detectada. Al tratarse de un sistema bidireccional, este cálculo debe realizarse en ambos sentidos, tanto descendente como ascendente. El enlace ascendente es algo más delicado que el descendente, ya que el transmisor del ONT emite con mucha menos potencia que el OLT, por lo que éste último debe tener un receptor con una sensibilidad suficientemente baja.

El balance se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Pt - Lc - Ms \geq Pr.$$

Ecuación 1: Balance de potencias

En donde:

Pr: es la potencia recibida mínima (sensibilidad).

Pt: es la potencia transmitida.

Lc: son las pérdidas del enlace.

Ms: es el margen de seguridad.

Se puede observar, que tres de los cuatro valores que están presentes en la fórmula conocidos, sin embargo, las pérdidas del enlace deben ser calculadas por el ingeniero.

Las pérdidas ópticas totales incluyen:

- Pérdidas de propagación en la fibra óptica.
- Pérdidas de distribución, introducidas por la división de la señal en el divisor (*splitter*).
- Pérdidas de exceso de los divisores.

- Penalizaciones de potencia.
- Pérdidas por conectores y empalmes.

Las penalizaciones de potencia tratan de unas pérdidas que se introducen en nuestro enlace debido a los transmisores utilizados o el propio canal. Suelen ser bastante bajas, su valor ronda 1 dB y es más bajo en el sentido ascendente. Las más significativas para redes FTTH son tres:

*Penalización por relación de extinción no nula:

$$Per = -10 \log_{10} \left(\frac{r_e - 1}{r_2 + 1} \right)$$

Ecuación 2: Penalización por relación de extinción no nula.

donde r_e es la relación de extinción (parámetro explicado en el punto anterior).

*Penalización por ruido de intensidad: Es una degradación causada por el ruido relativo de intensidad (RIN) del láser.

$$P_{RIN} = -10 \log_{10} (1 - (RIN \cdot \Delta f_{eq}) q^2)$$

Ecuación 3: Penalización por ruido de intensidad

En donde RIN es el ruido de intensidad de la fuente (dB/Hz), es el ancho de banda equivalente del receptor (Hz) y q es el BER (*Bit Error Ratio*).

*Penalización por dispersión cromática: Es una degradación de la señal debido a que las componentes que viajan por dentro de la fibra, lo hacen a distintas velocidades y la señal sufre una expansión o una compresión temporal. La fórmula general es la siguiente:

$$P_{CD} = 10 \log_{10} (\sigma / \sigma_0)$$

Ecuación 4: Penalización por dispersión cromática

En donde:

σ :es el ancho temporal del pulso a una distancia L,

σ_0 :es el ancho temporal del pulso inicial.

Este cálculo puede variar dependiendo de la fuente utilizada:

$$V = 2\sigma_w \sigma_0,$$

$$\sigma_w = \frac{2\pi c}{\lambda^2} \Delta\lambda,$$

$$\sigma_0 = \frac{1}{4B}$$

Ecuación 5: Relaciones matemáticas para averiguar la anchura de la fuente.

En donde:

V: es la relación entre el ancho espectral de fuente óptica sin modular (σ_w) y el ancho temporal del pulso inicial (σ_0), y $\Delta\lambda$ es el ancho espectral de la fuente en longitud de onda.

-Fuentes espectralmente anchas ($V \gg 1$):

$$P_{CD} = -5 \log_{10}(1 - (4BLD\lambda)^2)$$

Ecuación 6: Primera aproximación de la penalización por dispersión cromática.

En donde B es la tasa binaria (Gbps), L es la longitud del tramo de la fibra (km), D es la dispersión cromática $\left(\frac{ps}{nm.km}\right)$ y $\Delta\lambda$ es el ancho espectral de la fuente (nm).

- Fuentes espectralmente estrechas ($V \ll 1$):

$$P_{CD} = 5 \log_{10} \left[(1 + 8c\beta_2 L)^2 + (8\beta_2 B^2 L)^2 \right]$$

Ecuación 7: Segunda aproximación de la penalización por dispersión cromática.

En donde C es el chirp, β_2 es el parámetro de dispersión, B es la tasa binaria (Gbps), L es la longitud del tramo de la fibra (km).

$$\beta_2 = -\frac{D\lambda^2}{2\pi c} [20]$$

Tal y como se ha indicado antes, la penalización en el caso del enlace ascendente va a ser algo menor que en el descendente, ya que el valor de la dispersión cromática del ONT es prácticamente despreciable.

A pesar de emitir con menor potencia, el *upstream* es perfectamente realizable, ya que sus pérdidas son mucho menores que en *downstream*, debido al divisor. Sus pérdidas son directamente proporcionales a sus salidas, mientras que para el envío de datos del usuario tan solo se dispone de una única salida (salvo en casos de usar divisores de 2x2).

3.6.2 Balance de tiempos.

El segundo cálculo, no menos importante, permite determinar la capacidad del enlace óptico. En este caso no son necesarias ninguna de las características del divisor, que causan tanta pérdida de potencia. También es menos complejo, tan solo hace falta una operación, el tiempo de subida del enlace:

$$Tr = \left(\left(\sqrt{T_{tx}^2 + T_{MOD}^2} + T_{CD}^2 + T_{PMD}^2 + T_{rx}^2 \right) \right)$$

Ecuación 8: Balance de tiempos.

En donde:

T_{tx} es el tiempo de subida del transmisor,

T_{MOD} es el tiempo subida de la dispersión modal de fibra multimodo,

T_{CD} es el tiempo de subida de la dispersión cromática,

T_{PMD} es el tiempo de subida de la PMD y

T_{rx} es le tiempo de subida del receptor.

$$T_{CD} \approx |D|L\Delta\lambda$$

$$T_{MOD} = \frac{440L}{B_{Mod}}$$

$$T_{PMD} = PMD\sqrt{L}$$

Ecuación 9: Relaciones matemáticas de la dispersión cromática, la dispersión modal y la PMD.

En donde D es la dispersión cromática ($\frac{ps}{nm.km}$), L es la longitud de la fibra (km), $\Delta\lambda$ es el ancho de línea de la fuente (nm), B_{mod} es el ancho de banda de la dispersión modal (MHzkm) y PMD (aclara) es la dispersión por polarización (ps/\sqrt{km}).

Es evidente que el tiempo de subida de la dispersión modal va a ser cero, ya que siempre utilizamos fibra monomodo. Además, en enlaces cortos como los usados en FTTH, el tiempo de subida por PMD es despreciable.

3.6.3 Criterios de viabilidad.

Después de haber obtenido todos los parámetros de los cálculos anteriores, se debe comprobar si la red que se está diseñando va a poder funcionar de forma correcta. Para el balance de tiempos existe un criterio general que sirve para cualquier red óptica, dependiendo de la codificación utilizada:

$$T_r \leq \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,35}{B}, \text{ para : RZ} \\ \frac{0,7}{B}, \text{ para : NRZ} \end{array} \right\}$$

En donde B es el ancho de banda del canal.

Para redes FTTH nos tenemos que fijar en el caso de abajo, ya que tanto BPON y GPON como EPON utilizan NRZ.

Para el balance de potencias hay más criterios a los que tendremos que atender:

- La potencia recibida debe de ser adecuada para el receptor, es decir, no debe exceder la máxima permitida ni ser inferior a la sensibilidad.
- Dependiendo del estándar utilizado, se definen unos rangos de pérdidas. Existen dos rangos distintos: el primero, definido por ITU-T (G.982) para BPON y GPON (Tabla 2) [18], y el segundo, para EPON, el cual basa sus rangos en las longitudes de la fibra (Tabla 3) [12].

BPON/GPON	
CLASE A	5 A 20 DB
CLASE B	10 A 25 DB
CLASE C	15 A 30 DB

Tabla 7: Clases definidas por el estándar G.982 para BPON y GPON.

EPON		
<i>UPSTREAM</i>	10KM	5 A 20 DB
	20KM	10 A 24 DB
<i>DONWSTREAM</i>	10KM	5 A 19,5 DB
	20KM	10 A 23,5 DB

Tabla 8: Valores definidos para EPON.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1. Diseño de la red en Parque Chacabuco

Una vez enunciado el presente PFI, se puede explicar con más detalle el funcionamiento global de la red a diseñar:

El tramo principal de fibra se tiende entre el terminal de línea óptica (OLT), situado en el nodo central (CO), y el centro distribuidor óptico (FDH), posicionado cerca del grupo de abonados. En este punto se utiliza un *splitter* (divisor óptico) para la conexión de los abonados al núcleo de la fibra (hasta 32 abonados). A continuación, cada bucle de abonado se equipa con un terminal de red óptica (ONT) que se conecta con las ramas del divisor. Tal arquitectura (punto a multipunto) disminuye de forma considerable el precio de la instalación y control. El OLT asegura la transmisión de voz y datos a una longitud de onda distinta a la del ONT (a 1490 nm OLT y a 1310 nm ONT), con lo cual se consigue realizar la transmisión en ambos sentidos sobre tan solo una fibra sin interferencia entre las señales. Al mismo tiempo, el OLT puede estar conectado a un multiplexador por longitud de onda (WDM) para la difusión conjunta de video, voz y datos sobre una fibra. La emisión de la señal de video se realiza en un solo sentido, normalmente a 1550nm.

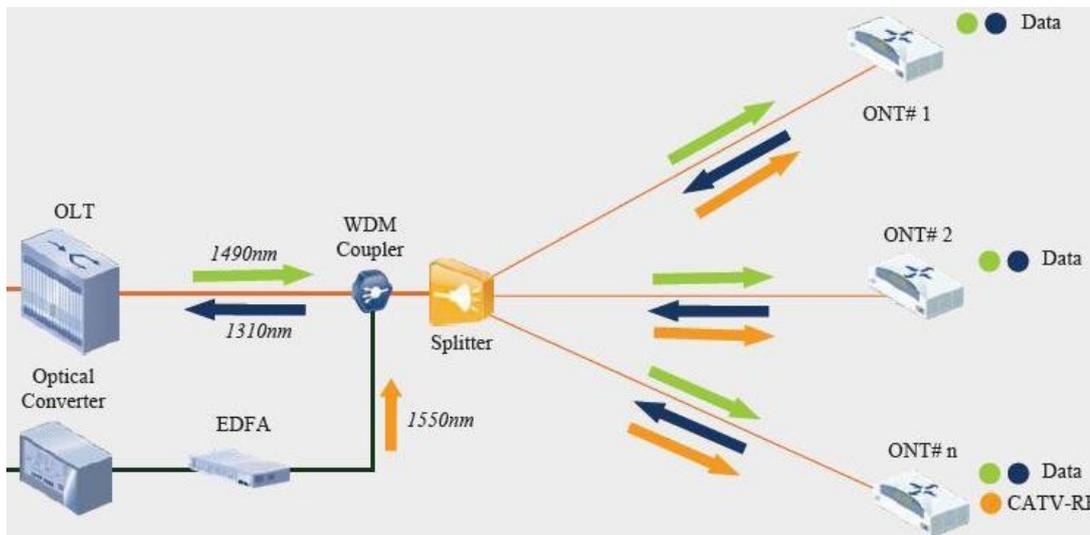


Figura 7: Red Pon.

En la siguiente figura 2 se muestra el esquema general de una red PON, en la cual se puede observar los elementos expuestos previamente. Dependiendo de las necesidades del usuario se pueden realizar enlaces de distintas capacidades de transmisión. En la actualidad se ofrecen conexiones, tanto simétricas como asimétricas, desde 50 Mbps hasta 2.5 Gbps. El protocolo elegido se basa en el modo de transferencia asíncrona (ATM) y es llamado ATM-

PON. También es posible el uso de otros protocolos, tales como: BPON, GPON, EPON; los cuales se verán con más detalle en los apartados siguientes.

4.1.1 Canal descendente

En este punto se va a ver el funcionamiento de la red en el sentido descendente, es decir, el sentido de la información transmitida es hacia el usuario.

En este caso la red se comporta como una red punto-a-multipunto, ya que el OLT se encarga de enviar la información recopilada mediante *broadcast*. El OLT recoge todas las tramas de voz y datos y se usa WDM (Multiplexación por División de Longitud de Onda) para juntar dichas tramas con las tramas de vídeo, que tienen una longitud de onda distinta. Para la transmisión de voz y de los datos se utiliza la longitud de onda de 1490 nm, mientras que para el envío de video se usa una longitud de onda de 1550 nm.

Las tramas llevan información con la dirección de destino, para saber a qué usuario van dirigidos. El divisor óptico se encarga de repartir la señal de forma adecuada, enviando cada paquete a su correspondiente destino.

La red óptica es totalmente transparente al envío de datos. A parte de la información transmitida de voz, datos y vídeo, el OLT determina, usando la Multiplexación por División en el Tiempo (TDM) y le notifica a los ONT los Time *Slots* para el envío de datos en el sentido ascendente.

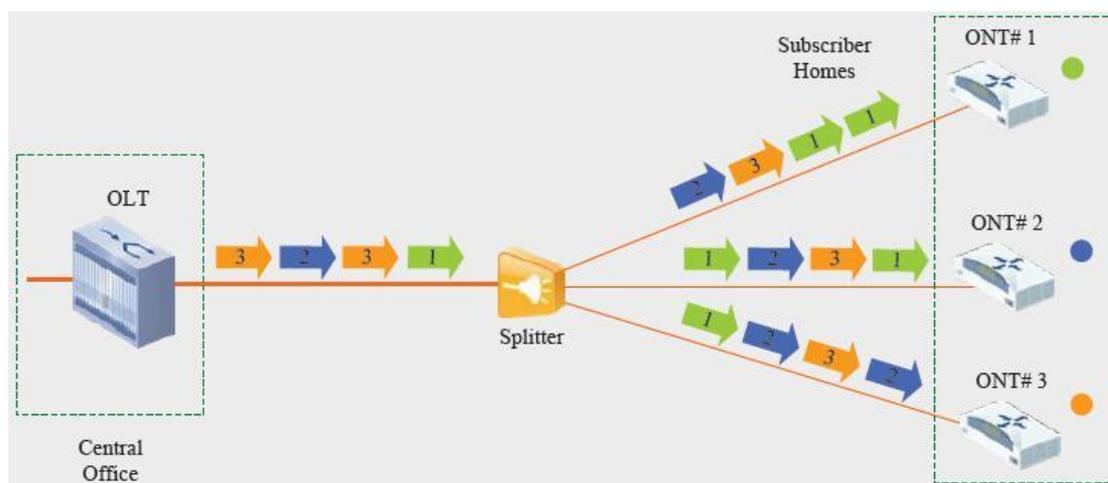


Figura 8: canal descendente

4.1.2 Canal ascendente

El canal ascendente es el sentido de información procedente del ONT del usuario final, hasta el OLT del operador. En este canal, la red PON se comporta como una red punto a punto. Cada ONT recoge las tramas de voz y datos agregadas de cada usuario y que se dirigen hacia el OLT. En este punto, el ONT realiza la misma operación que el OLT en el canal descendente, es decir, convierte las tramas en señales inyectables a través de la fibra óptica dedicada al usuario. Es decir, el ONT toma el tráfico del puerto del usuario y lo *mapea* en tramas PEM. Para poder transmitir la información de los diferentes ONT sobre el mismo canal, es necesario, al igual que en el canal descendente, la utilización de TDMA, de tal forma que cada ONT envía la información en diferentes intervalos de tiempo, controlados por la unidad OLT. Se requiere un estado de sincronismo muy preciso para evitar colisiones.

El divisor de cada etapa, es el encargado de recoger la información procedente de todos sus ONTs correspondientes y multiplexarla en una única salida de fibra, en dirección al OLT del operador.

En cuanto a las longitudes de onda de trabajo, cabe destacar que la información enviada por el usuario (tanto voz como datos) viaja siempre a una longitud de onda de 1310 nm. En la Figura 8 se puede apreciar el comportamiento de la red en el sentido descendente. Vemos como el divisor óptico junta las tramas recibidas de los usuarios y las envía hacia el OLT y como este envía información sobre la asignación de los *Time Slots* a cada uno de los ONT.

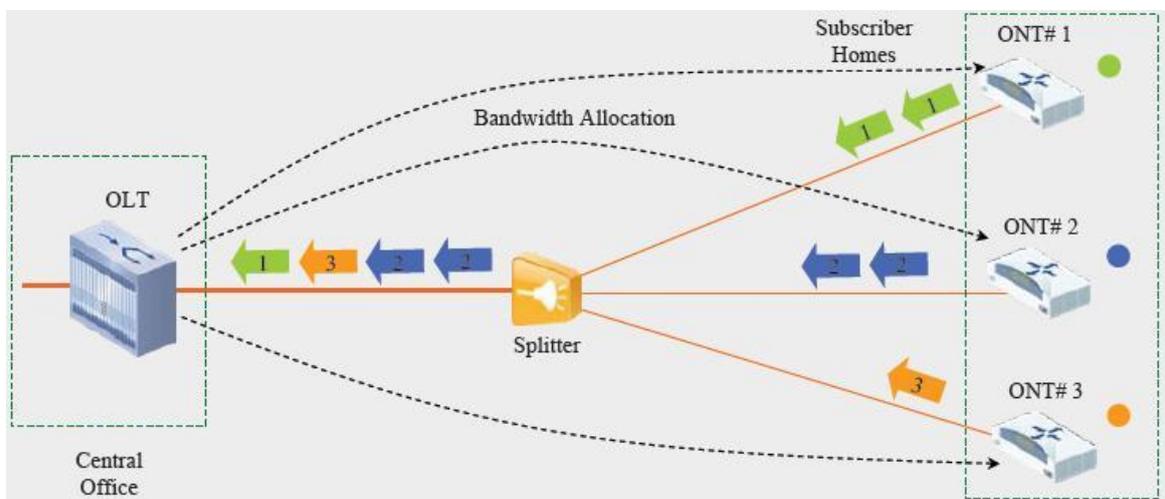


Figura 9: canal ascendente

4.1.3 Componentes de la red

A continuación se podrá apreciar la vista de los dispositivos que componen la red FTTH a diseñar:

- OLT: es el que envía toda la información hacia los abonados a una longitud de onda determinada y está ubicado en el nodo central de la red.



Figura 10:OLT.

- ONT: situado en cada hogar de los usuarios, y es el que recibe la señal que le llega y envía datos hacia el OLT.



Figura 11:ONT

- Divisor o *splitter* óptico: reparte la señal de manera adecuada para que las tramas de información lleguen a su correspondiente destinatario.

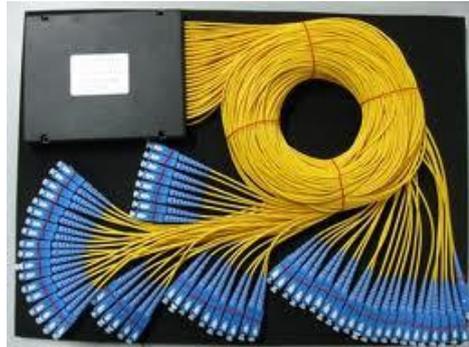


Figura 12: *Splitters* o divisores ópticos

- Fibra óptica: es el medio físico utilizado para el transporte de la señal, según los esquemas de la figura 22.

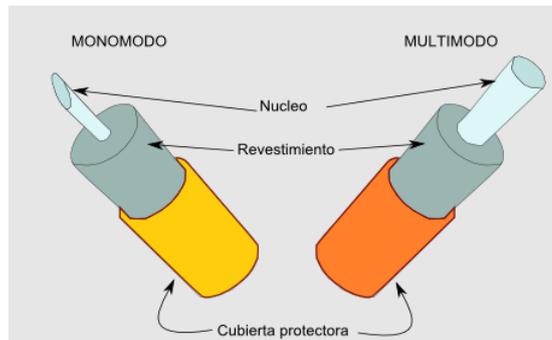


Figura 13: fibra óptica

- Conectores/empalmes: elementos que acoplan los tramos de fibra con otros elementos, incluyendo otros tramos de fibra.

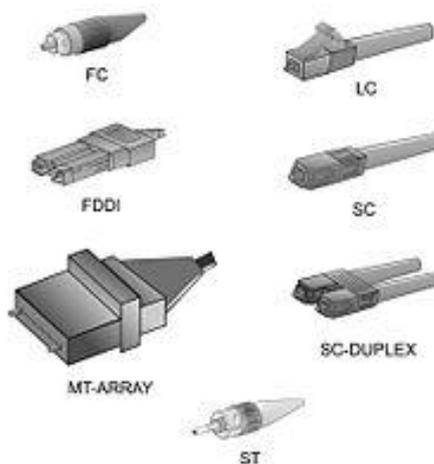


Figura 14: Conectores ópticos

Cabe destacar, que todos los dispositivos introducen pérdidas en la red. Dependiendo del diseño a realizar dichos dispositivos se van a estar estructurados de tal manera para producir mínimas pérdidas. Para ayudar a comprender esto, se van a enumerar a continuación algunos parámetros típicos de los elementos utilizados.

4.2 Parámetros típicos de ONT y OLT

Como es de esperar, aquellos que contienen las características más importantes a la hora de realizar los cálculos pertenecen al OLT y al ONT, ya que ambos están dotados de un transmisor y un receptor y además, poseen los mismos parámetros.

Los más importantes son: las longitudes de onda y las tasas binarias a las que funcionan los transmisores y receptores.

Se destaca que el transmisor del OLT funciona con dos longitudes de onda: 1490 nm, usada para transmisión de voz y datos, y 1550 nm, para la transmisión de vídeo. El ONT, por el contrario, utiliza una longitud de onda de 1310 nm para transmitir. Es evidente que los receptores de estos elementos deben funcionar de forma recíproca, es decir, deben funcionar a la misma longitud de onda con la que se está transmitiendo desde el otro extremo. Por otro lado, las tasas binarias son muy variadas dependiendo del estándar que se utilice, van desde los 155 Mbps hasta los 10 Gbps, aunque estos últimos todavía se encuentren en la fase experimental.

En lo que se refiere a la potencia, hay tres parámetros principales:

- La potencia transmitida: expresada normalmente en dBm³⁴. Obviamente, es un factor clave para que la transmisión pueda realizarse.
- La potencia máxima de entrada: es la potencia que es capaz de soportar el receptor.
- La sensibilidad: un factor a menudo olvidado en el diseño de redes de comunicaciones. Es un umbral que fija cual debe ser la potencia mínima recibida para poder ser detectada.
- Otros parámetros que se pueden destacar:
 - Tiempo de subida: expresado en picosegundos. Es el tiempo que va a permitir hacer el cálculo de la capacidad del sistema, el balance de tiempos, que veremos más adelante.
 - RIN: ruido relativo de intensidad insertado por los láseres transmisores. Está expresado en dB/Hz.

³⁴ dBm: Unidad que resulta de expresar $10 \log$ (Potencia de Salida en Watt/1mWatt) como referencia.

- Ancho espectral de la fuente: que viene en nanómetros.
- Relación de extinción: relación entre la potencia para "0" lógico respecto al "1" lógico.
- Dispersión cromática: cada componente espectral viaja con una velocidad distinta en el interior de la fibra. Las unidades son ps/(nm*km).

4.3 Otros dispositivos.

Se trata de los demás dispositivos que componen la red: divisor, fibra, empalmes y conectores. Estos componentes no tienen tantas características relevantes para los cálculos, pero igualmente introducen pérdidas. Los empalmes y los conectores son probablemente los que menos pérdida puedan generar. Éstas típicamente oscilan entre 0.05 y 0.5 dB cada uno. Los conectores se usan para interconectar los componentes de la red (OLT, divisor, ONT) con la fibra óptica. Los empalmes, sin embargo, son usados para unir dos fibras ópticas cuando éstas son demasiado cortas para enlazar dos elementos.

La fibra óptica utilizada en FTTH es la fibra monomodo estándar (SSMF, G.652). Ya sabemos que es el mejor medio de transmisión para largas distancias, por la baja atenuación que tiene. A continuación se muestran las atenuaciones de la fibra para las longitudes de onda que nos interesan para nuestra red:

- 1310 nm: 0.35 dB/km
- 1490 nm: 0.24 dB/km
- 1550 nm: 0.19 dB/km

Por último, el divisor es el dispositivo clave de la red, que permite optimizar la transmisión de datos. No obstante, también es el que más pérdidas introduce, ya que éstas son directamente proporcionales a su número de salidas. Asimismo, cada divisor posee unas pérdidas por exceso, que suelen ser en torno a 1 dB. Esto quiere decir que si nuestro diseño es para un número elevado de usuarios o la posición geográfica de éstos no nos favorece, y debemos usar tres etapas de divisores, tan solo con el exceso en los divisores perdemos la mitad de nuestra potencia.

A parte de los componentes, existen algunos parámetros ajenos a éstos, como es el caso del margen de seguridad. Es un factor que tiene en cuenta imprevista y degradaciones (mayores pérdidas por envejecimiento, mayores pérdidas en conectores). Viene estandarizado

por la recomendación ITU G.957 en la cual se define que su valor oscila entre los 3 dB y los 4.8 dB.

4.4 Obra Técnico Civil.

En esta etapa se desarrollará la red de fibra óptica subterránea en el área seleccionada del Barrio preferencial de Parque Chacabuco y teniendo en cuenta lo detallado en el anterior Capítulo 3, desde el punto de vista legal: Reglamentos, Códigos y Leyes Nacionales, Provinciales y Municipales, y además, respetando los acuerdos existentes con otras compañías y con otros servicios públicos.

Antes de comenzar una obra en la vía pública, se debe solicitar permiso al Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En este caso, se debe iniciar contacto con el Centro de Gestión y Participación (CGP) de la zona de Parque Chacabuco. Al respecto, se deberá obtener información sobre instalaciones existentes de agua, gas, electricidad y además, toda red subterránea que pueda ser afectada.

Previamente se debe contar con el consentimiento de las administraciones para la segunda etapa de la instalación desde la calle hasta la caja de distribución, como así también, se considera todo el montante interno.

4.4.1 Preparación del terreno

Ya realizada la inspección y el relevamiento se debe tener en cuenta si el terreno es parqueado o calzadas, calle o vereda. En el caso del césped que podría oscilar en un 5% debemos tener las precauciones del caso, el material removido se tratará con cuidado ya que lo volverá a usar. Cabe destacar, que el Gobierno de la Ciudad ya no coloca baldosas en las veredas, sino que a través de cemento peinado rellena y cubre la superficie afectada, efectuando también rampas a nuevo. Asimismo, resulta conveniente tener en cuenta la duración del trabajo y durante que lapso de tiempo van a estar las zanjas abiertas, usando todo tipo de materiales, herramientas, máquinas y obrador, sin dejar nada librado al azar. Por lo tanto, resulta primordial contar con todos los elementos de seguridad, balizado, y protección.

Las dimensiones que se utilizarán son:

-Para zanjeo en acera un ancho de 0,40m

-En calzada 0,50m

Profundidad:

-En acera 0,80m entre 1,20m

-En cruce de calzada 1,50m.

Las excavación van a ser las mínimas necesarias al menos que el relevamiento diga lo contrario. Las paredes serán verticales en toda su longitud al menos que la superficie no lo permita, siempre teniendo en cuenta la aprobación de los planos, normas y medidas que pida el gobierno de la ciudad.

En un día de trabajo, entre 8 y 12 horas, el resultado tendría que tener la zanja abierta, la colocación de los tritubos y el relleno, con toda su señalización de día y accesorios luminosos para evitar accidentes.

4.4.2 El suelo factor importante:

Si el suelo es estable no hace falta el entibado o soporte de las paredes, de lo contrario se exige ya que el operario podría meterse y trabajar a 1,50m de profundidad.

Maximizar el entibado si hay otras zanjas transversales y sus dimensiones varía según el caso. Las maquinas zanjeadoras facilitan el trabajo, son más costosas pero nos garantizan un buen trabajo (paredes verticales y lisas) sus características varían según al suelo y el ancho de la excavación.

En el caso que el terreno tenga la napa de agua cerca o que se trabaje en la lluvia, las medidas de control se extreman y queda a criterio del personal, ya que hay que tener un nivel freático teniendo en cuenta las propiedades del suelo ya relevadas con anticipación. También se usa maquinas para nivelar y apisonar el suelo.

El fondo de las zanjas deberá tener una pendiente con miras hacia la otra cámara. Durante el trabajo el o los materiales extraídos o la tierra, asfalto y demás se colocaran en cajones de madera bien señalizados, con una superficie de 1,5 por 1m. Por 050m de alto.

4.4.3 El día laboral

El horario de trabajo manual es de 6 de la mañana (en ciertas zonas, sino a partir de las 8) hasta las 22 horas. El uso de maquinaria, tanto martillos neumáticos como grúas de limita de 8 horas a 22 horas con previo permiso en el horario nocturno. Todo material como maquinaria que no se vuelvan a utilizar debe ser extraído del lugar o colocarlos en los cajones o volquetes para ser retirados de la vía publica lo antes posible. Debe estar siempre los carteles indicadores de los responsables, la constructora, la habilitación y contar con la documentación pertinente.

El área de trabajo debe estar cercada y delimitada con un paso para peatones y señalizada las 24hs hasta terminado el trabajo en ese sector, aberturas de zanjas se deberán tapar o en caso contrario se colocaran tablonces para evitar accidentes, en caso de realizar trabajo nocturno usar la iluminación correspondiente, colocar carpas si fuera necesario, vallas, balizas y cintas de prevención.



Figura 15: Muestras de diferentes canalizaciones.

Contar con todos los teléfonos de las autoridades del lugar, para avisar del corte parcial de la calzada y cuanto se demorara, la obstrucción no puede superar el 30% de la calzada, es importante la señalización luminosa para los conductores y la colocación de planchuelas de metal si no se tapara la calzada en ese mismo día. Se tiene que evitar los daños a arboles, inconvenientes a los propietarios o al público en general.



Figura 16: Diferentes señalizaciones.

La reparación y los trámites por la ruptura, pinchadura de caños pluviales, cloacales o de otros servicios (electricidad, gas, etc.), corre por cuenta de DASM S.A., y por ello, hay que estar preparados y pendientes de posibles accidentes de este tipo, a efectos de evitarlos en la medida de lo posible. Asimismo, el personal debe estar con la ropa y protectores adecuados, logotipo de la empresa, con los materiales disponibles desde el obrador, y sus máquinas con las herramientas pertinentes.

4.4.4 La canalización con tubos de PVC rígidos

En la canalización se utilizarán dos tipos:

- a) Conductos de PVC: Es el tramo desde una cámara hasta otra en forma subterránea formado por conductos para facilitar el traslado y la protección de fibra óptica o coaxial. Peines de separación.(PVC rígido, hormigón pre moldeado).Curva de 5 m de radio. Codos 0,60m de radio, 110 mm de diámetro exterior

- b) Conductos de PVC rígido 110mm diámetro exterior, 1,5mm espesor, Cañería 700mm de profundidad, 800mm para cruces de calle, Prisma de hormigón. Cubrir hasta 100mm resto con tierra, y limpiador un solvente de PVC.

Características del hormigón:

Altura mínima del prima de hormigón					
N° de capas de tubos	altura de los tubos	separación entre capas de tubos	recubrimiento lateral		total
			inferior	superior	
1	110mm		70mm	70mm	250mm
2	220mm	30mm*1	70mm	70mm	390mm
3	330mm	30mm*2	70mm	70mm	470mm
Ancho mínimo de prisma=ancho mínimo de la zanja					
	diámetro exterior	separación horizontal entre tubos	recubrimiento lateral	total	
base 2	220mm	30mm	120mm	370mm	

Tabla 9: Datos del prima de hormigón.

Los apoyos deben estar húmedos, pero no podrá producirse mucha acumulación de agua, para la manipulación se dejará un alambre de hierro para atar los tubos. Asimismo, se deberá tener en cuenta que:

-El radio que se admite es de 20m en frío.

-Las curvas entre 10 y 20m se calentarán en el mismo lugar donde quedarán colocados. Antes de cualquier trabajo se deberá verificar que estén limpios, sin golpes, deformaciones, roturas y sin humedad y luego sí, unirlos. Los empalmes se realizan tomando todos los recaudos, limpiarlos con una solución en ambas puntas, las partes (macho-hembra) se unen un extremo con otro con un muy buen ajuste, los excesos se limpian y visualmente se verifica que los conectores no estén torcidos, de ser así se volverá a realizar dicha unión, tener mucho cuidado de apoyarse o de ejercer alguna presión.

-Los ductos están agrupados y atados con el alambre antes mencionado, se colocan cada 1,20m, en el tramo rectilíneo se colocan a 1m. Esto siempre puede variar según cuantos separadores se utilicen, con una profundidad mínima de 700mm.

4.4.5 ¿Porque hay presurizar?

La presión de aire proviene de la deformación excesiva de los ductos por el peso del hormigón. Una vez ubicados y ajustados se sellan herméticamente ambos extremos de cada ducto, mediante la colocación de tapones expansivos. Se utilizarán dos tipos de obturadores: el ciego y el de paso.

El aire se inyecta a través de la válvula del obturador de paso, hasta alcanzar una presión de 0,7 Kg/cm², dicha presión debe mantenerse hasta dos horas, después de finalizado el colado del hormigón. Si se producen pérdidas de aire, las mismas deberán localizarse y solucionarse, antes de proceder con el colado. Finalmente, habiendo comenzado la primera fase de fraguado del hormigón, la presión de aire de los ductos se puede reducir a la presión atmosférica. Los tapones se podrán quitar sin riesgo sólo después de chequear los manómetros y verificar que se ha igualado la presión atmosférica.

4.4.6 Colado de hormigón.

Tarea de suma importancia, se debe hacer de forma cuidadosa, ya que de eso depende la calidad del acabado. Su distribución es de forma pareja y teniendo precaución de no golpear directamente las cañerías.

Está prohibido el uso de varillas, sino que se usan vibradores de inserción de diámetro máximo de 25mm.

4.4.7 El relleno

Se deberá esperar aproximadamente entre 36 y 48hs para realizar el relleno de la zanja, el relleno debe ser compatible con las aceras, calle.

Se usará el suelo que anteriormente se extrajo, de no poder se utilizara un suelo nuevo.

4.4.8 Hilo guía y Cinta de seguridad.

Todos los conductos deben llevar en su interior el hilo guía, el mismo puede consistir en una cuerda de nylon de al menos 3 mm. de diámetro.

Tendrá las medidas reglamentarias 10cm de ancho y un color visible tanto de día como de noche. Su colocación va a realizarse tanto en las zanjas como en algunos lados del vallado.

Tanza, hilo guía todos los conducto lo deben tener.

4.4.9 Canalización mediante tritubo



Figura 17: Tritubos en la obra civil.

Estas son referencias en algún caso se puede agregar uno o más ductos.

Lugar	Cantidad de ductos	Tritubo	Bitubo
backbone	5	1	1
tendido urbano	6	2	
cruce de avenida	9	3	

Tabla 10: Referencia obra civil

Bypass solo en caso de roturas, siguiendo el protocolo del gobiernos de la ciudad, en casos donde se considere que se necesita ampliar las redes de fibra óptica. Su radio de curvatura dada por el sata sheet se aproxima a 0,5m. Y se usa arquetas para las curvas más cerradas .

Después de haber nivelado el suelo se coloca una capa de arena de unos 5cm Para amortiguar los impactos ocasionados, para curvas pronunciadas se aconseja dar una cierta inclinación descendente hacia la dirección de la curca y ascendente en el sentido contrario.

Los empalmes se utilizan mangos del mismo material. (Pead)³⁵ colocados a presión, los cortes se realzan en forma escalonada. Lo rollos se aproximan a los 500m. los tributos se pueden colocar uno arriba del otros en forma de capaz y sujeto por alambre, cada 4 metros según las curvaturas.

4.4.10 Características del relleno y compactación.

Retirar material residual que no hace falta. Verificación visual para que el relleno aguante la carga. La compactación puede ser manual o mecánica pero siempre no tiene que exceder el 24 cm, colocar cinta de prevención.



Figura 18: Rellenado y compactación.

Verificación de libre paso. Se efectúa con el hilo guía en todos casos, antes de rellenar se verifica que nada este obstruyendo la cañería y luego si se colocan las diferentes capas. Se utiliza una herramienta llamada mandril atada de ambos extremos que se hace pasar por los ductos. En caso obstrucción se puede medir donde esta dicha obstrucción y si no se puede destapar se trata de modificarlo.

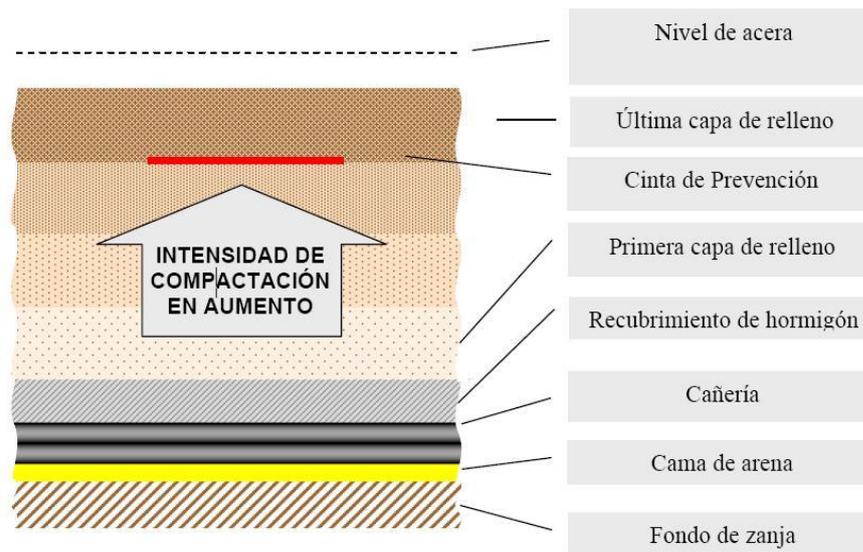


Figura 19: Diferentes capas del suelo

4.4.11 Roturas y reparaciones

En este caso, se ha estudiado el recorrido de cada avenida, calle, pasaje, y los diferentes problemas en el tránsito.

Primeramente se tiene cuatro avenidas muy transitadas. El trabajo de cruces de calle o avenida se harán los fines de semana ya que no son muchos, se cortaran un tercio de la avenida y se continuaran cuando se pueda pasar por el lugar previamente excavado, se colocaran chapas, carteles indicadores y de prevención, cintas y banderilleros. Todo trabajo seguido por los diferentes permisos del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Se respetarán horarios de martillos neumáticos y de maquinaria de algo ruido.

³⁵ Pead: Es un polímero termoplástico ampliamente utilizado en productos de consumo

Calzada: Materiales tanto escombros como pavimentos se alojaron en volquetes de rápido traslado, el acabado debe nivelarse para no perjudicar el tránsito. Y la reparación de las veredas que es casi el 80% de la obra civil se harán respetando los tiempos en donde se acomoda todo el relleno.

Una vez que se rellena la zanja ya transcurridas las 24hs se realiza el contrapiso. Se respetaran las baldosas existentes, color y tamaño. De ser baldosas especiales se tendrá el cuidado para no romper mucho. En lugares donde ya trabajo el gobierno de la ciudad dejarlo tal cual. Actualmente lo rellenan solo con hormigón y cemento y se deja un alisado para economizar. Ese sector quedara terminado una vez que se verifique que esté limpio, en el estado anterior o mejor, sacando fotos del mismo para archivarlo en el departamento de relevamiento.

4.4.12 Construcción de las arquetas.



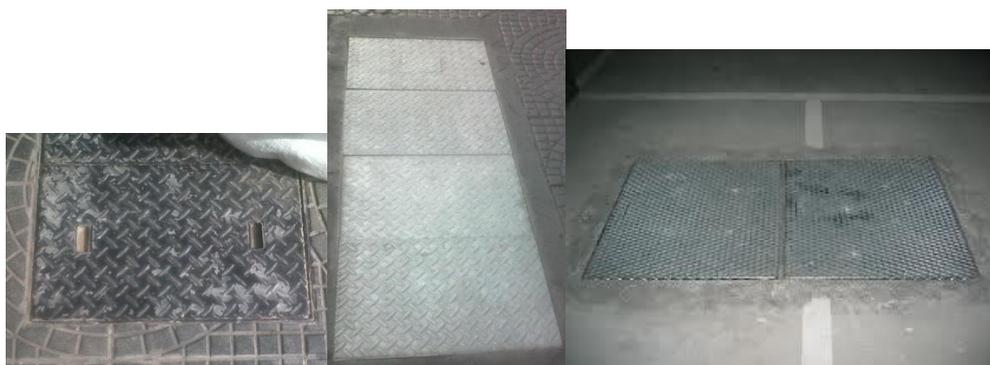
Figura 20: Arqueta vista superior

Una arqueta es un pequeño depósito utilizado para recibir, enlazar y distribuir canalizaciones o conductos subterráneos; suelen estar enterradas y tienen una tapa superior para evitar accidentes y poder limpiar su interior de impurezas. Se utilizan en redes de telecomunicaciones y también en redes de distribución de electricidad y otros servicios cableados. Se construyen de ladrillo, revocadas y fratasadas con mortero de cemento interiormente; también pueden ser prefabricadas en hormigón o en materiales plásticos. el tamaño, la ubicación y especificaciones son relevados en el plano, previa aprobación del gobierno de la ciudad. No se puede exceder de 1,50*0,60m.

La distancia entre arqueta será de unos 80m aproximados, dependiendo de los enlaces y curvas. El drenaje será un agujero en el interior con una cierta pendiente y los ganchos de

tiro, es para brindar un punto de sujeción en los laterales donde no hay aberturas o ductos, es decir en la paredes opuestas a las entradas y salidas, quedando bien empotrado a través de tornillos y tarugos.

Las tapas tienen un marco de hierro, y puede haber dos o más puertas que con cerraduras. Poseen un gancho que sirve de manija, para abrir hacia la derecha de la calle. En el caso que se extraiga, se puede apoyar en el suelo con cuidado.



Figuras 21: Diferentes tapas.

El GCBA exige el logotipo de la empresa para facilitar su identificación. Del lado interior se tienen identificadores según la planimetría correspondiente. Los conductos deben ingresar en forma recta y perpendicular a la cara de la arqueta, su ingreso en el caso de los tritubos, deben estar separados en forma vertical y horizontal de 6 a 9 cm. Se colocarán dos separadores de 1m y otro a 0,25cm. Se colocarán los tapones usados para protegerlos del polvo o de materiales que obstruyan los ductos, y teniendo en cuenta los obturadores con el hilo tipo guía obligatorio.

4.4.13 Gabinetes de terminación/montante:

Se utilizarán gabinetes metálicos o de plástico (tipo pedestales o tipo buzón) dependiendo de la zona de terminación de montante dentro o fuera del edificio, utilizados para las diferentes fuentes de alimentación, equipamientos, dispositivos o en algunos casos, rollos de fibra o los empalmes correspondientes. Hay diferentes modelos y tamaños, los mismos están protegidos por barras/caños que rodean el mismo, y disponen de puertas con alarmas antirrobo o por posibles aberturas para cualquier reparación.

Por otra parte, una parte muy importante del presupuesto necesario para tender nuevas redes FTTH es destinada a la instalación de cables que terminan en estos Gabinetes, para distribuir la señal óptica a todos los usuarios. En zonas con poca densidad de usuarios, estos costos pueden suponer hasta el 80% del total.



Figura 22:Pedestal.

4.4.14 Instalación subterránea en galerías de servicio y alcantarillas

El cable puede ir directamente enterrado o colocado en el interior de conductos. Si se aprovecha la renovación de servicios o el tendido de nuevos (alcantarillas, tuberías, carreteras), el costo de instalación del cable no influirá notablemente en el total. Los costos de instalación se incrementan, por lo que se hace necesaria compartir las infraestructuras por parte de los operadores. Es una buena opción cuando la zanja ya está abierta para otro tipo de instalación, las autoridades locales suelen promover la instalación de cable o ductos cuando se abre una calle o carretera. Además del costo asociado, pueden aparecer limitaciones legales o burocráticas, por ejemplo, solicitud de permisos para acometer obras, cortes de tránsito y/o molestias que afectan a los usuarios. Existe posibilidad de dañar servicios ya operativos (luz, agua, gas). Es fundamental la colaboración con los operadores de las autoridades municipales, ya que disponen de bienes de dominio público que pueden ceder para permitir desplegar nuevas infraestructuras. De esta forma se puede evitar la realización de nuevas obras, pero la instalación está muy condicionada por el estado de los conductos a utilizar. En algunos casos no es posible el acceso a través de estos servicios o no están acondicionados. Esta opción junto con el tendido aéreo son las más ventajosas desde el punto de vista económico.

4.4.15 Instalación en micro zanjas

La instalación en micro zanjas es una alternativa que permite reducir el impacto de la obra civil en la instalación de nuevos cables. El costo puede ser 1/3 del de una canalización normal. Consiste en la realización de una zanja de tamaño muy reducido que varía entre 1 y 10 cm de ancho y 10 á 20 cm de profundidad dependiendo del diámetro del cable a instalar; una vez colocado el cable en su interior se colocan elementos protectores o conductos en los que se instale el cable después; que finalmente se sella con material bituminoso. El trazado de la instalación será en línea recta para no inducir curvaturas en el cable, los cambios bruscos de dirección deberán ser evitados, y cuando sean inevitables se deberán realizar cortes en ángulo.

Como ventajas fundamentales se obtienen :

- *Reducción de costos de instalación
- *Menor afección a tráfico y usuarios que la obra civil tradicional
- *Rapidez
- *Poca producción de escombros. Baja penetración en el subsuelo
- *Facilidad de mantenimiento

Las desventajas son:

- *Exposición del cable a vibraciones por tráfico denso
- *Utilización de cables especiales o estudio del adecuado aislamiento para permitir una instalación correcta
- *Susceptible de ser dañado en tareas de mantenimiento de infraestructuras, ya que la instalación se realiza a poca profundidad
- *Ampliaciones de red requerirán una nueva instalación
- *Las fases de instalación son las siguientes:
 - *Realización de la microzanja
 - *Limpieza mediante aire comprimido o agua a presión
 - *Colocación del cable. Colocación de rellenos de protección. Cerrado de la zanja mediante aplicación de material bituminoso especial
- *Los cables utilizados para esta aplicación deben tener las siguientes características:
 - *Reducido diámetro
 - *Alta resistencia a aplastamiento y vibración

*Resistencia a altas temperaturas, el material de sellado puede alcanzar temperaturas entre 100° y 170° C.

*Estos cables pueden tener una insuficiente resistencia mecánica en calzadas muy transitadas, siendo más recomendable su instalación en zonas residenciales.

*La instalación puede verse afectada fácilmente por labores de mantenimiento de otros servicios subterráneos y labores de reasfaltado, ya que los cables se encuentran a poca profundidad

*Cables adecuados para instalación en micro zanjas

*Con todo lo comentado anteriormente, los cables deben tener las características siguientes:

*Reducido diámetro

*Elevada resistencia a compresión

*Buena resistencia a altas temperaturas

*Contener materiales que eviten la propagación de agua en su interior

Tipo de instalación:

*Cable de fibra óptica PDR de hasta 96 f.o.

*Cable de fibra óptica ESP de hasta 96 f.o

*La utilización de cables armados con acero o no, dependerá de la necesidad de incrementar la resistencia al aplastamiento y altas temperaturas. Estas condiciones vendrán dadas por los detalles de instalación y la utilización o no de elementos aislantes para protección del cable.

4.4.15.1 La manera correcta de instalar cables de fibra óptica:

El procedimiento será de estricto cumplimiento a las normas vigentes y mediante su aplicación garantizar un óptimo servicio para sus clientes. Los tipos de cables de fibra ópticas que se utilizarán tienen las siguientes denominaciones:

Cable de fibra óptica monomodo de 6 hilos ADSS.

Cable de fibra óptica monomodo de 12 hilos ADSS.

Cable de fibra óptica monomodo de 24 hilos ADSS.

Cable de fibra óptica monomodo de 36 hilos ADSS.

Cable de fibra óptica monomodo de 36 hilos ADSS vanos de 1000 m.

Cable de fibra óptica monomodo de 72 hilos ADSS.

Cable fibra óptica monomodo de 6 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla

Cable fibra óptica monomodo de 12 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla

Cable fibra óptica monomodo de 24 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla

Cable fibra óptica monomodo de 36 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla

Cable fibra óptica monomodo de 72 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla

Cable fibra óptica monomodo de 12 hilos figura 8

Cable fibra óptica monomodo de 24 hilos figura 8

Cable fibra óptica monomodo de 36 hilos figura 8.

Cables ADSS: Estos son cables ópticos auto-sustentados por rigurosas normas de seguridad mundial, con la aplicación de estos se eliminó la necesidad de un cable mensajero, reduciendo costos y manejabilidad a la hora de instalar redes largas. Estos cables ópticos no son afectados por la caída de rayos ni interferencias, debido a la carencia de elementos metálicos. Los cables ópticos están recubiertos de polietileno que envuelve al cable óptico dieléctrico y al elemento de sustentación externo no metálico, lo cual aumenta el grosor del cable.

4.4.16 Descarga y movimiento del cable de fibra óptica.

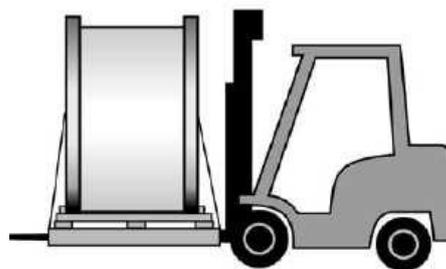


Figura 23. Diferentes formas de transportar las bobinas de fibra.

Los carretes³⁶ de cables de fibra óptica por lo general se entregan en una unidad considerablemente más pesada que las de cable coaxial. Por lo tanto, deben cargarse y descargarse usando una grúa, un camión con elevador especial u horquilla elevadora.

Las horquillas elevadoras deben recoger el carrete con el lado plano del carrete mirando hacia el conductor. Extienda las horquillas por debajo de todo el carrete, mantener los carretes derechos sobre sus bordes rodantes y nunca los coloque planos ni los apile. Todos los carretes se identifican con una flecha indicando la dirección en la que debe hacer rodar el carrete, rodar solamente en la dirección indicada con las debidas normas de seguridad.

Los ductos son tubos plásticos usados comúnmente en la instalación de fibra óptica, pueden ser enterrados directamente en el suelo, o utilizados para subdividir conductos principales de mayor diámetro, permitiendo un mayor aprovechamiento de los mismos y posibilitando instalar futuros cables. Cuando cumplen esta última función, a los ductos se los denomina “subductos”. En el mercado hay disponibles ductos estriados, corrugados y de construcción lisa, de material polietileno o PVC.

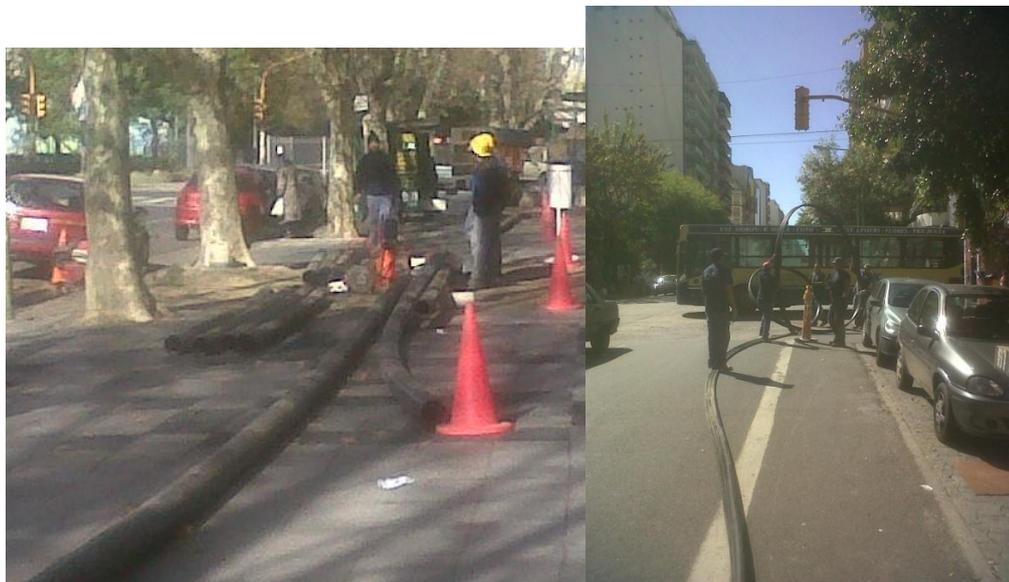


Figura 24: Tipos de Ductos y tritubos.

³⁶ Se tomó como referencia el manual de construcción de red de Commscope.

Los ductos utilizados son lisos de polietileno de alta densidad, con estriado interior: Caño Monotubo de 40 mm Figura 23: Tritubo de 40 mm. Cuando se introduce el cable de fibra óptica en el ducto, la relación de llenado del mismo no debe exceder de 50%.

La relación de llenado se calcula comparando el área del diámetro interior del ducto, con el área determinada a partir del diámetro exterior del cable. Un mayor diámetro del ducto normalmente reduce la tensión de tendido. Se calcula de la siguiente forma:

a) $A = \pi \cdot r^2$ (Área = 3,14 x radio al cuadrado) para calcular el área del ducto.

b) Divida el área calculada por dos para obtener el 50%.

Ejemplo: para un ducto de 2" de diámetro interior ($r = 1''$)

Reemplazando en la fórmula: $A = 3,14 \times 1^2 \Rightarrow A = 3,14$ pulgadas cuadradas

El 50% de la relación de llenado será entonces de 1.57 pulgadas cuadradas.

c) Para determinar el área del cable utilice la misma fórmula que antes.

Por ejemplo, para un cable de 1,3 pulgadas de diámetro exterior:

$$A = 3,14 \times 0,65^2$$

$$A = 1,33 \text{ pulgadas cuadradas}$$

Por debajo de 50% ($1,33 < 1,57$) de la relación de llenado para un ducto de 2".

Usando este criterio, se puede utilizar un cable de fibra óptica de hasta 0,71 pulg. o menor, en un ducto de 1 pulgada de diámetro interior y de 1,4 pulgadas o menor en un ducto 2" de diámetro interior.

Se pueden introducir múltiples cables simultáneamente en un ducto. Pero instalar un nuevo cable de F.O. en un ducto ocupado por otros, no es recomendable pues es posible que se enreden.

Durante la instalación del ducto dentro de la cañería principal, se debe tener cuidado para evitar excesiva tensión y deformación del mismo. Excesiva fuerza de tracción puede ocasionar en ductos de paredes lisas o de estrías longitudinales la reducción del diámetro interior.

Los sub ductos corrugados pueden crecer en diámetro después de someterlos a excesiva fuerza de tracción. En cualquier caso, el sub ducto dañado debe ser reemplazado. Se seguirán cuidadosamente las instrucciones del fabricante y se controlará la tensión de tiro durante la instalación. Debido a que los sub ductos frecuentemente se acortan luego de la instalación, téngalo en cuenta y deje una longitud extra en la cámara.

En los puntos donde el sub ducto pasa continuo a través de la cámara, se debe dejar un sobrante suficiente como para poder fijarlo a las paredes de la cámara y asegurar mantener el radio mínimo de curvatura superior al permitido por la fibra. Luego de la colocación de los ductos o sub ductos, de deben sellar o taponar los extremos a fin de evitar el ingreso de materiales o humedad hasta que se proceda con la introducción del cable.

Algunos ductos disponen de cintas o líneas de tiro preinstaladas. De otro modo, la línea de tiro se puede instalar con una cinta pasa-cable o a través de presión de aire. Puede ser necesario lubricar para facilitar la instalación o prevenir la rotura de los ductos.

Se recomienda usar lubricante para la mayoría de las instalaciones a fin de reducir la tensión de tiro, a menos que se trate de tramos cortos. Al elegir un lubricante se deben considerar la compatibilidad con el material, tiempo de secado, desempeño respecto a la temperatura y las características del manipuleo. (Ejemplo: Líquido gel para tendidos de fibra óptica en .Para la utilización, siga las especificaciones del fabricante. El uso de líquidos incompatibles puede causar a largo plazo, daños en la cubierta.

La malla de tiro puede ser instalada en el campo o venir colocada de fábrica en el extremo del cable.



Figura 25: Malla de Tiro y Agarre Preinstalado.

4.4.17 Empalmadoras de fusión.

Hay distintas marcas de empalmadoras de fusión. La mayoría tienen características tales como:

-Una fuente térmica de fusión, usualmente un arco eléctrico.

-Abrazaderas de ranura en V para sostener las fibras.

-Una manera de colocar las fibras en relación con sí mismas y la fuente térmica

Una manera de visualizarlas fibras (microscopio, pantalla de visualización) para poder colocarlas con precisión.

Los procedimientos variarán dependiendo del empalme de fusión a realizar. Los modelos más antiguos requieren hacer coincidir manualmente los diámetros exteriores de las fibras bien limpias antes de fusionarlas.

Los modelos más sofisticados ofrecen características que alinean automáticamente los núcleos de la fibra para los empalmes de pérdidas más bajas.

4.4.18 Inyección y Detección Local (LID)

Algunos empalmes se incluyen con LID en la cual las fibras a fusionarse se bobinan alrededor de un poste pequeño de modo que la luz pueda realmente ‘inyectarse’ a través del revestimiento de la fibra.

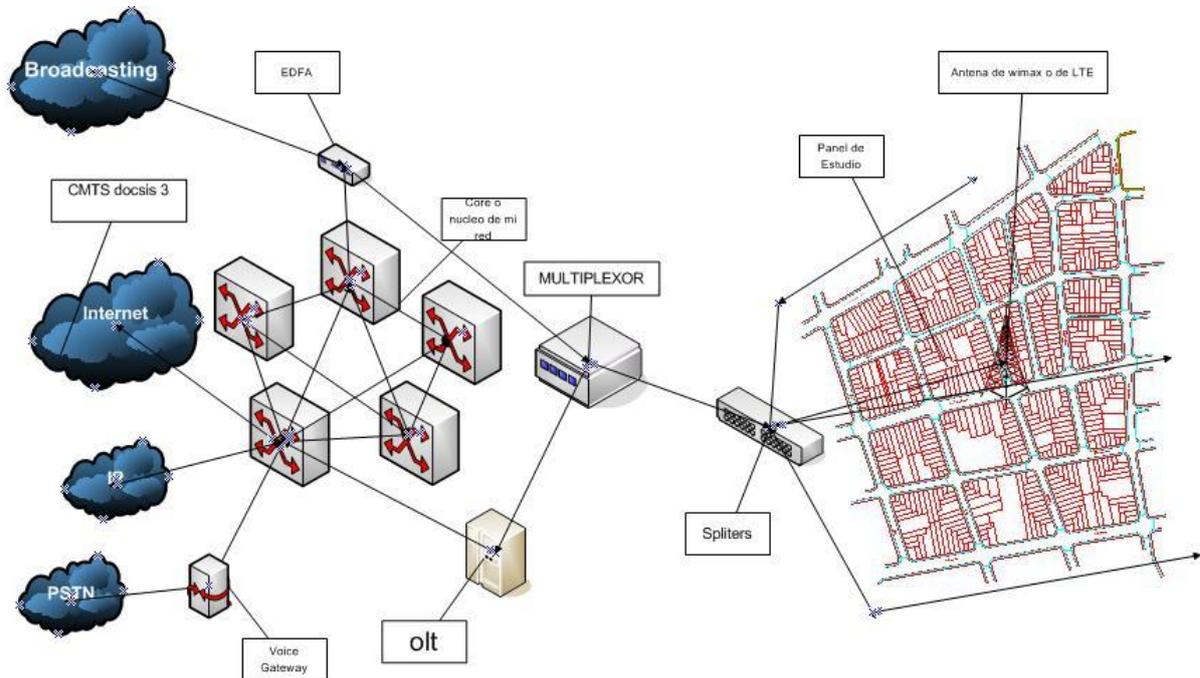
La luz atraviesa el punto de alineación y se mide en el lado de salida. Las fibras se posicionan manual o automáticamente hasta que la mayor parte de la luz pasa a través de las fibras alineadas. Los sistemas LID también monitorean las fibras a medida que se fusionan y cierran el arco cuando el proceso muestra la pérdida más baja de empalme.

4.4.19 Sistema de Alineación de Perfiles (PAS)

Las empalmadoras equipadas con PAS proyectan una imagen que le permite ver los núcleos de las fibras y alinearlos manual o automáticamente.

Para la protección de empalmes se recomienda reforzar mecánicamente las fibras empalmadas con una manga termocontraíble que se coloca sobre la fibra previo al empalme. Una vez realizado el empalme, la manga se coloca sobre el empalme y se termocontrae. Hay otros métodos tales como las mangas plegables, tablillas y selladores, y la experiencia indicará lo que más conviene para cada aplicación.

4.5 Diagrama en Bloques hacia el Usuario:



Figua N°26: Distribucion desde el cabezal hasta el abonado

4.5.1 Distribución y pérdidas:

Calculadas para que su sensibilidad en la recepción este alrededor de los -26db, teniendo un margen ya que los equipos levantan en -29 a -32db. Hemos exagerado ya que no todos los edificios tienen tantos departamentos, pero tomamos el lugar donde hay as cantidad

Teniendo en cuenta que cada pelo de fibra puede ser utilizado por 256 clientes por manzana podríamos colocar entre 2 y 3 pelos.

De la OLT salimos con 2db y por la distancia por demos alrededor de 1db hasta que llega al panel ($2\text{km} \times 0,4\text{db/km} = 0,8\text{db}$).

valores splitters	perdida de insercion	valores splitters	perdida de insercion
50/50	3.3	1 X 4	6.7
40/60	4.4/2.5	1 X 6	10.1
30/70	5.6/1.8	1 X 8	10.8
20/80	7.4/1.1	1 X 16	13.3
10/90	10.8/0.6	1 X 24	15.2
2,5gbps/64 clientes =40mbps 2,5gbps/128clientes=20mps 2,5gbps/256clientes=10mbps la sobre inscripcion 10mbps/256=0,40mbps por abonado que es lo estiplado usaremos fibra que tengas 12 pelos		1 X 32	16.6

TablaN° 11: Distribucion y perdidas de inserción.

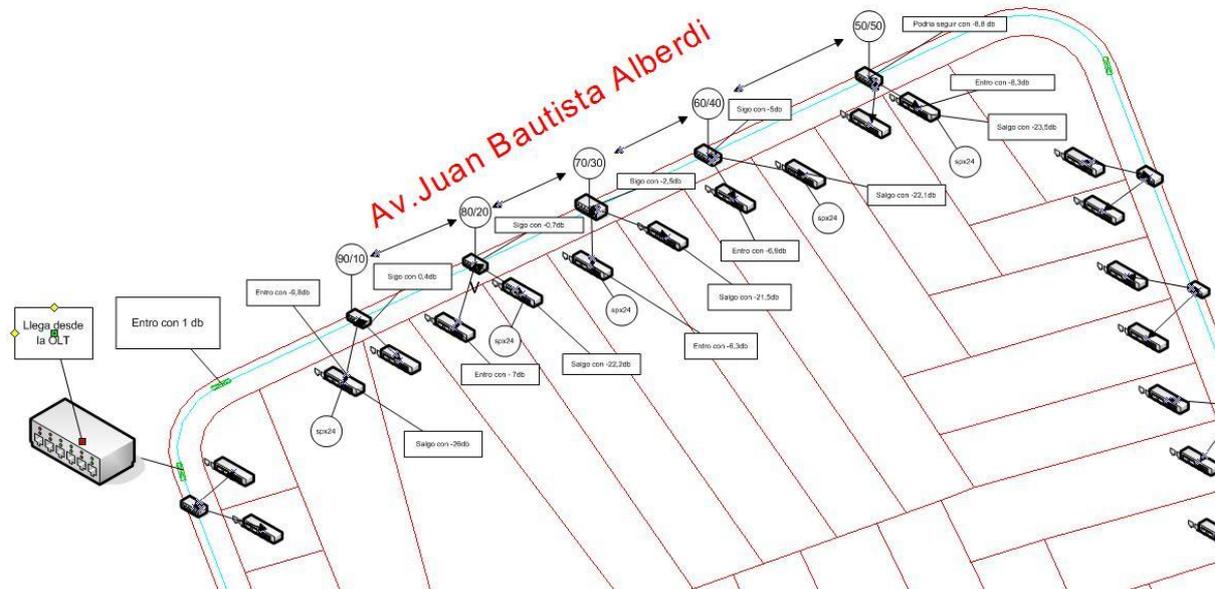


Figura N27: Distribución para verificar con cuantos db llego al set of box.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

Capítulo V: ANALISIS ECONÓMICO FINANCIERO

5.1 Análisis FODA

Se presentan las Fortalezas y las Oportunidades del presente Proyecto Final de Ingeniería, desde el punto de vista de una compañía de servicios *Premium* de Telecomunicaciones:

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Pioneros en nuevas tecnologías, dando a los domicilios un sin fin de nuevos servicios. • RFOG nos soluciona cualquier inconveniente con respecto a la red HFC. • Al ser una red pasiva no sufre los cortes de luz. • Excelente relación con Huawei, Cisco y Apple por la prioridad en el servicio técnico. • La red es 100% subterránea, eso facilita el acceso directo al mantenimiento. • Al ser una red de fibra óptica, el ruido eléctrico es nulo. • El ancho de banda que se puede garantizar es muy superior al vigente. • En la zona seleccionada por el presente PFI se tiene muy buena reputación. • Actualmente no existen proveedores de Wimax y LTE como futuras aplicaciones en 4G. • El costo de instalación de los equipos resulta más económico que en las instalaciones actuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro sustancial en los tiempos de falla y reparación. • Integración con otras redes y con redes globales. • Tener un <i>set of box</i> hecho a medida para el requerimiento, respetando normas y estándares. • Convenios con el GCBA para brindar apoyo a la policía, tanto en los patrulleros como en las comisarias. • Mayor monitoreo en toda la red. • Realizar Convenios con universidades como UADE, y cursos con el sindicato SATSAID. • Posibilidad de instalación de cámaras de video para monitorear las calles de la Ciudad. • La innovación de FTTH abrirá más el mercado de los sistemas de videocable.

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • La empresa debe invertir mucho capital para el presente proyecto. • Se interpreta que existe un vacío legal en el marco regulatorio para estos sistemas. • Se tiene que lograr un fuerte ingreso al mercado, y eso significa mucho esfuerzo y constancia. • Para amortizar los equipos se requiere muchos abonados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las políticas del Estado Nacional a través de la aplicación de la Ley de Servicios de Comunicación Audiovisual. • El abono reducido de la competencia para retener a los usuarios. • Que se retracen las habilitaciones, licencias y permisos a través de la Secretaría de Comunicaciones de la Nación.

5.2 Distribución del servicio:

¿Qué es brindar un servicio *Premium*?

Se trata de dar los mejores servicios del mercado de las telecomunicaciones (voz, video y datos) a clientes potenciales que pueden pagar estos abonos diferenciados.

Por este motivo, se ha elegido una zona donde más del 87% puede acceder a esta servicio. Dentro del relevamiento se realizaron encuestas que determinan las necesidades de los futuros clientes. Se tuvo en cuenta que Parque Chacabuco es una zona bastante costosa para comprar o alquilar propiedades.

Al respecto, se destaca que se podría contar con un panel para unas 19 manzanas, con 11.000 departamentos (considerando casas, locales, garajes, y se incluyen solo los edificios terminados).

Para brindar un servicio *Premium* se realizó una encuesta para que los clientes elegidos al azar opinen por este posible servicio: se obtuvo un 6% de abonados por Internet, un 6% por el servicio telefónico y un 12% por el Sistema de Televisión Digital, teniendo en cuenta el mercado vigente:

Servicios	Catv	Telefonica	Internet	telefonía celular hasta 3G	4G LTE;WIMAX
Competidores					
Telecentro	x	x	x		
cablevisión	x				
Fibertel			x		
trio	x	x	x		
Telefónica		x	x		
Arnet			x		
Sion			x		
Speedy			x		
Claro				x	
Movistar				x	
Personal				x	
Direct tv	x				
Arsat	¿?				

Tabla N° 12: tabla de competidores en la zona en cuestión:

Estos son los servicios que tienen nuestros futuros clientes y las empresas que adhirieron a sus servicios.

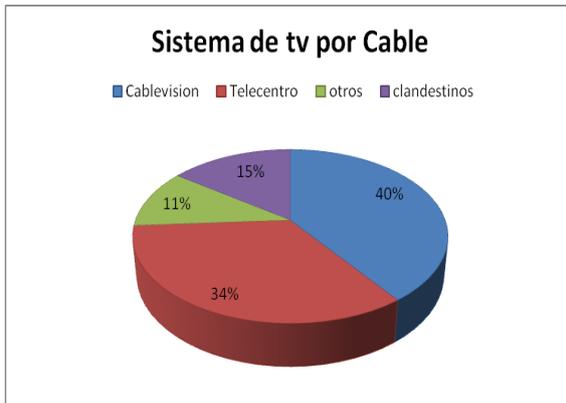


Figura 28: Sistemas de tv por cable

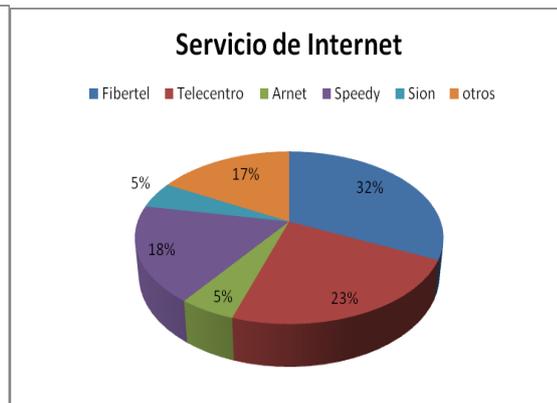


Figura 29: Servicio de internet

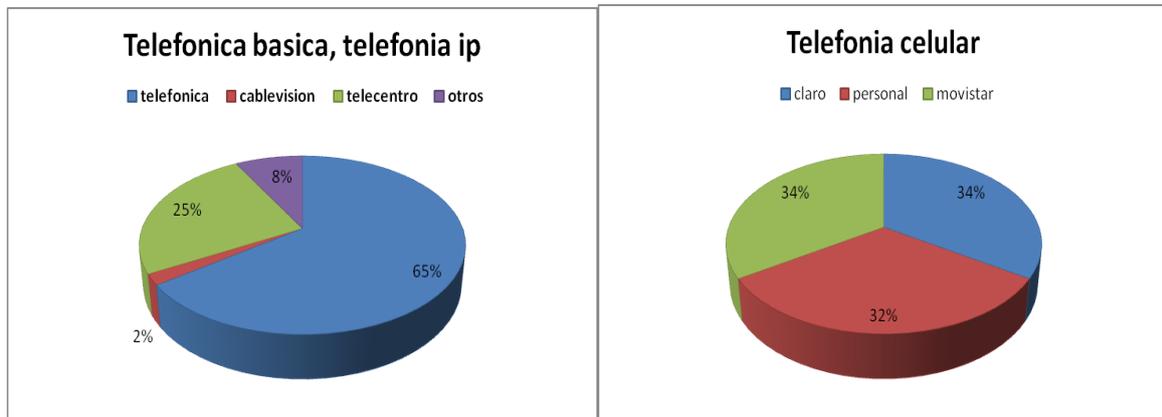


Figura 30: Telefonía básica, telefonía IP

Figura 31: Telefonía celular

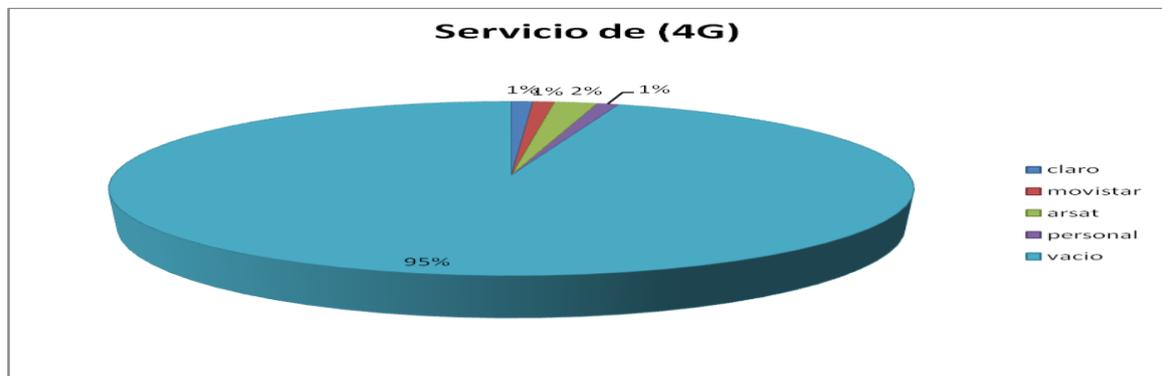


Figura 32: Servicio de 4G

catv	Conformes	Cambiarían	No Contesta
	45	50	5
internet	Conformes	Cambiarían	No Contesta
	32	64	4
telefonía	Conformes	Cambiarían	No Contesta
	15	67	18
celulares	Conformes	Cambiarían	No Contesta
	12	83	5

Table 13: Encuesta en la zona de estudio.

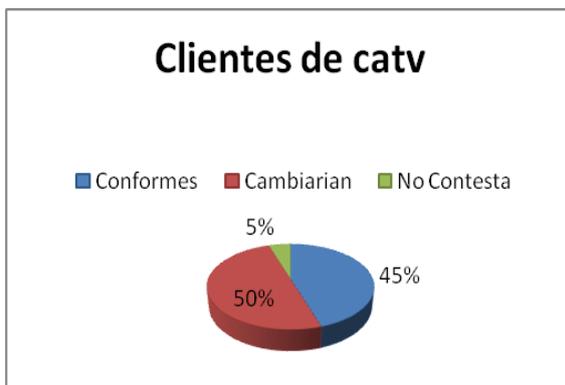


Figura 33: Clientes de catv

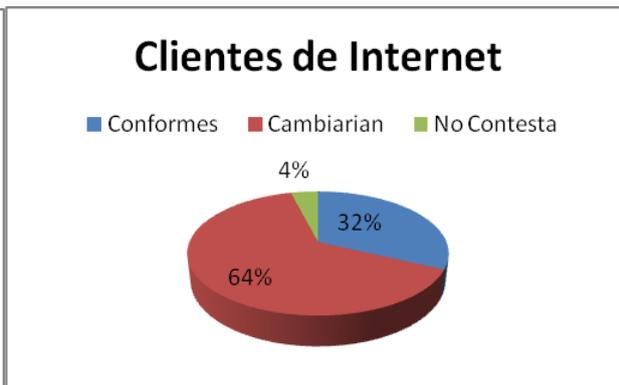


Figura 34: Clientes de internet



Figura 35: Clientes de telefonía



Figura 36: Clientes de celulares

Básicamente, se analizan algunos reclamos de los clientes:

En televisión por cable:

- *La mala atención de los call center y la falta de respeto de los que atienden.*
- *Las agendas del servicio técnico están saturadas y nunca tienen horario disponible, con casi 8 horas de espera.*
- *El servicio es deficiente, porque no cumplen lo que ofrecen.*
- *La facturación nunca se entiende.*

- *Está lleno de cables por todos lados.*
- *Las terrazas llenas de cables en desuso.*

En Internet:

- *Nunca llega a la velocidad que se paga .*
- *Siempre anda lento.*
- *Los módems se quemán en cada tormenta.*
- *Los services tardan mucho, nunca es menos de 48hs.*
- *Los módems wifi son más caros, te cobran instalación.*
- *Te cobran para digitalizar la línea y nunca te informan.*
- *Se cortan muy seguido.*
- *Demasiados micro cortes.*

En telefonía:

- *El servicio técnico de telefonía básica tarda por lo menos 72hs en venir, pero nunca cumplen.*
- *Si se cortan la luz, no hay línea telefónica, ya que se corta el cable, e internet.*
- *Mucho eco.*
- *Mucha fritura, interferencia para ser exacto.*
- *No hay tono, nunca funciona en esta zona.*

En telefonía Celular:

- *No tengo antena.*
- *Se corta cuando voy manejando.*
- *En mi casa nunca tengo señal, lo tengo que poner a lado de la ventana.*
- *La batería se gasta muy rápido ya que el celular esta constantemente buscando señal.*
- *Por lo que me dan el servicio es muy caro.*

- *En la factura siempre hay un ítems de más.*
- *Se liga las líneas, quiero llamar a “B” y me contesta “C”.*
- *Los equipos son demasiado caros y están limitados.*

En 4G LTE, WIMAX:

- *No conocen las tecnologías, pero por Internet saben que es muy rápida*
- *Saben que en otros países está desarrollada como en toda Asia, México, Brasil.*
- *Acá no hay nada o solo pruebas al respecto.*
- *Sería bueno que se liberen las frecuencias, así liberar un poco las tecnologías 2G y 3G que en Argentina están saturadas.*
- *Hay celulares con esta tecnología que salen \$7000 pero no se pueden usar.*

Se interpreta que para brindar un servicio que convenza al cliente hay que escuchar al abonado y entender que es lo que quiere. Se destaca que muchos no cambian de compañía por los tiempos que tarda la parte administrativa y por las excusas que las compañías ponen, como el típico “*No hay sistema*”. En todos los casos los clientes cambiarían a un servicio mejor, ya que el que tienen es muy deficiente, caro y no existen beneficios tangibles.

5.3 Estrategia para que estos clientes deseen cambiarse:

- Diseñar una campaña fuertemente orientada a los servicios que podrán tener a futuro.
- Explicar de manera clara y concisa lo que se vende: productos y beneficios.
- La capacitación del personal y de los abonados resulta primordial: por eso se eligieron una universidad y un gremio (UADE y Satsaid) para tener éxito.
- Incorporar valor agregado a los productos, ya que la mayoría de la competencia no lo puede ofrecer o fracasaron en el intento.
- Ofrecer diferentes métodos de contacto ya que resulta variada la edad de los futuros clientes.

- Ofrecer productos sin cargo a clientes responsables y fieles a nuestros productos. Se realizarán sorteos, regalos de *merchandaicing*, y paquetes de productos con descuentos.
- Tener una factura clara y detallada de lo que pagan y un vencimiento razonable.
- Cada equipo tiene que tener una explicación en español y a través del *web site* para acceder a los productos y ver sus virtudes y preguntas frecuentes.

5.4 Detalles a tener en cuenta:

En este proyecto no se tendrán en cuenta los siguientes costos:

- Todo el equipamiento de *Broadcasting* . Anterior a este proyecto.
- Las redes de Hfc ya existentes.

Se tendrán en cuenta:

- La Olt y sus derivaciones.
- La obra civil en su totalidad.
- Se logro un acuerdo de alquiler con Subterráneos de buenos Aires, hoy en día en manos del Gobierno de la Ciudad de buenos Aires, a cambio de dar internet a escuelas públicas de la zona en cuestión.
- El tendido desde subterráneos de buenos aires hasta el panel (menor a 2 km).
- Este proyecto solo tendrá constancia de las nuevas reformas y su debido mantenimiento.

Los valores detallados estarán expresados en dos monedas ya que hay proveedores nacionales y para comprender la realidad, serán en Dólares Estadounidenses y Pesos Argentinos.

El valor del dólar será el oficial según el Banco Nación de la Republica Argentina en el momento de establecer os cambios de moneda, solo de los valores finales a modo de ilustración.

Tasa de descuento anual será de un 20% , se toman a razón de proyectos similares o de esta envergadura.

Tasas de impuestos a las ganancias utilizadas comúnmente para este análisis de flujo de fondos es del 35%.

Periodo de análisis de inversión es de 60 meses.

5.5 Los Servicios premium que ofrece la competencia:

Observaciones	Directv	Speedy	Arnet	Sion	Telecentro	Cable+fibertel	DASM
Disponibilidad	si	si	no	si	si	si	si
Cantidad de bocas	4	no	s	no	5	5	8
Intalacion de bocas catv	\$ 158,00	no	i	no	139	185	free
Cantidad de decodificadores	4	no	n	no	4	4	6
Costo + instalacion	\$ 80,00	no		no	200,100+70	400,200+85	free
Paquetes premium HBO		no	d	no	52+18	60	free
Paquete premium movie city	325	no	i	no	52+18	60	free
Paquete adultos		no	s	no	42	70	free
Pay per view		no	p	no	13	15	10
modem wifi	no	\$ 275,00	o	si	si	si	si
Costo + instalacion	no		n	60+40	100	100	free
Maximo de ancho de banda	no	3 megas	i	6 megas	100 megas	12 megas	20 megas
Telefonia	no	si	b	no	si	no	si
set of box ftth	no	no	i	no	no	no	si
pendrives	no	no	l	no	no	no	si
celulares	no	no	i	no	no	no	si
Costo si se paga en efectivo	\$ 1.150,00	no	d	no	no	no	no
Costo con tarjeta	hay promo	hay promo	a	hay promo	hay promo	hay promo	hay promo
Beneficio nuevos suscripciones		140	d		no	no	si
Beneficio suscriptores responsables	no	no	no	no	no	no	si
Abono premium+ costos de equipos	723	275	no	245	675	575	1000
Primer mes incluye todo equipos	1875	275	no	445	1135	1875	1000

TablaN°14: Servicios y coberturas.

Análisis de las ventajas del proyecto:

- En la zona de estudio no hay diferencias de cercanía, ni de disponibilidad, ni restricciones.
- Toda la red en cuestión da la máxima velocidad a sus clientes.

- No dependemos en un par de cobre.
- La instalación y los equipos se pagaran con el abono en comodato y no en el primer mes.
- Con las ont tenemos todo lo que el cliente necesita.
- Se ofrece un servicio *premium* técnico administrativo.

5.6 Servicios *Premium*:

broadcasting	Catv	cantidad de bocas	basico/analogico	costo hd	Alquiler de peliculas
			Deco digital		Pay per view
			Deco hd		Pack HBO
			Deco maxhd		PACK Moviecity
Telecomunicaciones	Internet	cantidad de perifericos	Router	costo maxhd	turf
			Modem comun		Adultos
			Modem wifi		On demand
			Switch		5megas
			Repetidor		10 megas
	Telefonia	cantidad de telefonos			15 megas
					20megas
	Movilidad	cantidad	Pendriver		minutos libres
			Celular		pack celular

TablaN°15: Servicios premium que se ofrecen.

5.7 Costos de la Obra Civil:

Codigo	Descripción	Cantidad	Valor	Subtotal
1	INTERV. D/CJA.D/EMPALME EXIST.	3	\$ 295,54	\$ 886,62
2	TEND.D/FIB.OP.H/120 PLOS. DEVAN.P/PST.	6000	\$ 8,04	\$ 48.240,00
3	EMPALME DE FIB.OPT.P/ FUSION	36	\$ 52,16	\$ 1.877,76
4	ARMA. D/CJA. D/EMPALME	3	\$ 499,99	\$ 1.499,97
5	MANO DE OBRA Instalación gabinete Gpon	1	\$ 2.120,00	\$ 2.120,00
Total				\$ 54.624,35
				US\$ 9.754,35

Tabla N° 16 : Costos mano de obra.

Se tienen en cuenta desde que se releva la zona en cuestión, hasta su término, y se calcula que por manzana se tardara una semana laboral, en condiciones normales.

Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio	Subtotales
ROTURA DE CONTRAPISO EN VEREDA	m2	150	\$ 52,00	\$ 7.800,00
ZANJEO A MANO, TAPADO COMPACTACION Y RETIRO	Metro/l	400	\$ 200,34	\$ 80.136,00
TENDIDO DE TRIDUCTO 40MM PAD ENTERRADO	Metro	450	\$ 27,95	\$ 12.577,50
REPARACION DE CONTRAPISO EN VEREDA	m2	150	\$ 143,70	\$ 21.555,00
REPOSICION DE VEREDA BALDOSON DE CEMENTO	m2	150	\$ 207,25	\$ 31.087,50
COLOCACION DE HILO GUIA EN DUCTO	Metro	1000	\$ 1,89	\$ 1.890,00
CONSTRUCCION DE ARQUETA DE MAMPOSTERIA	Unidad	15	\$ 1.026,63	\$ 15.399,45
ADICIONAL PROVISIÓN MARCO Y TAPAS 60x40	Unidad	15	\$ 696,98	\$ 10.454,70
CONSTRUCCION DE CAÑERIA EN CALZADA / NORMATIVA VIGENTE	Metro/L	20	\$ 568,00	\$ 11.360,00
Tritubo polietileno 40mmx3 para FO (Cat.Tel # 223431-8)	Mts	450	\$ 10,50	\$ 4.725,00
Hilo guía para conducto (cat.Telef. 252001-3)	Mts	1000	\$ 0,16	\$ 161,09
Tapon de expansion para ductos de 40 mm	Und	108	\$ 2,48	\$ 267,84
Mango de unión P/Tritubo de 40 mm	Und	50	\$ 2,62	\$ 131,00
Total por manzana				\$ 197.545,08
Total por 19 manzanas				\$ 3.160.721,31
total uss				US\$ 564.414,52

Tabla N° 17: Costos de la inversión de la obra civil.

En la siguiente tabla se detalla el monto que será para costos recurrentes, a saber:

Mano total de la obra civil	9.754,35 US\$
Permisos, Planos y demás actividades	2.445,00 US\$
varios	1.500,00 US\$
Sub total	578.113,87 US\$
Desvió especificados en gastos recurrentes	168.000,00 US\$
Total	410.113,87 US\$

Tabla N° 18 : Detalle del costo que va a figurar en inversiones y en costos recurrentes.

En este cuadro tabla N° se detallan los clientes captados desde el comienzo hasta los primeros cinco años. estimados solo en la zona de estudio.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cantidad de clientes	1320	2430	2970	3850	4200
Valor abono	US\$ 179,00	US\$ 210,00	US\$ 230,00	US\$ 250,00	US\$ 270,00
Total	US\$ 236.280,00	US\$ 510.300,00	US\$ 683.100,00	US\$ 962.500,00	US\$ 1.134.000,00

Tabla N° 19: Distribución de los clientes, abono y ventas.

En el cuadro costos recurrentes se detallan los costos que intervienen en el proyecto dando un total de 487000 dólares.

Costos recurrentes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Administración	US\$ 6.000,00	US\$ 7.000,00	US\$ 8.000,00	US\$ 10.000,00	US\$ 12.000,00	US\$ 43.000,00
Soportes e infraestructura	US\$ 3.000,00	US\$ 4.000,00	US\$ 4.500,00	US\$ 6.000,00	US\$ 8.000,00	US\$ 25.500,00
Marketing	US\$ 9.000,00	US\$ 6.000,00	US\$ 6.000,00	US\$ 10.000,00	US\$ 10.000,00	US\$ 41.000,00
Comisiones vendedores	US\$ 3.000,00	US\$ 3.200,00	US\$ 2.800,00	US\$ 2.400,00	US\$ 2.700,00	US\$ 14.100,00
Bonificaciones	US\$ 5.000,00	US\$ 5.000,00	US\$ 5.000,00	US\$ 3.000,00	US\$ 3.000,00	US\$ 21.000,00
Costos de instalación	US\$ 40.000,00	US\$ 40.000,00	US\$ 34.000,00	US\$ 28.000,00	US\$ 26.000,00	US\$ 168.000,00
Costos de internet	US\$ 23.000,00	US\$ 26.000,00	US\$ 30.000,00	US\$ 33.000,00	US\$ 37.000,00	US\$ 149.000,00
Costos de interconexión	US\$ 4.000,00	US\$ 4.500,00	US\$ 5.000,00	US\$ 5.500,00	US\$ 6.400,00	US\$ 25.400,00
Total	US\$ 93.000,00	US\$ 95.700,00	US\$ 95.300,00	US\$ 97.900,00	US\$ 105.100,00	US\$ 487.000,00

Tabla N° 20 : Costos recurrentes.

Se decide darle a los vendedores un mes de comisión por cada producto vendido, y además, se determina bonificar los equipos en forma preliminar para que el cliente pueda pagarlos en el transcurso de del tiempo a través de un abono acorde al servicio preferencial.

comisiones a vendedores	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Comisiones de abonos	1	1	1	1	1
Bonificaciones a clientes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
bonificación equipo	30%	30%	40%	40%	40%
bonificación instalación	100%	100%	100%	100%	100%
bonificación accesorios	20%	20%	20%	20%	20%
bonificación si trae clientes	40%	40%	40%	40%	40%

Tabla N° 21: Comisiones y estrategia para captar clientes.

En este siguiente cuadro se detallan los elementos necesarios para el proyecto de inversión, las cantidades necesarias y los equipos a instalar.

Descripcion	cantidad	precio	Parcial	conve exclusivos	Sub total	Total
PENDRIVER 4G	4000	3,00 US\$	12000	40%	4.800,00 US\$	7.200,00 US\$
OLT COMPLETA	1	13.760,94 US\$	13760,94	15%	2.064,14 US\$	11.696,80 US\$
ONU SHONE	4190	38,00 US\$	159220	35%	55.727,00 US\$	103.493,00 US\$
KIT CM DOCSIS 3.0 COMPL. C/PACK. SERIAL	4000	40,00 US\$	160000	22%	35.200,00 US\$	124.800,00 US\$
OBRA CIVIL			410113,87	20%	82.022,77 US\$	328.079,20 US\$
						575.269,00 US\$

Tabla N°22: Detalle de los equipos, cantidad y convenio de exclusividad.

Descripcion	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
PENDRIVER 4G	6.251,20 US\$	948,80 US\$	- US\$	- US\$	- US\$	
OLT COMPLETA	6.696,80 US\$	5.000,00 US\$	- US\$	- US\$	- US\$	
ONU SHONE	73.493,00 US\$	30.000,00 US\$	- US\$	- US\$	- US\$	
KIT CM DOCSIS 3.0 COMPL. C/PACK. SERIAL	84.800,00 US\$	40.000,00 US\$	- US\$	- US\$	- US\$	
OBRA CIVIL	278.079,20 US\$	50.000,00 US\$	- US\$			
TOTAL	449.320,20 US\$	125.948,80 US\$	0 US\$	0 US\$	0 US\$	575.269,00 US\$

Tabla N°23: Equipos

En el cuadro de amortizaciones se debe tener en cuenta:

- La inversión del primer año se va a amortizar en 5 cuotas común índice del 20% cada una.
- La inversión que se realizara en el segundo año se amortizara en 4 cuotas con un índice del 25%.

Amortizaciones	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversion	US\$ 449.320,20	US\$ 125.948,80	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Valor Final	US\$ -				
mortizaciones 1 año y 2 año	US\$ 89.864,04	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24
Indice año 1 (20%)	20%				
cuota 1/5 (año1)	US\$ 89.864,04				
Indice año 2 (25%)	25%				
Cuota 1/4(año 2)	US\$ 31.487,20				

Tabla N° 24 : Amortizaciones.

En el siguiente cuadro se detalla la acumulación de la facturación de los 5 años que da un resultado total de U\$S3.526.180:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Facturacion premiun	US\$ 236.280,00	US\$ 510.300,00	US\$ 683.100,00	US\$ 962.500,00	US\$ 1.134.000,00
Acumulacion de Facturacion	US\$ 236.280,00	US\$ 746.580,00	US\$ 1.429.680,00	US\$ 2.392.180,00	US\$ 3.526.180,00
Total facturacion					US\$ 3.526.180,00

Tabla N° 25: Facturación.

En los siguientes cuadros determinamos la viabilidad de este proyecto:

- Se observa un VAN de : U\$S 594.877,42
- Se determina un TIR del: 64%

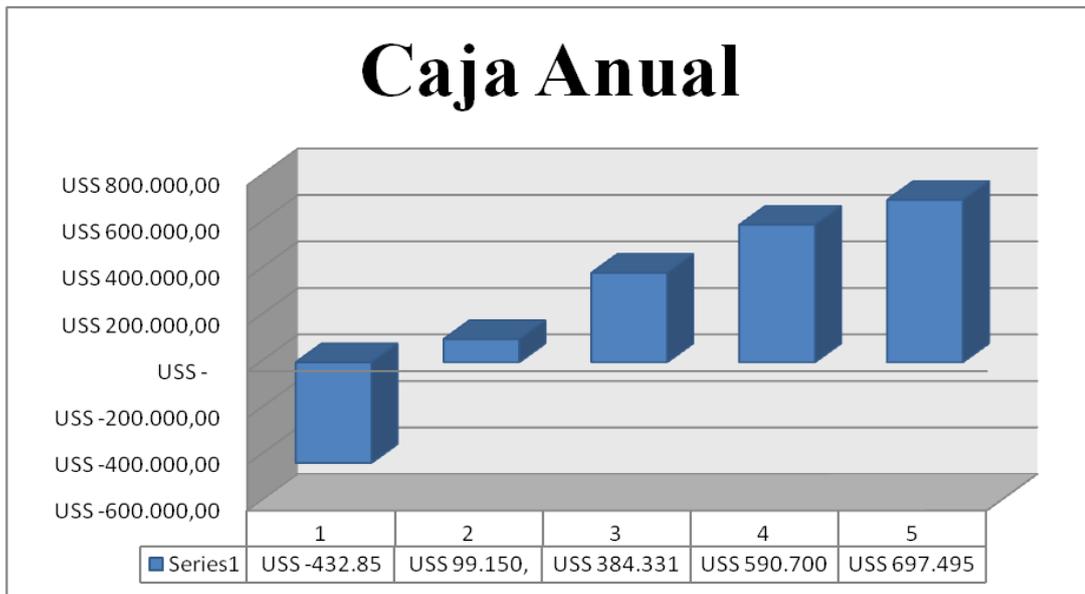
Factor de credibilidad de ventas	100%	100%	100%	100%	100%
Aumento del OPEX no calculado	0%	0%	0%	0%	0%
Cuadro de Resultados	2013	2014	2015	2016	2017
Facturacion	US\$ 236.280,00	US\$ 510.300,00	US\$ 683.100,00	US\$ 962.500,00	US\$ 1.134.000,00
Costos	US\$ 93.000,00	US\$ 95.700,00	US\$ 95.300,00	US\$ 97.900,00	US\$ 105.100,00
Amortizaciones	US\$ 89.864,04	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24
Utilidad sin impuestos	US\$ 53.415,96	US\$ 293.248,76	US\$ 466.448,76	US\$ 743.248,76	US\$ 907.548,76
Impuestos	US\$ 18.695,59	US\$ 102.637,07	US\$ 163.257,07	US\$ 260.137,07	US\$ 317.642,07
Resultado	US\$ 34.720,37	US\$ 190.611,69	US\$ 303.191,69	US\$ 483.111,69	US\$ 589.906,69

Tabla N° 26:Factor de credibilidad

Flujo de caja	2013	2014	2015	2016	2017
Facturacion	US\$ 236.280,00	US\$ 510.300,00	US\$ 683.100,00	US\$ 962.500,00	US\$ 1.134.000,00
inversion	US\$ 449.320,20	US\$ 125.948,80	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Pago de iva	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Recupero de iva	US\$ -	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -
Costos	US\$ 93.000,00	US\$ 95.700,00	US\$ 95.300,00	US\$ 97.900,00	US\$ 105.100,00
Impuestos	US\$ 18.695,59	US\$ 54.932,07	US\$ 163.257,07	US\$ 260.137,07	US\$ 317.642,07
Gestion y direccion	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13
Caja Anual	US\$ -432.855,16	US\$ 99.150,51	US\$ 384.331,55	US\$ 590.700,80	US\$ 697.495,80
Caja Acumulada	US\$ -432.855,16	US\$ -333.704,65	US\$ 483.482,06	US\$ 975.032,35	US\$ 1.288.196,60
TIR	64%				
VAN	594.877,42 US\$				
VAN / INVERSION	103%				

Tabla N° 27 :Caja anual y caja acumulada para el escenario optimista.

El indicador VAN/INVERSION , es del 103% .Podemos afirmar que es muy interesante y ambicioso este proyecto.



TablaN °27 a:Caja anual

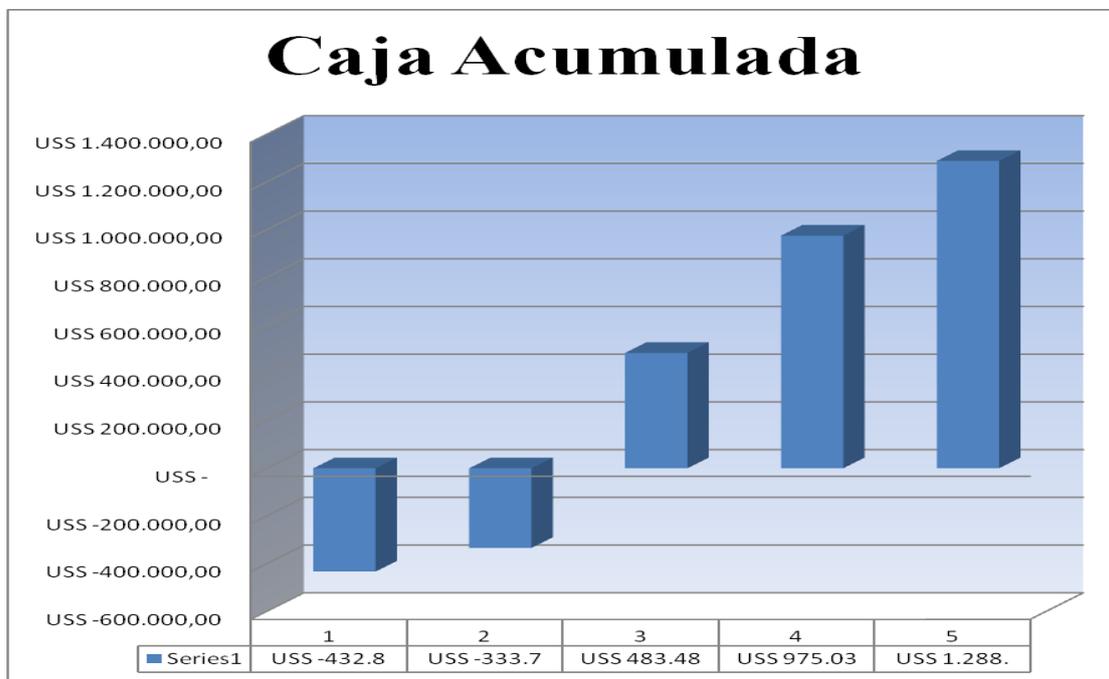


Tabla N° 27b: Caja acumulada.

5.8 Análisis de Sensibilidad:

Se analizan cuatro escenarios a desarrollar con los siguientes parámetros:

- Suba de Costos.
- Baja de las ventas.
- Pesimista.
- Super optimista.

Se analiza una Suba de los Costos, los cuales sufren un incremento del 56%:

Tabla N° 28: Factor de credibilidad de ventas escenario suba de costos

Factor de credibilidad de ventas	100%	100%	100%	100%	100%
Aumento del OPEX no calculado	56%	56%	56%	56%	56%
Cuadro de Resultados	2013	2014	2015	2016	2017
Facturacion	US\$ 236.280,00	US\$ 510.300,00	US\$ 683.100,00	US\$ 962.500,00	US\$ 1.134.000,00
Costos	US\$ 145.080,00	US\$ 149.292,00	US\$ 148.668,00	US\$ 152.724,00	US\$ 163.956,00
Amortizaciones	US\$ 89.864,04	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24
Utilidad sin impuestos	US\$ 1.335,96	US\$ 239.656,76	US\$ 413.080,76	US\$ 688.424,76	US\$ 848.692,76
Impuestos	US\$ -	US\$ 83.879,87	US\$ 144.578,27	US\$ 240.948,67	US\$ 297.042,47
Resultado	US\$ 1.335,96	US\$ 155.776,89	US\$ 268.502,49	US\$ 447.476,09	US\$ 551.650,29

Flujo de caja	2013	2014	2015	2016	2017
Facturacion	US\$ 236.280,00	US\$ 510.300,00	US\$ 683.100,00	US\$ 962.500,00	US\$ 1.134.000,00
inversion	US\$ 449.320,20	US\$ 125.948,80	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Pago de iva	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Recupero de iva	US\$ -	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -
Costos	US\$ 145.080,00	US\$ 149.292,00	US\$ 148.668,00	US\$ 152.724,00	US\$ 163.956,00
Impuestos	US\$ -	US\$ 83.879,87	US\$ 144.578,27	US\$ 240.948,67	US\$ 297.042,47
Gestion y direccion	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13
Caja Anual	US\$ -466.239,57	US\$ 16.610,71	US\$ 349.642,35	US\$ 555.065,20	US\$ 659.239,40
Caja Acumulada	US\$ -466.239,57	US\$ -449.628,86	US\$ 366.253,06	US\$ 904.707,55	US\$ 1.214.304,60
TIR	49%				
VAN	708.416,74 US\$				

Tabla N° 29: Flujo de caja escenario suba de costos

El proyecto se mantiene viable y no se producen pérdidas con un van de 708416.74 dólares y un Tir del 49%.

5.8.1 Escenario Baja de ventas:

Se analiza una caída de ventas con una valor del 20%:

Factor de credibilidad de ventas	80%	80%	80%	80%	80%
Aumento del OPEX no calculado	0%	0%	0%	0%	0%
Cuadro de Resultados	2013	2014	2015	2016	2017
Facturacion	US\$ 189.024,00	US\$ 408.240,00	US\$ 546.480,00	US\$ 770.000,00	US\$ 907.200,00
Costos	US\$ 93.000,00	US\$ 95.700,00	US\$ 95.300,00	US\$ 97.900,00	US\$ 105.100,00
Amortizaciones	US\$ 89.864,04	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24
Utilidad sin impuestos	US\$ 6.159,96	US\$ 191.188,76	US\$ 329.828,76	US\$ 550.748,76	US\$ 680.748,76
Impuestos	US\$ -	US\$ 66.916,07	US\$ 115.440,07	US\$ 192.762,07	US\$ 238.262,07
Resultado	US\$ 6.159,96	US\$ 124.272,69	US\$ 214.388,69	US\$ 357.986,69	US\$ 442.486,69

Flujo de caja	2013	2014	2015	2016	2017
Facturacion	US\$ 189.024,00	US\$ 408.240,00	US\$ 546.480,00	US\$ 770.000,00	US\$ 907.200,00
inversion	US\$ 449.320,20	US\$ 125.948,80	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Pago de iva	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Recupero de iva	US\$ -	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -
Costos	US\$ 93.000,00	US\$ 149.292,00	US\$ 148.668,00	US\$ 152.724,00	US\$ 163.956,00
Impuestos	US\$ -	US\$ 83.879,87	US\$ 144.578,27	US\$ 240.948,67	US\$ 297.042,47
Gestion y direccion	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13
Caja Anual	US\$ -461.415,57	US\$ -85.449,29	US\$ 213.022,35	US\$ 362.565,20	US\$ 432.439,40
Caja Acumulada	US\$ -461.415,57	US\$ -546.864,86	US\$ 127.573,06	US\$ 575.587,55	US\$ 795.004,60
TIR	23%				
VAN	309.654,94 US\$				
VAN / INVERSION	54%				

Tabla N° 30: Factor de credibilidad de ventas escenario baja de las ventas.

Tabla N°31: Flujo de caja escenario baja de las ventas.

5.8.2 Escenario Pesimista:

En el caso de un escenario Pesimista donde las ventas caigan un 20% y los costos suben un 10 %, se observa que el VAN sigue siendo positivo: U\$S 266.407,29, con un TIR del 19%, aun así el Proyecto sigue siendo viable.

Factor de credibilidad de ventas	80%	80%	80%	80%	80%
Aumento del OPEX no calculado	10%	10%	10%	10%	10%
Cuadro de Resultados	2013	2014	2015	2016	2017
Facturacion	US\$ 189.024,00	US\$ 408.240,00	US\$ 546.480,00	US\$ 770.000,00	US\$ 907.200,00
Costos	US\$ 102.300,00	US\$ 164.221,20	US\$ 163.534,80	US\$ 167.996,40	US\$ 180.351,60
Amortizaciones	US\$ 89.864,04	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24	US\$ 121.351,24
Utilidad sin impuestos	US\$ -3.140,04	US\$ 122.667,56	US\$ 261.593,96	US\$ 480.652,36	US\$ 605.497,16
Impuestos	US\$ -	US\$ 42.933,65	US\$ 91.557,89	US\$ 168.228,33	US\$ 211.924,01
Resultado	US\$ -3.140,04	US\$ 79.733,91	US\$ 170.036,07	US\$ 312.424,03	US\$ 393.573,15

Flujo de caja	2013	2014	2015	2016	2017
Facturacion	US\$ 189.024,00	US\$ 408.240,00	US\$ 546.480,00	US\$ 770.000,00	US\$ 907.200,00
inversion	US\$ 449.320,20	US\$ 125.948,80	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Pago de iva	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Recupero de iva	US\$ -	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -
Costos	US\$ 102.300,00	US\$ 164.221,20	US\$ 163.534,80	US\$ 167.996,40	US\$ 180.351,60
Impuestos	US\$ -	US\$ 83.879,87	US\$ 144.578,27	US\$ 240.948,67	US\$ 297.042,47
Gestion y direccion	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13
Caja Anual	US\$ -470.715,57	US\$ -100.378,49	US\$ 198.155,55	US\$ 347.292,80	US\$ 416.043,80
Caja Acumulada	US\$ -470.715,57	US\$ -571.094,06	US\$ 97.777,06	US\$ 545.448,35	US\$ 763.336,60
TIR	19%				
VAN	266.407,29 US\$				

Tabla N° 32: Factor de credibilidad de ventas escenario pesimista.

Tabla N°33: Flujo de caja escenario pesimista.

5.8.3 Escenario Súper optimista:

El último escenario Super optimista considera un incremento de las expectativas de sólo el 50% en el estudio del mercado realizado. Ventajas: la OLT está diseñada para tener 256 clientes por hilo de fibra(puerto), donde la placa tiene 7 puertos de salida y se pueden colocar 7 placas, lo cual da un total de 12.544 clientes. Este proyecto se diseñó para un total de 11.000 clientes que determina una cobertura absolutamente realizable.

Tabla N°34: Flujo de caja escenario super optimista.

Flujo de caja	2013	2014	2015	2016	2017
Facturacion	US\$ 354.420,00	US\$ 765.450,00	US\$ 1.024.650,00	US\$ 1.443.750,00	US\$ 1.701.000,00
inversion	US\$ 449.320,20	US\$ 125.948,80	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Pago de iva	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -	US\$ -
Recupero de iva	US\$ -	US\$ 94.357,24	US\$ 26.449,25	US\$ -	US\$ -
Costos	US\$ 93.000,00	US\$ 149.292,00	US\$ 148.668,00	US\$ 152.724,00	US\$ 163.956,00
Impuestos	US\$ -	US\$ 83.879,87	US\$ 144.578,27	US\$ 240.948,67	US\$ 297.042,47
Gestion y direccion	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13	US\$ 13.762,13
Caja Anual	US\$ -296.019,57	US\$ 271.760,71	US\$ 691.192,35	US\$ 1.036.315,20	US\$ 1.226.239,40
Caja Acumulada	US\$ -296.019,57	US\$ -24.258,86	US\$ 962.953,06	US\$ 1.727.507,55	US\$ 2.262.554,60
TIR	159%				
VAN	1.778.575,50 US\$				
VAN / INVERSION	309%				

Por todo lo expuesto, se puede apreciar que es un proyecto muy interesante para ejecutar en el corto plazo, determinando para este escenario un TIR de 159% y un VAN de U\$S 1.778.575,50.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Capítulo VI: CONCLUSIONES

Se denota que luego de realizar los estudios técnicos y económicos financieros, y tras considerar las regulaciones y permisos varios para ejecutar la obra civil, el presente proyecto determina un resultado que supera todas las expectativas al ser viable, rentable y recuperando la inversión en un plazo menor a 36 meses.

Cabe destacar, que este proyecto continuará evaluando diferentes barrios preferenciales de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y del Gran Buenos Aires, utilizando la estrategia necesaria para relevar cada sector.

GPON es una tecnología de punta que todavía no ha sido explotada en todo su potencial. Por ejemplo, contar con una red FTTH totalmente subterránea favorece al mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, ya que se reducen los costos de seguros para trabajos en altura (contratación de grúas, ART, etc.) junto al equipamiento y elementos de seguridad, entre tantas otras complicaciones que conlleva dicho trabajo.

El abono que deberá pagar el cliente exigente se amortizará con el transcurso del tiempo, ya que se trata de un servicio *Premium* en comparación con lo ofrecido por la competencia. Por ejemplo, los clientes que suelen gastar hasta \$6000 en *Smartphones*, podrán notar que este servicio *Premium* explotará al máximo su equipo, más allá que firmar convenios con proveedores reconocidos como ser Nokia, Samsung, TCL, Blackberry entre otros, es decir, tener 4G en la red significará poder utilizar el 100% del equipo que posea, sin ninguna restricción.

En algunos equipos a futuro, se estima que con solo cambiar el *firmware* o realizar un *update* se podrá lograr el uso de los mismos, sin límites, llegando a 10 GPON y WDM PON, y extendiendo dichos límites a empresas corporativas. Se tiene en cuenta que un hilo de fibra óptica que va a la OLT, se usará exclusivamente para brindar 4G con una estimación de los equipos que debe rondar entre los -60dB a -89dB de modo de que sea óptima su señal de recepción. Con respecto a las pérdidas por atenuación y de inserción se tiene muy buen margen, ya que los cálculos tienen que tener un 35% de señal para futuras derivaciones.

Al respecto, se han realizado pruebas reales de 4G en diferentes puntos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, a saber:

- * Av. Caseros N° 1916
- * Av. Montes de Oca 1719
- * California 2106
- * Lujan 2537/2551
- * Oncativo 1953
- * Gral. Gregorio Aráoz de Lamadrid 1546
- * Alte. Brown 711
- * Av. La Plata 1952
- * Pepirí 1244
- * Prof Pedro Chutro 3146/3168
- * Miro 2337
- * Juan Bautista Alberdi 2357
- * Olavarria 3240
- * Bolivar 1288

Todo lo cual, permite concluir que con *notebook*, teléfonos celulares, *tablets* y *pendrives* a una *laptop*, las velocidades resultaron entre 4 á 5 veces superiores a lo ofrecido por las compañías de telefonía inalámbrica.

Para masificar este proyecto se contará con equipos de la empresa CISCO SYSTEM ARGENTINA estimado para un total de 1,5 millones de abonados. Se considera además que para lograr el crecimiento deseado, se debería realizar una fuerte campaña de *marketing*.

Se estima un escenario muy optimista, aún teniendo en cuenta de que el futuro abonado será muy exigente, porque cada vez necesitará más ancho de banda dada la gran cantidad de aplicaciones que requieren mejor y mayor velocidad.

Con respecto al impacto en el medio ambiente se halla el compromiso para mejorarlo en forma creciente. Por ello se elige una red subterránea y no un tendido aéreo que tantos problemas conlleva, como las últimas tormentas ocurridas, que significó ejecutar la restauración de las redes con postes quebrados, accidentes varios, etc. Es decir, el tener una red pasiva y subterránea se trata de una ventaja muy importante respecto de los tendidos aéreos, ya que no lleva componentes activos (amplificadores, *lines*, etc) ni soportes que deben cuidarse en todo el trayecto de la red.

Finalmente, esta propuesta apunta a cambiar la forma de hacer ingeniería en las redes de las telecomunicaciones, revolucionando el mercado local, ya que la competencia deberá replantearse si migrar a una red FTTH o si continúan de la misma forma como hasta la actualidad, lo cual generaría que sus redes tiendan a ser totalmente obsoletas en el mediano plazo. Es decir, aportar tecnología, eficiencia y eficacia para dar un servicio *Premium* se interpreta como una importante innovación, porque la premisa del presente PFI es que las personas merecen una calidad de servicio óptimo y muy distinto al que se brinda en la actualidad.

Glosario:

Glosario de imagenes:

Figura N° 1: Área delimitada por las avenidas Pedro Goyena, Emilio Mitre, Directorio y la calle Miro.

Figura N° 2: Esquemas de sistema unidireccional y bidireccional.

Figura N° 3: Solución PON punto a punto.

Figura N° 4: Enlaces estrella diversos.

Figura N° 5: topología bus.

Figura N° 6: Topología anillo.

Figura N° 7: Red Pon.

Figura N° 8: canal descendente.

Figura N° 9: canal ascendente.

Figura N° 10:OLT.

Figura N° 11:ONT.

Figura N° 12: *Spliters* o divisores ópticos.

Figura N° 13:fibra óptica.

Figura N° 14:Conectores ópticos.

Figura N° 15: Muestras de diferentes canalizaciones.

Figura 16: Diferentes señalizaciones.

Figura N° 17: Tritubos en la obra civil.

Figura N° 18: Rellenado y compactación.

Figura N° 19: Diferentes capas del suelo.

Figura N° 20: Arqueta vista superior.

Figuras N° 21: Diferentes tapas.

Figura N° 22:Pedestal.

Figura N° 23. Diferentes formas de transportar las bobinas de fibra.

Figura N° 24: Tipos de Ductos y tritubos.

Figura N° 25: Malla de Tiro y Agarre Preinstalado.

Figura N° 26: Distribución desde el cabezal hasta el abonado.

Figura N° 27: Distribución para verificar con cuantos db llego al set of box.

Figura N° 28: Sistemas de tv por cable.

Figura N° 29: Servicio de internet.

Figura N° 30: Telefonía básica, telefonía IP.

Figura N° 31: Telefonía celular.

Figura N° 32: Servicio de 4G.

Figura N° 33: Clientes de catv.

Figura N° 34: Clientes de internet.

Figura N° 35: Clientes de telefonía .

Figura N° 36: Clientes de celulares.

Glosario de Tablas :

Tabla N° 1: Comparativa de las principales tecnologías PON.

Tabla N° 2: Diferentes estándares.

Tabla N° 3: Diferentes estándares de 802.

Tabla N° 4: Estándares de Sdh.

Tabla N° 5: estándares wireless.

Tabla N° 6: Especificación 3gpp2.

Tabla N° 7: Clases definidas por el estándar G.982 para BPON y GPON.

Tabla N° 8: Valores definidos para EPON.

Tabla N° 9: datos del prima de hormigón.

Tabla N° 10: Referencia obra civil

Tabla N° 11: Distribución y pérdidas de inserción.

Tabla N° 12: tabla de competidores en la zona en cuestión:

Tabla N° 13: Encuesta en la zona de estudio.

Tabla N° 14: Servicios y coberturas.

Tabla N° 15: Servicios premium que se ofrecen.

Tabla N° 16: Costos mano de obra

Tabla N° 17: Costos de la inversión de la obra civil

Tabla N° 18: Detalle del costo que va a figurar en inversiones y en costos recurrentes.

Tabla N° 19: Distribución de los clientes, abono y ventas.

Tabla N° 20: Costos recurrentes.

Tabla N° 21: Comisiones y estrategia para captar clientes.

Tabla N°22: Detalle de los equipos, cantidad y convenio de exclusividad.

Tabla N°23: Equipos

Tabla N° 24: Amortizaciones.

Tabla N° 25: Facturación.

Tabla N° 26: Factor de credibilidad

Tabla N° 27 : Caja anual y Caja acumulada para el escenario optimista.

TablaN °27a:Caja anual

Tabla N° 27b: Caja acumulada.

Tabla N° 28: Factor de credibilidad de ventas escenario suba de costos

Tabla N° 29: Flujo de cada escenario suba de costos

Tabla N° 30: Factor de credibilidad de ventas escenario baja de las ventas.

Tabla N° 31: Flujo de cada escenario baja de las ventas.

Tabla N° 32: Factor de credibilidad de ventas escenario pesimista

Tabla N° 33: Flujo de cada escenario pesimista.

Tabla N° 34: Flujo de caja escenario súper optimista.

Glosario de Tablas :

Ecuación 1: Balance de potencias

Ecuación 2: Penalización por relación de extinción no nula.

Ecuación 3: Penalización por ruido de intensidad

Ecuación 4: Penalización por dispersión cromática

Ecuación 5: Relaciones matemáticas para averiguar la anchura de la fuente.

Ecuación 6: Primera aproximación de la penalización por dispersión cromática.

Ecuación 7: Segunda aproximación de la penalización por dispersión cromática.

Ecuación 8: Balance de tiempos.

Ecuación 9: Relaciones matemáticas de la dispersión cromática, la dispersión modal.

Bibliografía:

Libros y trabajos publicados en internet:

- Huawei EchoLife HG8447(GPON) Brief Product Brochure(2011-01-20)
<http://enterprise.huawei.com/ilink/enenterprise/partners/partners-zone/channel-data-tool/products-info/network-infrastructure/ne-router/ne-series/index.htm>
- Huawei SmartAX MA5600T MA5603T Brief Product Brochure(9-Feb-2012)
<http://enterprise.huawei.com/us/>
- Libro_Blanco_Redes_Inalambricas_Municipales
http://www.findthatpdf.com/search-52799907-hPDF/download-documents-Libro_Blanco_Redes_Inalambricas_Municipales.pdf.htm
- ANEXO_N9_ESPECIFICACIONES_TECNICAS
http://www.generalfiles.org/download/gs56eabe27h32i0/ANEXO_N9_ESPECIFICACIONES_TECNICAS.pdf.html
- Redes_banda_ancha_nueva_generacion
.
http://ewh.ieee.org/r9/el_salvador/convetel/descargas/redes_banda_ancha_nueva_generacion.pdf
- Guía FTTH-GPON - Elementos de la Red - v.8 - Mayo 2012
http://wikitel.info/wiki/UA-Redes_PON_GPON_derivados
- Huawei EchoLife HG8242(GPON) Brief Product Brochure(2011-01-20)
<http://enterprise.huawei.com/ilink/enenterprise/partners/partners-zone/channel-data-tool/products-info/network-infrastructure/access-network/acc-network/index.htm>
- Manual de comscope fibra.
http://www.ciemicr.org/backend/files/catalogo/5747_Manual%20para%20Redes%20de%20Distribucion%20Electrica%20Subterranea%2035%20kV.pdf
- Construccion subterraneas de obra civil.pdf.
<http://nuevocircuito.wordpress.com/2010/07/05/manual-de-construccion-de-cable-de-fibra-ptica-redes-h-f-c/>
- Construccion de red de fo subterranea.pdf.
http://www.sener.gob.mx/res/Suministrador/Opinion_Pub/NORMA_%20SISTEMAS%20SUBTERRA NEOS.pdf
- Ci-adr-res-037_20110825_canalizaciones_de_fibra_optica.
<http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/lte-long-term-evolution/3g-lte-basics.php>
- Manual lte 3gpp.
http://www.alcoa.com/global/en/investment/pdfs/Alcoa_asfiled_printing_30765.pdf
- lista Global Deployments Status Update 2_15_13.
<http://www.4americas.org/index.cfm?fuseaction=pressreleasedisplay&pressreleaseid=4177>

- libro 4G Mobile Broadband Evolution-Rel 10 Rel 11 and Beyond October 2012.
<http://www.4gamericas.org/documents/4G%20Mobile%20Broadband%20Evolution-Rel%2010%20Rel%2011%20and%20Beyond%20October%202012%20PPT.pdf>
- 4G Americas Glossary of Wireless Acronyms 2012.
<http://www.slashdocs.com/ivxiwi/4g-americas-glossary-of-wireless-acronyms.html>
- LEY NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES.
<http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/155000-159999/158649/norma.htm>
- Ley 26.522
<http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/64222/norma.htm>
- Decreto 764.
<http://www.portaldeabogados.com.ar/portal/index.php/leyes/54-leyesnacion/225-19798-telecomunicaciones.html>
- Cálculos y diseño de la red
<http://www.slideshare.net/pbaezjluis/calculo-y-diseo-de-redes-ip>
- Wiley IEEE - Radio System Design for Telecommunication
<http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0471757136.html>
- <http://www.speedguide.net/downloads.php>
- http://www.wi-fi.org/search_products.php
- <http://www.wimaxforum.org/home>

Glosario de Referencias :

ADSL: (sigla del inglés *Asymmetric Digital Subscriber Line*) es un tipo de tecnología de línea DSL. Consiste en una transmisión analógica de datos digitales apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando la longitud de línea no supere los 5,5 km medidos desde la central telefónica, o no haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir.

AREA DE COBERTURA: En telecomunicaciones, el término cobertura se refiere al área geográfica en la que se dispone de un servicio. Suele aplicarse a comunicaciones radioeléctricas, pero también puede emplearse en servicios de cable. Las estaciones transmisoras y las compañías de telecomunicaciones generan mapas de cobertura que le indican a sus usuarios el área en la ofrecen sus servicios

ATM: El Modo de Transferencia Asíncrona o *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones

CABLEMODEM: Es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable. El término Internet por cable (o simplemente cable) se refiere a la distribución de un servicio de conectividad a Internet sobre esta infraestructura de telecomunicaciones

CATV: La televisión por cable o televisión paga, comúnmente llamada video cable, o simplemente cable, es un sistema de servicios de televisión prestado a los consumidores a través de señales de radiofrecuencia que se transmiten a los televisores fijos a través de fibras ópticas o cables coaxiales. Usualmente se distribuyen a lo largo de la ciudad compartiendo el tendido con los cables de electricidad y teléfono.

DBM: El dbm es una unidad de medida utilizada, principalmente, en telecomunicación para expresar la potencia absoluta mediante una relación logarítmica.

DOCSIS: son las siglas de *data over cable service interface specification* (en castellano, «especificación de interfaz para servicios de datos por cable»)

EDGE: Es el acrónimo para *Enhanced Data Rates for GSM Evolution* (Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM). También conocida como EGPRS (*Enhanced GPRS*). Es una tecnología de la telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G. EDGE se considera una evolución del GPRS (*General Packet Radio Service*).

ETHERNET: Es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. El nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

FTTH: (*Fiber To The Home*): Tecnología de telecomunicaciones 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, como el Triple Play, telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares y negocios de los abonados

GPON: La Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (*GPON o Gigabit-capable Passive Optical Network* en inglés) fue aprobada en 2003-2004 por ITU-T en las recomendaciones G.984.1, G.984.2, G.984.3, G.984.4 y G.984.5

GSM: El sistema global para las comunicaciones móviles (del inglés *Global System for Mobile communications*, GSM, y originariamente del francés *groupe spécial mobile*) es un sistema estándar, libre regalías, de telefonía móvil digital

HFC: La combinación híbrida de fibra y coaxial (HFC), junto con la infraestructura y las nuevas DOCISIS en fibra permitirá a los operadores desplegar de forma rentable fibra directamente a los locales. El principal beneficio a cualquier operador será la capacidad de aprovechar las inversiones existentes y CMTS de módem por cable, todo ello manteniendo la continuidad del servicio con el vídeo existente, VoIP y servicios de banda ultra ancha de Internet.

IEEE: (*The Institute of Electrical and Electronics Engineers*): Es el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización de normas.

IP: Una dirección IP es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a un interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (*Internet Protocol*), que corresponde al nivel de red del Modelo OSI.

LTE: (*Long Term Evolution*) es un nuevo estándar de la norma 3GPP. Definida para unos como una evolución de la norma 3GPP UMTS (3G) para otros un nuevo concepto de arquitectura evolutiva (4G).

MOBILIDAD: La posibilidad de poder comunicarse en cualquier momento y desde cualquier lugar que se necesite o se desee, independientemente de que el usuario se encuentre en un lugar fijo o en movimiento

OFDMA: Que proviene de *Orthogonal Frequency-Division Multiple Access* es la versión multiusuario de la conocida OFDM, *Multiplexación Frequency-Division Orthogonal*. Se utiliza para conseguir que un conjunto de usuarios de un sistema de telecomunicaciones puedan compartir el espectro de un cierto canal para aplicaciones de baja velocidad.

OLT: (*Optical Line Termination*): Es el elemento activo situado en la central telefónica. De él parten las fibras ópticas hacia los usuarios.

ONU: (*Optical Network unit*): Es el elemento situado en casa del usuario que termina la fibra óptica y ofrece las interfaces de usuario.

PEAD: Es un polímero termoplástico ampliamente utilizado en productos de consumo. En la industria de los polímeros su nombre suele abreviarse en ocasiones por PEAD, igual que sucede con otros polímeros como el polipropileno y el poliestireno que se abrevian como PP y PS, respectivamente. El PEAD se define por tener una densidad mínima de 0,941 g/cm³. El punto de fusión del PEAD es mayor que el del PEBD. El PEAD se emplea en productos y envases como jarras de leche, envases de detergente, tarrinas de margarina y productos industriales.

Publicidad: Toda forma de mensaje que se emite en un servicio de comunicación audiovisual a cambio de una remuneración o contraprestación similar, o bien con fines de autopromoción, por parte de una empresa pública o privada o de una persona física en relación con una actividad comercial industrial, artesanal o profesional con objeto de promocionar, a cambio de una remuneración, el suministro de bienes o prestación de servicios, incluidos bienes, inmuebles, derechos y obligaciones.

Publicidad no tradicional (PNT): Toda forma de comunicación comercial audiovisual consistente en incluir o referirse a un producto, servicio o marca comercial de manera que figure en un programa, a cambio de una remuneración o contraprestación similar.

QoS o Calidad de Servicio: (*Quality of Service*, en inglés) son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado.

QUADRUPLE PLAY: Empaquetamiento de cuatro servicios de telecomunicaciones comercializados e instalados en forma conjunta. Los servicios incluidos en el combo Quadruple Play son: telefonía móvil, fija, internet y televisión paga.

Radiocomunicación: Toda telecomunicación transmitida por ondas radioeléctricas.

Radiodifusión: La forma de radiocomunicación destinada a la transmisión de señales para ser recibidas por el público en general, o determinable. Estas transmisiones pueden incluir programas sonoros, de televisión y/u otros géneros de emisión, y su recepción podrá ser efectuada por aparatos fijos o móviles.

Radiodifusión abierta: Toda forma de radiocomunicación primordialmente unidireccional destinada a la transmisión de señales para ser recibidas por el público en general de manera libre y gratuita, mediante la utilización del espectro radioeléctrico.

Radiodifusión móvil: Toda forma de radiocomunicación primordialmente unidireccional destinada a la transmisión de señales audiovisuales mediante la utilización del espectro radioeléctrico para la recepción simultánea de programas sobre la base de un horario de programación, apta para recibir el servicio en terminales móviles, debiendo los licenciatarios ser operadores que podrán ofrecer el servicio en condiciones de acceso abierto o de modo combinado o híbrido en simultáneo con servicios por suscripción distintos a la recepción fija por suscripción.

Radiodifusión por suscripción: Toda forma de comunicación primordialmente unidireccional destinada a la transmisión de señales para ser recibidas por público determinable, mediante la utilización del espectro radioeléctrico o por vínculo físico indistintamente, por emisoras o retransmisoras terrestres o satelitales.

Radiodifusión por suscripción con uso de espectro radioeléctrico: Toda forma de comunicación primordialmente unidireccional destinada a la transmisión de señales para ser recibidas por público determinable, mediante la utilización del espectro radioeléctrico, por emisoras o retransmisoras terrestres o satelitales.

Radiodifusión por suscripción mediante vínculo físico: Toda forma de radiocomunicación primordialmente unidireccional destinada a la transmisión de señales para ser recibidas por públicos determinables, mediante la utilización de medios físicos.

Radiodifusión sonora: Toda forma de radiocomunicación primordialmente unidireccional destinada a la transmisión de señales de audio sobre la base de un horario de programación, para ser recibidas por el público en general de manera libre y gratuita, mediante la utilización del espectro radioeléctrico.

Radiodifusión televisiva: Toda forma de radiocomunicación primordialmente unidireccional destinada a la transmisión de señales audiovisuales con o sin sonido, para el visionado simultáneo de programas sobre la base de un horario de programación, para ser recibidas por el público en general, mediante la utilización del espectro radioeléctrico.

Red de emisoras: Conjunto de estaciones vinculadas por medios físicos o radioeléctricos que transmiten simultáneamente un programa de la estación de origen, denominado cabecera.

RETURN PATH: Es una solución de marketing de correo electrónico que funciona tanto en el envío y recepción de correo electrónico con el fin de ayudar a los remitentes de correo electrónico comerciales obtener más direcciones de correo entregado a la bandeja de entrada de cada uno de sus clientes. El programa permite a los remitentes diagnosticar y prevenir la capacidad de entrega de correo electrónico y la prestación fallos mediante la mejora y el mantenimiento de la reputación de envío de correo electrónico.

RFOG: La construcción de salidas en nuevas instalaciones y modernizaciones de plantas industriales abandonadas.

Convirtiéndose en una solución viable para los operadores de cable, la frecuencia de radio a través de vidrio (RFOG) permite a los operadores de cable una implementación de conductividad de fibra directamente a los locales, a la vez que aprovechan las infraestructuras existentes DOCSIS . Con el fin de crear una red totalmente de fibra óptica.

Servicio de radiodifusión televisiva a pedido o a demanda: Servicio ofrecido por un prestador del servicio de comunicación audiovisual para el acceso a programas en el momento elegido por el espectador y a petición propia, sobre la base de un catálogo de programas seleccionados por el prestador del servicio.

Señal: Contenido empaquetado de programas producido para su distribución por medio de servicios de comunicación audiovisual.

Señal de origen nacional: Contenido empaquetado de programas producido con la finalidad de ser distribuidos para su difusión mediante vínculo físico, o radioeléctrico terrestre o satelitales abiertos o codificados, que contiene en su programación un mínimo del sesenta por ciento (60%) de producción nacional por cada media jornada de programación.

Señal extranjera: Contenido empaquetado de programas que posee menos del sesenta por ciento (60%) de producción nacional por cada media jornada de programación.

Señal regional: La producida mediante la asociación de licenciatarios cuyas áreas de prestación cuenten cada una de ellas con menos de seis mil (6.000) habitantes y se encuentren vinculadas entre sí por motivos históricos, geográficos y/o económicos.

SDH: La Jerarquía Digital Síncrona (SDH) (Synchronous Digital Hierarchy) es un conjunto de protocolos de transmisión de datos. Se puede considerar como la revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados.

TDM: La multiplexación por división de tiempo (*Time Division Multiple Access o TDMA*) es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal (normalmente de gran capacidad) de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de transmisión.

TIR: (tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad):de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN) es igual a cero.

UMTS: Sistema universal de telecomunicaciones móviles (*Universal Mobile Telecommunications System o UMTS*) es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación, sucesora de GSM, debido a que la tecnología GSM propiamente dicha no podía seguir un camino evolutivo para llegar a brindar servicios considerados de tercera generación.

VAN (Valor actual neto): procede de la expresión inglesa *Net present value*. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto. La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

VIP :Son siglas que en inglés significan *Very Important Person* (Persona Muy Importante). La expresión se emplea en diversos ámbitos para designar a personajes: políticos destacados, famosos, empresarios, asistentes a un evento que requieren una atención o protección especial; la persona con consideración VIP en determinada situación,

WIMAX: Siglas de *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz y puede tener una cobertura de hasta 60 km.

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio.

ANEXOS

Indice del Anexo

Anexo 1: Arquitectura de las redes FttH

1.1 Red de acceso.....	127
1.2 Estándares de las redes Pon.....	128
1.3 Arquitectura Gpon.....	128
1.4 Redes Pon.....	129
1.4.1 Olt	130
1.4.2 Ont	131
1.4.3 Divisor optico.....	133

Anexo 2: Fibra optica

2.1 Composicion y geometria de la fibra optica.....	134
2.2 Clasificacion de la fibra optica.....	135
2.3 Almacenamiento de cable de fibra optica	140
2.4 Montaje	140
2.5 Radio de curvatura	141
2.6 Instalacion del cable de fibra optica en concreto.....	142
2.7 Tracciones larga a traves del conducto.....	143
2.8 Ahora efectuamos la instalacion subterranea	144

Anexo 3 :RFOG

3.1 Historia.....	147
3.2 Aplicación Rfог	147
3.3 Arquitectura	148
3.4 Gpon implementacion con Rfог	149
3.5 Ventajas y desventajas Rfог y Gpon.....	149
3.6 Micronodo.....	150
3.7 Docsis sobre Rfог	150
3.8 Mas arquitectura.....	152

Anexo 4: Wimax

4.1 Wimax en Argentina	155
------------------------------	-----

Anexo 5 :LTE

5.1 Historia.....	156
5.2 Caracteristicas	157
5.3 Arquitectura	159
5.4 Lte tiene tambien alguns desafios que alcanzar	160

Anexo 5 :Datasheet de los equipos y los equipos

1 Arquitectura de las redes FTTH

PON es la tecnología más utilizada en la actualidad y lo seguirá siendo en el futuro. Al respecto, también se compararan los distintos tipos de sistemas y de topologías utilizadas en este tipo de tecnología, a saber:

1.1 Red de acceso:

La red de acceso consta de toda serie de elementos y equipamientos necesarios para realizar la conexión entre el proveedor de servicio y el lazo de abonado. El nodo central es el punto en el cual los proveedores de servicios realizan la interconexión con la red de acceso. La red de acceso local se denomina como "la última milla" o "el bucle local".

Es un medio de acceso óptico, y se considera una de las mejores opciones para el futuro debido al inmejorable rendimiento que ofrece la fibra óptica. Generalmente este tipo de red está integrada por los siguientes elementos:

OLt (Optical Line Terminal): se trata de un dispositivo pasivo situado en el nodo de distribución que sirve como el punto final del proveedor de servicios.

ONT (Optical Network Terminal) u *ONU (Optical Network Unit)*: es el terminal situado en casa del usuario que termina la fibra óptica y ofrece las interfaces de usuario.

ODN (Optical Distribution Nodes) u *ORN (Optical Remote Node)*: consiste en un nodo que distribuye la señal desde la centralita hasta los hogares. Consta de splitters, tramos de fibras ópticas, empalmes y conectores.

Splitter o Divisor óptico: elemento pasivo que se encarga de direccionar la señal proveniente del OLT hasta cada uno de los usuarios.

1.2 Estándares de las redes PON:

Las redes PON, constituyen una familia de redes (xPON) cuyo origen se encuentra en una primera red que fue definida por la FSAN, grupo formado por 7 operadores de telecomunicaciones, con el objetivo de unificar las especificaciones para el acceso de banda ancha a las viviendas.

1.3 Arquitectura GPON (Gigabit PON):

Gigabit PON es otra tecnología perteneciente a la arquitectura PON. A día de hoy, se trata del estándar más avanzado sobre el que se sigue aun trabajando.

Cabe destacar que es una evolución de las redes BPON, por lo cual, al igual que este, se basa en el protocolo ATM.

Otras características de GPON:

- Al igual que las demás arquitecturas utiliza la fibra monomodo estándar (ITU-T G.652).
- Las velocidades de transmisión varían desde los 150Mbps hasta los 2Gbps:
- Downstream: 1244 ó 2488Mbps
- Upstream: 155, 622, 1244 ó 2488Mbps
- La máxima relación de división óptica es mayor que sus predecesoras, es de 64.
- La longitud de la fibra está comprendida entre los 10 y los 20 km.
- Se añaden más herramientas de seguridad. Se utiliza cifrado AES para los datos de usuario.
- La trama de GPON, GEM tiene la siguiente estructura (Figura 1):

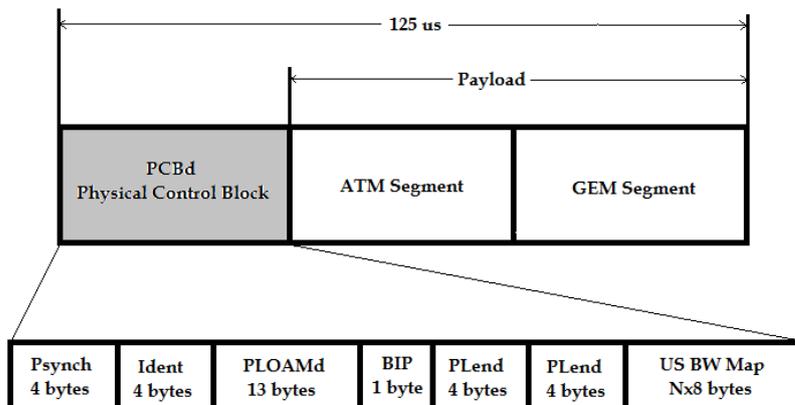


Figura 1: Estructura de una trama GPON

Por otro lado, se tiene una evolución o mejora de GPON, la denominada 10 Gbps PON ó XG-PON. Se trata de una tecnología que puede ofrecer unas velocidades enormes, tal y como indica su nombre, de 10 Gbps. Las características de la tecnología:

- Establece unas tasas binarias de:
- XG-PON1: Downstream: 10G, Upstream: 2.4G
- XG-PON2: Downstream: 10G, Upstream: 10G
- La relación de división óptica es de 64.
- Al igual que todos los demás estándares se usa fibra monomodo estándar (SSMF, G.652)
- La longitud de la fibra entre el OLT y ONT no debe ser superior a los 20 km (y a 60 km con extensores).

CARACTERÍSTICAS	BPON	EPON	GPON
Estándar	ITU-T G.983	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.x
Tipo de fibra	Monomodo estándar (ITU-T G.652)	Monomodo estándar (ITU-T G.652)	Monomodo estándar (ITU-T G.652)
Velocidades de transmisión (Mbps)	Down: 155, 622, 1244 Up: 155, 622	Down: 1244 Up: 1244	Down: 1244, 2488 Up: 155, 622, 1244
Tipo de fibra	Monomodo estándar (ITU-T G.652)	Monomodo estándar (ITU-T G.652)	Monomodo estándar (ITU-T G.652)
Número de fibras por ONT	1o2	1	1o2
Ratio de división óptica	1:32 (Puede aumentar a 1:64)	1:16 (permite 32)	1:128 (en la práctica 1:64)
Máxima longitud de fibra entre OLT y ONT	20 km	10 km	10-20 km
Modo de tráfico	ATM	Ethernet	ATM, Ethernet, TDM
Arquitectura de transmisión	Simétrica ,Simétrica	Simétrica	Simétrica ,asimétrica
Eficiencia típica (Depende del servicio)	83% downstream 80% upstream	73% downstream 61% upstream	93% downstream 94% upstream

Tabla 1: Características PON

1.4 Redes PON:

Las infraestructuras FTTH están basadas en las redes PON, que destacan por la ausencia de elementos activos a lo largo del tramo desplegado hasta los usuarios, la gran ventaja de estos sistemas está en el costo, que se ve reducido por utilizar tan solo elementos pasivos y la planificación de este tipo de redes se centra en el uso del splitter óptico, elemento clave para dividir la señal y dirigirla hacia los abonados.

Características y funciones de los elementos

1.4.1 OLT (*Optical Line Terminal*):

El OLT es el elemento activo situado en la central del proveedor. De él parte el cable principal de fibra hacia los usuarios y es él mismo el que se encarga de gestionar el tráfico hacia los usuarios o proveniente de ellos, es decir, realiza funciones de router para poder ofrecer todos los servicios demandados por los usuarios. Cada OLT suele tener la suficiente capacidad para proporcionar un servicio a cientos de usuarios. Además, actúa de puente con el resto de redes externas, permitiendo el tráfico de datos con el exterior .

Algunos de los objetivos de los OLT son:

1. Realizar las funciones de control en la red de distribución: control de las potencias emitidas y recibidas, corrección de errores e interleaving.
2. Coordinar la multiplexación de los canales de subida y de bajada.

Cada OLT, adquiere datos de tres fuentes diferentes de información, actuando como concentrador de todas ellas. El OLT de cabecera tiene conexión con las siguientes redes

PSTN (*public switched telephone network*) o RTB (red telefónica básica), para los servicios de voz; el OLT se conecta a través de un router de voz o un gateway de voz mediante interfaz correspondiente MGCP (media Gateway controller protocol) o protocolo de controlador gateway de medios de comunicación.

Internet, para los servicios de datos o VoIP; el OLT se conecta a través de un *router* o *gateway* IP/ATM de voz, mediante encapsulamiento IP sobre ATM.

Video *broadcast* o *VoD* (video on demand), para los servicios de videodifusión; el OLT se conecta directamente, o bien indirectamente a través de un *router* o *gateway* ATM.

Sin embargo, el OLT no es un hardware único, sino que se subdivide en tres módulos o equipos diferentes, cada uno de ellos encargados de gestionar un tráfico determinado. Donde

hay tres subtipos de OLT:

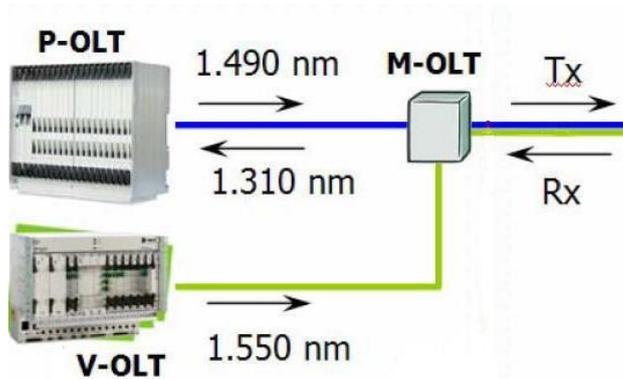


Figura 2: Estructura de un OLT

Al utilizar distintas longitudes de onda para cada cosa se consigue evitar interferencias entre los contenidos del canal ascendente y descendente. Para ello se emplean técnicas WDM (Multiplexación por división de longitud de onda) basadas en el uso de filtros ópticos. También hay que destacar que los OLT no emiten a la misma potencia a todos los ONT, sino que lo hacen dependiendo de la distancia a la que se encuentren de la central. Esto es posible gracias a los dimensionadores de distancia que poseen los OLT, que son capaces de calcular la distancia existente entre el usuario final y la central. Gracias a este mecanismo se consigue que a cada abonado le llegue la potencia necesaria, de la manera que las ráfagas de luz tendrán una menor potencia cuando se dirijan hacia los abonados cercanos a la centralita, mientras que para los abonados que se encuentren más lejos se les asignará una potencia mayor.

1.4.2 ONT (*Optical Network Terminal*)

Los ONT son los elementos encargados de recibir y filtrar la información destinada a un usuario determinado procedente de un OLT. Además, de la información y dársela al usuario en un formato adecuado, cumple la función inversa. Es decir, encapsula la información procedente de un usuario y la envía en dirección al OLT de cabecera, para que éste la redireccione a la red correspondiente. Normalmente se encuentran instalados en los hogares junto a la roseta óptica correspondiente.

Existen dos tipos de ONT según la función que desempeñen:

El filtrado de la información recibida en el ONT, se lleva a cabo a nivel de protocolo Ethernet, a través de las denominadas tramas PEM (PON *encapsulation method*). La trama, consta de tres campos:

Cabecera (*header*); este campo contiene información sobre sincronización de la trama.

CRC; que permite conocer si la información enviada ha llegado correctamente y sin errores a su destino

Carga útil (*Payload*); son los datos a enviar

Una vez realizado el filtrado y obtenido la información que interesa, el ONT debe diferenciar las señales de video (que proceden del V-OLT) y las tramas de voz y datos (procedentes del P-OLT). Para realizar este segundo filtrado, el módulo electroóptico posee dos fotodiodos: uno analógico APD (*analogic photo-diode*) y otro digital DPD (*digital photo-diode*). Los filtros ópticos son:

OAF, filtro óptico analógico (*optical analogic filter*); la señal de video a 1550 nm se demultiplexa en longitud de onda con este filtro, atacando al fotodiodo analógico APD para realizar la conversión en frecuencia.

ODF, filtro digital óptico (*optical digital filter*); la señal de voz y datos a 1490 nm se demultiplexa en longitud de onda con este filtro, atacando al fotodiodo digital DPD.

A parte del filtrado de la información recibida, el ONT es capaz de enviar información al OLT de cabecera en una longitud de onda dedicada de 1310 nm. Para ello dispone de un LED encargado de enviar señales luminosas. y evitar la colisión entre las tramas enviadas por los ONTs se recurre a la multiplexación por división en el tiempo (TDM), la cual es gestionada por el OLT, encargado de asignar intervalos de tiempo a cada ONT .

1.4.3 Divisor óptico (*splitter*):

Se trata de un elemento pasivo situado a lo largo del tramo que se extiende entre el OLT y sus respectivos ONT a los cuales presta servicio. Sus funciones básicas son las de multiplexar y demultiplexar las señales recibidas. Por otra parte, son dispositivos de distribución óptica bidireccional, es decir, también son capaces de combinar potencia. Por tanto es capaz de realizar las siguientes funciones:

La señal que accede por el puerto de entrada (enlace descendente), procede del OLT y se divide entre los múltiples puertos de entrada.

Las señales que acceden por las salidas (enlace ascendente), proceden de los ONT (u otros divisores) y se combinan en la entrada.

Se puede considerar como el elemento más importante de la red, ya que ofrece la posibilidad de tanto de juntar como de dividir las señales, abaratando de una manera muy considerable el coste de tanto de despliegue como de mantenimiento de la red.

Al mismo tiempo, por el hecho de ser un elemento totalmente pasivo no requiere energía externa.

Posee tan sólo un inconveniente, y es que introduce pérdidas de potencia óptica sobre las señales de comunicación, que son inherentes a su propia naturaleza. Estas pérdidas se pueden de una manera muy sencilla, ya que existe una relación matemática entre estas y el número de salidas del divisor:

Atenuación divisor= $10 \log (1/N)$, donde N es el número de salidas del divisor

Existen diversos tipos de divisores, ya que no todos se construyen a partir de la misma tecnología. No obstante, los divisores más habituales son de dos tipos:

Para dispositivos con gran número de salidas (> 32 salidas), se utilizan divisores realizados basándose en tecnología planar.

Para dispositivos con menor número de salidas (< 32 salidas), se utilizan divisores realizados a base de acopladores bicónicos fusionados.

2 Fibra óptica:

Este es un elemento fundamental de la red, del cual ésta toma el nombre. Una fibra óptica se puede definir como un cable o un filamento de vidrio de alta pureza u otro material transparente capaz de transportar haces de luz. Es bastante flexible, su grosor es muy reducido y posee las características necesarias para transportar los haces que llevan la información gracias a una serie de reflexiones internas.

2.1 Composición y geometría de la fibra óptica:

La geometría física de la fibra óptica y el índice de refracción son las claves necesarias que condicionan el funcionamiento general, comportamiento y ancho de banda de los diferentes tipos de fibra óptica. No obstante, todas y cada una de ellas, comparten una estructura genérica, que permite la transmisión en general.

Toda fibra óptica está constituida por tres estructuras o capas concéntricas que difieren en sus propiedades de composición:

Núcleo. Es la parte más interna de la fibra y se encarga de conducir las señales ópticas procedentes de la fuente de luz hasta el dispositivo de recepción. Se trata de una sola fibra continua de vidrio fabricada a elevada temperatura a partir de cuarzo ultra puro, plástico o dióxido de silicio. Posee un diámetro muy pequeño, que varía entre los 10 y 300µm. Cuanto mayor es el diámetro del núcleo, mayor es la cantidad de luz que el cable puede transportar.

Revestimiento. Es la parte intermedia de la fibra, que rodea y protege al núcleo. Este medio posee un índice de refracción menor al del núcleo, de forma que actúa como una capa reflectante (a modo de espejo), consiguiendo que las ondas de luz que intentan escapar del núcleo sean reflejadas y retenidas en el mismo.

Está fabricado a elevada temperatura con base en silicio de naturaleza cristalina, y generalmente son de cuarzo o plástico transparente. En esta capa se suelen añadir varias capas

de plástico con el fin de absorber los posibles impactos o golpes que pueda recibir la fibra y proporcionar una protección extra contra curvaturas excesivas del cable, es decir, para preservar la fuerza de la fibra.

Recubrimiento. El recubrimiento es la parte externa de la fibra y actúa a modo de amortiguador, protegiendo el núcleo y el revestimiento de posibles daños y agentes externos. En definitiva, provee al cable de cierta protección mecánica a la manipulación. Está fabricado con material plástico, capaz de resguardar la fibra óptica de la humedad, el aplastamiento, los roedores y otros riesgos del entorno.

En muchas ocasiones el recubrimiento aparece claramente dividido a su vez en dos subcapas: el recubrimiento primario y el recubrimiento secundario. En aquellos casos en los que el recubrimiento primario lleva otro adicional secundario, la fibra suele utilizarse para exterior o bajo tierra.

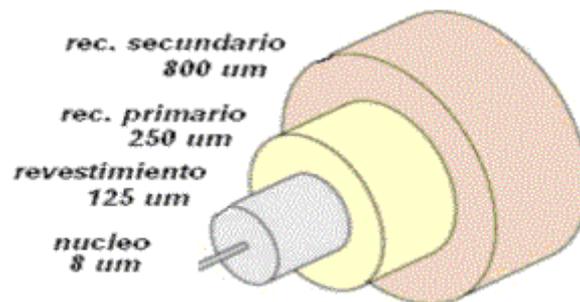


Figura 3: Geometría de una fibra óptica.

2.2 Clasificación de la fibra óptica:

En función de la designación del material que compone el núcleo de la fibra, se pueden distinguir distintos tipos:

Fibra de silicio: es la forma cristalina más pura del vidrio, son muy buenas conductoras y poseen unas prestaciones excepcionales como vehículo de transmisión de luz.

Fibra de vidrio: posee tanto el núcleo como la envoltura óptica de vidrio, con índices de

refracción diferentes. En general, suelen tener un diámetro comprendido entre 50 y 70 micras.

Fibra de plástico: está constituida por un núcleo de plimetacrilato de metilo y una envoltura óptica de polímero plástico con índice de refracción diferente. Este tipo de fibra ofrece ventajas en cuanto a uniformidad de transmisión del espectro visible, filtración de rayo ultravioleta e infrarrojo, resistencia mecánica, flexibilidad, peso reducido y facilidad de instalación.

Fibra de núcleo líquido: son de tecnología más reciente, y están compuestas por un núcleo líquido con una envoltura óptica de polímero plástico. Su grosor es superior al de los otros tipos de fibras (entre 3 y 8 mm). Su principal aplicación se orienta hacia la iluminación en modo monofibra.

También se puede clasificar según el modo de propagación:

Monomodo: permite tan sólo la propagación de un único modo de transmisión. Esto es posible gracias a que el diámetro del núcleo de este tipo de fibras es muy reducido, y suele estar comprendido entre 8 y 10 micras (Figura 10), por lo que tan sólo permite la propagación de un haz de luz fundamental.

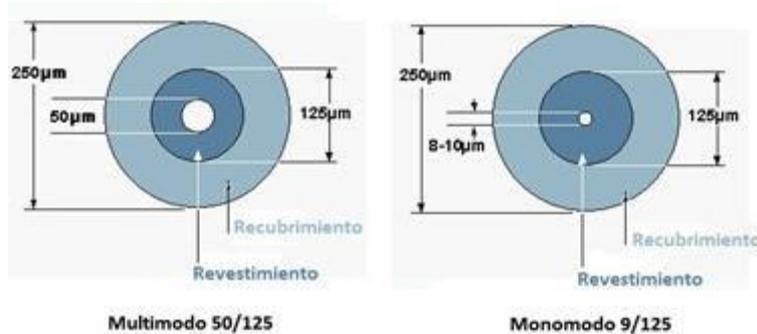


Figura 4: Sección de una fibra monomodo.

Gracias a esta geometría, el haz que se propaga, lo hace sin reflexiones, es decir, posee una trayectoria paralela al eje de la fibra, eliminando el desfase o ensanchamiento del pulso en recepción y en consecuencia, la dispersión modal.

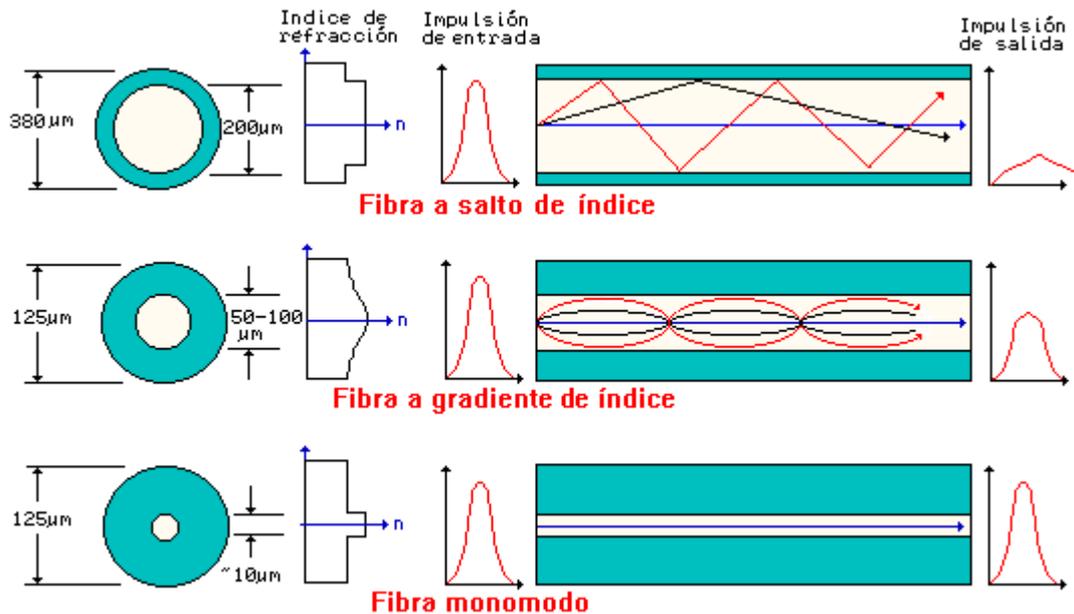


Figura 5: Propagación de los haces de luz a través de una fibra monomodo

Multimodo: soporta la propagación de varios modos de transmisión. Esto es gracias a que el diámetro del núcleo de este tipo de fibras es amplio, y suele estar comprendido entre 50 y 62.5 micras , por lo que el acoplamiento de la luz en diferentes modos es más sencillo.



Figura 6: Sección de una fibra multimodal.

Ventajas e inconvenientes de la fibra óptica.

Como se ha visto, la fibra óptica es el candidato perfecto para ser el medio de transmisión para redes que requieren mucha capacidad y un amplio despliegue. Esto significa que la fibra presenta innumerables ventajas respecto a otros medios de transmisión utilizados actualmente, pero a pesar de ello también posee algunas características negativas.

Las principales ventajas que ofrece la fibra óptica, como medio de transmisión respecto a otros sistemas basados en señales electromagnéticas sobre metales son:

- Permiten mayor velocidad de transmisión. Las señales recorren los cables de fibra óptica a velocidades muy cercanas a la velocidad de la luz ($c = m/s$), mientras que las señales eléctricas recorren los cables a una velocidad entre el 50 - 70% de ésta, según el tipo de cable.

-Mayor capacidad de transmisión. Pueden lograrse velocidades superiores a los 2 Gbps, puesto que la velocidad de transmisión aumenta con la frecuencia de transmisión.

-Presentan inmunidad total ante las interferencias electromagnéticas. La fibra óptica no produce ningún tipo de interferencia electromagnética y no se ve afectada por las radiaciones. Por lo tanto, tampoco poseen riesgo de cortocircuito ni de otros daños de origen eléctrico.

-No existen problemas de retorno a tierra, interferencias cruzadas y reflexiones como ocurre en las líneas de transmisión eléctricas.

-La atenuación en la transmisión aumenta con la distancia más lentamente que en el caso de los cables eléctricos, lo que permite mayores distancias entre repetidores de señal.

-Su peso es muy reducido y su flexibilidad es mayor respecto a otros tipos de cable, lo cual es una ventaja en cuanto a su despliegue.

-Los cables de fibra óptica son apropiados para utilizar en una amplia gama de -metálico.

-Permiten incrementar la capacidad de transmisión de datos añadiendo nuevos canales que utilicen longitudes de onda distintas a las ya empleadas, mediante técnicas de WDM.

-La fibra óptica presenta una mayor resistencia a los ambientes y líquidos corrosivos que los cables eléctricos.

-Las materias primas utilizadas en la fabricación de la fibra óptica son muy abundantes, y se espera que con el tiempo el coste de fabricación se reduzca a un nivel similar al de los cables metálicos.

-La vida media operacional y el tiempo medio entre fallos de un cable de fibra óptica, son muy superiores a los de un cable de origen eléctrico.

Lamentablemente, la tecnología no solo tiene partes buenas y a pesar de que en el caso de la fibra hay una número mayor de ventajas que de inconvenientes, estos últimos también están presentes:

-Conversión electro-óptica. Antes de conectar una señal eléctrica de comunicación a una fibra óptica, la señal debe convertirse al espectro luminoso (850, 1310 ó 1550 nm). Esta conversión se lleva a cabo mediante un dispositivo electrónico en el extremo del transmisor, el cuál proporciona un formato propio a la señal de comunicaciones, y la convierte en señal óptica usando un LED o un LASER de estado sólido.

-Caminos homogéneos. Es recomendable un camino físico recto o semirecto para el cable de fibra. El cable, sin embargo se puede enterrar directamente en tierra, situar en tubos o disponer en cables aéreos a lo largo de dichos caminos homogéneos. Esto puede requerir la compra o alquiler de la propiedad por la que discurren, y algunos derechos sobre el camino puede ser imposibles de adquirir. Para localizaciones como terrenos montañosos o algunos entornos urbanos, pueden ser más adecuados otros métodos de comunicación sin hilos.

-Instalación especial. Debido a la naturaleza dieléctrica de la fibra, son necesarias técnicas especiales para la instalación de los enlaces. Se deben sustituir los métodos convencionales de instalación para cables metálicos como, por ejemplo, soldadura, sujeción o crispado. Son reemplazados por los conectores u empalmes ópticos, que requieren de equipos más costosos.

-Reparaciones. Un cable de fibra óptica que ha resultado dañado no es fácil de reparar. Así

pues, los procedimientos de reparación requieren un equipo de técnicos con bastante destreza y habilidad en el manejo del equipamiento. En algunas situaciones, puede ser necesario reparar el cable entero. Este problema puede ser aún más complejo si cabe, dado el gran número de usuarios que cuentan con dicho servicio. Es importante, por ello, el diseño de un sistema propio con rutas físicamente diversas, que permita afrontar tales contingencias.

2.3 Almacenamiento del cable de fibra óptica:

El cable de fibra óptica siempre se almacena sobre el borde rodante y por lo general alejado del área de almacenamiento del cable principal para prevenir posibles daños. Para prevenir el deterioro del carrete durante el almacenamiento a largo plazo.

El cable óptico Figura "8", tiene un revestimiento extra de polietileno que envuelve al cable óptico dieléctrico y al elemento de sustentación externo no metálico. Lo cual proporciona la necesaria resistencia a la tracción.

Entre las características de este tipo de cable Figura "8" presenta la mayor área en su sección transversal, por lo que el elemento de apoyo externo y el cable óptico esta físicamente separadas por una franja de polietileno que aumenta el diámetro del cable.

2.4 Montaje:

Los cables de fibra óptica blindados y dieléctricos se pueden usar en instalaciones aéreas, sin embargo los cables dieléctricos no contienen ningún componente metálico, por tanto tiende a minimizar los rayos y evitar el cruce del campo eléctrico desde las líneas de alimentación. Los cables blindados ofrecen protección mecánica adicional contra los ataques de los roedores, pero deben conectarse a tierra.

Los dos métodos preferidos para la instalación son el método de enrollado retractable/fijo y el método de enrollado móvil. Las circunstancias en el sitio de construcción y la disponibilidad del equipo/mano de obra dictarán el método de tendido de cables a usar.

El método de enrollado retractable/fijo es el método usual de tendido de cables. El cable se coloca desde el carrete yendo hacia arriba por el alambre, tirado por un bloque que solamente viaja hacia adelante y es mantenido en alto por los soportes de cables. El cable se

corta de inmediato y se forman los bucles de expansión, la atadura de cables se realiza después de tender el cable.

El método de instalación con desplazamiento de carrete puede requerir cierta mano de obra adicional y ahorrar tiempo con la colocación y atadura del cable. En esto, el cable se acopla al alambre y se desenrolla de un carrete alejándose de él. El cable se ata a medida que se tira, los bucles de corte y expansión se hacen durante la atadura de cables.

Sin importar el método de instalación que se use, el estrés mecánico es de gran importancia durante la instalación, ya que el cable se puede dañar si se excede la tensión de tiro máxima permisible o el radio mínimo de curvatura que el fabricante especifique. Esto con el fin de eliminar por completo la posibilidad que ocurran deformaciones durante la instalación del cable y reste vida útil al cable.

Es necesario asegurarse que todos los cables de soporte de poste en las esquinas (riendas) y los extremos terminales se instalen y tensionen antes del tendido del cable. Asegurarse de guardar las precauciones de seguridad (desconexión eléctrica etc). Instalar el cable mensajero correctamente conexasiónado a tierra (solo para cables F.O. aéreos no auto soportados). Continuar el tendido identificando en cada poste con etiquetas de aviso de cable óptico y cuando sea preciso, las cajas de empalme se pueden montar en postes o en el cable mensajero.

2.5 Radio de curvatura:

Los cables a menudo se enrulan alrededor de esquinas durante el tendido de cables.

Un cable más flexible (uno con un radio de curvatura más pequeño) requerirá menos tensión de tracción para pasarlo a través de una curvatura en la ruta.

Las hojas de datos de los cables tienen información respecto al mínimo radio de curvatura bajo carga (durante la instalación) y con el cable ya instalado. Si esa información no está disponible en el lugar de trabajo, utilice las siguientes formulas como guía para instalar cables de Fibra óptica.

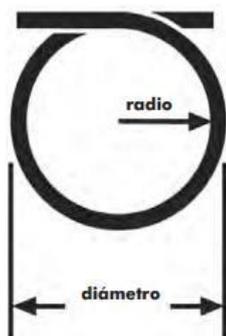
Para obtener el radio de curvatura a utilizar en el momento de la instalación, multiplique veinte veces (20 x) el diámetro exterior del cable .

Ejemplo:

Diámetro del cable = 11.8 mm

$20 \times 11.8 \text{ mm} = 236 \text{ mm}$

Radio mínimo de curvatura durante la instalación = 23,6 cm



Radio de curvatura y Diámetro del cable

$$R=20 \cdot D$$

Ecuación 10

Diámetro mínimo de curvatura

$$D_m=2 \cdot R$$

$$D_m=2 \cdot 20 \cdot D$$

Ecuación 11

Figura 7: Radio de curvatura mínimo.

Para conocer el requisito mínimo del diámetro para las poleas o rodillos de los aparejos de tendido, simplemente duplique el radio mínimo de curvatura para la instalación (Figura 31): Descargado significa que el cable no está bajo ninguna tensión o llega hasta una tensión residual de alrededor de 25% de su máxima tensión de tracción. El radio de curvatura de descargado también es el radio permitido para almacenamiento.

2.6 Instalación del cable de fibra óptica en conducto:

El cable se puede instalar en una configuración de ducto nueva o existente. El nuevo conducto debería instalarse en una vía tan derecho como fuera posible, las ondulaciones en el sistema de conducto aumentan las tensiones de tracción debido a la presión de la pared lateral. Los sistemas de conducto existentes por lo general requieren algún tipo de mantenimiento antes de colocar los cables en el conducto.

Siempre limpie la ruta de cables antes de la instalación. Use un cepillo para quitar los desperdicios y el agua del conducto, cuando se a posible. Si hay mucha suciedad el departamento de relevamiento autorizará otros medios para su limpieza, como agua a presión

entre otros. Una exploración de la ruta del cable dictará el esquema de colocación del cable que debería explicar la dificultad de la tracción, mano de obra y disponibilidad del equipo.

El radio de curvatura en los sistemas de conducto debería ser lo suficientemente largo como para prevenir la tensión de tracción excesiva debido a la fricción de pared lateral. Se recomienda el uso de lubricantes de tracción.

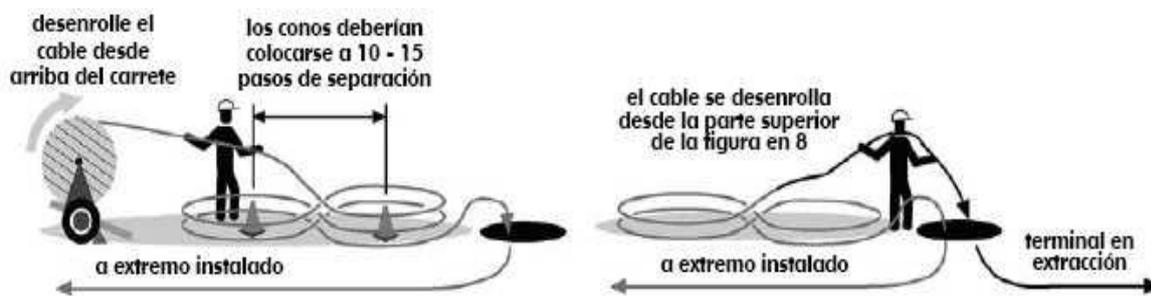
2.7 Tracciones largas a través del conducto - Técnica de tracción a medio punto.



Figura 8: Extracción de cable a medio punto.

Los cables de fibra óptica se pueden ordenar en longitudes de hasta (12,2 km) y se pueden instalar en un tendido continuo. Sin embargo, aun una instalación típica de 4,8 a 8,0 km ofrece desafíos de instalación debido a la acumulación en la tensión de tracción a lo largo de una trayectoria tan larga. La tracción de un cable a medio punto es un método comprobado para instalar largos tramos de cable de fibra óptica.

Ubique el punto medio de tracción. A la vez de monitorear la tensión, tire el cable desde el medio punto al extremo de una dirección. La tracción puede ser asistida en un cámara intermedia por un cabrestante o asistente.



Preparación de los cables y figura 8.

Preparar el cable restante según un diseño en 8. Instale dos conos de tráfico a 10 - 15 pasos de separación (más para cables más grandes).

Desenrollar el cable desde la parte superior del carrete y entrelácelo holgadamente alrededor de los conos siguiendo un diseño en 8. Los bucles grandes y no demasiado ajustados le ayudarán a que el cable no se enrede.

Preparar la terminal del cable en su mano para tirar hacia el otro extremo de la instalación, el cable se desenrollará de la parte de arriba de la forma de 8.

Largas tracciones a través del conducto, la extracción será en etapas con ubicaciones intermedias, si los dispositivos mecánicos no están disponibles o no son prácticos para asistir con la tracción, puede reducir la tensión general al extraer el cable en etapas a las ubicaciones intermedias.

2.8 Ahora efectuamos la instalación subterránea.



Figura 9: Recorrido subterráneo.

Se va a ubicar el punto medio de tracción. Mientras monitorea la tensión, tire del cable del punto medio a una bóveda o boca de inspección a punto medio. Colocar dos conos de tráfico a 10 - 15 pasos de separación (más para cables más grandes). Intercalar el cable alrededor de los conos formando una figura de ocho. Los bucles grandes y no demasiado ajustados le ayudarán a que el cable no se enrede.

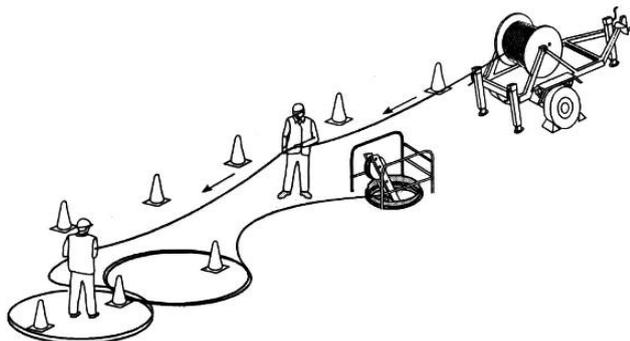


Figura 10: Como enrollar una fibra para entubarla.

Una figura tipo 8 puede llegar a pesar cientos de kilos, la terminal del cable ahora debería estar en la parte de arriba de dicha figura.

Preparar la terminal del cable para extracción hacia la siguiente ubicación intermedia o el fin de la extracción.



Figura 11: Muestra de la figura 8.

Cuando reanude la extracción, el cable se desenrollará de la parte de arriba de la forma de 8. (La terminal del cable se mueve a la parte superior de la pila.)

Debido a que el cable auto soportado no requiere la atadura de cable, puede ser colocado a menudo por un plantel más pequeño. Hay unas pocas características exclusivas en su tendido:

Se debe verificar el pandeo y tensión para tramos autoportados en la ficha técnica dada por el fabricante antes de la instalación. Todas las retenidas y anclas deberían instalarse y tensionarse antes del tendido del cable.

Nota:

Todo el personal deberá usar guantes aislados, inspeccionados y certificados, hasta que el cable se acople a la red con conexión a tierra barreras y conos protectores según necesite para proteger a los peatones.

3 RfoG: Radio frecuencia sobre vidrio

Como los operadores de cable preparan sus redes para ofrecer servicios de banda ultra ancha a los abonados residenciales y comerciales, se enfrentan a importantes consideraciones topología sobre todo en la construcción de salidas en nuevas instalaciones y modernizaciones de plantas industriales abandonadas.

Convirtiéndose en una solución viable para los operadores de cable, la frecuencia de radio a través de vidrio (RFoG) permite a los operadores de cable una implementación de conductividad de fibra directamente a los locales, a la vez que aprovechan las infraestructuras existentes DOCSIS . Con el fin de crear una red totalmente de fibra óptica.

La combinación híbrida de fibra y coaxial (HFC), junto con la infraestructura y las nuevas DOCISIS en fibra permitirá a los operadores desplegar de forma rentable fibra directamente a los locales. El principal beneficio a cualquier operador será la capacidad de aprovechar las inversiones existentes y CMTS de módem por cable, todo ello manteniendo la continuidad del servicio con el vídeo existente, VoIP y servicios de banda ultra ancha de Internet.

Que es?

Radiofrecuencia sobre vidrio (RFoG) es un diseño de red de fibra profunda en la que el cable coaxial que parte de la red HFC se sustituye por una de fibra única, la red óptica pasiva (PON).

En si propone el transporte de señales en un solo cableado asegurando mejor disponibilidad de servicio y evitar costos de implementación con otras estructuras.

GPON (Gigabit Passive Optical Network):

Los principales operadores de telecomunicaciones del mundo están definiendo avanzadas redes convergentes de banda ancha basadas en IP, que permiten ofrecer más servicios sobre la misma infraestructura, a unos precios cada vez más competitivos. Además de reducir la inversión necesaria en equipamiento de red, esta convergencia trae consigo para los operadores una reducción de la complejidad de la gestión y unos costes operativos más bajos. Entre las tecnologías más interesantes que están permitiendo esta convergencia cabe destacar, en la parte del bucle de abonado, a GPON, la tecnología de acceso mediante fibra óptica con arquitectura punto a multipunto más avanzada en la actualidad.

¿Por qué RFoG? :

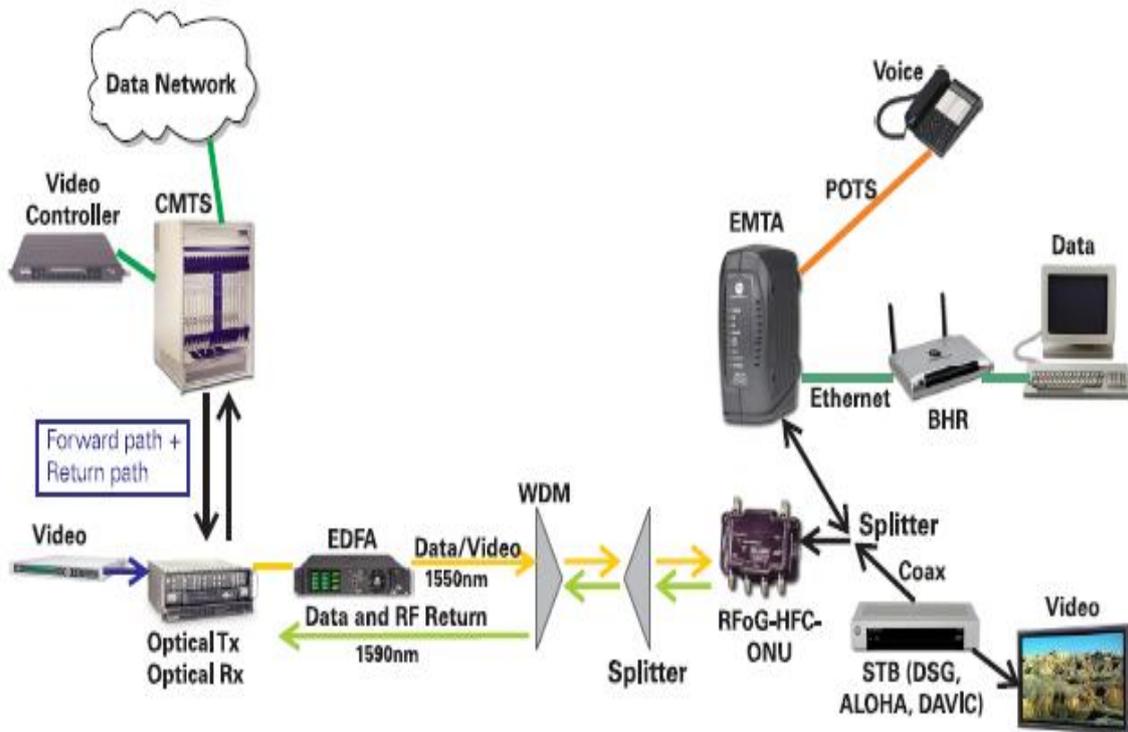
El motivo principal de desarrollo de tecnología rfog fue pensado en cuanto al cliente, para brindarle un mejor servicio accediendo a su red de abonado de forma directa con la fibra óptica.

3.1 HISTORIA:

A finales de los años noventa, PON comenzó a ser considerado, tanto por las operadoras como por los suministradores, como una interesante solución para ofrecer acceso de fibra óptica hasta los hogares de los usuarios.

3.2 Aplicación RFoG :

La aplicación más simple RFoG es llevar a cabo las conversiones necesarias en la cabecera de red y enviar las señales de tráfico descendente óptica para los decodificadores y módems de cable DOCSIS ubicado en las instalaciones del cliente. los controladores de vídeo y servicios de datos en red son alimentados a través de un CMTS / router de borde, y electro-óptica de conversión .



3.3 ARQUITECTURA:

- RFoG = RFOG
- RFoG es una distribución óptica totalmente pasiva que llega con un cable de Fibra Óptica directamente a la casa.
- El tramo de distribución con cable coaxial queda reducido al interior de la vivienda.
- Constituye una herramienta competitiva de los cableros para enfrentar al FTTx de las compañías telefónicas.
- El esquema de distribución es muy similar al que teníamos con cable coaxil pero reemplazando :
 - cable coaxil por cable de fibra óptica
 - pasivos de RF por *taps* y divisores ópticos

Comparación HFC vs RFOG

- La distribución con cable coaxil del HFC se reemplaza ahora por un cable de Fibra Óptica.
- Constituye una distribución óptica totalmente pasiva.

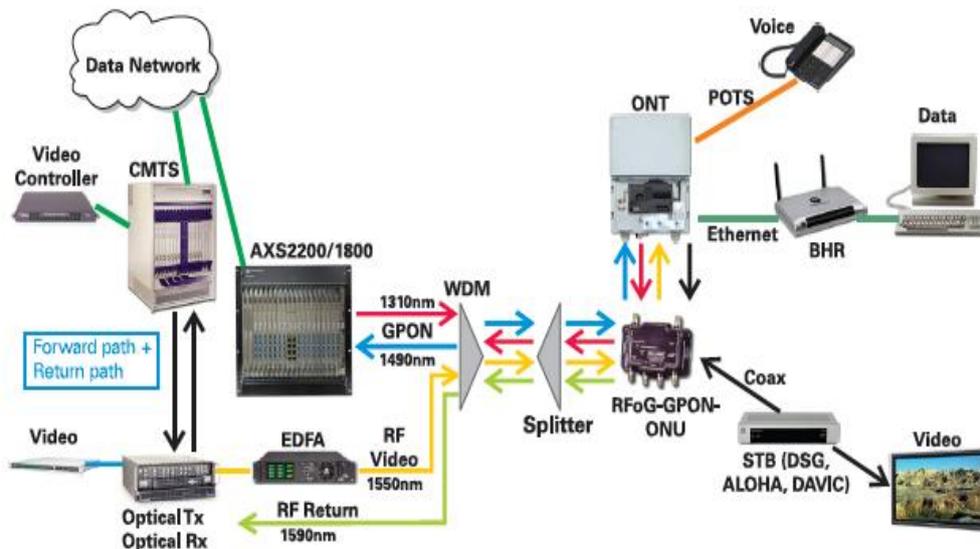
- Utiliza una única fibra con diferentes longitudes de onda para las transmisiones de *downstream* y *upstream*. El uso de 1590 nm para *upstream* permite soportar simultáneamente aplicaciones de tipo xPON que operan en 1490 nm / 1310 nm

3.4 GPON Implementación con RFoG:

Mejoras:

Los operadores de cable también pueden implementar una arquitectura GPON, hoy la utilización de una vía de retorno RFoG para que puedan continuar aprovechando de los clientes existentes equipo terminal del abonado

Mediante la implementación de una arquitectura GPON con RFoG, los operadores de cable pueden migrar gradualmente a GPON preservando al mismo tiempo los servicios DOCSIS.

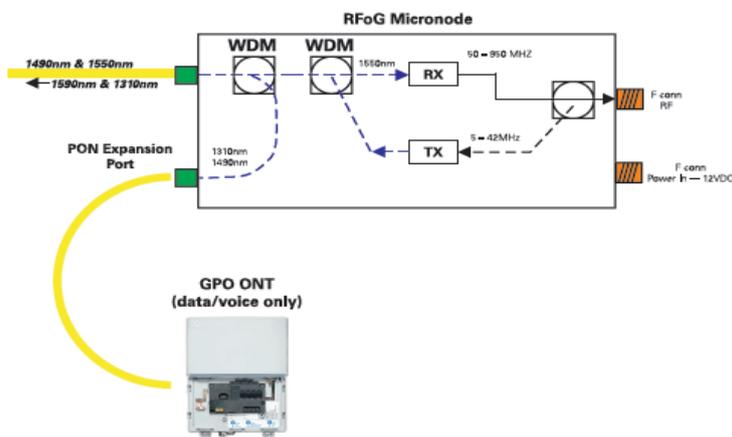


3.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS RFOG Y GPON:

	GPON with RFoG Enhancements	RFoG
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> • Optics to the end user • GPON provides huge downstream and upstream bandwidth • Long-term service and revenue potential 	<ul style="list-style-type: none"> • Optics to the end user • No change for HFC back-office • System ready for migration to GPON
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> • Change to HFC back-office (for provisioning of voice and data services) • Higher CPE cost (ONT) 	<ul style="list-style-type: none"> • No additional upstream or downstream bandwidth • Similar costs to GPON

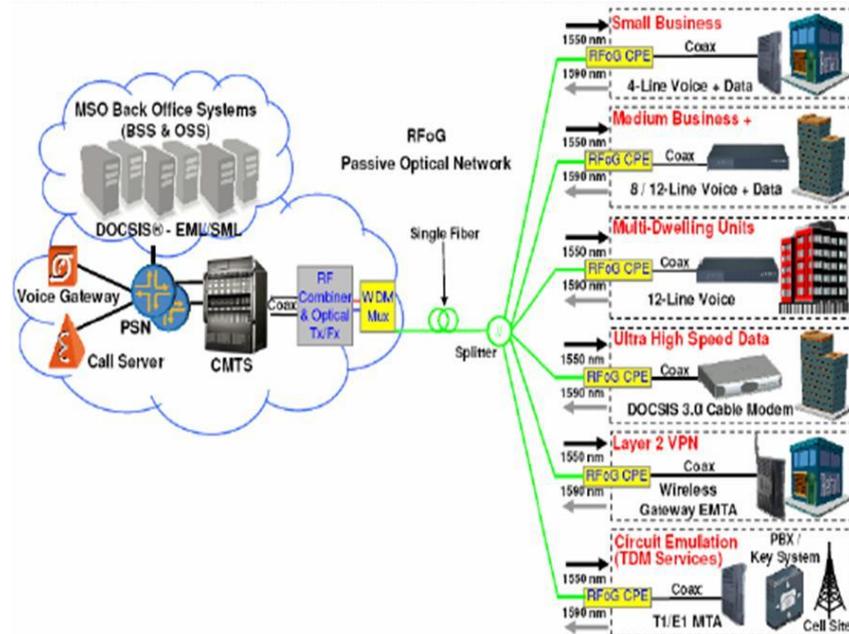
3.6 MICRONODO:

Inicialmente, el operador de cable desplegaría un micro nodo RFoG con un puerto de expansión PON óptica. El diagrama de este micro nodo. Las longitudes de onda específicas PON, nm 1490 y 1310 nm, se dirigen al puerto de expansión. Si y cuando un operador de cable tiene que ofrecer más servicios de banda ultra ancha para un hogar específico, como el servicio simétrico de mayor velocidad de datos o IPTV, una ONT GPON se puede conectar al puerto de expansión. El micro nodo RFoG todavía se puede utilizar para ofrecer los servicios tradicionales de vídeo y manejar el retorno legado señales de tiempo que sea necesario. micro nodo RFoG con un puerto de expansión PON. Una ONT GPON está conectada al puerto de expansión de banda ultra ancha cuando se le necesite.

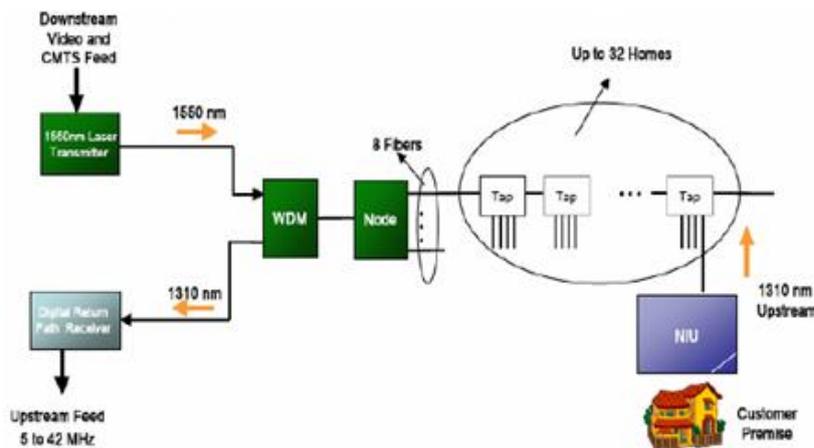


3.7 DOCSIS SOBRE RFOG:

- Permite combinar las ventajas de Docsis y de RFoG.
- Mantiene todo el sistema de aprovisionamiento del servicio y backoffice desarrollado para Docsis.
- Permite ofrecer los servicios requeridos por las empresas sin incorporar soluciones propietarias :
- Enlaces de datos de alta velocidad: Internet, VPN, etc
- Emulación de Circuitos (Servicios TDM)
- Permite ofrecer servicios triple play para el mercado residencial :
- Soluciones de Video, Voz & Datos en una red única.

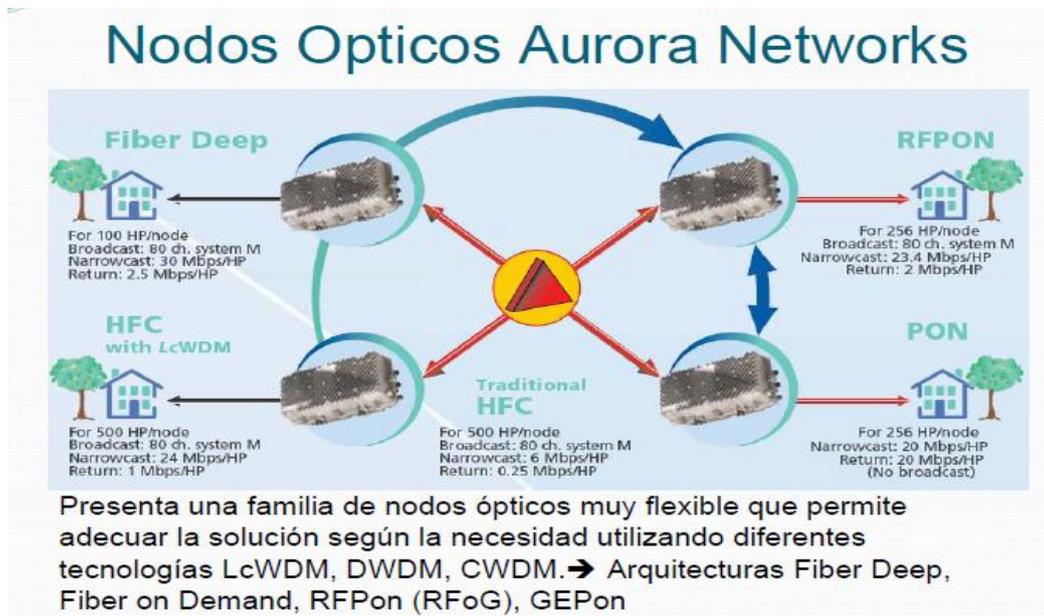


- *BrightPath* : Esquema de distribución
- El nodo se divide en 8 sectores de 32 hogares cada uno 256 hogares por nodo
- Downstream :
- Un amplificador óptico (EDFA 1550 nm)
- Un divisor óptico de 8 salidas que alimentan cada sector
- Upstream :
- Un receptor óptico de 1310 por cada sector.
- Los retornos se combinan en grupos de a 4 nivel RF
- Los retornos combinados se digitalizan
- Retorno digital de 2.13 Gbps (2 grupos de 4 digitalizados)



- Como se evitan las colisiones
- Las aplicaciones son quienes controlan cuando transmite cada CPE, ejemplo Docsis para los Cable Modems.
- El transmisor de retorno de cada NIU trabaja en modo burst y esta normalmente apagado.
- El transmisor de retorno solo se activa cuando tiene excitación, o sea cuando un CPE del cliente necesita transmitir.

3.8 MAS ARQUITECTURAS:



VENTAJAS:

Principales Ventajas RFoG

- Llegamos con fibra a la casa del cliente
- Se mantienen los equipos en ambos extremos :
 - ➔ Headend : TX & RX Laser, moduladores, CMTSs, etc
 - ➔ Equipamiento del cliente: Set Tops, Cable Modems, MTA
- Comparte los mismos sistemas de aprovisionamiento y administración que el HFC.
- Menor ingreso de interferencias en el retorno, solo afecta el propio de la casa del cliente.
- Un mismo headend puede alimentar nodos HFC y RFoG.
- Costo competitivo en zonas de baja densidad

DESVENTAJAS:

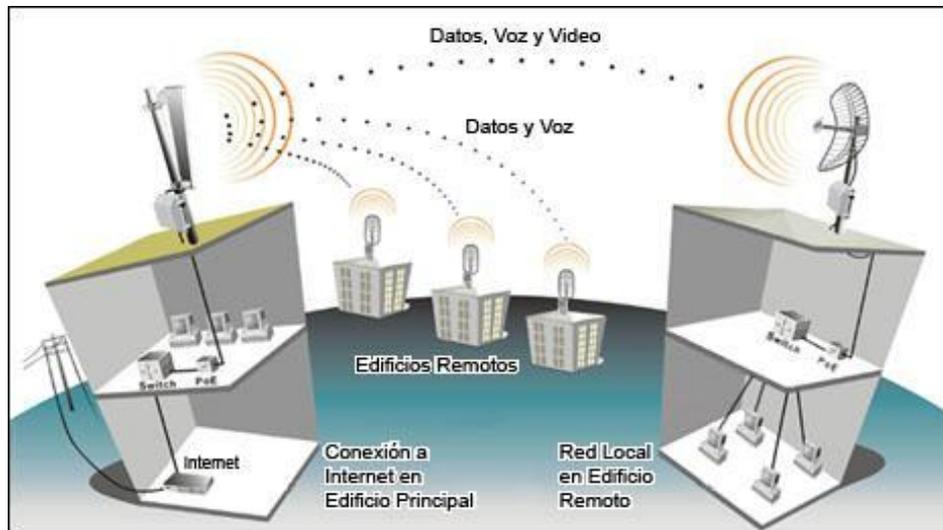
Principales Desventajas RFoG

- Sigue vinculado con la misma canalización de 6 MHz heredada del mundo analógico lo cual adolece de las mismas limitaciones, sobre todo para el caso de transmisiones digitales (datos e IPTV)
- El CPE (Customer Premises Equipment) que debe instalarse en la casa de cada cliente es un mininodo
 - ➔ Elevado costo por cliente
- Su aplicación en zonas de alta densidad resulta mas cara que el HFC

NORMAS

La Compañía de Cable y Telecomunicaciones Ingenieros (SCTE) Interfaz Prácticas Subcomisión (IPS) El trabajo del Grupo 5, se encuentra trabajando en IPS 910, las normas para la RF sobre vidrio.

4 WIMAX (Interoperabilidad de acceso por microondas):



Es un sistema que permite la transmisión inalámbrica de voz, datos y video en áreas de hasta 50 km de radio. Se proyecta como una alternativa inalámbrica al acceso de banda ancha ADSL y cable, y una forma de conectar nodos Wifi en una red de área metropolitana.

A diferencia de los sistemas Wifi que están limitados en un radio de señal de 100 metros, Wimax tiene un radio de transmisión mucho más amplio y dependiendo del ancho de la banda, puede tener una tasa de transferencia de 70 Mbps comparado con los 54 Mbps que brinda el sistema Wifi.

El protocolo de comunicación digital es el denominado IEEE 802.16, el estándar 802.16d es para terminales fijas y el 802.16e es para estaciones en movimiento.

Esta tecnología de acceso transforma las señales de voz y datos en ondas de radio dentro de la citada banda de frecuencias. Está basada en OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales) con 256 subportadoras que puede cubrir un área de 48 km, con una capacidad de transmisión de datos hasta 75 Mbps.

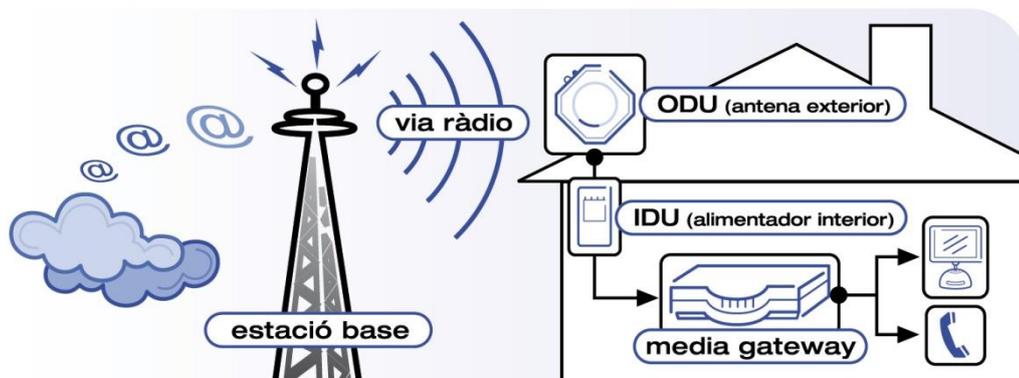


Últimamente se habla mucho de Wi-Fi, una tecnología inalámbrica, que en sus diferentes versiones (802.11a, b y g) puede ofrecer desde 11 Mbit/s hasta 54 Mbit/s, y sus distintas aplicaciones, especialmente en los *hot-spots* (hoteles, aeropuertos, estaciones de servicio, centros de convenciones y comerciales, pueblos, etc.), en los que se ofrece acceso a Internet, en muchos casos, de forma gratuita, lo que hace que los modelos de negocio no prosperen.

WiMAX, que es una especificación para redes metropolitanas inalámbricas (WMAN) de banda ancha, que está siendo desarrollado y promovido por el grupo de la industria WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), cuyo dos miembros más representativos son Intel y Nokia.

Como sucedió con la marca Wi-Fi, que garantiza la interoperabilidad entre distintos equipos la etiqueta WiMAX se asociará globalmente con el propio nombre del estándar.

El hecho de que WiMAX no sea todavía una tecnología de consumo ha permitido que el estándar se desarrolle conforme a un ciclo bien establecido, lo que es garantía de su estabilidad y de cumplimiento con las especificaciones, algo parecido a lo que sucedió con GSM, que es garantía de su estabilidad.



4.1 WIMAX en Argentina:

En nuestro país WIMAX no es una tecnología muy conocida por los consumidores solo es comercializada por dos empresas de telecomunicación: Telmex que lo hace a través de sus aparatos de celular que se conectan mediante una red que capta señales de microondas y Direct TV.

Telmex completó la compra de la empresa de Ertach un proveedor argentino de banda ancha, que entregó cobertura Wimax a dieciséis ciudades de la Patagonia. El despliegue de un nodo Wimax en la ciudad de Río Grande, en la provincia de Tierra del Fuego, completa la primera fase del despliegue de Ertach en la Patagonia, creando lo que la empresa considera la primera red Wimax multiciudad de Latinoamérica. Otras grandes ciudades incluidas en esta parte de la red son: Río Gallegos, Trelew, Rawson, Rada Tilly, Caleta Olivia, Comodoro Rivadavia, Pico Truncado, Cañadón Seco, Neuquén y Cipolletti.

Telmex, está actualmente llevando adelante pruebas de WiMAX junto a Motorola en Gran Buenos Aires, Córdoba y Mendoza. Se espera que este servicio inicialmente sea ofrecido a usuarios residenciales y Pymes.

En un segundo plano se encuentra la empresa DIRECTV más conocida por su servicio de televisión satelital que en la actualidad está comercializando el servicio de WIMAX a un precio inferior al del Wi-fi en la provincia de Mendoza. En el caso de obtener buenos resultados buscaría expandir su servicio a la provincia de Buenos Aires.

5 LTE: Evolución de largo plazo:



LTE (Long Term Evolution): es un nuevo estándar de la norma 3GPP. Definida para unos como una evolución de la norma 3GPP UMTS (3G) para otros un nuevo concepto de arquitectura evolutiva (4G).



Lo novedoso de LTE es la interfaz radioeléctrica basada en OFDMA para el enlace descendente (DL) y SC-FDMA para el enlace ascendente (UL). La modulación elegida por el estándar 3GPP hace que las diferentes tecnologías de antenas (MIMO) tengan una mayor facilidad de implementación.

5.1 Historia:

El reciente aumento del uso de datos móviles y la aparición de nuevas aplicaciones y servicios como MMOG (Juegos Masivos Multijugador Online), televisión móvil, web 2.0, flujo de datos de contenidos han sido las motivaciones por el que 3GPP desarrollase el proyecto LTE. Poco antes del año 2010, las redes UMTS llegan al 85% de los abonados de móviles. Es por eso que LTE 3GPP quiere garantizar la ventaja competitiva sobre otras tecnologías móviles. De esta manera, se diseña un sistema capaz de mejorar significativamente la experiencia del

usuario con total movilidad, que utilice el protocolo de Internet (IP) para realizar cualquier tipo de tráfico de datos de extremo a extremo con una buena calidad de servicio (QoS) y, de igual forma el tráfico de voz, apoyado en Voz sobre IP (VoIP) que permite una mejor integración con otros servicios multimedia. Así, con LTE se espera soportar diferentes tipos de servicios incluyendo la navegación web, FTP, vídeo *streaming*, Voz sobre IP, juegos en línea, vídeo en tiempo real, pulsar para hablar (*push-to-talk*) y pulsar para ver (*push-to-view*).

5.2 Características:

- Alta eficiencia espectral
 - OFDM de enlace descendente robusto frente a las múltiples interferencias y de alta afinidad a las técnicas avanzadas como la programación de dominio frecuencial del canal dependiente y MIMO.
 - DFTS-OFDM (*single-Carrier* FDMA) al enlace ascendente, bajo PAPR, ortogonalidad de usuario en el dominio de la frecuencia.
 - Multi-antena de aplicación.
- Muy baja latencia con valores de 100 ms para el Control-Plane y 10 ms para el User-Plane.
- Separación del plano de usuario y el plano de control mediante interfaces abiertas.
- Ancho de banda adaptativo: 1.4, 3, 5, 10, 15 y 20 MHz
- Puede trabajar en muchas bandas frecuenciales diferentes.
- Arquitectura simple de protocolo.
- Compatibilidad con otras tecnologías de 3GPP.
- Interfuncionamiento con otros sistemas como CDMA2000.
- Red de frecuencia única OFDM.
- Velocidades de pico:
 - Bajada: 326,5 Mbps para 4x4 antenas, 172,8 Mbps para 2x2 antenas.
 - Subida: 86,5 Mbps

- Óptimo para desplazamientos hasta 15 km/h. Compatible hasta 500 km/h
- Más de 200 usuarios por celda. Celda de 5 MHz
- Celdas de 100 a 500 km con pequeñas degradaciones cada 30 km. Tamaño óptimo de las celdas 5 km . El *Handover* entre tecnologías 2G (GSM - GPRS - EDGE), 3G (UMTS-W-CDMA - HSPA) y LTE son transparentes. LTE nada más soporta *hard-handover*.
- La 2G y 3G están basadas en técnicas de Conmutación de Circuito (CS) para la voz mientras que LTE propone la técnica de Conmutación por paquetes IP (PS) al igual que 3G (excluyendo las comunicaciones de voz).
- Las operadoras UMTS pueden usar más espectro, hasta 20 MHz
- Mejora y flexibilidad del uso del espectro (FDD y TDD) haciendo una gestión más eficiente del mismo, lo que incluiría servicios unicast y broadcast. Reducción en TCO (coste de analisis e implementación) y alta fidelidad para redes de Banda Ancha Móvil.

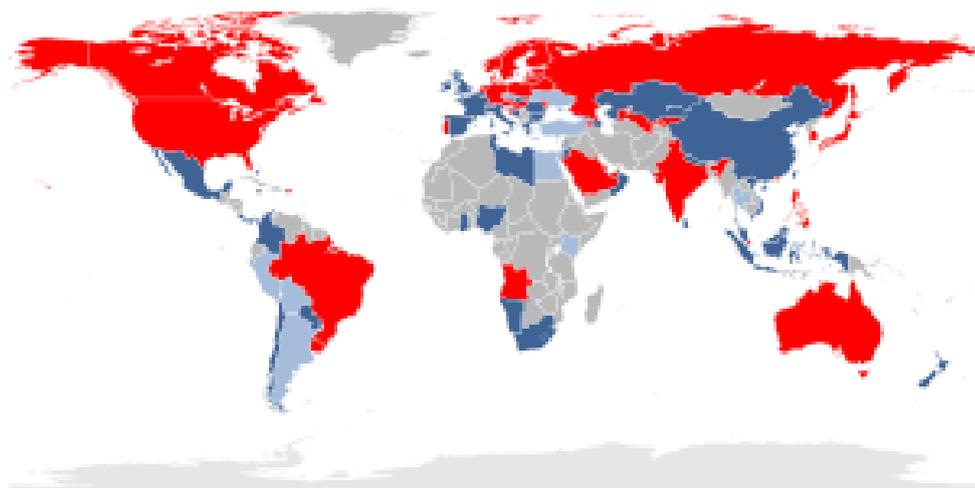
Principales parámetros LTE versión 8		
Tipo de acceso	Subida	DFTS-OFDM
	Bajada	OFDMA
Ancho de banda	1.4, 3, 5, 10, 15, 20 MHz	
Mínimo TTI	1 ms	
Espacio de la subportadora	15kHz	
Prefijo de longitud ciclica	Corto	4,7µs
	Largo	16,7µs
Modulación	QPSK, 16QAM, 64QAM	
Multiplexación espacial	Una sola capa para subida para UE Hasta 4 capas para bajada para UE MU-MIMO soportado para subida y bajada	
Principales parámetros LTE versión 8		
Tipo de acceso	Subida	DFTS-OFDM
	Bajada	OFDMA
Ancho de banda	1.4, 3, 5, 10, 15, 20 MHz	
Mínimo TTI	1 ms	
Espacio de la subportadora	15kHz	

Prefijo de longitud ciclica	Corto	4,7μs
	Largo	16,7μs
Modulación	QPSK, 16QAM, 64QAM	
Multiplexación espacial	Una sola capa para subida para UE Hasta 4 capas para bajada para UE MU-MIMO soportado para subida y bajada	

5.3 Arquitectura :

La interfaz y la arquitectura de radio del sistema LTE es completamente nueva. Estas actualizaciones fueron llamadas Evolved UTRAN (E-UTRAN). Un importante logro de E-UTRAN ha sido la reducción del costo y la complejidad de los equipos, esto es gracias a que se ha eliminado el nodo de control (conocido en UMTS como RNC). Por tanto, las funciones de control de recursos de radio, control de calidad de servicio y movilidad han sido integradas al nuevo Node B, llamado evolved Node B. Todos los eNB se conectan a través de una red IP y se pueden comunicar unos a otros usando el protocolo de señalización SS7 sobre IP. Los esquemas de modulación empleados son QPSK, 16-QAM y 64-QAM. La arquitectura del nuevo protocolo de red se conoce como SAE donde eNode gestiona los recursos de red.

Barreras para el despliegue de LTE:



Lugares donde se ha adoptado la tecnología LTE (8 de mayo 2012) ■ .

Lugares con servicios de LTE comercial ■ .

Lugares con despliegue de red LTE comercial en marcha o en proyecto ■ .

Lugares donde se están ejecutando pruebas en sistemas LTE (pre-acuerdo inicial).

Las principales barreras de LTE incluyen la habilidad de los operadores de desarrollar un negocio viable y la disponibilidad de terminales y espectro. Los operadores necesitan que las aplicaciones y los terminales de usuario estén disponibles antes de comprometer el despliegue de tecnologías 4G. Pues los usuarios cambian sus planes basándose en los equipos, los servicios y las capacidades que estos tengan. Adicionalmente, la disponibilidad de espectro también representará una barrera para LTE pues para alcanzar las velocidades prometidas se requieren 20 MHz para el ancho de la portadora y muchos de los operadores no cuentan con el espectro necesario. Aunque se está abriendo nuevo espectro en la banda de 2.6 GHz en Europa y 700 MHz en Estados Unidos y parte de Europa, esto no es suficiente para alcanzar las demandas de LTE. En Europa, Suecia fue el primero en subastar su espectro; los ganadores incluyen TeliaSonera, Telenor, Tele2 y Hi3G. Otros países que planean subastar la banda de 2.6 GHz son Italia, Austria, Inglaterra y los Países Bajos.

5.4 LTE tiene también algunos desafíos que alcanzar:

- **Voz sobre LTE:** una de las ventajas que LTE promociona es la Evolución del Core de Paquetes (EPC), que es una auténtica red "All-IP" y por lo tanto debe llevar a todos los tipos de tráfico: voz, video y datos. Pero, la mayoría de los trabajos de normalización se ha centrado en los aspectos de datos de LTE y la voz se ha descuidado un poco. Es evidente que los beneficios en OPEX/CAPEX de un core convergente EPC solo pueden ser logrados cuando todos los tipos de tráfico se realizan sobre un núcleo único y unificado. El problema de la normalización de la voz sobre LTE se complica más aún cuando se mezcla LTE con diferentes tipos de redes tradicionales incluyendo GSM, HSPA, CDMA2000, WiMAX y Wi-Fi.

Algunas soluciones que se han tomado en consideración son:

Circuit Switch Fallback CS Fallback: ésta es una opción atractiva que permite a los operadores aprovechar sus redes GSM / UMTS / HSPA legadas para la transmisión de voz. Con CSFB, mientras se hace o recibe una llamada de voz, el terminal de LTE suspende la conexión de datos con la red LTE y establece la conexión de voz a través de la red legada.

CSFB completamente descarga el tráfico de voz a las redes 2G/3G, que por supuesto obliga a los operadores para mantener sus redes básicas de CS. CS FallBack es una opción atractiva a corto y medio plazo, ya que permite a los operadores optimizar aún más su infraestructura de legado existentes, pero en el largo plazo, otras opciones serán más atractivas para cosechar plenamente los beneficios de la convergencia de EPC.

IMS-basado en VoIP: el subsistema IP Multimedia (IMS) soporta la opción de Voz sobre IP (VoIP) a través de redes LTE directamente. Además, esta opción solo aprovecha Radio Voice Call Continuity (SRVCC) para abordar las brechas de cobertura en redes LTE. Si bien la llamada de voz inicial se establece en la red LTE, si el usuario sale del área de cobertura LTE, entonces la llamada es entregada a la CS principal a través del core IMS. Esta opción proporciona una interesante estrategia de despliegue para los operadores que tienen un fuerte núcleo IMS, ya que les permite hacer la transición a VoIP desde el principio a la vez que aprovechan los activos existentes legados para la continuidad de voz fuera de las áreas de cobertura LTE.

Se han previsto las bandas de 700 MHz para América del Norte, 900, 1800 y 2600 MHz para Europa, 1800 y 2600 MHz para Asia y 1800 MHz para Australia. En septiembre del 2010, los operadores CenterNet y Mobyland, de Polonia, anunciaron la puesta en marcha de la primera red LTE comercial con 20 MHz de espectro en la banda de 1800 MHz.

Según el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT), LTE es una 3.9G en el estandar 3GPP porque no llega a los objetivos de la cuarta generación (4G). Por eso, el sucesor previsto para implantar la cuarta generación es LTE Advanced.



Colombia La empresa UNE Telecomunicaciones trajo esta tecnología a Colombia a mediados de 2012



Paraguay Las empresas de telefonía Personal Telecom (con cobertura en Asunción) y las estatales VOX y COPACO (LTE fijo, con cobertura nacional) anunciaron la disponibilidad de sus redes 4G LTE desde el mes de febrero de 2013 con velocidades de hasta 60 mbps. [1]



Bolivia BOLIVIA LTE empieza a funcionar comercialmente en BOLIVIA con ENTEL S.A



Chile En Chile, el 4G LTE empieza a funcionar con Claro en la Región Metropolitana, y se espera a que esté operando masivamente el primer semestre del 2013 en la banda 7 2600Mhz.

Argentina licitaría frecuencias para LTE en 2013, según De Vido



Julio De Vido (imagen: Ministerio de Planificación)

El ministro de Planificación Federal, Julio De Vido, dejó entrever que las frecuencias de espectro para telefonía móvil 4G LTE podrían salir a licitación durante el próximo año, según mencionó al canal de televisión C5N el viernes pasado. De acuerdo con el funcionario, ArSat también podría quedarse con parte del espectro destinado para 4G, que presumiblemente sería en la banda de 1700 – 2100 MHz (AWS, Advanced Wireless Services). Luego de una conferencia de prensa en la cual se realizaron anuncios vinculados al sector energético, el titular del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (Minplan) también precisó que en algunos días habrá anuncios relacionados con la operación móvil de ArSat.

“En pocos días más vamos a estar anunciando la incorporación de un 25 por ciento más de frecuencia donde va a tener una participación activa ArSat, que es el mayorista de ese 25 por ciento, y ya estamos trabajando para articular con distintas pymes, cooperativas y con las propias telefónicas” para poner en operación esas frecuencias, precisó De Vido. De las declaraciones del ministro se desprende que ArSat podría comenzar su operación también en 2013.

De Vido también apuntó que el próximo año también se produciría “la licitación de 4G, donde el Estado seguramente va a quedar con una cantidad importante”, según dijo a C5N.

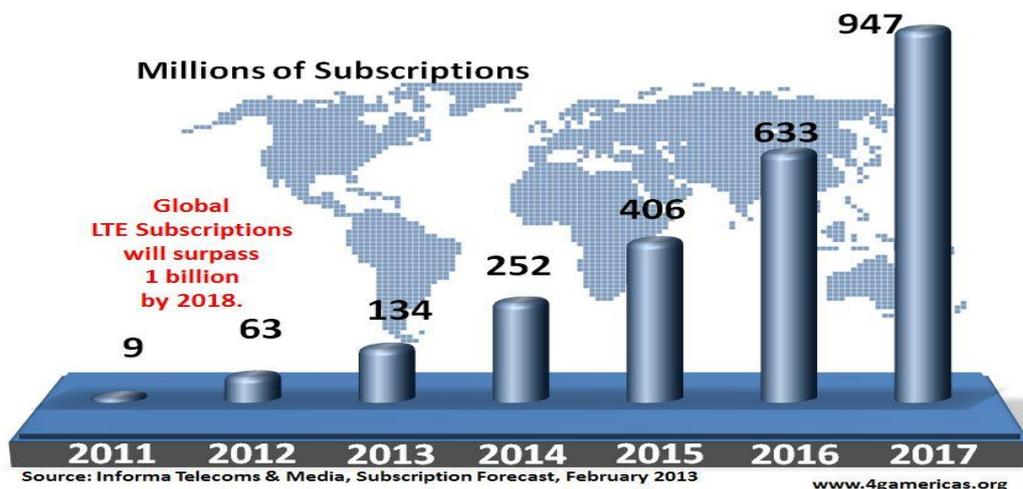
Vale recordar que en septiembre pasado, las autoridades argentinas cancelaron un proceso de licitación de espectro en las bandas de 1900 MHz y 800 MHz dado que los interesados no

cumplían con los requisitos solicitados. Las bandas en cuestión, que corresponde al espectro devuelto por Movistar, fueron finalmente asignadas a la empresa estatal ArSat. De acuerdo con el anuncio, también realizado en ese entonces por el ministro de Planificación, la empresa estatal debía presentar un plan de negocio en un plazo de 15 días, aunque no se han conocido aún avances desde ese momento.

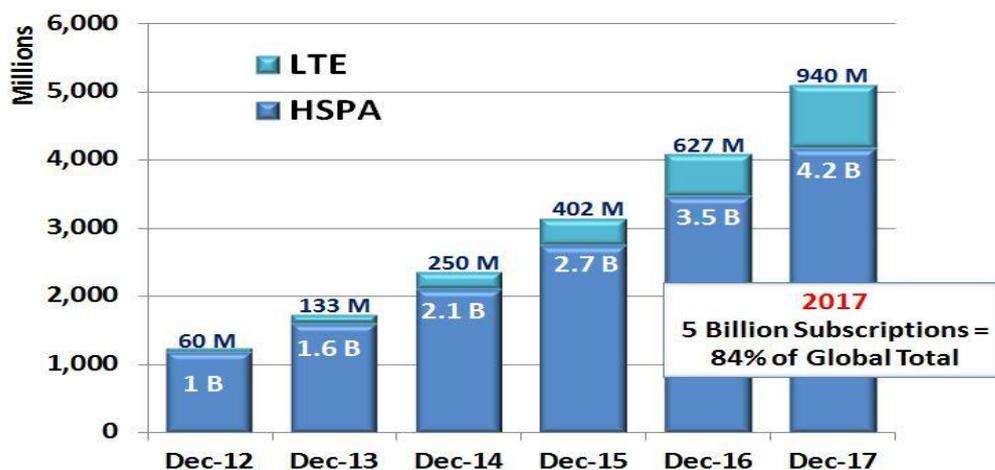
Las palabras de De Vido llegan después de varios meses de silencio por parte del Gobierno en torno a la licitación de nuevas frecuencias. Hace más de dos años que el sector de telecomunicaciones espera la licitación de la banda 1700 – 2100 MHz. Se trata de una banda fundamental para el despliegue de los servicios LTE, dado que el espectro actual de los operadores está ocupado por las redes GSM (2G) y HSPA (3G). Además, la banda de 2,5 GHz está fragmentada geográficamente en Argentina, por lo cual es improbable una licitación en dicha frecuencia, que es la que están utilizando los operadores brasileños para el despliegue de LTE.

Por último, en relación a la subasta de “saldos y retazos” —como se conoce en el sector a las frecuencias en 1900 MHz y 800 MHz devueltas por Movistar— De Vido reiteró que “de haberse adjudicado como estaba planteado, hubiéramos generado un proceso de profundización del monopolio o de asentamiento del monopolio en este tema”. Y agregó que con la participación estatal en telefonía móvil, el servicio va a mejorar “en el cortísimo plazo”, y no sólo “en la calidad de poder llamar sino también con la incorporación del 4G”, dejando claro que ArSat definitivamente incurrirá en LTE.

Thirteen LTE Launches in Latin America & the Caribbean



3GPP Mobile Broadband Growth 2012-2017



Source: Informa Telecoms & Media, Subscription Forecast, November 2012

6 Datasheet de los equipos y equipos varios :



CM Wi-Fi Docsis 3.0 transmite en Norma N



El EchoLife HG8242

Es un terminal de red óptica de interior (ONT) en solución Huawei FTTH. Mediante el uso de la tecnología GPON, se ofrece acceso de banda ultra ancha para el hogar y usuarios SOHO. El HG8242 proporciona dos puertos POTS, cuatro GE / FE auto-adaptación de los puertos Ethernet y un puerto de CATV. Los HG8242 características capacidades de reenvío alto desempeño para asegurar una excelente experiencia con VoIP, Internet y servicios de vídeo de alta definición. Por lo tanto, la HG8242 proporciona una solución de terminal perfecto y el servicio orientado al futuro capacidad de apoyo para el despliegue de FTTH.



Principales características del producto HG8242 GPON Terminal

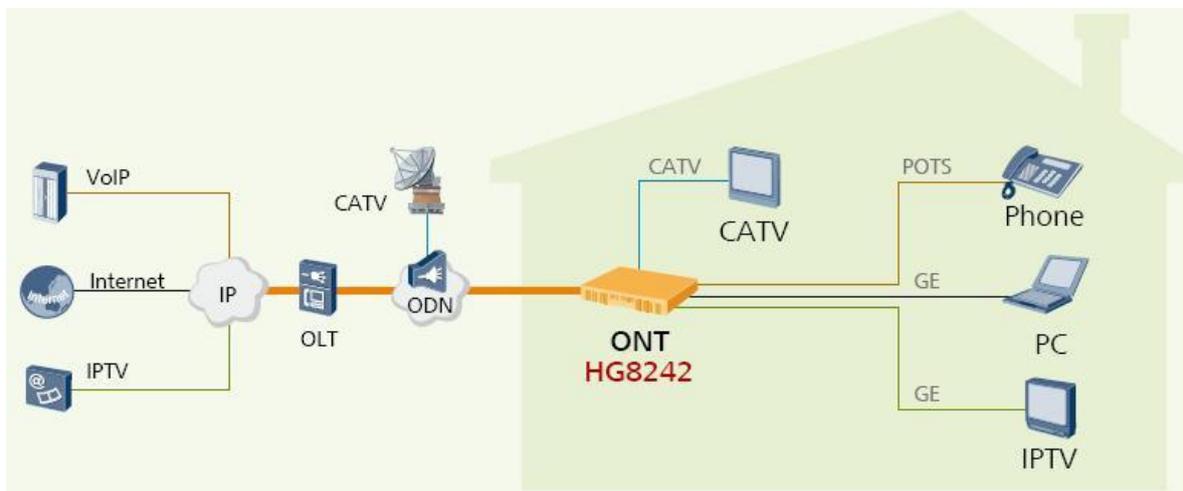
Plug and Play (PnP): Internet, IPTV y servicios de VoIP se puede implementar mediante un clic en el NMS y no se requiere configuración en el sitio.

diagnóstico remoto: fallo remota localización se lleva a cabo mediante la prueba de bucle de la línea de los puertos POTS y llame emulación iniciado por el NMS.

monitoreo y Enlace: detección de vínculos E2E se logra a través de Ethernet OAM 802.1ag.

alta velocidad de transmisión: GE reenvío de velocidad de línea

ahorro de energía: 25% el consumo de energía se ahorra con el sistema altamente integrado en el chipset (SOC) de solución, en la cual, un solo chip integra con los módulos de red PON, de voz, de puerta de enlace y LSW.



Características GPON

- Clase B + módulo óptico
- el modo de autenticación de seguridad : SN, contraseña o SN + contraseña
- Upstream/downstream FEC (aguas arriba / aguas abajo FEC)
- GEM modo de asignación de puertos: VLAN,
- 802.1p, VLAN 802.1p +, IPToS,
- puerto físico, puerto físico + VLAN,
- puerto físico 802,1 p, puerto físico
- + + VLAN 802.1p

Funciones de voz

- SIP y H.248 protocolos
- Media corriente y la corriente de señalización separación .

Características de multidifusión

- IGMP V2 y V3 espionaje.

Función de CATV

- remoto puerto CATV activación / aagado y consulta a distancia de la
- Estado del puerto de CATV

Características Ethernet

- VLAN filterin g and VLAN transmisión transparente.

Funciones de mantenimiento

- La gestión local usando Web y administración remota mediante OMCI
- supervisión de la potencia óptica
- Ethernet OAM 802.1ag
- prueba Loop-line de puertos POTS y llame a la emulación

características de confiabilidad

- Du al systems for software de protección
- protección Tipo B y rogue ONT detección
- respaldo de batería de litio y de reserva, supervisión de la batería

Características de ahorro de energía ecológica.

- dinámico de energía consumption auto ajuste

- con batería de backup, servicios garantizados se pueden seleccionar flexiblemente.

Especificaciones del producto.

- **Dimensiones (W x D x H) :**268 mm x 213 mm x 34 mm
- **Puerto:** 2POTS 4 GE 1 CATV
- **Consumo medio de energía:** 10 W
- **Entorno de funcionamiento:** Temperatura: 0 °C ~ 40 °C; Humedad: 5% a 95%, sin condensación
- **Fuente de alimentación :** Adaptador de entrada: 100-240 V AC, 50-60Hz , Adaptador de salida: 11-14 V DC, 2 A
- **Peso:** Acerca de 800g (incluyendo el adaptador de corriente).

Huawei EA100

Es un Long Term Evolution (LTE) equipo terminal del abonado. Como puerta de entrada inalámbrica, el EA100 puede desplegarse en interiores y se utiliza con eA660. El EA100 ofrece conexión inalámbrica, VoIP y otros servicios de internet.



características:

- El EA100 soporta LTE Release 8, trabajando en una conexión inalámbrica o por cable. El EA100 proporciona las siguientes funciones:
- Servicios de datos
- Voz sobre IP
- Servicios de seguridad
- Mantenimiento y gestión local
- Enrutamiento de datos

Hardware

Especificaciones técnicas de EA100

Categoría	Descripción
Las normas técnicas	LAN: IEEE 802.3/802.3u WLAN: IEEE 802.11b/g/n
Puertos externos	Puerto Ethernet 10/100 Mbit / s (RJ-45) x 4 POST (RJ-11) x 1 Puerto de alimentación x 1 Cambiar agujero
Potencia máxima de transmisión	WLAN: 802.11n: 11 dBm (± 2) 802.11g: dBm 13 (± 2) 802.11b: 15 dBm (± 2)
Consumo de energía	<21 W
Fuente de alimentación	12 V DC
Dimensiones (H x W x D)	230 mm x 160 mm x 40 mm
Peso	<500 g (sin el adaptador de corriente)
Temperatura de trabajo	-5 ° C a 45 ° C

Temperatura de almacenamiento	-40 ° C a 70 ° C
Método de instalación	Colocado horizontalmente o montadas en las paredes

Antena

Artículo	Descripción
Banda	2,4 GHz a 2,483 GHz
Impedancia de entrada	50 ohm
SWR	<2.5
Eficiencia	50%
Potencia	4 W
Polarización	Polarización dual

Software

Artículo	Descripción
Entrada	Soporta Protocolo de resolución de direcciones (ARP)
	Soporta servicio de nombres de dominio (DNS)
	Compatible con Internet Control Message Protocol (ICMP)
	NAT Soporta la traducción de direcciones de red (NAT) y el puerto de dirección de red (NAPT). (Compatible con RFC2663/RFC3022/RFC3027) Soporta identificación del mensaje fragmento de NAT normales Soporta NAT transversal de transferencia de archivos (FTP), Windows Messenger (MSN) y NetMeeting
	DHCP del servidor de estado de dirección IP como el, nombre de host de control de acceso al medio (MAC), la dirección IP, y el resto de arrendamiento DHCP se puede mostrar. Soporta reserva de dirección IP estática

Firewall	<p>Firewall interruptor de dirección MAC LAN filtrado</p> <p>filtrado de direcciones IP</p> <p>filtrado de URL</p> <p>Índice de parámetros de seguridad (SPI), filtrado de la Zona Desmilitarizada (DMZ)</p> <p>El reenvío de puertos de control de acceso de servicio</p>
LAN	<p>Auto-negociación entre los 10 Mbit / s y 100 Mbit / s</p> <p>MDI / MDIX auto-sensing</p> <p>Compatible con IEEE 802.3/802.3u</p>
WLAN	<p>Soporta Service Set Identifier (SSID) de radiodifusión y ocultar.</p> <p>Autenticación:</p> <p>Autenticación de sistema abierto</p> <p>autenticación de clave compartida</p> <p>WEP Encryption utilizando (64 or 128 dígitos)</p> <p>utilizando cifrado WPA-PSK/WPA2-PSK (256 dígitos)</p> <p>TKIP algoritmo de cifrado</p> <p>AES algoritmo de cifrado</p> <p>TKIP y AEC algoritmo de forma sincrónica</p> <p>autenticación de dirección MAC:</p> <p>Hasta 16 direcciones MAC</p> <p>ajuste Ratio:</p> <p>Auto</p> <p>Manual (excepto 802.11n)</p> <p>gestión STA:</p> <p>Limita el número de usuarios (hasta 32 usuarios)</p>

Contenido del paquete

lista de embalaje del EA100

No.	Artículo	Cantidad
EA100	1	Estándar
Adaptador de corriente	1	Opcional

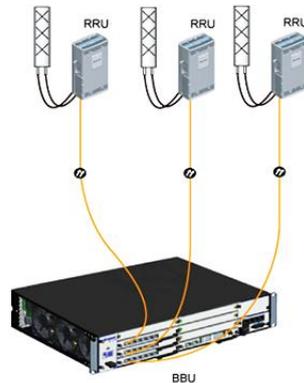
Guía del usuario	1	Estándar
Cable el 1.5M Ethernet	2	Opcional
17cm cable USB	1	Opcional

El EA100 se despliega en interiores y se debe utilizar con la eA660. El EA100 obtiene señales del eA660 mediante un cable de red para ofrecer VoIP, acceso inalámbrico y otros servicios de Internet.

Con un enfoque en el cliente, orientado a la innovación, Huawei lanza una serie de productos en su cartera de productos SingleBTS, incluyendo el distribuida E-UTRAN Nodo B (eNodoB) DBS3900 LTE Dúplex por división de frecuencia (FDD). E-UTRAN es la abreviatura de red de acceso de radio terrestre universal, evolucionado. El DBS3900 LTE FDD (denominado DBS3900 en este documento) utiliza al máximo los recursos Huawei plataforma y una variedad de tecnologías para afrontar los retos del desarrollo de la red móvil.

El eNodoB se utiliza para el acceso de radio en el sistema LTE. El eNodoB realiza principalmente de gestión de recursos de radio (RRM) funciones como la gestión de la interfaz aérea, control de acceso, control de la movilidad, y el equipo de usuario (UE) de la asignación de recursos. Múltiples eNodosB constituir un sistema de E-UTRAN.

El DBS3900 tiene sólo dos tipos de módulos básicos: unidad de banda base (BBU3900) y la unidad de radio remota (RRU), que puede ser configurado con flexibilidad para cumplir los requisitos en diferentes escenarios de uso. Además, el DBS3900 cuenta con un tamaño pequeño, bajo consumo de energía, instalación flexible y fácil implementación del sitio.



Ahorro de energía y favorable al medio ambiente

- Debido a su pequeño tamaño y su diseño modular, amplificadores de potencia (AP) no ocupan mucho espacio en la sala de equipos, y los recursos se guardan con la nueva técnica de ahorro de energía. Las siguientes medidas también ayudan a ahorrar energía:
- Canales de frecuencia de radio (RF) se bloquean y amplificador de voltaje de potencia (PA) se ajusta si la carga de enlace descendente alcanza un umbral preestablecido.
- La fuente de alimentación (PSU) se apaga si el DBS3900 dispone de suficiente potencia. La función de control de temperatura controla la temperatura de la tarjeta. Gabinetes exteriores funcionan en modo de ventilación directa, y el trabajo en el modo RRU disipación de calor natural ..

Instalación flexible

- Instalación flexible del DBS3900 simplifica la adquisición del sitio y logra el despliegue rápido de la red con un bajo costo total de propiedad (TCO). Para reducir la inversión de la instalación, el BBU3900 se puede instalar en una pared interior o en un armario estándar. La RRU puede ser montado en un poste, torre, o muro de hormigón, o cerca del sistema de antena para reducir el coste de los alimentadores y el consumo de energía.

Alta confiabilidad y rendimiento Transmisión Consejo

- Las siguientes funciones se introducen para garantizar una alta seguridad de transmisión y rendimiento alto bordo:
- Soporte para la plataforma SingleBTS Huawei
- Apoyo a la gestión co-de recursos de radio (Co-RRM), gestión de recursos co-transmisión (Co-TRM), la cooperación y la gestión (Co-OAM), y el plan de la red co-radio y optimización de la red de radio (Co-RNP y RNO) Apoyo a backup ruta
- Vías de transmisión se pueden conmutar para proteger los datos de servicios de alta prioridad.
- Apoyo a la copia de seguridad de las juntas importantes y los módulos de potencia
- Apoyo a la copia de seguridad de las juntas importantes y los módulos de potencia

Especificaciones Capacidad

Artículo	Especificación
Rendimiento máximo por celda (20 MHz)	Bajada de rendimiento en la capa de control de acceso al medio (MAC): 150 Mbit / s (2 x 2 MIMO) de enlace ascendente rendimiento en la capa MAC: 70 Mbit / s (2 x 2 MU-MIMO o 2 x 4 MU-MIMO)
Rendimiento máximo por eNodoB	De enlace ascendente y de enlace descendente rendimiento en la capa MAC: 1.500 Mbit / s
Número máximo de UEs en modo RRC_CONECTADO por eNodoB	1,4 MHz: 3024 UEs 3 MHz: 6480 UEs 5 MHz/10 MHz/15 MHz/20 MHz: 10800 UEs
El número máximo de datos concurrentes portadoras de radio (DRB) por UE	8

BBU3900

Puertos de transmisión

Tablero	Especificaciones
---------	------------------

UMPT	Un puerto eléctrica FE / GE, un puerto óptico FE / GE
------	---

Entrada de energía

Artículo	Especificaciones
Potencia de entrada	-48 V CC (gama de tensión: CC 38.4V a 57V DC)

Especificaciones físicas

Artículo	Especificaciones
Dimensiones (alto x ancho x profundidad)	86 mm x 442 mm x 310 mm (3,46 pulgadas x 17,40 cm x 12,20 cm)
Peso	≤ 12 kg (26,46 libras) (en configuración completa)

Especificaciones ambientales

Artículo	Especificaciones
Temperatura de trabajo	-20 ° C a +50 ° C (-4 ° F a 122 ° F) (largo plazo) 50 ° C a 55 ° C (122 ° F a 131 ° F) (corto plazo)
Humedad relativa del aire	5% RH a 95% RH
Protección de ingreso (IP)	IP20
La presión atmosférica	70 kPa a 106 kPa

RRU

RRU	Banda de frecuencias (MHz)	RX Banda de frecuencia (MHz)	TX Banda de frecuencia (MHz)	Ancho de banda (MHz)	Potencia de transmisión total (W)	Capacidad	Especificaciones
RRU3201	700 (banda 13)	777 ~ 787	746 ~ 756	5/10	2 × 40	soporta una compañía aérea	Dimensiones: 485mm × 285mm × 170mm (23.5L, con la caja) Peso: ≤ 19 kg (con la caja)
	2600 (banda 7)	2500 ~ 2570 Banda C: 2500 ~ 2520 Banda D: 2510 ~ 2560 Banda E: 2.550 ~ 2.570	2620 ~ 2690 Banda C: 2620 ~ 2640 Banda D: 2630 ~ 2680 Banda E: 2.670 ~ 2.690	5/10 / 15/20	2 × 40		
RRU 3203	700 (banda 12)	698 ~ 716	728 ~ 746	1,4 / 3 / 5/10/15	2 × 40	soporta una compañía aérea	Dimensiones: 485mm × 381mm × 170mm (31.4L, con la caja) Peso: ≤ 15 kg (con la caja)

RRU3220	DD 800 (banda 20)	832 ~ 847 842 ~ 862	791 ~ 806 801 ~ 821	5/10 / 15/20	2 × 40	Soporta un portador	Dimensiones: 400 mm × 240 mm × 160 mm (15L, con la caja) Peso: ≤ 15 kg (con la caja)
---------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	-----------------	--------	---------------------------	---

El Core System Network Enterprise 600 (eCNS600) es desarrollado por Huawei para la empresa Evolved Packet Core (EPC), y se aplica solamente a la Long Term Evolution (LTE) / System Architecture Arquitectura Evolution (SAE). Integra las funciones de gestión de abonado del SAE-HSS, las funciones de la entidad de gestión de movilidad (MME) y el Portal de Servicio (S-GW) / PDN Gateway (P-GW) y Políticas y de carga Función Reglamento (PCRF) funciones. El eCNS600 sea operado y mantenido de manera centralizada.



Alta integración

El eCNS600 integra las funciones de gestión de autenticación de la SAE-HSS, las funciones MME, y las funciones S-GW/P-GW. Instalado en un bastidor básico, el eCNS600 implementa las funciones de EPC y tiene las siguientes características:

- De gran capacidad
- Soporta 20.000 UEs y la transmisión de datos de gran tamaño
- Soporta 20.000 UEs y la transmisión de datos de gran tamaño
- Integra múltiples elementos de red lógicas de la EPC, simplifica la red y el mantenimiento, reduce los costos y permite una fácil implementación.
- Bajo consumo de energía
- Reduce los costes de mantenimiento debido a que el consumo de energía es de 900 W para un eCNS600 desplegado en modo single-board

Advanced Platform ATCA

- ATCA es un estándar de hardware. Es el nombre de la arquitectura estándar de la plataforma de hardware en lugar del nombre de un producto específico.
- El eCNS600 utiliza la arquitectura de estándares abiertos Telecom (OSTA 2.0) de la plataforma de Huawei, que es un sistema de servidores con alta densidad y alto rendimiento basados en la arquitectura estándar ATCA. El eCNS600 puede proporcionar datos fiables para aplicaciones de servicios de telecomunicaciones de grado carrier de procesamiento:
- Alta tasa: el intercambio de ancho de banda dentro de la sub-bastidor de datos puede llegar a 2,5 Tbit / s.
- Alta fiabilidad: la fiabilidad del sistema llega a 99,999%.
- Alta escalabilidad: admite la adición de las interfaces en el tablero de ATCA y en cascada entre bastidores
- Fácil de actualizar
- Gestión eficiente: se puede administrar cualquier parte del sistema.

Alta Confiabilidad

- Copia de seguridad de datos importantes: la fiabilidad del sistema alcanza el 99,999%.
- Operación de seguridad management: Diferentes privilegios de administración se asignan a los diferentes usuarios. Durante el inicio de sesión del usuario, el eCNS600 comprueba la identidad del usuario.
- Diseño de la redundancia de hardware
- Prevención de fallos
- El eCNS600 proporciona mecanismos de protección para evitar los siguientes errores del sistema:
 - Apagado del sistema
 - Mal funcionamiento del interruptor de alimentación del sistema
 - Oleada de relámpagos en la alimentación del sistema
 - Alta tensión y baja tensión
 - Corto circuito de la fuente de alimentación
 - Corriente de sobretensión y de alta tensión en la fuente de alimentación y las interfaces
- Sistema de control de sobrecarga
- Bloqueo y desbloqueo de la Junta, el bloqueo y desbloqueo de proceso

Alta confiabilidad: El DBS3900 ofrece varios puertos de transmisión para el transporte de protocolo de Internet (IP). Calidad múltiple de los mecanismos de servicio (QoS) se aplicó para proporcionar alta capacidad, implementar servicios diferenciados, y cumplir con los requisitos de calidad de servicio.

Interfaces físicas

Interfaces	Características físicas	Protocolo	Número máximo de puertos
S1	GE	IP / MAC	4
	10GE	IP / MAC	Del 1 al 2 (Se puede configurar)
O & M	FE	IP	2
SGi	GE	IP / MAC	4
	10GE	IP / MAC	Del 1 al 2 (Se puede configurar)

Parámetros de Ingeniería

Entrada de energía y consumo de energía típico

Parámetro	Valor
Entrada de energía	-40 V a -57 V DC
Consumo de energía	<1300 W

Dimensiones y peso de un gabinete

Parámetro	Valor
Gabinete Dimensiones (H x W x D)	2200 mm x 600 mm x 800 mm
Peso del gabinete	100 kg (con el gabinete vacío), <400 kg (con configuración completa)

El ruido de un eCNS600

Parámetro	Valor
Ruido (potencia acústica)	≤ 72 dBA a 23 ° C (con configuración completa)

Entorno de funcionamiento

Requisitos para la temperatura y la humedad

Temperatura		Humedad Relativa	
Operación a Largo Plazo	Operación a Corto Plazo	Operación a Largo Plazo	Operación a Corto Plazo
0 °C a 45 °C	-5 °C a 55 °C	5% a 85%	5% a 95%

NOTA La temperatura y la humedad del ECNS600 se miden 1,5 metros sobre el suelo y 0,4 metros de distancia de la parte frontal del bastidor, sin comisiones de protección, tanto en la parte delantera y la parte trasera del rack.

comprende el funcionamiento a corto plazo que el trabajo continuo horas no exceden las 48 horas o el total de días de trabajo al año sea superior a 15 días.

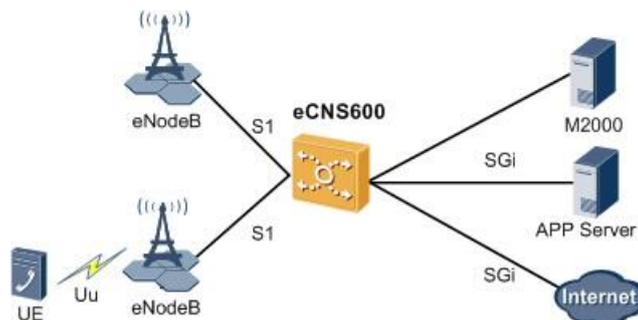
Otros requisitos climáticos

Artículo	Alcance
Altitud	≤ 4000 m
La presión atmosférica	70 kPa a 106 kPa
Tasa de cambio de la temperatura	≤ 5 °C / min
La radiación solar	≤ 700 W / m ²
Radiación de calor	≤ 600 W / m ²
Velocidad del viento	≤ 1 m / s
Grado del IP	IP50

Parámetros de fiabilidad

Nombre	Valor
La disponibilidad del sistema en una configuración típica	≥ 99,999%
Tiempo medio entre fallos (MTBF)	≥ 300.000 horas
El tiempo medio de reparación (MTTR)	≤ 60 minutos
Mecanismo de copia de seguridad de redundancia	1 1 copia de seguridad

eCNS600 desplegados en una red empresarial



El Huawei eA660 es un Long Term Evolution (LTE) equipo en las instalaciones del cliente (CPE). Como puerta de entrada inalámbrica, el eA660 se puede implementar al aire libre para ofrecer servicios como la recogida de datos y video vigilancia.



Características:

- El eA660 se desarrolla sobre la base de la plataforma de desarrollo de software (SDP). Soporta personalización LTE y rápido.
- Compatible con 1.8 GHz, Duplex redes por división de tiempo (TDD LTE 5.0G) 2,3 GHz, 3.7G y, soporta la personalización de diferentes bandas de frecuencia
- Servicios de datos de alta velocidad
- Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) y traducción de direcciones de red (NAT), que proporciona el servicio de enrutamiento de alta velocidad
- Las funciones de firewall
- Utilidad de configuración basada en web que tiene una interfaz de usuario intuitiva
- Gestión de dispositivos que soporta TR-069
- Indicadores LED intuitivos, para facilitar la identificación del estado del dispositivo
- Antenas de alta ganancia que mejoran el rendimiento del producto y hacer que el dispositivo sea fácil de llevar; también compatible con antenas externas
- Protección contra sobretensiones
- Capacidades anti-shock que cumplen con la IEC61373 (ferrocarril) y los estándares MIL-STD-810F (EE.UU. militares)
- Protección de Shell que cumpla con el estándar IP67

Hardware

Especificaciones técnicas de eA660

Categoría	Descripción
Las normas técnicas	WAN: LTE R8 LAN: IEEE 802.3/802.3u
Puertos externos	Puerto Ethernet 10/100 Mbit / s (RJ-45) 1 x puerto de antena (N hembra) x 2 SIM ranura para tarjeta x 1
Potencia máxima de transmisión	LTE: 23 dBm (± 2)
Consumo de energía	<21 W
Fuente de alimentación	Alimentación a través de (PoE), fuente de alimentación Ethernet
Dimensiones (H x W x D)	280 mm x 250 mm x 80 mm
Grado impermeable ya prueba de polvo	IP67
Peso	≤ 2.000 g (sin adaptador de corriente)
Temperatura de trabajo	-40 ° C a 65 ° C
Temperatura de almacenamiento	-40 ° C a 70 ° C
Humedad relativa del aire	5% RH a 95% RH
Método de instalación	Montado en postes o paredes

Antena

Artículo	eA660-118	eA660-123	eA660-137	eA660-150
Banda	1785 MHz a 1805 MHz	2300 MHz a 2400 MHz LTE banda 40	3600 MHz a 3800 MHz LTE banda 43	4900 MHz a 5900 MHz
Impedancia de	50 ohm	50 ohm	50 ohm	50 ohm

entrada				
SWR	<2	<2	<2	<2
Ganar	11 dBi	13 dBi	16 dBi	17 (\pm 1) dBi
Polarización	Polarización dual	Polarización dual	Polarización dual	Polarización dual
Diagrama de radiación	Antena direccional	Antena direccional	Antena direccional	Antena direccional

Software

Artículo	Descripción
Entrada	Soporta Protocolo de resolución de direcciones (ARP)
	Soporta servicio de nombres de dominio (DNS)
	Compatible con Internet Control Message Protocol (ICMP)
	NAT Soporta la traducción de direcciones de red (NAT) y el puerto de dirección de red (NAPT). (Compatible con RFC2663/RFC3022/RFC3027) Soporta identificación del mensaje fragmento de NAT normales Soporta NAT transversal de transferencia de archivos (FTP), Windows Messenger (MSN) y NetMeeting
	DHCP del servidor de estado de dirección IP como el, nombre de host de control de acceso al medio (MAC), la dirección IP, y el resto de arrendamiento DHCP se puede mostrar. Soporta reserva de dirección IP estática
Firewall	Firewall interruptor de dirección MAC LAN filtrado filtrado de direcciones IP

	<p>filtrado de URL</p> <p>Índice de parámetros de seguridad (SPI), filtrado de la Zona Desmilitarizada (DMZ)</p> <p>El reenvío de puertos</p> <p>de control de acceso de servicio</p>
LAN	<p>Auto-negociación entre los 10 Mbit / s y 100 Mbit / s</p> <p>MDI / MDIX auto-sensing</p> <p>Compatible con IEEE 802.3/802.3u</p>
WLAN	<p>Soporta Service Set Identifier (SSID) de radiodifusión y ocultar.</p> <p>Autenticación:</p> <p>Autenticación de sistema abierto</p> <p>autenticación de clave compartida</p> <p>WEP Encryption utilizando (64 or 128 dígitos)</p> <p>utilizando cifrado WPA-PSK/WPA2-PSK (256 dígitos)</p> <p>TKIP algoritmo de cifrado</p> <p>AES algoritmo de cifrado</p> <p>TKIP y AEC algoritmo de forma sincrónica</p> <p>autenticación de dirección MAC:</p> <p>Hasta 16 direcciones MAC</p> <p>ajuste Ratio:</p> <p>Auto</p> <p>Manual (excepto 802.11n)</p> <p>gestión STA:</p> <p>Limita el número de usuarios (hasta 32 usuarios)</p>

LTE HUAWEI eH811

(eH811 para abreviar) es un Huawei desarrolló de gama media de teléfonos inteligentes de gama alta para los clientes de la industria. En base a la configuración de hardware de gran alcance y sistema Android 4.0 (Ice Cream Sandwich), este terminal cuenta con un excelente rendimiento.



- Características
- Trunking de voz: aplicable a escenarios como el aeropuerto y la programación de trenes
- Recinto altamente protectora: cumple con la norma IP67. Puede aguantar entornos exteriores hostiles
- High huelga y el nivel de resistencia de la gota: cumple con la norma MIL-STD 810 D / E / F standard
- LTE, gran ancho de banda, y una plataforma inteligente abierta: soporta varias aplicaciones de terceros, tales como la programación de tareas, asignación y presentación
- Videovigilancia: Contenido bajo vigilancia se puede ver en el teléfono. El eH811 puede funcionar como una cámara de vigilancia de vídeo después de ser actualizado. (UC & C de vigilancia RF)
- Dispositivo de posicionamiento y seguimiento: El uso de los servidores de GPS, la estación de programación puede localizar la posición actual del eH811 y realizar un seguimiento de su movimiento
- Android 4.0 (Ice Cream Sandwich)
- Dual-core 1.5 GHz CPU TI OMAP4460 + IMC XMM6260
- Transistor de película delgada de 4.5 pulgadas (TFT) In-Plane Switching (IPS), pantalla táctil de soporte multi-touch y auto rotación
- GB RAM + 4 GB ROM 1
- Wi-Fi 802.11b/g/n. También funciona como una red Wi-Fi hotspot móvil
- 8 MP cámara posterior + cámara frontal de 1,3 MP

Hardware

Artículo	Parámetro	Descripción
Frecuencia	LTE TDD	1,8 GHz (1785MHz ~ 1805MHz)
Mostrar	Mostrar	Tamaño: 4,5 pulgadas Tipo: TFT IPS pantalla táctil Resolución: 1280 x 720 píxeles
Especificación	Tipo	De tipo barra
	Dimensiones (H x W x D)	146 mm x 72 mm x 21 mm
	Peso	300 g (con la batería)
	Batería	Tipo: Li-ion Capacidad: 2600 mAh (fino) / 5200 mAh (espesor)
Almacenamiento	La capacidad de almacenamiento	ROM: 4 GB RAM: 1 GB
	Espacio de almacenamiento extendido	tarjeta microSD (hasta 32 GB)
	Procesador	TI OMAP4460 1.5 G + LTE MODEM
Medio ambiente	Temperatura	Temperatura de funcionamiento: -20 ° C a +55 ° C Temperatura de almacenamiento: -40 ° C a +70 ° C
	Humedad de funcionamiento	5% a 95% de humedad relativa
Función	Cámara	Cámara trasera: 8 MP AF Full HD cámara frontal: 1.3 MP HD
	Radio	Radio incorporada
	Bluetooth	Apoyar
	Wi-Fi	Apoyar

	GPS	Apoyar
	USB	USB 2.0 480 Mbit / s
	Sensor	Acelerómetro Sensor de luz Sensor de inclinación Sensor de proximidad

El iManager M2000 gestiona centralmente Huawei elementos de la red móvil (NE), incluyendo LTE / EPC NE. La M2000 proporciona funciones básicas tales como la gestión de configuración, gestión del rendimiento, gestión de fallos, gestión de seguridad, gestión de registros, gestión de topología, software de gestión y administración del sistema. También proporciona diversas funciones opcionales. Base en la plataforma de hardware 2CPU IBM x3650 M3, el diseño en miniatura es más conveniente para el cliente de la industria. La M2000 proporciona (OM) funciones para la solución de gestión de elementos móviles Huawei operación y mantenimiento centralizado. El M2000 adopta un diseño modular que permite a los módulos se comuniquen entre sí a través del bus CORBA. El M2000 ofrece mediaciones para la conexión de los distintos tipos de elementos de red.



Estructura abierta permite Evolution Smooth

- La M2000 es una solución a prueba de futuro para la gestión de las redes móviles. Se proporciona una plataforma de gestión de red centralizada para apoyar a los usuarios en su evolución de la red a largo plazo y la protección contra las diferencias entre diversas tecnologías de red. El M2000 se enfoca en los esfuerzos continuos de los usuarios hacia la red más OM y conserva la O & M de experiencia en sistemas de gestión de red anteriores.
- El software del servidor M2000 consiste en el software principal versión y software mediación. El software de la versión principal implementa las funciones del sistema, y el software de mediación se utiliza para la adaptación de diferentes interfaces NE. El M2000

puede manejar nuevos elementos de red después de instalar el software de la mediación correspondiente. El M2000 adopta una estructura abierta para que pueda administrar red de radio LTE y dispositivos de red de núcleo. Además, la M2000 puede evolucionar en consecuencia cuando la red evoluciona.

Reducir OPEX

- La plataforma de mantenimiento mejora iSStar permite a los ingenieros de operación y mantenimiento para personalizar el proceso de servicio de los programas de edición. Con él, el M2000 puede manejar automáticamente las tareas de operación y mantenimiento en lotes.
- Además, la M2000 ofrece una serie de funciones destacadas, incluyendo verificación de la red de salud, a distancia y la actualización por lotes de elementos de red, la planificación automática de la estación base, la estación base remota puesta en marcha, paneles de dispositivos, y la alarma del modo de mantenimiento.
- Estas funciones facilitan en gran medida la operación y mantenimiento y por lo tanto reducir el costo total de operación (TCO).

Capacidad de gestión

Plataforma de hardware	Capacidad de gestión (número de elementos de red equivalente)
2 CPU IBM x3650 M3	≤ 50

Especificaciones mecánicas

Artículo	Especificación
Fuente de alimentación	48V ~ 60V DC
Dimensiones	85,5 mm (H) x 443.6mm (W) x 705mm (D)
Peso	<29.03kg

Configuración del servidor	MTBF (horas)	Tiempo Si no media anual (horas)	Disponibilidad
2 CPU IBM x3650 M3	114509	0.49932	0.999943

Entorno de funcionamiento

Los requerimientos de temperatura y humedad para el funcionamiento de la M2000

Temperatura	Humedad Relativa
10 ° C (41 ° F) a 35 ° C (95 ° F)	20% a 80%

NOTA

Los valores se miden 1,5 metros sobre el suelo y 0,4 metros en frente del equipo, sin paneles de protección frente o detrás de la cabina.

Funcionamiento seguro se refiere a un funcionamiento continuo durante un máximo de 48 horas o de operación de no más de 15 días acumulado en un año.

El eLTE2.0 UGW9811, desarrollado por Huawei, está diseñado para su uso en el sistema de núcleo de paquetes evolucionado (EPC) solamente. En este documento, el eLTE2.0 UGW9811 se abrevia como el UGW9811. El UGW9811 combina las funciones de una puerta de enlace de servicio (S-GW) y una pasarela PDN (P-GW).



UGW9811

Características:

Plataforma de clase portadora

La plataforma de hardware proporciona un gran caudal de datos y la plataforma de software integra las tecnologías de telecomunicaciones inalámbricas y tecnologías de comunicaciones de datos.

La plataforma de hardware del UGW9811 es Huawei universal Switching Router (USR). La USR es un dispositivo de conmutación de red de clase portadora que se ajusta a los estándares de la industria. El software de la UGW9811 se desarrolla sobre la base de Huawei versátil plataforma de enrutamiento (VRP) y se integra la tecnología de encaminamiento de la VRP, la calidad del IP de la tecnología de servicio (QoS), la tecnología de red privada virtual (VPN), y la tecnología de la seguridad en las comunicaciones de datos. Además, el software proporciona funciones mejoradas relacionadas con las aplicaciones en las telecomunicaciones inalámbricas.

El UGW9811 proporciona una solución flexible a las comunicaciones de datos inalámbricos para operadores de red debido a que la plataforma de hardware de la USR proporciona alta fiabilidad y gran rendimiento de datos y la plataforma de software se integra perfectamente las tecnologías de telecomunicaciones inalámbricas y tecnologías de comunicaciones de datos.

Alta Confiabilidad

Con el fin de garantizar la disponibilidad del UGW9811, confiabilidad de hardware, software y redes son todos los puntos focales cuando el UGW9811 está diseñado.

- **Fiabilidad Hardware**

La UGW9811 adopta los procesadores de red líderes en la industria. Las tablas primarias son intercambiables en caliente y proporcionan la función de copia de seguridad en caliente. El

UGW9811 utiliza un sistema de suministro de doble poder y tiene protección contra sobretensión y sobrecorriente.

- **Fiabilidad Software**

El UGW9811 proporciona diversas funciones para garantizar la fiabilidad del software, tales como control de sobrecarga, control de tráfico, control de los recursos, la detección automática de errores, registro de carga caché de datos (CDR), y la aplicación de parches en caliente.

- **Fiabilidad Networking**

El UGW9811 proporciona copia de seguridad de ruta y los modos de reparto de carga de ruta y la función de interfaz Eth-tronco para evitar efectos adversos de los fallos de nodo único o de interfaz única y garantizar una alta fiabilidad de la red.

Alta Seguridad

Además de la fiabilidad, los transportistas y los suscriptores también están preocupados por la seguridad. El UGW9811 adopta las siguientes medidas para salvaguardar sus beneficios:

- Verificación de la identidad del operador
- Dos modos de autenticación: Protocolo de autenticación de contraseña (PAP) y el Protocolo de autenticación de desafío mutuo (CHAP)
- Filtrado de paquetes y lista (ACL) del mecanismo de control de acceso para el filtrado de paquetes basado en las condiciones preestablecidas
- SGi interfaz de redirección para prevenir los ataques de paquetes entre los UE en el mismo UGW9811
- IPSec para proporcionar paquetes IP con la seguridad de alta calidad, interoperables y de criptografía.

Fotos de estación base donde se experimento pruebas de señales:

