



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA

**“Diseño de una red de acceso con tecnología VDSL2 para el
mejoramiento e implementación de servicio Triple Play para el Edificio
Palermo”**

**TRABAJO DE GRADUACION PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO ELECTRONICO**

AUTOR

WILSON FERNANDO CANTOS FLORES

DIRECTOR

EDGAR RODRIGO PAUTA ASTUDILLO

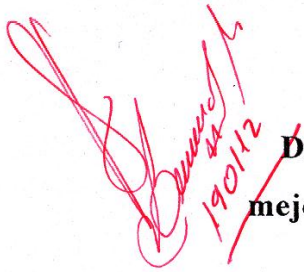
CUENCA – ECUADOR

2012

AGRADECIMIENTO

A mi esposa Fernanda, que con su amor y apoyo siempre estuvo brindándome la fuerza necesaria para culminar esta fase tan importante, a mis padres Wilson y Enith, porque creyeron en mi, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos complicados de mi carrera, a mi Hermana Viviana por su ayuda constante en momentos difíciles. Espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo.

De manera especial al director de esta tesis Ing. Edgar Pauta A., quien supo brindarme la ayuda necesaria para culminar de manera satisfactoria este trabajo final.



**Diseño de una red de acceso con tecnología VDSL2 para el
mejoramiento e implementación de servicio Triple Play para el
Edificio Palermo**

RESUMEN

Para la elaboración del presupuesto referencial del edificio Palermo fue necesario establecer su ocupación actual, la descripción de las tecnologías FTTB y VDSL2, y el diseño de la red de acceso con tecnología GPON. Se indica su importancia, servicios, capacidad, y las tendencias actuales en lo referente a redes de acceso con elementos pasivos. Se incluye una descripción de los principales aspectos relacionados de una u otra manera con estas tecnologías, así como los conceptos más importantes que se relacionan con ellas. Todas estas características antes mencionadas se traducen en mayor fiabilidad y por supuesto mayor eficiencia de servicios.

Palabras Clave

Fibra óptica, multiplexación, divisor óptico, terminales, presupuesto referencial.


Cantos Flores Wilson Fernando


Pauta Astudillo Edgar Rodrigo

*Revised by
19/01/12*

**Design of an access network with VDSL2 technology for the
improvement and implementation of Triple Play service for the
Palermo building.**

ABSTRACT

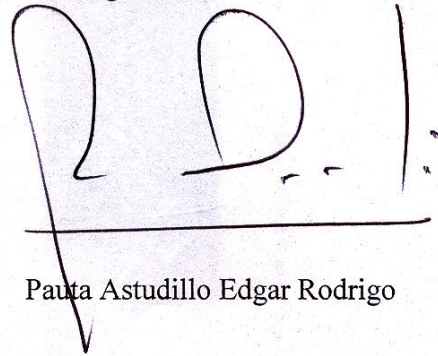
For reference budgeting Palermo building was necessary to establish its current occupation, description of FTTB and VDSL2 technologies, and the design of the access network with GPON technology. It indicates its importance, services, capacity, and current trends regarding access networks with passive elements. A description of the main aspects related one way or another with these technologies, as well as the most important concepts that relate to them. All these features mentioned above translate into greater reliability and of course more efficient services.

Key Words

Optical Fiber, multiplexing, optical splitter, terminals, budget reference.



Cantos Flores Wilson Fernando



Paula Astudillo Edgar Rodrigo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice de Contenidos.....	v
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
Lista de Acrónimos.....	ix

Introducción.....	1
-------------------	---

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN A TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

1.1 Tecnología PON: Redes de Fibra Óptica ITU-T .983.....	3
1.1.1 Descripción de las Topologías PON.....	5
1.1.2 Arquitectura PON.....	7
1.1.2.1 APON.....	7
1.1.2.2 ETHERNET PON (EPON)	9
1.1.3 GIGABIT PON (GPON)	11
1.2 Arquitectura FTTB.....	12
1.2.1 Soporte técnico.....	13
1.2.2 Beneficios	13
1.3 MDU XDSL.....	14
1.4 VDSL2.....	15
1.4.1 Despliegue de la tecnología VDSL2 en el mundo.....	16
1.5 Estándar	17

CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA RED DE ACCESO Y DISEÑO DE LA RED INTERNA.

2.1 Introducción.....	19
-----------------------	----

2.2 Diseño de la red de acceso.	20
2.2.1 Topología física de la red de acceso	20
2.2.2 Tipo de fibra óptica	21
2.2.2.1 Fibra Multimodo.....	21
2.2.2.2 Fibra Monomodo.....	23
2.2.3 Tipo de tendido.....	24
2.2.3.1 Tendido de fibra óptica subterránea para la red de acceso.....	24
2.2.3.2 Tendido de fibra óptica aérea para la red de acceso.....	25
2.2.4 Equipos y elementos que conforman la red de acceso.....	26

CAPITULO 3: ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO REFERENCIAL.

3.1 Descripción de la Edificación.....	35
3.2 Presupuesto de equipos.....	36
3.3 Presupuesto de materiales.....	38
3.4 Análisis de cantidad necesaria de fibra óptica.....	39
3.5 Fusiones de fibra óptica.....	41
3.6 Resumen presupuesto referencial.....	41

CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	44
BIBLIOGRAFÍA.....	45

INDICE DE TABLAS

3.1 Descripción de la edificación.....	35
3.2 Descripción de la ocupación actual de pares.....	36
3.3 Presupuesto de equipos.....	37
3.4 Longitud necesaria de fibra.....	39
3.5 Costo de fibra.....	40
3.6 Presupuesto de materiales.....	40
3.7 Presupuesto de materiales para fijar dentro de la cámara de paso.....	41
3.8 Presupuesto de mano de obra de fusiones.....	41
3.9 Presupuesto referencial general.....	42

INDICE DE FIGURAS

1.1 Redes PON elementos Pasivos/Activos.....	4
1.2 FTTx fibra hasta el abonado.....	4
1.3 Descripción de la topología PON.....	5
1.4 Descripción de la topología APON.....	8
1.5 Descripción de la topología EPON.....	9
1.6 Descripción de la fibra hasta el edificio.....	14
1.7 Estándares.....	18
2.1 Vista frontal del edificio Palermo.....	19
2.2 Topología en estrella.....	21
2.3 Fibra multimodo.....	23
2.4 Vista satelital de la ubicación de la central y el edificio.....	25
2.5 Tendido de fibra Aérea.....	25
2.6 Conector FC.....	28
2.7 Conector LC.....	29
2.8 Conector SC.....	29
2.9 Conector MU.....	30
2.10 Conector MTJR.....	30
2.11 Pach Cord.....	31
2.12 Rack.....	32
2.13 Modem VDSL2.....	33
2.14 Splitter 1/32.....	34
3.1 Diagrama de Equipos.....	38
3.2 Recorrido de fibra óptica.....	39

LISTA DE ACRÓNIMOS

ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i> - Línea digital asimétrica de abonado.
ADSL2	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line 2</i> - Línea digital asimétrica de abonado 2.
ADSL2+	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line 2 Plus</i> - Línea digital de abonado asimétrica 2 plus.
APON	ATM PON.
AWG	<i>American Wire Gauge</i> - Calibre de alambre estadounidense
BPON	<i>Broadband</i> PON.
CNT	Corporación Nacional de Telecomunicaciones.
CONARTEL	Consejo Nacional de Radio y Televisión.
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones.
CWDM	<i>Coarse Wavelength Division Multiplexing</i> - Multiplexación por división de longitud de onda gruesa.
dB	Decibelios.
DSLAM	<i>Digital Subscriber Line Access Multiplexer</i> - Multiplexor digital de acceso a la línea de abonado.
EPON	Ethernet PON.
FDD	<i>Frequency Division Duplex</i> - <i>Duplexación por división de frecuencias.</i>
FDM	<i>Frequency Division Multiplexing</i> - Multiplexación por división de frecuencia.
FTP	<i>Foiled Twisted Pair</i> - Par trenzado apantallado.
FTTB	<i>Fiber To The Building</i> - Fibra hasta el edificio.
FTTC	<i>Fiber To The Curb</i> - Fibra hasta la acera.
FTTCab	<i>Fiber To The Cabinet</i> - Fibra hasta el gabinete.
FTTH	<i>Fiber To The Home</i> - Fibra hasta el hogar.
FTTN	<i>Fiber To The Neighborhood</i> - Fibra hasta el vecindario.
Gbps	Giga bits por segundo.
GPON	Gigabit PON.

HDSL	<i>High Bit Rate Digital Subscriber Line</i> - Línea digital de abonado de alta velocidad.
HDTV	<i>High Definition Television</i> - Televisión de alta definición.
ISDL	<i>ISDN Digital Subscriber Line</i> - Línea digital de abonado ISDN.
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> - Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
IP	<i>Internet Protocol</i> - Protocolo de Internet.
ISDN	<i>Integral Services Digital Network</i> - Red digital de servicios integrados.
ISP	<i>Internet Service Provider</i> - Proveedor de servicios de Internet.
ITU	<i>International Telecommunications Union</i> - Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
Mbps	Mega bits por segundo.
OLT	<i>Optical Line Terminal</i> - Terminal de línea óptica.
ONT	<i>Optical Network Terminal</i> - Terminal de red óptica.
ONU	<i>Optical Network Unit</i> - Unidad de red óptica.
PON	<i>Passive Optical Network</i> - Red óptica pasiva.
PPM	<i>Pulse Position Modulation</i> - Modulación de posición del pulso.
PSTN	<i>Public Switched Telephone Network</i> - Red telefónica pública conmutada.
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i> - Modulación de ancho de pulso.
SDSL	<i>Symmetric Digital Subscriber Line</i> - Línea digital de abonado simétrica.
SENATEL	Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.
SMS	<i>Subscriber Management System</i> - Sistema de administración de subscriptor.
STP	<i>Shield Twisted Pair</i> - Par trenzado blindado.
SUPERTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones.
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i> - Multiplexación por división de tiempo.
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i> - Acceso múltiple por división de tiempo.
TDM-PON	<i>Time Division Multiplexing</i> - Multiplexación por división de tiempo PON.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i> - Suministro de energía ininterrumpida.

UTP	<i>Unshield Twisted Pair</i> - Par trenzado no blindado.
VDSL	<i>Very High Bit Rate Digital Subscriber Line</i> - Línea digital de abonado de muy alta velocidad.
VDSL2	<i>Very High Bit Rate Digital Subscriber Line 2</i> - Línea digital de abonado de muy alta velocidad 2.
WDM	<i>Wavelength Division Multiplexing</i> - Multiplexación por división de longitud de onda.
xDSL	<i>x Digital Subscriber Line</i> - Tecnologías de línea digital de abonado.

Cantos Flores Wilson Fernando

Trabajo de graduación

Pauta Astudillo Edgar Rodrigo

Enero 2012

DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO CON TECNOLOGÍA VDSL2 PARA EL MEJORAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIO TRIPLE PLAY PARA EL EDIFICIO PALERMO

INTRODUCCIÓN

El presente diseño propone la utilización de la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit, FTTB fibra hasta el edificio) para la red de acceso y la conversión a VDSL2 (línea digital de abonado de muy alta velocidad 2) a través del uso de un MDU (Unidad de Alojamiento Múltiple).

Se realiza una descripción de los principales aspectos relacionados, con las tecnologías GPON, VDSL2 así como los conceptos más importantes que se relacionan con ellas, estableciendo todos los parámetros necesarios, para poner en funcionamiento una red de datos que integre servicios.

La red de acceso debe dimensionarse para satisfacer la demanda de los usuarios y, ser flexible a modificaciones en cuanto a los servicios que se puedan prestar, es decir la capacidad de la red debe ser mucho mayor a la demanda actual. La tecnología a utilizarse, y la arquitectura de la red interna que se propone para el edificio abre la posibilidad del manejo de varios servicios. Como parte de los resultados del estudio, se pretende proyectar un costo referencial de la red interna, sin tomar en cuenta la Red de acceso.

Es necesario tener presente la normativa Ecuatoriana con relación a este tipo de redes de acceso y también los principales entes regulatorios de las telecomunicaciones en el país,

así como la regulación sobre homologación de equipos, todo esto bajo el punto de vista normativo vigente en el Ecuador. Las conclusiones y recomendaciones del presente diseño deberían ser consideradas para el desarrollo de proyectos o diseños relacionados con las tecnologías antes mencionadas. Sería grato que este trabajo sirva en lo posterior como referencia para proyectos afines.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN A TECNOLOGÍAS UTILIZADAS.

1.1 Tecnología PON: redes de fibra óptica ITU-T G.983¹

En los últimos años, la Sociedad de la Información ha experimentado un rápido desarrollo, debido, en gran parte, a la mayor competitividad impulsada por la no regulación del Mercado de las Telecomunicaciones y a la aparición de nuevos servicios de banda ancha.

El resultado de estos dos factores se ha traducido en una necesidad de mejores redes de comunicaciones capaces de ofrecer un mayor ancho de banda a un menor costo. En la actualidad la tecnología ADSL es la mayormente implementada en el medio local, una tecnología que sigue explotando el bucle de abonado en cobre.

En contraste a las tecnologías basadas en fibra óptica que gozan de mayor eficiencia y una capacidad de datos muy por encima de los estándares alcanzados por los medios de cobre, prometen a los usuarios un enorme incremento en el ancho de banda de la red de acceso, hasta cientos de Gbps. Evidentemente, las principales características que se buscan en estos equipos son su bajo costo, la facilidad de gestión y la facilidad de configuración y mantenimiento remoto.

Existen varias arquitecturas posibles de uso de la fibra, mismas que pueden clasificarse de dos formas:

¹ http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1710410

1-Por el uso de elementos pasivos y/o activos: Redes PON:

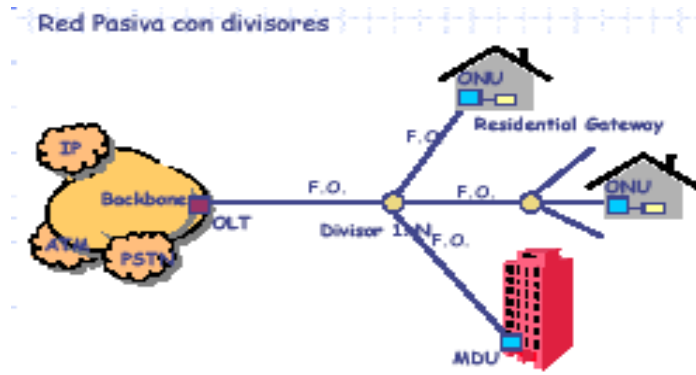


Figura 1.1: Redes PON Elementos Pasivos/Activos

Fuente: http://rtfgrupo4.blogspot.com/2008_06_01_archive.html

2-Por la cercanía del tramo de fibra al domicilio de cliente: FTTX

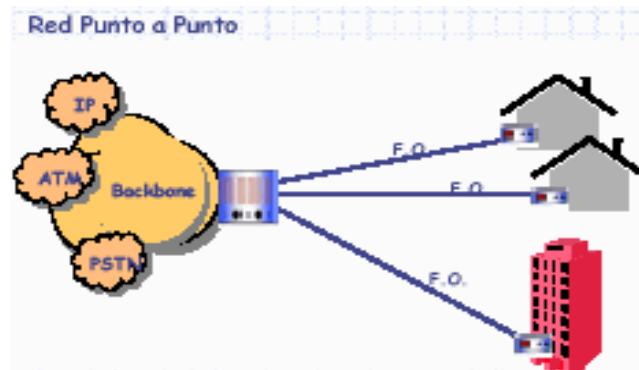


Figura 1.2: FTTx Fibra hasta el abonado.

Fuente: http://rtfgrupo4.blogspot.com/2008_06_01_archive.html

1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS TOPOLOGÍAS PON

PON es una tecnología punto-multipunto. Todas las transmisiones en una red PON se realizan entre la unidad Terminal de Línea Óptica (OLT –Optical Line Terminal-), localizada en el nodo óptico o central y la Unidad Óptica de Usuario (ONU). Habitualmente la unidad OLT se interconecta con una red de transporte que recoge los flujos procedentes de varias OLTs y los encamina a la cabecera de la red. La unidad ONU se ubica en el domicilio del usuario, configurando un esquema FTTH (fibra hasta el usuario, Fiber To The Home).

Existen varios tipos de topologías adecuadas para el acceso a red, incluyendo topologías en anillo (no muy habituales), árbol, árbol-rama y bus óptico lineal. Cada una de las bifurcaciones se consiguen encadenando divisores ópticos 1x2 o bien divisores 1xN. En algunos casos, dependiendo de la complejidad de la red de acceso (exceso de distancias), puede requerir protección, como se muestra la figura 1.3

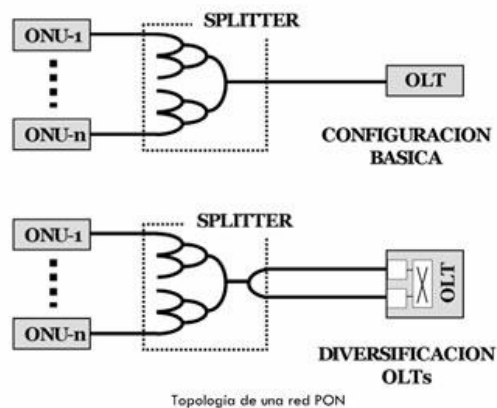


Figura 1.3: Descripción de la Topología PON.

Fuente: <http://www.telnet-ri.es/soluciones/acceso-gpon-y-redes-ftth/pon-passive-optical-networks/>

Todas las topologías PON utilizan monofibra para el despliegue. En canal descendente una PON es una red punto multipunto. El equipo OLT maneja la totalidad del ancho de banda que se reparte a los usuarios en intervalos temporales.

En canal ascendente la PON es una red punto-a punto donde múltiples ONUs transmiten a un único OLT. Trabajando sobre monofibra, la manera de optimizar las transmisiones de los sentidos descendente y ascendente sin entremezclarse, consiste en trabajar sobre longitudes de onda diferentes utilizando técnicas WDM (Wavelength Division Multiplexing).

La mayoría de las implementaciones superponen dos longitudes de onda, una para la transmisión en sentido descendente (1290nm) y otra para la emisión a la cabecera (1310nm) –sentido ascendente. La evolución de la tecnología óptica ha permitido miniaturizar los filtros ópticos necesarios para esta separación hasta llegar a integrarlos en los transceivers ópticos de los equipos de usuario. Se utilizan estas portadoras ópticas en segunda ventana (en lugar de trabajar en tercera ventana) para contener al máximo los costes de la optoelectrónica.

Al mismo tiempo las arquitecturas PON utilizan técnicas de multiplexión en tiempo TDMA para que en distintos instantes temporales determinados por el controlador de cabecera OLT, los equipos ONU puedan enviar su trama en canal ascendente. De manera equivalente el equipo de cabecera OLT también debe utilizar una técnica TDMA para enviar en diferentes slots temporales la información del canal descendente que selectivamente deberán recibir los equipos de usuario (ONU).

Las arquitecturas PON también han tenido que resolver otro aspecto importante: la dependencia de la potencia de transmisión del equipo OLT con la distancia a la que se encuentra el equipo ONU, puede variar hasta un máximo de 20Km.

Evidentemente un equipo ONU muy cercano al OLT necesitará una menor potencia de su ráfaga para no saturar su fotodiodo. Los equipos muy lejanos necesitarán que su

ráfaga temporal se transmita con una mayor potencia. Esta prestación también ha sido introducida recientemente en los transceptores ópticos PON, que han simplificado notablemente la electrónica anteriormente necesaria para actuar sobre un control de ganancia externo al transceptor. La nueva óptica miniaturiza, integra y simplifica el trabajo con ráfagas de diferente nivel de potencia.

1.1.2 ARQUITECTURA PON

La arquitectura PON elimina la electrónica en la planta externa. Estas redes cubren principalmente el rango de servicios entre 1,5 Mbps y 155 Mbps que otras redes de acceso no llegan a cubrir.

Los principales tipos de tecnologías PON son:

-ATM PON (APON)

-Ethernet PON (EPON)

1.1.2.1 APON

La red APON típica es la que utiliza accesos VDSL, donde la ONU está a pocos metros del cliente. Como se muestra en la figura 1.4. En 1995 la FSAN Coalition (Full Service Access Network) comenzó a desarrollar un standard para diseñar la forma más rápida y económica de dar servicios IP, video y 10/100 Ethernet sobre una plataforma de fibra hasta el cliente.

Más tarde la ITU sacó el standard G.983 que especifica los elementos activos de la red: OLT (Terminal de línea óptica): Se encuentra ubicado en el nodo central o cabecera. La terminal de línea óptica puede considerarse como un interfaz entre la red de acceso y otras redes de jerarquía superior. Uno o más OLT pueden estar en la cabecera, los

mismos que enlazan uno o más ONT, esto en función de la topología. Entrega datos usando TDM en 1550nm downstream a 155 o 622 Mbps.

ONT (Terminal de red óptica): Es el terminal en el que se conecta el medio de transmisión que llega al usuario, la ubicación de este equipo indica la arquitectura óptica que se tiene, por ejemplo, cuando este terminal se encuentra en un edificio se tiene la tecnología FTTB, mientras que si se encuentra en una casa, departamento o vivienda la tecnología se llama FTTH. El ONT envía la señal descendente a los usuarios y forma la señal ascendente con información de múltiples usuarios.

ONU (Unidad de red óptica): Cuando el ONT llega hasta el vecindario o cerca se lo llama ONU. Al igual que el ONT sus funciones son: dar al cliente la señal descendente y multiplexar las señales de muchos usuarios para enviar una señal ascendente al OLT; realiza también conversión óptica-eléctrica y eléctrica-óptica.

En algunas arquitecturas que emplean fibra óptica se encuentra el NT (terminal de red), la misma que se encuentra entre la ONU y el usuario. Cercano al equipo del abonado que entrega datos a 1310nm upstream a 155 Mbps. convierten los pulsos de luz al formato deseado, ATM, Ethernet, etc.

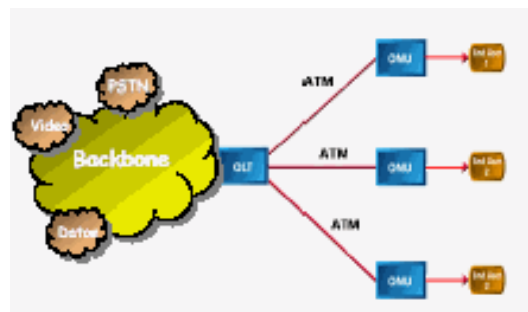


Figura 1.4: Descripción de la Topología APON.

Fuente: http://rtfogrupo4.blogspot.com/2008_06_01_archive.htm

1.1.2.2 ETHERNET PON (EPON)

Surge pensando en la evolución de las redes LAN de Ethernet a Fast Ethernet Gigabit Ethernet. Eliminan la conversión ATM/ IP en la conexión WAN-LAN. Disminuye la complejidad de los equipos. EPON es más eficiente en el transporte de tráfico basado en IP. Disminuye el costo de equipos, costos operativos, y simplifica la arquitectura. Ethernet óptica en sus variantes Punto a Punto (P2P) y Punto a Multipunto (P2MP) es adecuada para acceso local. Como se muestra en la figura 1.5.

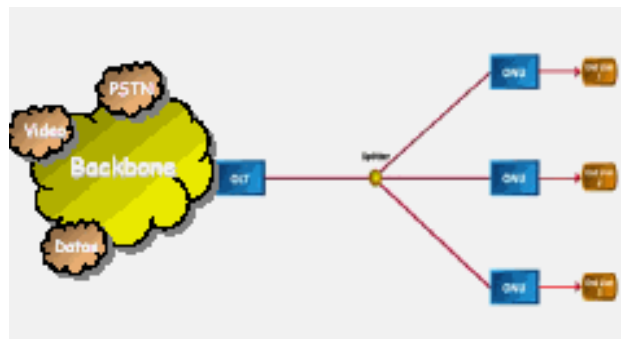


Figura 1.5: Descripción de la Topología EPON.

Fuente: http://rtfogrupo4.blogspot.com/2008_06_01_archive.htm

Aspectos técnicos

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

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

particularmente de las técnicas de acceso a abonados comunes, podemos comparar el cablemodem y el xDSL.

Componentes

OAN está formado por tres componentes: un conmutador de acceso óptico (OAS - Optical Access Switch) en la central de conmutación del operador; un terminal óptico inteligente (IOT -Intelligent Optical Terminal) en el lado del cliente; y, entre ambos, una PON. Además de la fibra, el único requerimiento externo en un entorno PON son los couplers (agregadores) y splitters (divisores) ópticos pasivos que dividen o combinan el tráfico de una manera muy similar -valga la burda comparación- a como lo hacen muchas mangas de riego con el agua. Estos couplers/splitters son dispositivos baratos que pueden ser adquiridos a una gran variedad de fabricantes de componentes ópticos.

Un OAS es un conmutador IP/ATM capaz de agregar el tráfico de cientos de IOT localizados en una PON. Equipados con interfaces estándar, el OAS proporciona un punto de entrada eficiente a la WAN. El IOT consiste en una pieza de bajo coste situado en el emplazamiento del cliente que soporta servicios de voz y datos de banda ancha.

En las redes de acceso, disponer de una capacidad fija -como hace E1, E3 y DSL- no siempre soluciona los problemas. Es preferible utilizar OAN, que permite a las empresas recibir ancho de banda flexible, en el rango de 1 a 100 Mbps, en longitudes de onda dedicadas. Es más, AON hace posible que los clientes puedan cambiar rápidamente el volumen de ancho de banda que reciben para soportar las fluctuaciones que se producen en sus necesidades.

1.1.3 GIGABIT PON (GPON)

GPON²

El ITU-T (*International Telecommunications Union – Telecommunication sector*) empezó a trabajar sobre GPON en el año 2002. La principal motivación de GPON era 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, tal y como mensajes OAM, DBA, etc., 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 suministradores 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.) en un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125 ms. GEM se basa en el estándar GFP (*Generic Framing Procedure*) del ITU-T G.7041, con modificaciones menores

2

<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php#caracteristicasgpon>
<http://williammurillo.wordpress.com/2006/12/02/gpon-gigabit-passive-optical-network/>

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.

1.2 ARQUITECTURA FTTB

Fibra al Edificio – FTTB³

Capacidad de transporte de voz, datos y multimedia, mediante la conexión en fibra óptica de edificios de los segmentos PYMES, SOHO y HOGAR en las ciudades de Barranquilla y Cartagena. Se utiliza la tecnología DSL de banda ancha para llegar hasta la oficina o apartamento del cliente.

El servicio es una modalidad de acceso alternativo que combina la utilización de un medio altamente confiable y de gran ancho de banda como la fibra óptica y la conectividad final en tramos cortos en pares de cobre. La tecnología xDSL potencializa este medio físico permitiéndole realizar el transporte a velocidades que se miden en el orden de las decenas de los millones de bits por segundo. Esta capacidad es suficiente para que el operador pueda suministrar servicios de voz, datos y video con alta calidad y confiabilidad. Promigas Telecomunicaciones S.A. garantiza las velocidades de bajada y subida (up y down stream) hasta el POP del operador.

3

http://www.promitel.com/wps/wcm/connect/web_content/Promitel/Espanol/Menu/Servicios/Fibra+al+Edificio+-+FTTB/

1.2.1 SOPORTE TÉCNICO

Promigas Telecomunicaciones⁴ es consciente de que la calidad del servicio que puede ofrecer a sus usuarios, está ligada directamente a la posibilidad de resolver cualquier problema eventual. Para ello cuenta con los siguientes servicios: Atención permanente 5x8. Sistema de gestión para el monitoreo, configuración y administración de los servicios. La gestión incluye los nodos de la red Metro Ethernet, los DSLAM, y la red de acceso.

1.2.2 BENEFICIOS

Utilizando el servicio ADSL de nuestra plataforma se permite la utilización simultánea de la línea telefónica en acceso conmutado de voz (llamada telefónica) y acceso de datos (navegación, Internet u otros servicios).

Provee el acceso o transporte de datos a velocidades mayores que las del acceso telefónico mejorando la experiencia de navegación y obtención de información de los usuarios. Mantiene la comunicación para servicios diferentes al acceso conmutado por voz (llamada telefónica) siempre "ON". Mantiene al operador al ritmo del desarrollo de las aplicaciones multimedia.

En FTTB o fibra hasta la acometida del edificio, la fibra normalmente termina en un punto de distribución intermedio en el interior o inmediaciones del edificio de los abonados. Desde este punto de distribución intermedio, se accede a los abonados finales del edificio o de la casa mediante la tecnología VDSL2 (Very high bit-rate Digital Subscriber Line 2) sobre par de cobre o Gigabit Ethernet sobre par trenzado CAT5. De este modo, el tendido de fibra puede hacerse de forma progresiva, en menos tiempo y

⁴ Promigas Telecomunicaciones S.A., es un Carrier de Carriers especializado en la prestación de servicios de portador metropolitano de telecomunicaciones en fibra óptica.

con menor coste, reutilizando la infraestructura del edificio del abonado. Como se muestra en la figura 1.6.

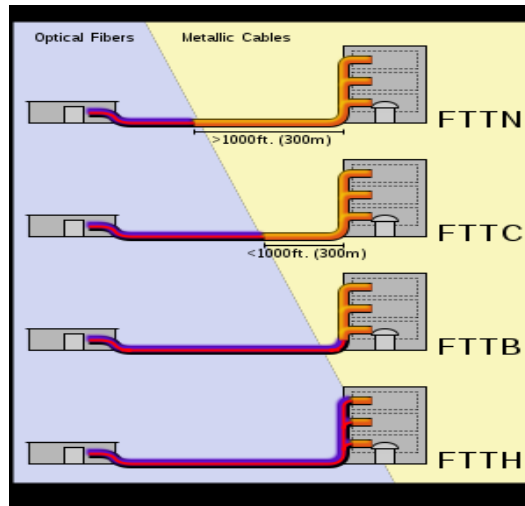


Figura 1.6: Descripción de Fibra hasta el Edificio.

Fuente: <http://www.evaluamos.com/2011/internal.php?load=detail&id=12850>

1.3 MDU

MDU (Unidad de alojamiento múltiple).- Permite ofrecer servicio a múltiples usuarios, frente a las ONTs que dan servicio a un único cliente. Existen varios modelos de MDU entre los que destacan estos dos:

MDU XDSL:

Termina la fibra óptica que llega de la central telefónica. Utiliza tecnología XDSL para ofrecer servicios a los usuarios. Van integrados dentro de un armario, que se ubica en una zona común del edificio, con fácil acceso a los pares de cobre que llegan a los pisos.

La ventaja fundamental que ofrecen respecto a las ONTs es que permiten aprovechar las tiradas de cobre que existen en los edificios. La desventaja es que tienen todas las limitaciones de las tecnologías XDSL.

MDU con interfaces Ethernet:

Están equipadas con una gran cantidad de interfaces Ethernet y permiten dar servicio a un edificio que esté cableado con RJ45 o a una empresa.

1.4 VDSL2

VDSL2 (Very-High-Bit-Rate Digital Subscriber Line 2) Línea digital de abonado de muy alta tasa de transferencia, que aprovecha la actual infraestructura telefónica de pares de cobre.

VDSL2⁵ está definido en la última recomendación (febrero de 2006), aprobada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), en el estándar G.993.2; en lo referente a las tecnologías xDSL, es una mejora en relación a VDSL, siendo una alternativa importante que puede reemplazar a tecnologías DSL anteriores como son ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL y otras.

La red de acceso con FTTB y VDSL2 se considera una red híbrida debido a que se compone de fibra óptica en lo referente a FTTB y cobre, generalmente par trenzado del tipo UTP (par trenzado no blindado), desde el terminal óptico de red (ONT), que se describirá posteriormente, hasta el usuario.

La utilización de la arquitectura FTTB en conjunto con la tecnología VDSL2 permite alcanzar velocidades de hasta 100 Mbps en cada dirección y dependerá de la longitud, es decir, ésta se reducirá a mayor distancia a la que se encuentre el cliente del ONT. Con VDSL2 (sin FTTB) a 850 m de distancia entre la central y el usuario la velocidad puede disminuir a 25 Mbps y a 1500 m baja hasta 15 Mbps aproximadamente. Es importante

⁵ - Chinlon Lin. *Broadband optical access networks and fiber to the home: systems technologies and deployment strategies*. Primera edición, Wiley, 2006.

- Huidobro José, Roldán David. *Redes y servicios de banda ancha*. Primera edición, McGraw-Hill, 2004.

- ITU-T G.993.2. Febrero 2006.

tener en cuenta que con la utilización de la arquitectura FTTB se tiene distancias relativamente pequeñas de cobre para

VDSL2, debido a que se está considerando las longitudes dentro de un edificio y estas serían de decenas hasta pocos cientos de metros. La distancia máxima que se puede alcanzar con FTTB en conjunto con VDSL2 es aproximadamente 20 km.

1.4.1 DESPLIEGUE DE LA TECNOLOGÍA VDSL2 EN EL MUNDO⁶

América

En Argentina la empresa IPLAN Telecomunicaciones actualmente está ofreciendo un servicio de VDSL2 de Allied Telesis en el área extendida de Buenos Aires, reemplazando la discontinuada conexión LRE (Long Reach Ethernet) de Cisco. En Chile la empresa Movistar actualmente está ofreciendo un servicio de VDSL2 mediante Equipos Huawei para la ultima milla. Se ofrecen planes desde 8 hasta 40 Mbps de descarga, para las comunas de Providencia, Lo Barnechea y Las Condes.

En Venezuela la empresa de telefonía Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV) actualmente está planificando la implementación de esta tecnología. Buscando el servicio más efectivo y económico pero a la vez llegar a los lugares con baja densidad poblacional en todo el país.

Europa

En Francia, Club Internet se espera que empiece a ofrecer este servicio en 2006 si la ARCEP (Regulador Francés) permite su utilización, France Télécom lo hará en 2007. En Alemania, Deutsche Telekom ha anunciado que invertirá 3.000 millones de € para desplegar los servicios Triple play del 2006 en adelante. En Italia, Telecom Italia planea

⁶ <http://www.adslnet.es/index.php/2007/06/22/analizamos-el-despliegue-vdsl2-a-fondo/>

proveer VDSL2 en el último trimestre de 2007. En Eslovenia, Voljatel ofrece VDSL2 a empresas.

En España, desde finales de 2010 la empresa Jazztel comercializa de forma abierta VDSL2, en su modalidad de hasta 30 megas (30Mb de bajada y 3,5Mb de subida). A parte de esta empresa, sólo Movistar (Telefónica) ha hecho tímidas pruebas con esta tecnología. En 2008 instaló DSLAMs VDSL2 en 1024 centrales repartidas por 50 provincias dentro de una primera fase de pruebas piloto con VDSL2. En la segunda fase, iniciada el 22 de diciembre de 2008, se instalaron nodos remotos de DSLAMs VDSL2, que permiten acortar la longitud del bucle y por tanto ofrecer más velocidad. Pero los resultados comerciales de estas pruebas no fueron los esperados y se abandonó su comercialización. Desde 2010 Movistar (Telefónica) sólo comercializa FTTH (fibra óptica) en modalidades hasta 30 y 50 megas (con sólo 1Mb de subida). En Suecia, Bredbandsbolaget AB está llevando a cabo pruebas de VDSL2 desde octubre de 2005.

1.5 ESTÁNDAR

El siguiente cuadro figura 1.7. resumen las principales características de los tres estándares dominantes.

	IEEE EPON	ITU-T GPON	ITU-T BPON
Velocidad de línea descendente (Mbps)	1250	1244.16 o 2488.16	155.52 or 622.08 or 1244.16
Velocidad de línea canal ascendente (Mbps)	1250	155.52 o 622.08 o 1244.16 o 2488.32	155.52 o 622.08
Codificación de línea	8b/10b	NRZ (+ aleatorización)	NRZ (+ aleatorización)
Direccionamiento por nodo (mín)	16	64	32
Direccionamiento por nodo (max)	256	128	64
Alcance tramo de fibra	10 Km ó 20 Km	20 Km	20 Km
Protocolo nivel 2	Ethernet	Ethernet over ATM (GFP) y/o ATM	ATM
Soporte tráfico TDM (voz, centralitas)	TDMoIP	TDM nativo sobre ATM o TMDolP	TDM over ATM
Flujos diferentes de tráficos por sistema PON	Depende de LLID /ONUs	4096	256
Capacidad ascendente para tráfico IP	< 900Mbps	1160 Mbps	500Mbps
Gestión y Mantenimiento OA&M	Ethernet OAM, SNMP	PL OAM + OMCI	PL OAM + OMCI
Seguridad en descendente	DES	AES	AES

Cuadro resumen de las tecnologíasPON

Figura 1.7: Estándares.

Fuente: <http://www.redes-opticas.com/trabajos72/evolucion-redes-opticas-futuro/evolucion-redes-opticas-futuro2.shtml>

CAPITULO 2

DESCRIPCION DE LA RED DE ACCESO Y DISEÑO DE LA RED INTERNA.

2.1 Introducción

El objeto de este capítulo es describir la red de acceso con tecnología FTTB-VDSL2 para proveer de servicio triple play a los habitantes del Edificio Palermo.

El edificio se encuentra ubicado en un lugar estratégico de la ciudad, de crecimiento poblacional elevado debido al tipo de edificaciones del sector, por lo cual es de gran interés que un estudio de este tipo se realice.

Existen muchos edificios en el sector, con alta densidad poblacional y en especial en horarios de oficina, lo que lo convierte en un sector atractivo para la prestación de estos tipos de servicios, en virtud de lo cual se escogió el edificio antes mencionado para el diseño de la red de acceso con FTTB para aplicar la tecnología VDSL2.



Figura 2.1: Vista Frontal del Edificio Palermo.

2.2 Diseño de la red de acceso.

La red de acceso emplea FTTB y VDSL2, por consiguiente uno de los elementos fundamentales en el diseño es la fibra óptica.

Para realizar el diseño se debe precisar primero algunas cualidades que se mencionan a continuación:

- Topología física.
- Tipo de fibra óptica
- Tipo de tendido
- Equipos y elementos que conforman la red de acceso.

2.2.1 Topología física de la red de acceso

Para esta red de acceso, la topología física se puede entender como la configuración de cableado entre el ISP (Internet Service Provider) y el edificio donde se encuentran los usuarios. La topología más conveniente para esta red de acceso es en estrella, con tecnología PON.

⁷“Una red en estrella es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de éste”. Los dispositivos no están directamente conectados entre sí, por lo cual se garantiza la autonomía de cada usuario, además de que no se permite tanto tráfico de información. Como se muestra en la figura 2.2.

Dado su transmisión, una red en estrella activa tiene un nodo central activo que normalmente tiene los medios para prevenir problemas relacionados con el eco. Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador (router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub) siguen esta

⁷ www.mastermagazine.info

topología. El nodo central en estas sería el enrutador, el conmutador o el concentrador, por el que pasan todos los paquetes de usuarios.

Ventajas:

- Si una PC se desconecta o se rompe el cable solo queda fuera de la red esa PC.
- Fácil de agregar, reconfigurar arquitectura PC.
- Fácil de prevenir daños o conflictos.
- Centralización de la red

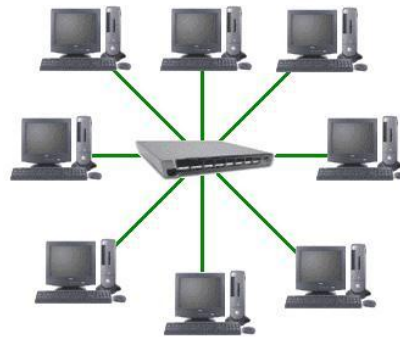


Figura 2.2: Topología en Estrella.

Fuente: <http://viiry-og.blogspot.com/2011/03/topologia-de-redes.html>

2.2.2 Tipo de fibra óptica

Las fibras ópticas pueden ser multimodo o monomodo:

2.2.2.1 Fibra Multimodo ⁸

Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km; es simple de diseñar y

⁸ http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/optica.htm
<http://www.fibraoptica hoy.com/cables-de-fibra-optica-multimodo/>

es económico.

El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos dos tipos de fibra multimodo (Como se muestra en la figura 2.3.):

- Índice escalonado: en este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal (es causada por la diferencia en los tiempos de propagación de los rayos de luz que toman diferentes trayectorias por una fibra).
- Índice gradual: mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante, tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales.

Además, según el sistema ISO 11801 para clasificación de fibras multimodo según su ancho de banda se incluye el formato OM3 (monomodo sobre láser) a los ya existentes OM1 y OM2 (monomodos sobre LED).

- OM1: Fibra 62.5/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM2: Fibra 50/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM3: Fibra 50/125 μm , soporta hasta 10 Gigabit Ethernet (300 m), usan láser (VCSEL) como emisores.

Bajo OM3 se han conseguido hasta 2000 MHz/Km (10 Gbps), es decir, unas velocidades 10 veces mayores que con OM1.

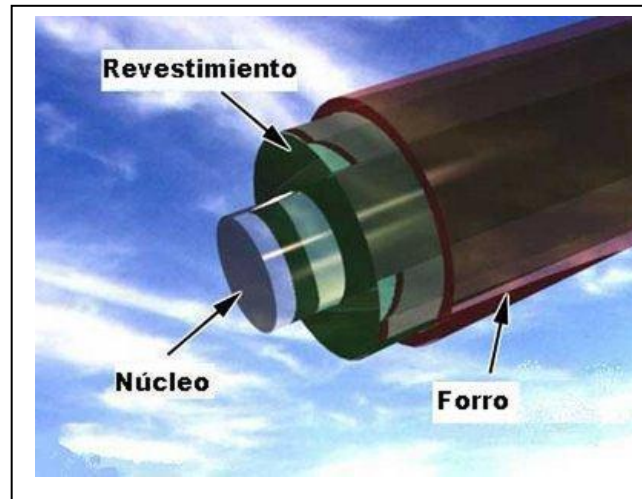


Figura 2.3: Fibra Multimodo.

Fuente: <http://ventadeaplicaciones.blogspot.com/2010/10/ensayo-no-8-cableado-estructurado-y.html>

2.2.2.2 Fibra Monomodo⁹

Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gb/s).

En resumen, las fibras ópticas del tipo multimodo se emplean en cortas distancias, generalmente menores a un kilómetro, sin embargo, esto no significa que para tales distancias no se pueda emplear fibra monomodo. La literatura al respecto indica que son más económicas que las fibras monomodo, pero en la actualidad, en el Ecuador las

⁹ <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/optral/cap2/fibra-5.htm>
<http://grupoorion.unex.es/fibras/ayudas/monovsmulti.htm>

fibras multimodo son más costosas que las monomodo. La red de acceso empleará fibra óptica monomodo desde el ISP hasta el edificio en el cual se encuentran los usuarios, debido a que en el mercado de las telecomunicaciones está desapareciendo la fibra óptica multimodo y sus equipos se encarecen cada vez más. El costo por concepto de fibra óptica monomodo también se reduce en más de un dólar por metro.

2.2.3 Tipo de tendido

Existen dos tipos de tendidos de fibra óptica:

- Tendido de fibra óptica subterránea.
- Tendido de fibra óptica aérea.

2.2.3.1 Tendido de fibra óptica subterránea para la red de acceso

Para poder implementar esta alternativa de tendido se debe tener en cuenta la factibilidad física ya que, para esta zona existe un nodo muy cercano que es La Laguna asignado con el número 31, y en la Avenida Ordoñez Lazo por normativa municipal todos los cableados son subterráneos, lo que facilita el tendido de la fibra por los ductos ya construidos. La distancia entre los puntos es menor a 300 metros con una infraestructura que incluye pozos de revisión con distancias no mayores a 30 metros entre sí.



Figura 2.4: Vista Satelital de la Ubicación de la Central y del Edificio.

2.2.3.2 Tendido de fibra óptica aérea para la red de acceso

Esta es otra alternativa de tendido para la red de acceso en lo referente a fibra óptica. El tendido de fibra óptica aérea se despliega utilizando postes de alumbrado público instalados en las calles. Esta es una opción bastante viable pero para nuestro caso no sirve, debido a que en la Avenida Ordoñez Lazo no existen o no son permitidas redes aéreas.



Figura 2.5: Tendido de fibra Aérea.

Fuente: <http://www.fabila.com/noticia.asp?id=680>

2.2.4 Equipos y elementos que conforman la red de acceso¹⁰

La red de acceso cuenta con elementos y equipos fundamentales que se mencionan a continuación:

Fibra óptica.

La fibra óptica es un medio guiado para transmitir información en forma de luz (visible o infrarroja), muy utilizada en la actualidad por las ventajas que ofrece en relación a otros medios como: el par trenzado, cable coaxial, aire, etc. Las ventanas típicas en las que opera la fibra óptica son los 850, 1300 y 1550 nm de longitud de onda correspondientes a la luz infrarroja⁴, sin que esto signifique que en fibra óptica no opere luz visible⁵, la cual, tendrá una mayor atenuación que el infrarrojo.

En el transmisor se necesita un conversor electro-óptico para pasar señales eléctricas a señales luminosas, mientras que en el receptor se necesitará un conversor óptico-eléctrico que transforma las señales ópticas a eléctricas. El tipo de fibra óptica que utilizará en esta red de acceso es G.652D, de 12 hilos.

Par trenzado de cobre.

En aplicaciones de telecomunicaciones es uno de los medios de transmisión más utilizados y económicos. Cada par de cobre está constituido por dos hilos, cada uno recubierto por un material aislante. Un cable puede llevar varios hilos, así encontramos de 2 pares, 4 pares, 8 pares o cientos de pares, aunque normalmente los más comunes para aplicaciones caseras o de oficina son los dos primeros.

Si dos hilos están formando una trenza hablamos de par trenzado que puede ser del tipo UTP, FTP o STP. La trenza disminuye la interferencia electromagnética provocada por

¹⁰ <http://www.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/redes.html>
<http://www.amper.es/section.cfm?id=4&side=120&extrapage=70&lang=sp>
http://wikitel.info/wiki/Redes_de_acceso

un conductor sobre otro, también llamada interferencia de señales paralelas (diafonía o *crosstalk*). Si aumenta la frecuencia se incrementará la diafonía.

Esta diafonía o *crosstalk* puede ser de dos clases:

- Diafonía del extremo cercano o NEXT (esta señal se induce en la parte del emisor).
- Diafonía del extremo lejano o FEXT (esta señal se induce en la parte del receptor).

El par trenzado de cobre es muy utilizado en redes de acceso como medio de transmisión. En el caso de la red de acceso FTTB-VDSL2 no se requiere una inversión extra de par trenzado pues se emplea el existente en el edificio del usuario; ésta es una ventaja de las tecnologías xDSL.

Equipo OLT Gigabit Ethernet PON.

El equipo OLT ubicado en el lugar donde está el ISP funciona como interfaz entre la red de acceso y otras redes. Para esta red de acceso se utilizará un equipo OLT con tecnología Gigabit Ethernet diseñado para redes ópticas pasivas. Maneja WDM (Multiplexación por División de Longitud de Onda) para que la información fluya por un solo hilo de fibra óptica, en bajada utiliza la ventana de 1490 nm, en subida 1310 nm y de ser necesario puede utilizar la ventana de 1550 nm para difusión de video.

Equipo ONT Gigabit Ethernet PON.

Los equipos ONT se encuentran localizados en los edificios. En este caso el ONT es conectado al DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*), utiliza multiplexación WDM. Para esta red de acceso se utilizará un equipo ONT con tecnología Gigabit Ethernet PON.

DSLAM VDSL2 (Multiplexor de línea de acceso digital del abonado).

Es un multiplexor localizado en la central telefónica que proporciona a los abonados acceso a los servicios DSL sobre cable de par trenzado de cobre. El dispositivo separa la voz y los datos de las líneas de abonado. La multiplexación VDSL2 se realiza mediante un equipo DSLAM que es el multiplexor digital de acceso a la línea de abonado para la tecnología xDSL.

ODF.

También se lo conoce como OFDF, es un equipo pasivo, al cual se acoplan los conectores de cada hilo de fibra. Al ODF ubicado en el ISP llega la fibra óptica correspondiente al edificio, por tanto este ODF debe poder albergar al menos 6 hilos. El edificio de tener en su cuarto de telecomunicaciones un ODF de al menos 6 puertos.

Conectores de fibra óptica.

Los conectores son los elementos que se sitúan en los extremos de las fibras ópticas. En el mercado de las telecomunicaciones se encuentran distintos tipos de conectores de fibra óptica los más utilizados se citan a continuación:

- FC. Es muy utilizado en redes de transporte para operadoras telefónicas, televisión por cable, etc., también es empleado en equipamiento de laboratorios.



Figura 2.6: Conector FC.

Fuente: <http://esp.hyperlinesystems.com/catalog/fiber/connect.shtml>

- LC. Es un conector para ser utilizado en todo tipo de entornos. Existen versiones simples (símplex) y dobles (dúplex).



Figura 2.7: Conector LC

Fuente: <http://esp.hyperlinesystems.com/catalog/fiber/connect.shtml>.

- SC. Es muy popular en redes de área local (LAN) y redes de transporte. Existen versiones simples y dobles.



Figura 2.8: Conector SC.

Fuente: <http://esp.hyperlinesystems.com/catalog/fiber/connect.shtml>

- MU. Este conector es utilizado en distribuidores facilitando la rápida conexión y desconexión. Existe en versiones simples.



Figura 2.9: Conector MU.

Fuente: <http://esp.hyperlinesystems.com/catalog/fiber/connect.shtml>

- MTRJ. Este tipo de conector para fibra óptica es muy parecido al conector RJ-45. Inicialmente fue desarrollado por la empresa AMP. Este tipo de conector se emplea tanto en fibras monomodo como multimodo para fibras dobles.



Figura 2.10: Conector MTJR.

Fuente: <http://esp.hyperlinesystems.com/catalog/fiber/connect.shtml>

Patch cord de fibra óptica y UTP.

El patch cord de fibra es un cable que como su nombre lo indica es de fibra óptica utilizado para conexión intermedia, sirve para conectar un equipo con otro. Los patch cords de fibra óptica en esta red de acceso se utilizarán para conectar el ODF con el ONT. De igual manera, en donde se encuentra ubicado el ISP se debe tener un patch cord que conecte el ODF instalado allí con el OLT.

Los patch cords de fibra óptica pueden ser monomodo o multimodo y en cada extremo tienen un conector, los mismos que pueden ser del mismo tipo o uno diferente del otro.

Las longitudes también son muy variadas.



Figura 2.11: Patch Cord.

Fuente: http://sinfotecnia.com/prestashop/product.php?id_product=14

Racks.

Un rack es un bastidor destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Las medidas para la anchura están normalizadas para que sea compatible con equipamiento de cualquier fabricante, siendo la medida más normalizada la de 19 pulgadas, 19". También son llamados bastidores, cabinets o armarios.

Los racks son un simple armazón metálico con un ancho interno normalizado de 19 pulgadas, mientras que el alto y el fondo son variables para adaptarse a las distintas necesidades. Como se muestra en la figura 2.8. Externamente, los racks para montaje de servidores tienen una anchura estándar de 600 mm y un fondo de 800 o 1000 mm. La anchura de 600 mm para racks de servidores coincide con el tamaño estándar de las losetas en los centros de datos. De esta manera es muy sencillo hacer distribuciones de espacios en centros de datos (CPD).

El armazón cuenta con guías horizontales donde puede apoyarse el equipamiento, así como puntos de anclaje para los tornillos que fijan dicho equipamiento al armazón. En este sentido, un rack es muy parecido a una simple estantería. Algunos racks (tipo

armario) cuentan con uno o más ventiladores para evitar el recalentamiento de los equipos. Para la red de acceso se necesitan racks, uno para el edificio y uno para el ISP.



Figura 2.12: Rack.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rack>

UPS.

El UPS es un dispositivo que provee energía eléctrica a equipos conectados a él, aun cuando la energía eléctrica no esté presente en los tomacorrientes, es decir, después de un “apagón”. El tiempo que suministra energía dependerá de la carga conectada y de las características del UPS. Actualmente los UPS funcionan también como reguladores de voltaje, razón por la que pueden prolongar la vida útil de los equipos conectados a él.

Modem VDSL2

El modem VDSL2 localizado en la vivienda u oficina del usuario le permite conectarse a Internet. Es un equipo que realiza la modulación/demodulación. La modulación es el proceso en el cual el modem recibe información digital y envía por la línea de cobre

información analógica ya modulada. El proceso de demodulación en el modem es inverso al anterior, es decir, le llega por la línea de cobre información analógica que luego es convertida en información digital. Para utilizar VDSL2 se requiere un modem apto para dicha tecnología. Los modems VDSL2 deben soportar altas tasas de transmisión de datos, teóricamente hasta 100 Mbps.



Figura 2.13: Modem VDSL2

Fuente: <http://www.area-integral.net/smc-networks-smc-modem-vdsl2-tigeraccess-smc7800a-vcp-eu-~103901d.aspx>

Splitters o divisores

El *Splitter* tiene un filtro pasa bajos que deja pasar la información telefónica (voz) hacia o desde el teléfono, posee también un filtro pasa altos que permite el paso de frecuencias altas que salen y llegan al modem. Gracias a ello la comunicación telefónica de voz no se ve afectada si al mismo tiempo existe transmisión de datos por la línea de cobre (par trenzado) desde o hacia el modem.



Figura 2.14: Splitter 1/32

Fuente: http://uniwe-tech.en.alibaba.com/product/438091977-212092584/fc_1_32_optical_fiber_splitter.html

CAPITULO 3

ELABORACION DEL PRESUPUESTO REFERENCIAL.

3.1 Descripción de la Edificación

El edificio Palermo tiene diecisiete pisos y se encuentra en la Avenida Ordoñez Laso. Es una edificación en su mayoría de departamentos, con dos locales comerciales, por el momento, en la parte baja, con una proyección de 7 locales comerciales adicionales en un futuro no lejano.

En la tabla 3.1 se detalla la cantidad total de potenciales usuarios:

DESCRIPCION DE LA EDIFICACION		
TIPO	NUMERO	OBSERVACION
DEPARTAMENTOS	144	Habitados un 90% actualmente.
LOCALES COMERCIALES	2	Actualmente en funcionamiento
LOCALES COMERCIALES	7	Programados a corto plazo.
TOTAL:	153	

Tabla 3.1 Descripción de la edificación.

El edificio cuenta con un cuarto de telecomunicaciones ubicado en la planta baja, el ducto por donde suben los cables de las líneas telefónicas están situados junto a los ascensores.

A continuación se resume la actual ocupación del edificio, en lo que tiene que ver a pares ocupados con servicio telefónico, pares con servicio de banda ancha, pares dañados y pares restantes, dando como resultado una ocupación actual de un 40% de

ocupación actual de pares, En la tabla 3.2 se adjunta la información de manera detallada:

OCUPACION ACTUAL DE PARES DISTRITO 006 CENTRAL 031 LA LAGUNA AV. ORDOÑEZ LAZO		
REGLETA	31028	31029
Pares con servicio de telefonía	62	6
Pares con servicio de Banda Ancha	15	6
Pares Dañados	0	0
Pares Restantes	23	88

Tabla 3.2 Descripción de ocupación actual de pares

Fuente: Empresa Pública de Telecomunicaciones, Agua Potable y Alcantarillado - ETAPA

3.2 Presupuesto de equipos

Conforme al contenido de la tabla 3.1., las tablas siguientes especifican los costos de cada uno de los equipos que se necesitan para satisfacer la demanda proyectada, así como sus respectivos costos de instalación.

Esto es:

- Dos Racks Abiertos de 19", uno del lado del proveedor de servicios ISP, y otro del lado del usuario, ubicado en el cuarto de telecomunicación del inmueble.
- Cinco splitters de 32 puertos, dejando algunos puertos como reserva.
- Un OLT, Ubicado en el rack del lado del proveedor.
- Un ODF 12 hilos de 19 pulgadas. Ubicado en el rack del lado del proveedor.
- 144 ODF de 2 hilos, uno para cada usuario.
- 144 ONU, uno para cada usuario.
- 144 Switch, uno para cada usuario.

PRESUPUESTO DE EQUIPOS				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
RACK				
RACK ABIERTO DE 19" x 120cm	U	2	\$ 196,00	\$ 392,00
ARMADO RACK	U	2	\$ 55,00	\$ 110,00
SPLITERS				
SPLITER 1/32	U	5	\$ 170,00	\$ 850,00
ARMADO DE SPLITER	U	5	\$ 45,00	\$ 225,00
OLT				
OLT	U	1	\$ 4.800,00	\$ 4.800,00
ARMADO DE OLT	U	1	\$ 180,00	\$ 180,00
ODF DE 12 HILOS 19"				
ODF DE 12 HILOS 19"	U	1	\$ 320,00	\$ 320,00
ARMADO DE ODF	U	1	\$ 54,00	\$ 54,00
ODF DE 2 HILOS				
ODF DE 2 HILOS	U	144	\$ 56,00	\$ 8.064,00
ARMADO DE ODF	U	144	\$ 3,00	\$ 432,00
ONU				
ONU	U	144	\$ 115,00	\$ 16.560,00
ARMADO DE ONU	U	144	\$ 3,50	\$ 504,00
SWITCH				
SWITN DE 5 PUERTOS	U	144	\$ 57,00	\$ 8.208,00
TOTAL:				\$ 40.699,00

Tabla 3.3 Presupuesto de Equipos.

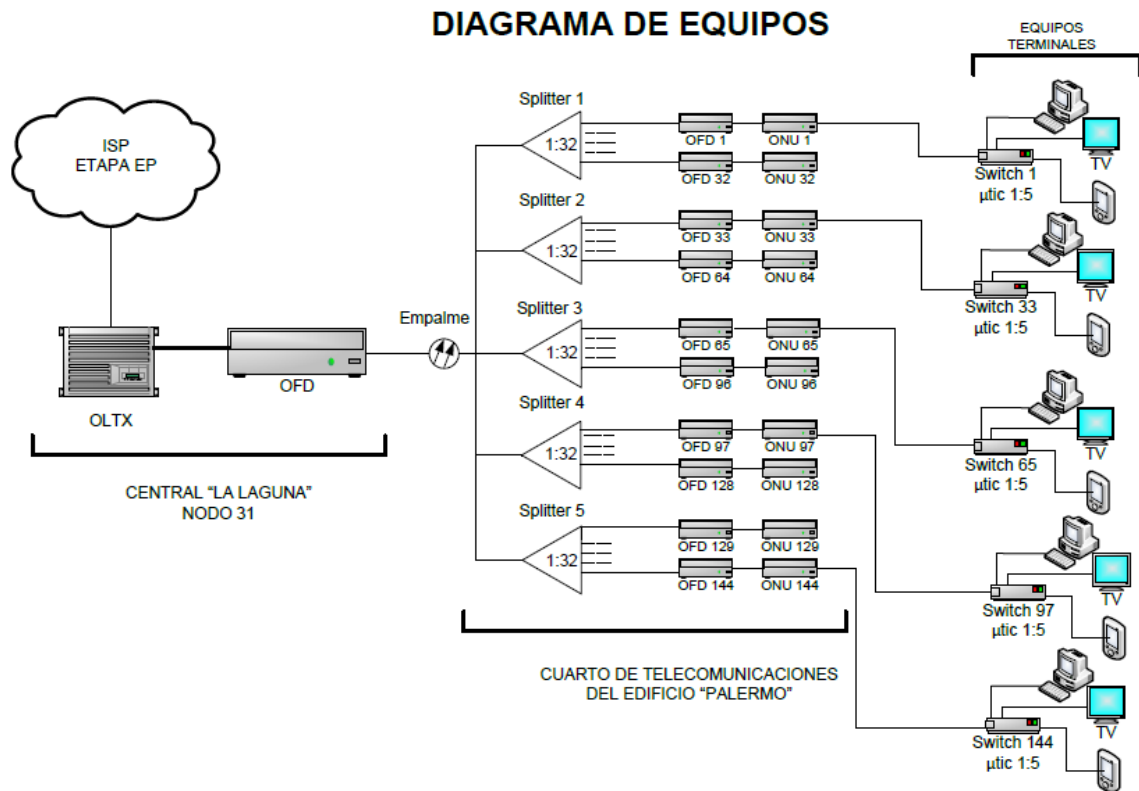


Figura 3.1 Diagrama de Equipos.

3.3 PRESUPUESTO DE MATERIALES

- 350m Fibra óptica G.652D 12 hilos, 230m de trayecto, mas 100m de reserva 50% al inicio y 50% al final y 20 m hacia el ISP.
- 144 Pach Cords SC-SC de 3 metros, necesarios para usuario.
- 144 Manguitos Termo contráctiles.
- 144 Conectores SC.
- 12 Conectores FC.
- 144 Pig Tails SC.
- 12 Pig Tails FC.
- 1 Equipo necesario para fijar la fibra dentro de las cámaras.
- 12 Fusiones de Fibra Óptica.

3.4 ANALISIS DE CANTIDAD NECESARIA DE FIBRA OPTICA

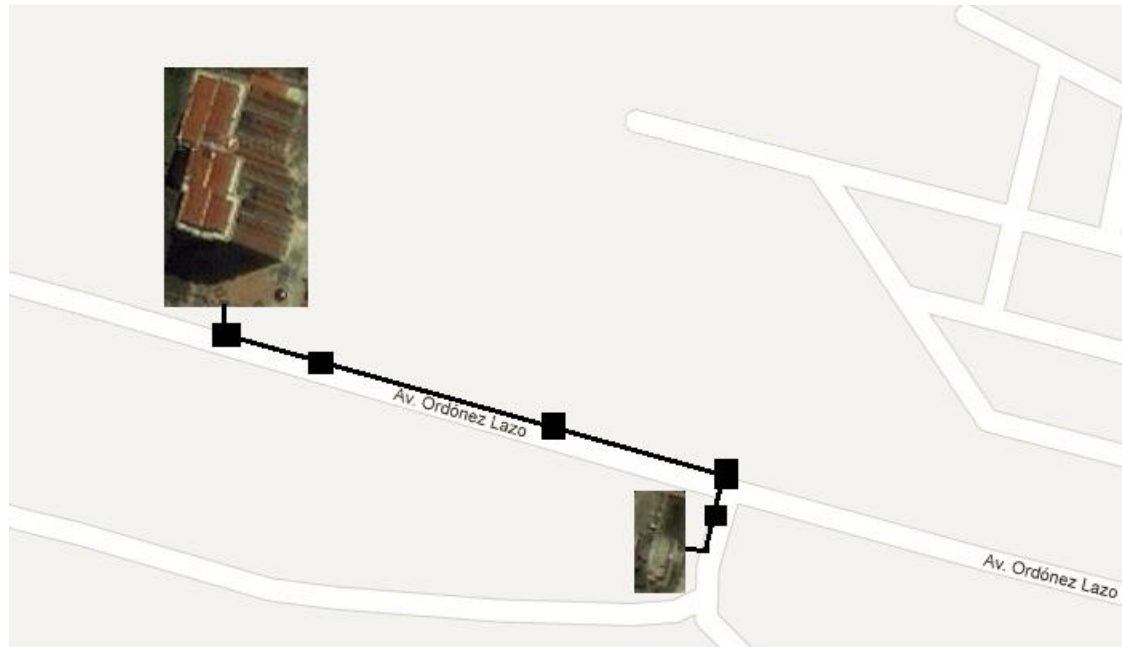


Figura 3.2: Recorrido de Fibra Óptica

LONGITUD NECESARIA DE FIBRA G.652D 12 HILOS	
Longitud de la fibra subterránea.	230 metros
Longitud de reservas.	100 metros
Longitud de fibra a ISP.	20 metros
LONGITUD TOTAL DE LA FIBRA OPTICA	350 metros

Tabla 3.4 Longitud necesaria de fibra.

COSTO DE LA FIBRA OPTICA				
TIPO	PROCEDENCIA	COSTO CHINA	Arancel- Transporte	PRECIO FINAL
FIBRA G.652D	CHINA	\$ 4,62	46%	\$ 6,75

Tabla 3.5 Costo de fibra.

PRESUPUESTO DE MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
FIBRA OPTICA				
FIBRA OPTICA	M	350	\$ 6,75	\$ 2.362,50
TENDIDO DE FIBRA OPTICA	M	250	\$ 2,68	\$ 670,00
PACH CORD				
PACH CORD	U	144	\$ 5,60	\$ 806,40
MANGUITOS TERMO CONTRACTILES				
MANGUITOS TERMO CONTRACTILES	U	24	\$ 0,50	\$ 12,00
CONECTORES				
CONECTORES SC	U	144	\$ 0,65	\$ 93,60
CONECTORES FC	U	12	\$ 0,69	\$ 8,28
PIG TAILS				
PIG TAILS SC	U	144	\$ 4,50	\$ 648,00
PIG TAIL FC	U	12	\$ 4,50	\$ 54,00
TOTAL:				\$ 4.654,78

Tabla 3.6 Presupuesto de Materiales.

PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA FIJAR DENTRO DE CAMARA				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
MATERIALES DENTRO DE CAMARA				
Pernos para Anclaje	U	12	\$ 0,65	\$ 7,80
Amaras plásticas de 30cm	Paquete de 100	1	\$ 4,80	\$ 4,80
Amaras plásticas de 15cm	Paquete de 100	1	\$ 4,20	\$ 4,20
Tacos de soporte	U	24	\$ 0,12	\$ 2,88
Manguera Corrugada	M	5	\$ 2,20	\$ 11,00
TOTAL:				\$ 30,68

Tabla 3.7 Presupuesto de Materiales para fijar dentro de Cámara de paso.

3.5 FUSIONES DE FIBRA OPTICA

PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA DE FUSIONES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
FUSIONES DE FIBRA				
FUSION DE UN HILO DE FIBRA	U	12	\$ 12,00	\$ 144,00
TOTAL:				\$ 144,00

Tabla 3.8 Presupuesto de Mano de obra de Fusiones.

3.6 RESUMEN PRESUPUESTO REFERENCIAL

A continuación se detalla la Tabla 3.6 la cual engloba el presupuesto de manera general, de Equipos y Materiales así como de Mano de Obra, luego de las consideraciones de diseño mencionadas anteriormente.

PRESUPUESTO REFERENCIAL	
DESCRIPCION	TOTAL
EQUIPOS	\$ 40.699,00
MATERIALES	\$ 4.654,78
MATERIALES DENTRO DE CAMARA	\$ 30,68
FUSIONES DE FIBRA	\$ 144,00
TOTAL GENERAL:	\$ 45.528,46

Tabla 3.9 Presupuesto Referencial General.

CONCLUSIONES

FTTB permite alcanzar distancias de hasta 20 km entre la central y el usuario sin necesidad de amplificadores o regeneradores, reduciendo de esta manera los costos de implementación y mantenimiento, es decir, las redes de acceso que emplean esta tecnología son redes ópticas pasivas. Al implementar en edificios FTTB es menos costoso que FTTH básicamente porque utiliza el cableado de cobre existente en los edificios. Es decir hay un considerable ahorro en fibra óptica.

La tecnología FTTB es un complemento para VDSL2, al basarse en fibra óptica brinda ciertas ventajas como son: bajos niveles de atenuación, inmunidad a ruido e interferencias, altas tasas de transmisión de datos.

VDSL2 es capaz de ofrecer al usuario altas velocidades de transmisión de al menos 1 Mbps en sentido descendente, permitiéndole acceder a servicios como triple play (voz, datos y video).

Desde el punto de vista económico la implementación de este tipo de redes de acceso no son mucho más costosas que aquellas que utilizan íntegramente cobre. Si bien es cierto, los costos por concepto de fibra óptica son superiores al cobre, se compensan en cierto modo por ser redes pasivas que no involucran regeneradores o amplificadores de señal.

RECOMENDACIONES.

Para optimizar los costos de la red de acceso con FTTB y VDSL2 se debe utilizar topologías en estrella, conectando splitters (1/32) en las terminales de la fibra óptica principal con el objeto de llegar a otros edificios aledaños incrementando de esta manera el número de usuarios.

Se recomienda que los entes regulatorios y de control en el campo de las telecomunicaciones en el Ecuador (CNT), envíen normativas técnicas y legales, ajustadas a la realidad del país, basadas en estándares internacionales en relación con tecnologías FTTx y xDSL que faciliten su implementación y fiscalización de ser necesario.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. TELNET. Tecnología PON. Consultado en Junio 2011 Disponible en:
<http://www.telnet-ri.es/soluciones/acceso-gpon-y-redes-ftth/pon-passive-optical-networks/>

- [2]. GUEVARA, Henao Juan Sebastián. Tecnología de redes PON, Consultado en Junio 2011. Disponible en:
<http://www.todotecnologia.net/tecnologia-de-redes-pon-apon-bpon-gpon-gepon-epon.htm>

- [3]. ESPAÑA, María Carmen. Servicios avanzados de Telecomunicaciones, Consultado en Julio 2011. Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=yTSoYCiXYAAC&pg=PA108&dq=xdsl&hl=es&ei=N_iITp_HH4TBtgfb7umAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=xdsl&f=false

- [4]. HUI, Pan. Tecnología xDSL, Consultado en Julio 2011. Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=oTGL2O3STekC&printsec=frontcover&dq=xdsl&hl=es&ei=N_iITp_HH4TBtgfb7umAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=10&ved=0CFoQ6AEwCQ#v=onepage&q&f=false

- [5]. JAZZTEL. Despliegue de la tecnología VDSL2, Consultado en Julio 2011. Disponible en:
<http://www.adslnet.es/index.php/2007/06/22/analizamos-el-despliegue-vdsl2-a-fondo/>

- [6]. HENS, Francisco, Caballero Jose Manuel. Tripe Play. Consultado en Julio 2011. Disponible en:

http://books.google.com.ec/books?id=Er2a5O6WnCMC&pg=PA227&dq=gigabit+pon&hl=es&ei=g_AiTixLMGgtgL4tCdAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCgQ6AEwAA#v=onepage&q=gigabit%20pon&f=false

- [7]. LLORET, Jaime. Garcia Miguel. Boronat Fernando. IPTV Television por Internet. Consultado en Julio 2011. Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=PvmZFX00mMYC&pg=PA143&dq=tecnologia+gPON&hl=es&ei=4_EiTt7VDoyWtweCtaGsAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CDMQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false

- [8]. MILLAN, Ramón. Tecnología GPON. Consultado en Julio 2011. Disponible en:
<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php#caracteristicasgpon>

- [9]. MURILLO, William. Tecnología GPON. Consultado en Agosto 2011. Disponible en:
<http://williammurillo.wordpress.com/2006/12/02/gpon-gigabit-passive-optical-network/>

- [10]. PROMIGAS Telecomunicaciones. Fibra hasta el Edificio. Consultado en Septiembre 2011. Disponible en:
http://www.promitel.com/wps/wcm/connect/web_content/Promitel/Espanol/Menu/Servicios/Fibra+al+Edificio+-+FTTB/

- [11]. Consejo de Universidades de España. Arquitectura FTTB. Consultado en Octubre 2011. Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=21aEFqQDycwC&pg=PA117&dq=ARQUITECTURA+FTTB&hl=es&ei=KfYiTsSoOJSEtgeatoW2Aw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CDsQ6AEwAg#v=onepage&q=ARQUITECTURA%20FTTB&f=false

- [12]. ABELLAN, Daniel. Sistemas de Comunicaciones Ópticas. Consultado en Noviembre 2011. Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=zhFu4jZ1h4oC&pg=PA90&dq=ARQUITECTURA+FTTB&hl=es&ei=KfYiTsoOJSEtgeatoW2Aw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CEIQ6AEwAw#v=onepage&q=ARQUITECTURA%20FTTB&f=false