



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL SECTOR  
DE CUMBAYÁ- BARRIO LUMBISÍ.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Tecnólogo en Redes y  
Telecomunicaciones.

Profesor guía

Ing. Wladimiro Basantes Moreno.

Autor

Daniel Santiago Sacancela Quishpe

Año

2017

### **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Fabián Wladimiro Basantes Moreno.

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

1709767667

**DECLARACIÓN DE LA PROFESORA CORRECTORA**

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Karina Maribel Terán  
Ingeniera en Sistemas  
1712627114

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Daniel Santiago Sacancela Quishpe

1722688452

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer primeramente a Dios por permitirme realizar este trabajo, a mis padres por todo el apoyo recibido y en especial quiero agradecer a mi hermana Patricia Sacancela que supo brindarme su apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi carrera.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a mis padres y hermana que con su eterno amor y cariño supieron brindarme una palabra de aliento para no decaer y seguir adelante en la culminación de mi carrera.

## RESUMEN

En la actualidad, los sistemas de transmisión de datos que se basan en fibra óptica se constituyen en el principal medio de comunicación que posibilita enviar y recibir archivos de video, audio, voz y datos. Esto es particularmente importante en las comunicaciones de alta velocidad, pues las mismas tienen características esenciales como la nitidez, la versatilidad y un menor costo, considerando tiempo y prestaciones, si se compara con las antiguas tecnologías que quedan rezagadas, como las redes interconectadas con hilos de cobre. Este proyecto busca implementar una red FTTx con tecnología GPON en el sector de Cumbayá, específicamente en el barrio Lumbisí, tomando en cuenta que la red de este sector de la capital ecuatoriana tiene una red de vieja data, incapaz de soportar el tráfico de información actual. Para esto, se eligió el barrio de Lumbisí donde se efectuó el diagnóstico y la propuesta contenida en este estudio.

**Palabras clave:** Redes, FTTx, Tecnología GPON, Telecomunicaciones, Protocolos, Distribución en anillo.

## ABSTRACT

Today, optical fiber-based data transmission systems are the main means of communication that enables the sending and receiving of video, audio, voice and data files. This is particularly important in high-speed communications, because they have essential features such as sharpness, versatility and a lower cost, considering time and performance, compared to the old technologies that are lagging behind, such as networks interconnected with copper threads. This project seeks to implement a FTTx network with GPON technology in the Cumbayá sector, specifically in the Barrio Lumbisí, taking into account that the network of this sector of the Ecuadorian capital has an old data network, unable to withstand the current information traffic. For this, we chose the District of Lumbisí where the diagnosis was carried out and the proposal contained in this study.

**Keywords:** Networks, FTTx, GPON technology, telecommunications, protocols, ring distribution.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCION .....	1
1.1 Evolución de las Telecomunicaciones.....	1
1.2 Las Telecomunicaciones en el Ecuador.....	5
1.3 Antecedentes .....	9
1.4 Planteamiento del problema .....	10
1.5 Objetivos.....	10
1.5.1 Objetivo General.....	10
1.5.2 Objetivos Específicos .....	10
1.6 Alcance .....	11
1.7 Justificación del proyecto.....	11
1.7.1 Justificación Teórica .....	11
1.7.2 Justificación Práctica.....	12
1.7.3 Justificación Metodológica.....	12
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Evolución de las redes.....	13
2.3 Características Principales de la red GPON .....	18
2.6 Elementos de una red GPON .....	23
CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DISEÑO TÉCNICO.....	27
3.1 Área de estudio.....	27
3.2 Diseño.....	28
3.3 Topología de red planteada .....	29
3.4 Diseño de la red.....	36
3.5 Propuesta de Implementación de la red FTTH GPON para el sector de Cumbayá, barrio Lumbisí .....	37
3.6 Planificación de la red.....	39
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	45
4.1 Servicios de conectividad en Ecuador .....	45
4.2 Análisis de mercado.....	46

4.2.1 Consumidores.....	46
4.3.2 Competencia.....	50
4.4 Cálculo de la muestra .....	51
4.5 Análisis de costos .....	52
4.6 Especificaciones técnicas para las bases de diseño .....	54
4.6.1 Especificaciones técnicas de los componentes .....	54
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES .....	58
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de las Telecomunicaciones.....	1
Tabla 2. Evolución de las Telecomunicaciones en Ecuador. ....	5
Tabla 3. Síntesis de la evolución de las redes informáticas.....	13
Tabla 4. Gestión de la tasa de Bit.....	21
Tabla 5. Diseño de Red GPON para Lumbisí.....	28
Tabla 6. Sexo de los encuestados.....	46
Tabla 7. Edad de los encuestados. ....	47
Tabla 8. Estado civil de los encuestados.....	48
Tabla 9. Servicio de fibra óptica .....	48
Tabla 10. Implementación del servicio en Lumbisí.....	49
Tabla 11. Precio del servicio.....	50
Tabla 12. Competencia directa.....	51
Tabla 13. Comparación de costos unitarios y totales .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Posible arquitectura de una red PON genérica. Tomado de: (Abreu, Castagna, Cristiani, Zunino, Roldós, & Sandler, 2009). .....	17
Figura 2. OLT, Tomado de: (Fs.com, 2015). .....	24
Figura 3. ONU, Tomado de: (Fs.com, 2015). .....	24
Figura 4. ONT, Tomado de: (Fs.com, 2015).....	25
Figura 5. Splitter de Fibra Óptica. Tomado de: (García, 2015). .....	26
Figura 6. Triple Play de las Telecomunicaciones. Tomado de: (Ferre, 2010). .....	27
Figura 7. Diseño de Red GPON para Lumbisí. ....	28
Figura 8. Sector Lumbisí en el mapa. Tomado de: Google Maps 2017. ....	30
Figura 9. Topología Lógica, Tomado de: (García C. , 2010). .....	31
Figura 10. Topología Física, Tomado de: (García C. , 2010). .....	31
Figura 11. Topología Anillo. Tomado de: (García C. , 2010). .....	32
Figura 12. Topología Doble Anillo. Tomado de: (García C. , 2010). .....	33
Figura 13. Topología de Árbol. Tomado de: (García C. , 2010). .....	33
Figura 14. Topología tipo Bus. Tomado de: (García C. , 2010). .....	34
Figura 15. Topología tipo Estrella. Tomado de: (García C. , 2010). .....	35
Figura 16. Distribución de nodos.....	36
Figura 17. Representación de nodos en el Mapa.....	37
Figura 18. Red Final. ....	41
Figura 19. Acceso a internet, Tomado de: (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones , 2015),.....	45
Figura 20. Sexo de los encuestados, .....	47
Figura 21. Edad de los encuestados .....	47
Figura 22. Estado civil de los encuestados, .....	48
Figura 23. Servicio de fibra óptica, .....	49
Figura 24. Implementación del servicio en Lumbisí, .....	49
Figura 25. Precio del servicio .....	50

# CAPÍTULO I. INTRODUCCION

## 1.1 Evolución de las Telecomunicaciones.

El origen de las telecomunicaciones se remonta a los inicios de la civilización, donde los mensajes eran transmitidos a través de formas y métodos completamente distintos a los que se conocen en la actualidad. Sin embargo, en los tiempos en los que acontecía la Revolución Francesa, es cuando por vez primera la sociedad se ve en la obligación de contar con un aparato que permitiese brindar un sistema de comunicación, y es cuando se desarrolla el telégrafo, el cual incluía 196 caracteres distribuidos entre mayúsculas, minúsculas y signos de puntuación, además de 22 estaciones que unían a la población de Lille con París, separadas por una distancia de 240 km y tomaba solo de 2 a 6 minutos transmitir un mensaje, leerlo e interpretar los símbolos podía tomar alrededor de 30 horas.

Sin embargo, conforme pasa el tiempo y según las necesidades, las telecomunicaciones siguen en auge, y es para para la primera década de los años 1800, cuando se crea el telégrafo electro-químico, el cual tenía como principal función la conversión de agua en hidrógeno y oxígeno con electricidad.

Y es así, que conforme al pasar del tiempo y a las necesidades presentadas, el mundo ha sido testigo de muchos descubrimientos e inventos hasta llegar al Siglo XX, y es en la década de los 90 cuando se da a conocer el internet comercial. A continuación, se presenta un cuadro con la evolución de las telecomunicaciones a lo largo de la historia:

Tabla 1

*Evolución de las Telecomunicaciones.*

Año	Acontecimiento
1830	Telégrafo. Codificación (Morse, Cooke y Wheatstone)
1874	Telégrafo múltiple (Emile Baudot)

Año	Acontecimiento
1875	Bell – Teléfono, Transmisión de voz, no requiere codificación
1910	Teletipo / Teleimpresor, Transmite mensajes sin operador, Cód. Baudot.escritos en caracteres característicos
1932	La <i>telecomunicación</i> fue definida por primera vez en la reunión conjunta de la XIII Conferencia de la ITU.
1950	Comienzan a aparecer los módems, como inicio de la transmisión de datos entre computadoras, pero se consolidan en los 60s y 70s para el manejo principalmente de periféricos.
1960	Desarrollo de lenguajes de programación, S.O., Conmutación de paquetes, transmisión satélite, comienza la unión de las telecomunicaciones e informática.
1970	Consolidación de la teleinformática, aparecen las primeras redes de computadores, protocolos y arquitectura de redes, primeras redes públicas de paquetes.
1971	ARPANET - TCP/IP
1974	SNA de IBM primera arquitectura de redes, sigue DNA
1975	CCITT normaliza X.25, nace OSI de ISO
1978	Aparecen las primeras redes de área local, aparecen los primeros servicios de valor agregado.
1980	Aparecen las redes digitales (voz, videos y datos).
1990	TI, Sistemas Distribuidos, Procesamiento Distribuido, integración. Aparece Internet, que se expandió enormemente, ayudada por la expansión de la fibra óptica
2000	Comienzos de la interconexión a través de todo tipo de dispositivos que son cada vez más rápidos, más compactos, más poderosos y multifuncionales, y también de nuevas tecnologías como las redes inalámbricas.
2002	Se aprueba la recomendación H.264/AVC, consistente en un nuevo modelo de codificación de video, escalable y con notables mejoras en calidad y consumo de ancho de banda

Año	Acontecimiento
2003	En junio de 2003, es certificada la recomendación IEEE 802.11g, como un progreso tecnológico de la serie de recomendaciones 802.11, de redes LAN inalámbricas.
2004	Se explora por primera vez el récord de velocidad en internet, para transmitir más de 7Gb/s entre la Universidad de Tokio y el CERN , con vínculos Ethernet de 10Gb/s.
2005	El grupo de estudio 15 de la ITU termina el encargo de VDSL2, destinando tecnologías DSL con velocidades de hasta 100 Mb/s, Esta nueva trayectoria va a ser una de las más importantes en el panorama de las telecomunicaciones.
2006	OLPC XO-1 Se anuncia el primer modelo funcional de las laptop XO, correspondientes al proyecto OLPC (One Laptop Per Child).
2007	Uruguay es el primer país del mundo en obtener laptops XO para la educación pública. El proyecto es destacado como “Plan Ceibal”
2008	UTP Categoría 6A Se aprobó el modelo de cableado UTP categoría 6A (ANSI/TIA/EIA 568-B.2-10), diseñado para canales de hasta 500 MHz en alcances de hasta 100 m. Este modelo está pensado para 10 Gb/s Ethernet hasta el escritorio.
2009	Wireless LAN: 600 Mb/s, como progreso tecnológico de la serie de recomendaciones 802.11, de redes LAN inalámbricas. Esta tecnología permite comunicaciones de datos inalámbricas de hasta 600 Mb/s
2010	LTE – Long Term Evolution. El Sistema es capaz de renovar significativamente la práctica del usuario con absoluta movilidad, que maneje el protocolo de Internet (IP) para establecer cualquier tipo de tráfico de datos de extremo a extremo con una ventajosa calidad de servicio.
2011	Microsoft compra “Skype”, por 8.500 Millones de Dólares. Es la mayor compra que ha hecho hasta el momento.

Año	Acontecimiento
2012	Google confirma la compra "Motorola Mobility", por 12.500 Millones de Dólares (unos 9.800 millones de euros).
2013	Se acepta la recomendación ITU-T H.265 o HEVC (High Efficiency Video Coding), mejorando H.264 para manifestar video de alta calidad con bajos anchos de banda. Se elaboró para cubrir la necesidad de mayor compresión de imágenes en movimiento en diversas aplicaciones como emisión por Internet, comunicaciones, videoconferencia, medios de almacenamiento digital y radiodifusión de televisión
2014	Es Certificada la recomendación IEEE 802.11ac, como progreso tecnológico de la serie de recomendaciones 802.11, proporcionando comunicaciones de datos inalámbricas de hasta 7 Gb/s.

Tomado de: (Gallardo, 2012; Karnico, 2015).

La existencia de las telecomunicaciones, se ha hecho tan importante e imprescindible en la vida cotidiana que es imposible concebir el mundo sin ellas, en cualquier ámbito que se desenvuelva ya sea personal o profesional; sin embargo, técnicamente hablando, las telecomunicaciones son producto de la aplicación de tecnologías emergentes que hicieron que su desarrollo fuese aumentando conforme al tiempo, tratándose entonces, de un conjunto de técnicas que busca tener como resultado permitir la comunicación y transmitir información correcta de forma efectiva a distancias.

Según Roca (2013), las telecomunicaciones sirven para transmitir información, pero esa información puede adquirir infinitas formas o empaquetarse de múltiples maneras, que se encuadran bajo el concepto de contenidos; las redes y servicios de telecomunicación manejan los contenidos que pueden ser de cualquier naturaleza como películas, música, cursos de formación, páginas web, documentos, fotografías, vídeos o simple voz, con las posibilidades tecnológicas actuales, dichos contenidos pueden estar almacenados en un servidor situado en cualquier lugar y ser accesibles desde todos los lugares del

planeta; es decir, están almacenados en la nube (cloud), lo que permite disponer de ellos con todo tipo de dispositivos y desde cualquier lugar.

## 1.2 Las Telecomunicaciones en el Ecuador.

Las telecomunicaciones, se han hecho parte de todas las comunidades a nivel mundial y tal es el caso del Ecuador, el cual no podía quedarse atrás. En este particular, su origen se remonta al año 1871 durante el gobierno de Gabriel García Moreno, quien dio cabida a una concesión a “All América Cable and Radio” para brindarle al país el servicio internacional de telegrafía usando cable submarino. El cable corría a lo largo de la costa del oeste de Sudamérica conectando Baltos (Panamá) con Valparaíso (Chile) a través de diferentes estaciones en Buena Ventura (Colombia), Salinas (Ecuador) y Callao (Perú). (Rebecajui, 2008).

Desde ese entonces, comienzan a suscitarse una serie de eventos en el país que van marcando la historia y desarrollo de las telecomunicaciones en el territorio ecuatoriano, desde la difusión del primer mensaje enviado hasta la aparición de los organismos CONATEL, SUPTEL y SENATEL; es por ello que, en el siguiente cuadro se indican cronológicamente cada uno de dichos acontecimientos:

Tabla 2

*Evolución de las Telecomunicaciones en Ecuador.*

Año	Acontecimiento
1871	Concesión a “All América Cable and Radio”.
1884	1er mensaje telegráfico transmitido sobre una línea entre Quito – Guayaquil.
1900	1era central telefónica instalada en Quito.
1920	Quito – Guayaquil, conexión por telégrafo.
1934	7.000 Km de línea de telégrafo y teléfono, 167 oficinas de telégrafo y 19 estaciones inalámbricas.
1943	Radio Internacional del Ecuador fue fundada como una

Año	Acontecimiento
	organización estatal independiente para los servicios de telegrafía y telefonía internacional.
1949	Inauguración de la empresa Teléfonos de Quito.
1950	Comenzó en Quito Ericsson AGT con capacidad inicial de 3000 líneas y 1000 suscriptores.
1953	Se crea la Compañía de Teléfonos de Guayaquil con capacidad administrativa y técnica similar a la de Quito.
1958	La Empresa de Radio Telégrafos y Teléfonos Ecuador fue creada por la Unión de la Dirección de Telégrafos y Radio Internacional del Ecuador.
1959	El gobierno nacional contrató a British Marconi para 48 canales VHF entre Quito y Guayaquil, luego se conectó el resto del país.
1963	La Empresa de Radio Telégrafos y Teléfonos Ecuador (ERTTE) se reestructuró y cambio su nombre a Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL)
1970	Fue nacionalizada All America Cable and Radio.
1971	El gobierno fusionó ENTEL, ETQ, ETG y Cables y Radio del Estado en dos compañías regionales bajo el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
1972	El gobierno nacional creó el Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL) impulsó el marco regulatorio de las telecomunicaciones como resultado de la necesidad de desconcentrar las funciones del Estado.
1990	Se realiza la instalación de 537895 líneas telefónicas que eran aproximadamente 18 por cada 100 habitantes.
1992	Se mantuvieron los servicios básicos de telecomunicaciones como un monopolio que fue exclusivo del Estado, para ser llevado a cabo la empresa IETEL y en consecuencia se

Año	Acontecimiento
	transformó en EMETEL (Empresa Estatal de Telecomunicaciones) en cumplimiento de La Ley Especial de Telecomunicaciones, aprobada para reestructurar el sistema nacional de telecomunicaciones vigente hasta entonces.
1995	Se impulsó la reforma a la Ley Especial de Telecomunicaciones (Ley N° 94) publicada en el Registro Oficial N° 770 así se crea el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)
1996	La Empresa Estatal de Telecomunicaciones EMETEL se transformó en la sociedad anónima EMETEL S.A.
1997	Se inscribió en el Registro Mercantil la escritura de escisión de EMETEL S.A. en dos compañías operadoras ANDINATEL S.A. y PACIFICTEL S.A.
2000	De la Ley para la Transformación Económica, se da espacio a la política para el sector de telecomunicaciones hacia el régimen de libre competencia de los servicios de acuerdo a la reforma del artículo 38 de la Ley Especial de Telecomunicaciones.
2001	<p>CONATEL, SUPTEL y SENETEL ofrecen las máximas garantías a los contratos y participación de las empresas ecuatorianas en lo referente a las telecomunicaciones y llevando a la consolidación de un mercado en apertura.</p> <p>El Gobierno da por finalizada la exclusividad regulada, mediante la firma del contrato modificatorio, ratificatorio y codificadorio de la concesión de servicios finales y portadores entre Senatel y las empresas operadoras Andinatel y Pacifictel.</p> <p>El Conatel elabora el proyecto de Reglamento de la ley especial de telecomunicaciones.</p>
2002	Otecel (Movistar) sigue dos caminos para la telefonía móvil: 2G y 3G

Año	Acontecimiento
2003	Otecel (Movistar) actualiza sus sistemas y conexión a CDMA1x para transmisión de datos e Internet.
2004	Otecel (Movistar) pasa a manos de Telefónica de España
2005	Otecel (Movistar) adopta tecnologías de 3GPP: GSM, GPRS y EDGE.
2006	Concel (Claro) logra la concesión de espectro de 10 MHz en la Banda de 1900 MHz.
2008 -2009	Concel (Claro) renueva la concesión por 15 años más, para brindar Servicio Móvil Avanzado (SMA).
2009	Se crea el Ministerio de Telecomunicaciones y de Sociedad de la Información R.O. No 10.

Tomado de: (Rebecajui, 2008; Usbeck, 2010).

Es importante mencionar, que el sector de las telecomunicaciones en Ecuador cuenta con una estructura organizacional, dentro de la cuales se enlistan varios organismos, cada uno de ellos con funciones a desempeñar dentro de la jurisdicción ecuatoriana, entre estos organismos destacan los siguientes:

- El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), el cual cuenta con seis (6) áreas adscritas de las cuales cinco (5), están estrechamente vinculadas al sector de las telecomunicaciones, las mismas, se enlistan a continuación (Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, 2016):
  - Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), su objetivo principal es velar por el respeto a los derechos de los usuarios en materia de servicio de telecomunicaciones, además de vigilar el cumplimiento de la normativa para la concesión de frecuencias del espectro radioeléctrico.

- Agencia de Regulación y Control Postal (ARCOPOSTAL), es la institución que regula, controla y administra los servicios postales, entre sus principales atribuciones están: contribuir al desarrollo sostenido del sector postal y solucionar los reclamos de los usuarios en esta área.
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT EP), aporta a la reducción de la brecha digital en el país a través de los servicios de internet, televisión, telefonía móvil o fija.
- Dirección Nacional de Registro de Datos Públicos (DINARDAP), es una de las entidades encargadas en promover el Gobierno Electrónico, mediante servicios que apuntan a que el usuario optimice su tiempo cuando necesite información. Por su parte, diseña, implementa y administra el Sistema Nacional de Registro de Datos Públicos, que está conformado por las instituciones públicas, información registral de carácter público de las instituciones privadas, el conjunto de normas, políticas, instrumentos, procesos, actividades y recursos que permitan alcanzar el acceso y la transparencia de la información registral pública acorde a las nuevas tecnologías. .
- Correos del Ecuador (CDE - EP), a través de sus servicios de envío de paquetes y cartas, Correos del Ecuador promueve el sector postal y aporta a la transformación productiva y desarrollo económico del país.

### **1.3 Antecedentes**

En los últimos años, la gran variedad de servicios de telecomunicaciones que se han ido desarrollando, hacen que los usuarios requieran mayores velocidades en las tasas de transmisión para poder acceder a los diferentes servicios. Esto ha hecho que las redes antiguas se saturen, por lo que, es importante buscar nuevas alternativas, con adelantos tecnológicos que permitan manejar mayores anchos de banda. Esta necesidad se basa en el

aumento de tráfico de internet, relacionado con la demanda y distribución de programas y videojuegos. En la actualidad, el poder ofrecer soluciones que van desde voz, datos y video se torna difícil en varios aspectos, como las infraestructuras de redes de accesos y medios de transmisión además, resulta difícil realizar la gestión, sincronización e instalación de los recursos para poder satisfacer la demanda de clientes. Debido a esto, varias son las tecnologías que permiten solucionar dichas falencias en el aspecto de infraestructura y medios de transmisión entre ellas FTTX (Fibra hasta X) que prometen satisfacer la creciente demanda de ancho de banda en los terminales de usuario.

#### **1.4 Planteamiento del problema**

El problema se presenta debido a que la red antigua está compuesta en su mayoría por cobre y no soporta grandes tasas de transferencia de información debido a esto, el abonado se ha convertido en un participante pasivo en recibir servicios de internet, velocidades de transmisión, televisión pagada, y como consecuencia algunas de ellas son muy costosas y lejos del alcance y la cobertura de todos los usuarios interesados en contratar el servicio. Además permanentemente aparecen nuevos productos y servicios, con requerimientos muchas veces diferentes, es por ello que se ha vuelto necesario contar con una infraestructura de comunicaciones plenamente desarrollada para el sector en estudio.

#### **1.5 Objetivos**

##### **1.5.1 Objetivo General**

Proponer el diseño de una red FTTx con tecnología GPON para el sector de Cumbayá- barrio Lumbisí.

##### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Analizar el estado de la red antigua telefónica para el levantamiento de los potenciales usuarios existentes en el sector.

- Investigar sobre los materiales disponibles en el mercado para la realización de la propuesta de trabajo.
- Proyectar el crecimiento de la demanda del sector para que en un futuro no exista saturación en la red y pueda trabajar sin ningún inconveniente.

## 1.6 Alcance

Es necesario un estudio detallado del sector y así dimensionar la red de una forma adecuada, ya que los costos para este sector suponen una inversión muy elevada por lo cual es necesario un fundamento técnico con el mayor detalle, para obtener un uso óptimo de la red y cubrir la zona en su totalidad, sin perder clientes en ninguno de los servicios de telecomunicaciones, además de un dimensionamiento para un crecimiento futuro poblacional.

En el presente proyecto se tratará sobre de la propuesta de red FTTx con tecnología GPON que permita brindar una mayor cobertura al sector de Cumbaya, barrio Lumbisí en cuanto a servicios de internet se refiere y con ello contribuir y promover el desarrollo de las zonas urbanas y rurales. Para esto se realizará un estudio en tres diferentes aspectos que son:

- 1.- Área de cobertura:** Donde se conozca el número de usuarios que pertenecen al sector de Cumbayá localizados en el barrio Lumbisí.
- 2.- Resultados:** Una vez realizado el estudio se obtendrá un pre diseño de red GPON (ODN) para el sector de Cumbaya – Barrio Lumbisí.
- 3.- Materiales:** Se podrá estimar un total aproximado en cuanto a la cantidad de materiales como fibra óptica, cajas, mangas, splitters, etc. a utilizarse en la propuesta de red.

## 1.7 Justificación del proyecto

### 1.7.1 Justificación Teórica

En la actualidad existen varias soluciones tecnológicas que se dividen en dos amplias categorías: PON, que no requieren de componentes electrónicos

activos entre el usuario final y la central del operador, y ASON donde hay componentes electrónicos activos instalados ente el usuario final y la central del operador. De esta manera se aborda el proyecto haciendo uso de las tecnologías PON y en especial la GPON, que no requiere de dispositivos electrónicos permitiendo eliminar repetidores dentro de la red, además no usa fuentes de poder intermedia, solo utiliza splitters, acopladores y atenuadores, con el objetivo de aportar un pequeño avance en las telecomunicaciones y que permita un mayor grado de desarrollo en los servicios que adquieren los abonados.

### **1.7.2 Justificación Práctica**

Se ha seleccionado la tecnología GPON debido a que está diseñada para brindar servicios que requieran un gran ancho de banda, con bajos costos de mantenimiento y operación.

El aporte está enfocado en la investigación de cuáles serían los impactos socio económicos, como también los requerimientos y las características que definan el estudio y diseño de la red GPON de acuerdo a las necesidades de la población.

### **1.7.3 Justificación Metodológica**

La metodología de estudio del proyecto será a base del método descriptivo a partir del estado actual de la red se podrá obtener un panorama real de la zona involucrada, además se podrá tener una información exacta del número de usuario que requieren del servicio, esto a su vez permitirá determinar hasta qué punto y en qué condiciones es viable hacer el uso de la tecnología FTTH GPON en una área de 5 Km tomando en cuenta un número estimado de 300 a 400 viviendas, debido a que la fibra óptica presenta una firme solución al problema gracias a las robustez, ancho de banda ilimitado y al continuo descenso de los costes asociados a la fabricación e implementación de esta tecnología.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Evolución de las redes

Las redes de comunicación tuvieron un considerable avance durante las pasadas décadas. Sin embargo, la conectividad tiene una data muy antigua. En este estudio, por sus características, la atención se concentra en la segunda mitad del siglo pasado, cuando se produjeron los progresos más significativos en materia informática. De forma esquemática, se puede resumir la evolución de las redes informáticas en los siguientes términos:

Tabla 3

*Síntesis de la evolución de las redes informáticas.*

<b>Año</b>	<b>Acontecimiento</b>
1966	Se conectan dos computadoras mediante un enlace discado de 1200 bps entre los laboratorios Lincoln y la compañía System Development Corporation.
1967	Se presenta el plan de creación de ARPANET (Advanced Research Projects Administration Network).
1969	Primera conexión de ARPANET.
1970	La universidad de Hawaii desarrolla la primera red conmutada
1971	ARPANET crece a 15 nodos
1972	Ray Tomlinson adapta su programa de correo electrónico para ARPANET.
1973	ARPANET cambia su nombre a DARPANET, y hace su primera conexión internacional con el University College of London
1974	Vinton Cerf and Bob Kahn publican la arquitectura de un programa de control de transmisión (Transmission Control Program, TCP)

<b>Año</b>	<b>Acontecimiento</b>
1978	TCP se divide en TCP e IP
1979	Se desarrolla USENET
1980	Son desarrollados los sistemas BITNET, CSNET en la Universidad de Wisconsin.
1983	El sistema DCA (Defense Communication Agency) y DARPA establecen el Transmission Control Protocol (TCP) e Internet Protocol (IP) y el conjunto de protocolos conocidos como TCP/IP.
1983	DARPANET se divide en ARPANET y MILNET. Esta última es una red militar concebida para desarrollar sistemas de redes dedicadas a la defensa.
1983	Se conectan CSNET y ARPANET.
1984	Se introduce Domain Name Service.
1991	El CERN, en Suiza, desarrolla la World Wide Web (WWW) y Tim Berner-Lee crea el lenguaje HyperText Markup Language (HTML)
1993	La NCSA crea Mosaic el primer navegador gráfico
1994	Dos estudiantes de doctorado de Stanford, Jerry Yang y David Filo, crean Yet Another Hierarchical Officious Oracle (Yahoo)

Adaptado de: (Díaz, 2012)

Este proceso fue crucial para el desarrollo de las redes de comunicación como existen en la actualidad. Pese a los altibajos que hubo durante la puesta en marcha de varios de esos proyectos, y a pesar que muchos miles jamás llegaron a materializarse, el esfuerzo de científicos y técnicos fue sin duda fundamental para llegar a la conectividad en artículos antes impensados, tanto así que se desarrollaron avances en celulares, autos y televisores inteligentes,

y se proyectan el hogar inteligente, e incluso se habla de ciudades inteligentes, lo que da una idea de los cambios que se avecinan.

La conexión permite, además de la comunicación entre personas, facilitar tareas que antes demandaban mucho más tiempo, y representa un importante avance para la economía, la educación, las actividades militares y la sociedad en general.

Por otra parte, se tiene el resumen de la evolución de las redes de fibra óptica como tal, y que de forma esquemática se puede resumir en los siguientes términos:

Tabla 4

*Síntesis de la evolución de las redes informáticas.*

<b>Año/período</b>	<b>Acontecimiento</b>
1950	Singh desarrolla una teoría para obtener un material en el cual la luz pueda viajar y se adapte a curvaturas. Se logró conducir un haz de luz mediante un agregado de fibra de 75 cm de largo.
1970	Corning consigue fibras que tenían una atenuación de 20 decibeles.
1972	Se inventa la fibra óptica con núcleo líquido y una atenuación de 8 decibeles
1973	Corning produce una fibra óptica de SiO <sub>2</sub> , logrando atenuaciones de 0,5 dB/km.
1976	NTT y Fujicura consiguen la Fibra Óptica con atenuación 0,47 dB/km en 1.300 nm.
1977	General Telephone and Electronics lograron una transmisión telefónica a través de fibra óptica con una tasa de 6 Mbps.

<b>Año/período</b>	<b>Acontecimiento</b>
1979	Se alcanzan atenuaciones de 0,12 dB/km con fibras mono modo en 1550 nm.
1985	Se desarrollan las redes locales con la capacidad de soportar simultáneamente voz y datos, con base en una nueva versión del bucle FDDI de fibra óptica. La norma FDDI-II ofrece procedimientos de conmutación de circuitos para tráficos de voz y vídeo y, de conmutación de paquetes, para los datos.
1988	Comienza sus operaciones el primer enlace transoceánico con fibra óptica, el TAT-8.
1990	Inician sus operaciones las Redes Ópticas Pasivas PON
2001-2004	Se define el estándar GPON para la transmisión de datos en redes, y que permite obtener velocidades hasta de 300 MB por usuario.

Tomado de: (Alcívar, 2015, págs. 10-13).

## **2.2 Definición de red GPON**

Se tornan atractivas las tecnologías de acceso mediante fibra óptica hasta el domicilio del cliente, es decir FTTH. En este sentido existen diversas tecnologías disponibles y topologías implementables, a fin de realizar un despliegue de acceso mediante fibra hasta el hogar (Abreu, Castagna, Cristiani, Zunino, Roldós, & Sandler, 2009). Estas tecnologías pueden clasificarse en primera instancia en dos grandes grupos (Abreu, Castagna, Cristiani, Zunino, Roldós, & Sandler, 2009):

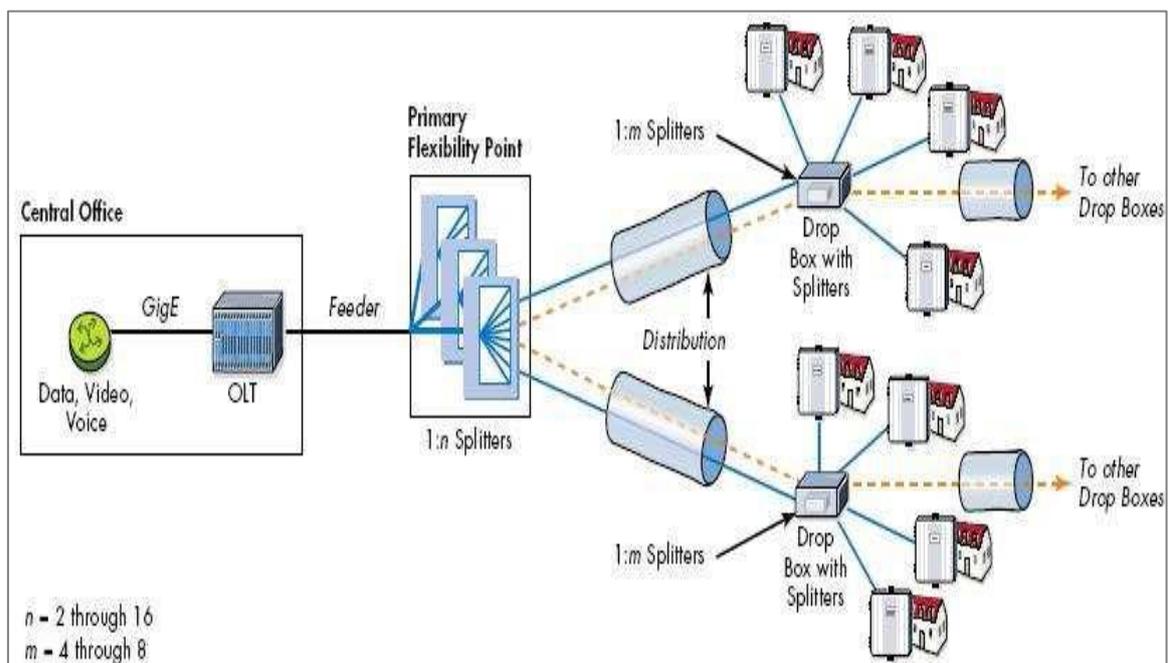
- **Redes Activas:** red de fibra óptica con elementos activos en ella (fuera de la central), como en el caso de SDH-NG, o una red Metro Ethernet suficientemente distribuidas de modo que se pueda conectar directamente los

clientes a la red. En ese caso estas redes cumplirían la función de red de acceso y no únicamente de transporte como es actualmente.

- **Redes Pasivas:** son redes de fibra óptica cuyos componentes son enteramente pasivos en la red de distribución (no en la central y domicilio del cliente), estas se denominan PON (Passive Optical Network) y permiten compartir una misma fibra entre varios usuarios.

Las redes PON típicas están conformadas por:

- Un terminal de línea óptico (optical line terminal) OLT ubicado en la central.
- Varios elementos pasivos de ramificación óptica, denominados Splitter.
- Varios Terminales de Red Ópticos (Optical Network Terminals) ONTs también denominados ONU (Optical Network Unit), los que se encuentran en la casa del usuario y presentan las interfaces hacia los dispositivos que con los cuales se hace uso del servicio.



*Figura 1.* Posible arquitectura de una red PON genérica. Tomado de: (Abreu, Castagna, Cristiani, Zunino, Roldós, & Sandler, 2009).

Así como otras redes de fibra óptica, la red GPON tiene sus propias características técnicas y operativas, para una mejor comprensión, lo cual es reflejado en “Diseño Básico de Redes de Acceso FTTH utilizando el estándar GPON”, elaborado por Ing. Cristhian Oswaldo Añazco Aguilar en el año 2013, en donde se analiza el diseño de una red de acceso de fibra óptica para dar servicios convergentes conocidos como Triple Play (Belleza, 2014).

Además, en “Estudio y diseño de una red FTTH en un campus Universitario y una vivienda residencial”, realizada por Arturo Osvaldo Ojeda Sotomayor (2009), proporcionando al campus y a la residencia los servicios de video, voz y de datos. Sin embargo, las características que ofrece la tecnología GPON son, entre otras, una estructura de trama escalable de 622 Mbps hasta 2.5 Gbps. Dicha red de fibra óptica, facilita la transmisión bidireccional de información en una sola fibra llamada PON. El estándar que se maneja en los equipos GPON está entre los 2,4 Gbps en el canal de bajada y 1,2 Gbps en el de subida y gracias a estas velocidades de transferencia de datos permite ofrecer videoconferencias o televisión digital de gran calidad (Keiser, 2004).

### 2.3 Características Principales de la red GPON

Una de las características principales de este tipo de red, es que permite el soporte de servicios legacy, ya que contempla acceso TDM, (Abreu, Castagna, Cristiani, Zunino, Roldós, & Sandler, 2009).

Sin embargo, son muchos los aspectos que la describen, como los que se indican a continuación (Millán, 2008):

- GPON, se basa en una capa de transmisión completamente nueva.
- El ITU-T (International Telecommunications Union – Telecommunications Sector), comenzó a trabajar sobre GPON, en el año 2002.
- GPON, está estandarizado en el conjunto de recomendaciones ITU-T G.984.x (x= 1, 2, 3, 4).
- Su principal motivación es la de ofrecer mayor ancho de bandas, una mayor

eficiencia de transporte para servicios IP, y una especificación completa adecuada para ofrecer todo tipo de servicios.

- Ofrece una estructura de trama escalable de 622 Mbps hasta 2.5 Gbps, así como soporte de tasas de bit asimétricas.
- 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 es GEM (GPON Encapsulation Method), que permite soportar cualquier tipo de servicio como Ethernet, TDM, ATM, entre otros.
- Implementa capacidades OAM (Operation Administration Maintenance) avanzadas, ofreciendo una potente gestión del servicio extremo a extremo.
- La velocidad más utilizada por los actuales suministradores de equipos GPON es de 2,488 Gbps downstream y de 1,244 Gbps upstream.

## 2.4 Tecnologías y protocolos utilizados por la red GPON

- **TDMA:**

Fue un servicio inicialmente desplegado durante 1992 por McCaw, Southwest Bell, Bell South y otros. Time Division Multiple Access, sus siglas en inglés que se traducen en Acceso Múltiple por División de Tiempo, se traduce en una tecnología inalámbrica de segunda generación empleada en las telecomunicaciones.

Es una tecnología desarrollada en 1980, sin embargo 12 años después sucede su implantación, por grandes compañías de las Telecomunicaciones a nivel mundial, es empleada en Europa al igual que Japón, por ser una técnica simple, muy confiable, y ampliamente probada en sistemas de comunicación comercial. En los sistemas celulares digitales TDMA, son capaces de utilizar un canal común para las comunicaciones entre múltiples usuarios, pues las unidades de información se distribuyen en varias ranuras de tiempo, ya que los canales pueden dividirse hasta en ocho intervalos de tiempo distintos.

De allí que, con la tecnología TDMA, a cada usuario que realiza una llamada se le asigna una ranura de tiempo específica para la transmisión, de este modo, varios usuarios pueden usar el mismo canal al mismo tiempo sin interferirse entre sí, (Graus, 2013).

TDMA, subdivide cada uno de los canales de 30 kHz de AMPS en tres (3) canales full-rate de TDMA, cada uno tiene la capacidad de soporte e una llamada de voz. Así TDMA podrá promover de tres (3) a seis (6) veces más la capacidad del canal de tráfico de AMPS, tan pronto como se disponga de codificadores de voz con un rango de bit más bajo, con una ganancia correspondiente en la eficiencia de trunking, cálculos similares llevan a estimar de 3.5 a 6.3 veces más la capacidad de un sistema AMPS.

- TDM:

Multiplexaje por división de tiempo, es un sistema de transmisión en el cual un número de comunicaciones están multiplexados en una portadora al asignar a cada comunicación un espacio específico de tiempo. El proceso se lleva a cabo "intercalando" las muestras de diferentes señales para que estas se puedan transmitir en forma secuencial por el mismo canal. TDM, tiene como objetivo multiplexar "n" canales PCM; según el estándar que se escoja (ETSI o ANSI), para lograr lo que se denomina un PCM de 1er orden (E1 o T1), para esto se genera un conjunto de 16 tramas PCM numeradas de la 0 a la 15, que es el ciclo completo TDM.

Es un proceso básico en telefonía digital, que permite combinar diferentes señales de voz digitalizadas y enviarlas por el mismo canal de transmisión, de esta manera, las señales digitales de baja tasa se multiplexan formando lo que se conoce como tramas de alta tasa.

### **Sincronización de tramas:**

La sincronización entre un multiplexor y un demultiplexor es sumamente básico e importante, ya que si no están sincronizados un bit de un canal este puede ser recibido por un canal equivocado, razón por la cual, se añaden uno o más bits de sincronización al comienzo de cada trama. Dichos bits siguen un patrón,

trama a trama que permite al demultiplexor sincronizarse con el flujo entrante y así poder separar las ranuras de tiempo de forma correcta.

### Gestión de la tasa de bit

Se asume que las tasas de bits de los canales de entrada son iguales, pero en el caso, se pueden emplear tres (3) estrategias:

Tabla 5

*Gestión de la tasa de Bit*

<b>TDM Multinivel</b>	<b>Múltiples ranuras</b>	<b>Inserción de Bits</b>
<b>Cuando la tasa de bit de un canal de entrada es múltiplo de otra.</b>	Cuando la tasa de bit de un canal de entrada es múltiplo de otras.	Cuando las tasas de bits de los canales de entrada no son múltiplos enteros unos de otros.
<b>Se añade un nivel previo de multiplexación para igualar las tasas de bit</b>	Se inserta un conversor de serie en paralelo para asignar a este canal de entrada más de una ranura en la trama de salida.	Se insertan bits extras a los canales con tasas más bajas.

Tomado de: (Coimbra, 2011)

- **Downstream y Upstream**

Son términos empleados en referencia al internet refiriéndose a la descarga y subida, el tráfico downstream fluye hacia el usuario, mientras que el tráfico upstream fluye desde el usuario, los proveedores de servicios de internet asignan más ancho de banda para el canal downstream que para el canal upstream, lo cual hace que, las tasas de transferencia de datos sean mucho más rápidos para descargar que para subir.

El acceso al internet moderno se llama ADSL que significa Línea de suscripción digital asimétrica (por sus siglas en inglés). Línea de suscripción digital asimétrica trabaja sobre el principio de que los usuarios de teléfono no utilizan todas las frecuencias disponibles en la línea telefónica con el fin de tener una conversación, el sistema funciona tanto con voz como con datos a través de la línea al mismo tiempo. Las empresas se dieron cuenta de que la transferencia

de datos de bajada era más importante que la transferencia de datos de subida, asignando más ancho de banda para el canal descendente que para el canal ascendente, por lo que la velocidad de transferencia es mayor para descarga que para la subida. Este tratamiento desigual de los dos sentidos es lo que le da al sistema ADSL su nombre de asimétrico.

La voz que viaja sobre un cable telefónico, utilizando un rango de frecuencias de entre 300 Hz y 3,3 kHz. El sistema ADSL asigna de 0 a 4 kHz al tráfico de voz. Los datos viajan a entre 26 kHz y 1.100 kHz. Esto deja un espacio grande en el espectro entre voz y datos, el canal ancho de datos se divide entre un canal upstream usando entre 26 kHz y 138 kHz y un canal downstream utilizando entre 138 kHz y 1.100 kHz.

Esto asigna mucho más espacio para los datos que viajan al usuario en comparación como los datos que viajan desde el usuario, como en diversas formas los datos pueden viajar lado a lado simultáneamente, un ancho de banda de frecuencia más amplia crea una transferencia de datos más rápida.

El tratamiento desigual de los canales downstream y upstream produce tasas de transferencia de datos desiguales, un servicio ADSL estándar proporciona una velocidad de transferencia de datos máxima de 3,3 MB por segundo para upstream y 24MB por segundo para downstream. Esto hace que la velocidad de descarga sea más de siete veces más rápida que la velocidad de subida, (Cooper, 2015).

## **2.5 Clasificación de la red GPON**

- FTTP:

La fibra óptica hasta las instalaciones o FTTP (Fiber to the premises), por sus siglas en inglés, se refiere a un tipo de tecnología de telecomunicaciones donde se utilizan cables de fibra óptica para conectar el equipo de distribución que se encuentra más cercano al usuario destinatario de la conexión, directamente a la red principal. (Gaona & Santillán, 2013, pág. 26).

- FTTH:

Las denominadas redes FTTH (Fiber to the home) son sistemas compuestos fundamentalmente por fibra óptica que llegan hasta los usuarios. Esta arquitectura se está transformando en una realidad en muchas regiones del planeta con más de ocho (8) millones de hogares conectados a la nube informática a través de este concepto de redes de nueva generación.

La tecnología FTTH, es capaz de soportar toda la demanda de ancho de banda que se tendrá en el futuro, se considera como una red a prueba de tecnologías futuras, con aptitud para los servicios multimedia que se ofrecerán en el futuro inmediato. En la actualidad las operadoras telefónicas ya están migrando de las redes existentes ADSL (Líneas del suscriptor digital asimétrica) tendidos de cableado de cobre, sistemas de cable de operadoras a redes de fibra óptica. Actualmente, las redes pasivas ópticas punto a multipunto PON son las más implementadas principalmente en mercados asiáticos y norte americanos, (Tinoco, 2011, pág. 6).

- FTTB:

Fibra al edificio FTTB (Fiber to the building), es un tipo de instalación de cable de fibra óptica donde el cable de fibra va a un punto en una propiedad compartida y el otro cableado proporciona la conexión a casas individuales, oficinas u otros espacios. Las aplicaciones FTTB, a menudo utilizan redes ópticas activas o pasivas para distribuir señales a través de un cable de fibra óptica compartido a hogares u oficinas individuales. La fibra en el edificio es sólo una de varias configuraciones de implementación de fibra llamadas colectivamente FTTx (Ojeda, 2009).

## **2.6 Elementos de una red GPON**

Al igual que las redes EPON, las GPON se componen también por los mismos tres (3) elementos básicos: OLT, ONU/ONT, splitter.

OLT (Terminal de Línea Óptica), es un equipo que integra la función de conmutador L2 / L3 en el sistema GPON. En general, el equipo OLT contiene

rack, CSM (módulo de control y conmutador), ELM (módulo EPON Link, tarjeta PON), módulos de alimentación de red de protección de red de -48V DC o un módulo de fuente de alimentación de 110 / 220V CA y ventiladores. En estas partes, la tarjeta PON y la fuente de alimentación soportan el intercambio en caliente mientras que otro módulo se construye dentro. La función principal de OLT es controlar el flotador de información a través del ODN, que va en ambas direcciones, mientras que se encuentra en una oficina central. La distancia máxima soportada para la transmisión a través del ODN es de 20 km. OLT tiene dos direcciones de flotación: upstream (obtener una distribución de diferentes tipos de datos y tráfico de voz de los usuarios) y downstream (obtener tráfico de datos, voz y vídeo de la red de metro o de una red de larga distancia y enviarlo a todos los módulos ONT en el ODN, (Fs.com, 2015).



Figura 2. OLT, Tomado de: (Fs.com, 2015).

ONU (Unidad de Red Óptica), convierte señales ópticas transmitidas a través de fibra a señales eléctricas. Estas señales eléctricas se envían a los suscriptores individuales. En general, existe una distancia u otra red de acceso entre la ONU y las instalaciones del usuario final. Además, ONU puede enviar, agregar y preparar diferentes tipos de datos procedentes del cliente y enviarlos en sentido ascendente al OLT. Grooming, es el proceso que optimiza y reorganiza el flujo de datos para que sea más eficiente. OLT soporta la asignación de ancho de banda que permite hacer la entrega fluida de datos float a la OLT, que por lo general llega en ráfagas de cliente. ONU podría conectarse mediante diversos métodos y tipos de cables, como alambre de cobre de par trenzado, cable coaxial, fibra óptica o Wi-Fi, (Fs.com, 2015).



Figura 3. ONU, Tomado de: (Fs.com, 2015).

ONT (Terminal de Red Óptica), es lo mismo que ONU en esencia. ONT, es un término UIT-T, mientras que ONU es un término IEEE. Ambos se refieren al equipo del lado del usuario en el sistema GPON. Pero en la práctica, hay una pequeña diferencia entre ONT y ONU según su ubicación. ONT es generalmente en las instalaciones del cliente.



*Figura 4.* ONT, Tomado de: (Fs.com, 2015).

Splitter o divisores ópticos, son los que se suelen emplear en Redes de distribución de vídeo (Broadcast) o de datos y en redes PON o GPON (FTTH). Su principio de funcionamiento consiste en dividir la señal óptica en 2, extensible hasta el hecho de conseguir N salidas. Estas salidas son de menor potencia que la señal óptica original, pero mantienen el mismo contenido óptico de datos, por lo que cuantas más veces se divide, más usuarios dispondrán de la misma señal óptica, teniendo en cuenta la pérdida de velocidad, ya que ésta también se divide. Dependiendo de la dirección del haz de luz, el Splitter divide el haz entrante y lo distribuye hacia múltiples fibras o lo combina dentro de una misma fibra. Se les denomina con el término “pasivo”, ya que no tienen necesidad de emplear elementos electrónicos para conseguir las divisiones de la señal óptica.

Los módulos de Splitter se construyen en diferentes formatos, como tubo de acero o caja ABS, siendo típico que tengan 2, 4, 8, 16, 32, 64 o 128 salidas, normalmente con conector SC con pulido APC, aunque también están disponibles con otros conectores (SCPC, LC...) o en punta para su fusión.

Pueden alojarse en rack o en cajas de interior o exterior, según corresponda por el diseño de la propia instalación.



*Figura 5.* Splitter de Fibra Óptica. Tomado de: (García, 2015).

## CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DISEÑO TÉCNICO

### 3.1 Área de estudio.

Lumbisí, es una comunidad ubicada en el valle de Cumbayá, en Pichincha, cerca de Quito, es un poblado con características urbanas que cuenta con los servicios básicos de energía eléctrica domiciliaria, alcantarillado y agua potable.

De acuerdo con las necesidades actuales, las empresas que prestan servicios de telecomunicaciones se han consolidado para brindar a la población los servicios de internet, telefonía y televisión. Esto con el propósito de que todos puedan acceder a estos servicios de acuerdo a su bolsillo. En la actualidad, esto se conoce como Triple Play. De hecho, las distintas operadoras telefónicas del país, ponen dichos paquetes al alcance de la población. Sin embargo, el presente proyecto de investigación tiene como propuesta el diseño de una red FTTH con tecnología GPON, con el cual se pueda acceder al servicio de internet para el sector de Cumbayá en el barrio Lumbisí.

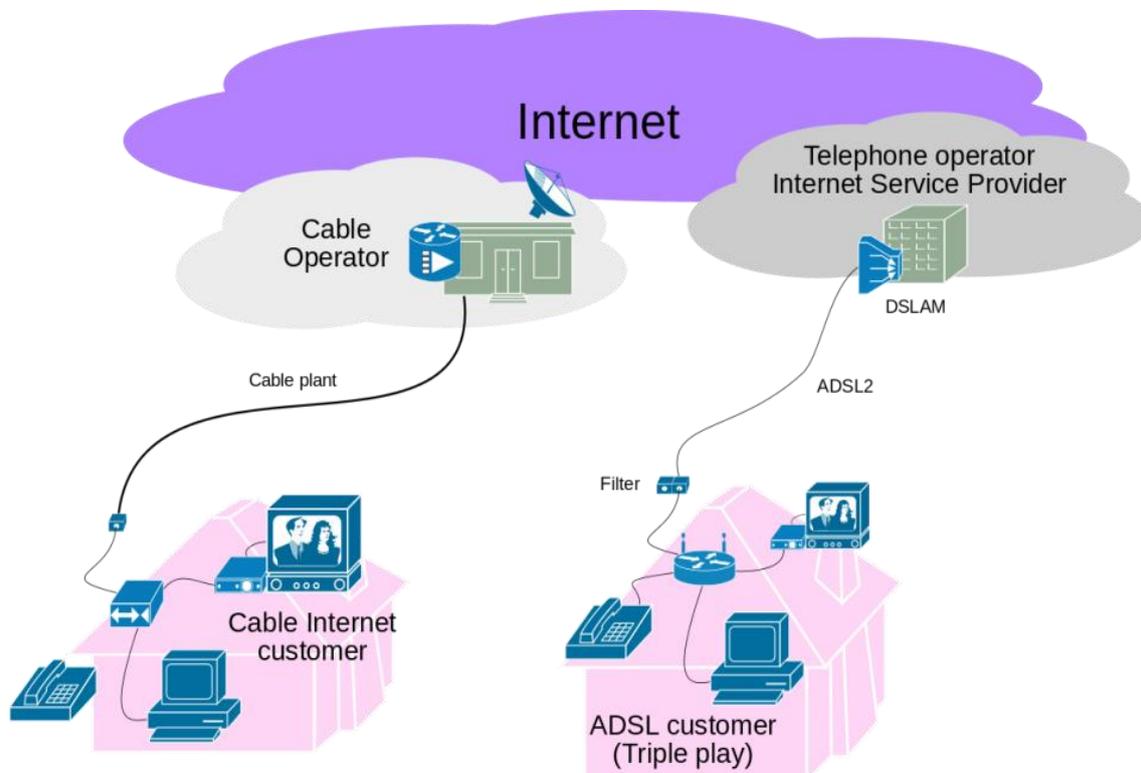


Figura 6. Triple Play de las Telecomunicaciones. Tomado de: (Ferre, 2010).

## 3.2 Diseño

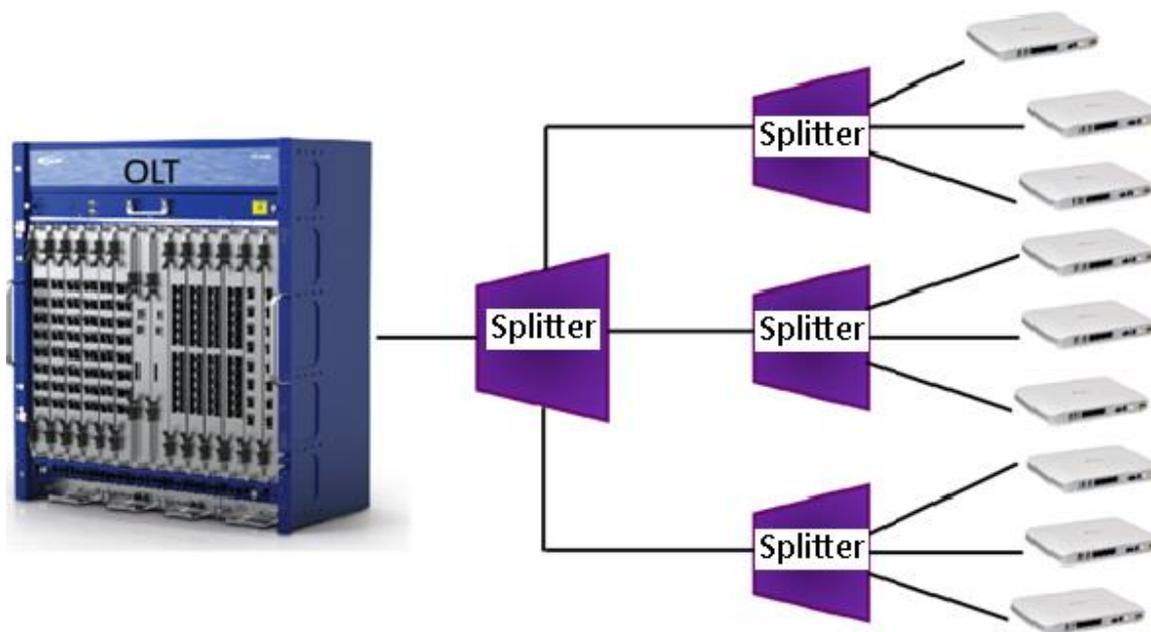


Figura 7. Diseño de Red GPON para Lumbisí.

El transmisor, que está ubicado en el OLT da servicio a los diferentes ONT que se encuentran en las dependencias de los abonados a la red, las señales transmitidas son multiplexadas y demultiplexadas por los divisores ópticos con el objetivo de que varios usuarios compartan un mismo cable.

No obstante, existe un punto muy importante llamado Red de Acceso, el cual abarca el tramo de la red que queda delimitado entre la salida de la central y el interior del domicilio de cada usuario, es decir que dicha red termina en el ONT. La misma está conformada por:

- **Red de Alimentación**

Este es el tramo de red que queda delimitado entre la salida de la central y la caja de distribución, que es donde se realiza el primer nivel de división. El dimensionado de los cables de fibra óptica se realiza a partir de la utilización de una fibra por cada enlace final de usuario, es decir, por cada enlace monofibra bidireccional, lo que permite ahorrar costes de implantación de la red, así como un mejor aprovechamiento del espacio. Las fibras procedentes de la red de alimentación serán las entradas a los divisores de primera etapa que

terminarán en las cajas de distribución, y el cable utilizado para la red de alimentación es de fibra óptica Monomodo.

- **Red de Distribución**

Este es el tramo de red que prolonga la red de alimentación, une las cajas de distribución con las cajas del abonado, la red de distribución hace uso de elementos como splitter o divisor óptico es un elemento pasivo situado a lo largo del tramo que se extiende entre el OLT y sus respectivos ONT a los cuales presta servicios, sus funciones básicas son multiplexar y demultiplexar las señales recibidas.

- 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.

- **Red de Dispersión**

Es el tramo de red que queda delimitado entre la caja de abonado y la entrada al domicilio del cliente, está formado por los cables de acometida y la roseta óptica. Conecta una salida del splitter con su correspondiente roseta óptica, las ONT utilizadas en el usuario final serán de la misma marca que la cabecera para evitar posibles conflictos. Estos equipos presentan capacidades de transmisión de alto rendimiento para garantizar una excelente experiencia en los servicios de telecomunicaciones.

### **3.3 Topología de red planteada**

El diseño está representado por la ubicación de los elementos en el plano real. A continuación se muestra una imagen del sector Lumbisí, delimitado geográficamente según la web.

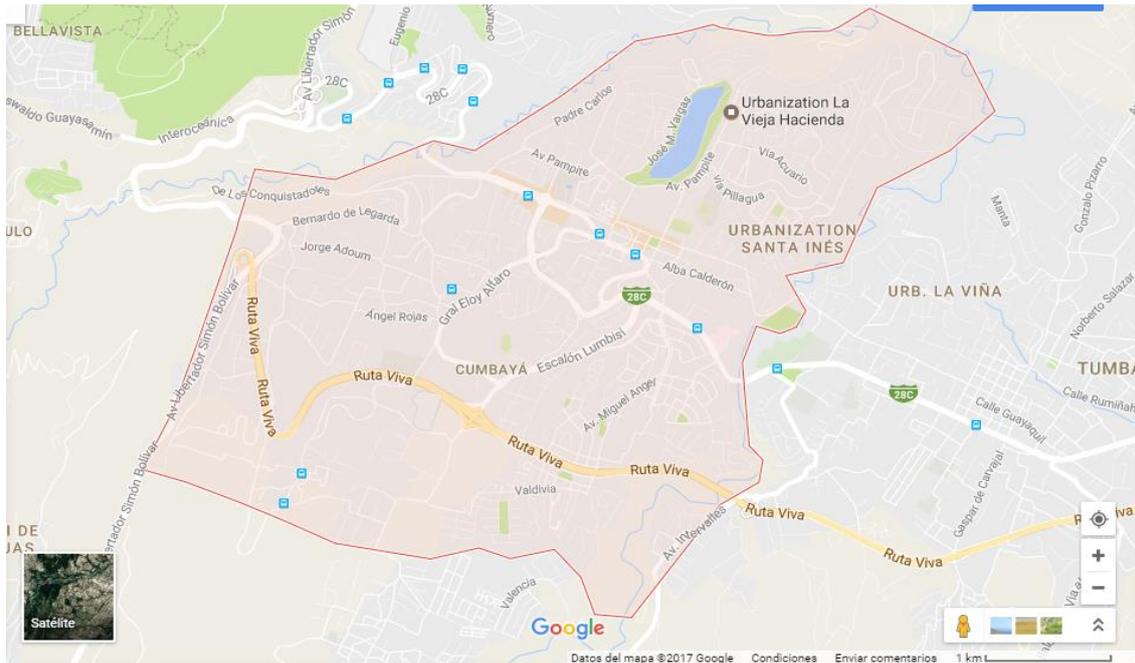


Figura 8. Sector Lumbisí en el mapa. Tomado de: Google Maps 2017.

Sin embargo, es importante mencionar de qué manera será distribuida la red y la topología y arquitectura a utilizar, ya que existen varios tipos y debe emplearse la que más se adapte para cumplimiento de los objetivos planteados. Primeramente, se debe señalar que existen cuatro (4) tipos de topología, como lo son bus, anillo, estrella y árbol, resaltando que cada una de ellas posee características propias, que ayudan a determinar cuál es la más adecuada para proyectos específicos, en función de todo lo que se desea abarcar, como la dimensión del área a cubrir, la distancia desde un nodo hasta la población, calidad, fiabilidad, ancho de banda necesario, y por último pero no menos importante, los recursos disponibles para el despliegue de la red.

### 3.3.1 Tipos de topologías

#### 3.3.1.1 Topología lógica y física.

La topología lógica, en forma de síntesis se tiene que es la forma en que una red transfiere tramas de un nodo al siguiente, lo cual consta de conexiones virtuales entre los nodos de una red. Los protocolos de capa de enlace de datos definen estas rutas de señales lógicas. La topología lógica de los enlaces punto a punto es relativamente simple, mientras que los medios compartidos

ofrecen métodos de control de acceso al medio deterministas y no deterministas.

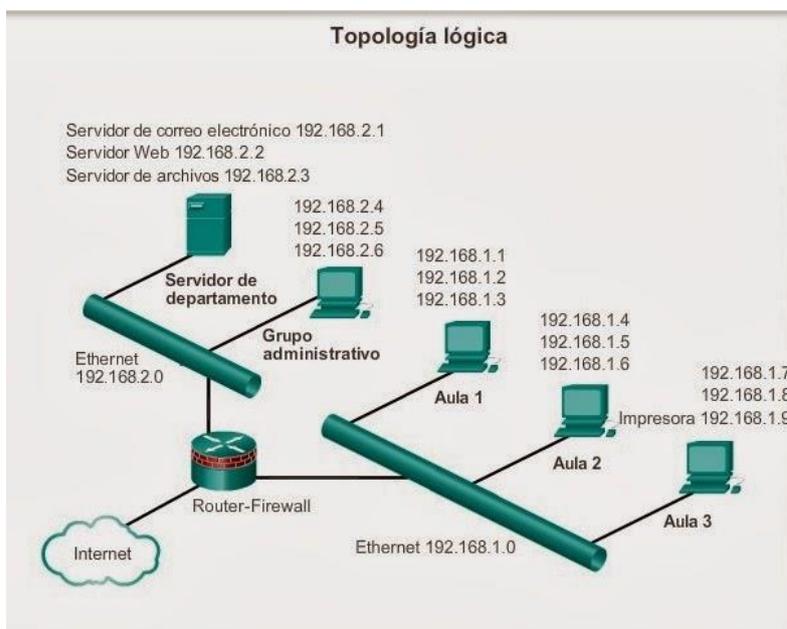


Figura 9. Topología Lógica, Tomado de: (García C. , 2010).

En cuanto a la topología física, se tiene que es la distribución real de los cables y dispositivos físicos; es decir, se refiere a las conexiones físicas e identifica cómo se interconectan los dispositivos finales y de infraestructura, como los routers, los switches y los puntos de acceso inalámbrico, las topologías físicas por lo general son punto a punto o en estrella.

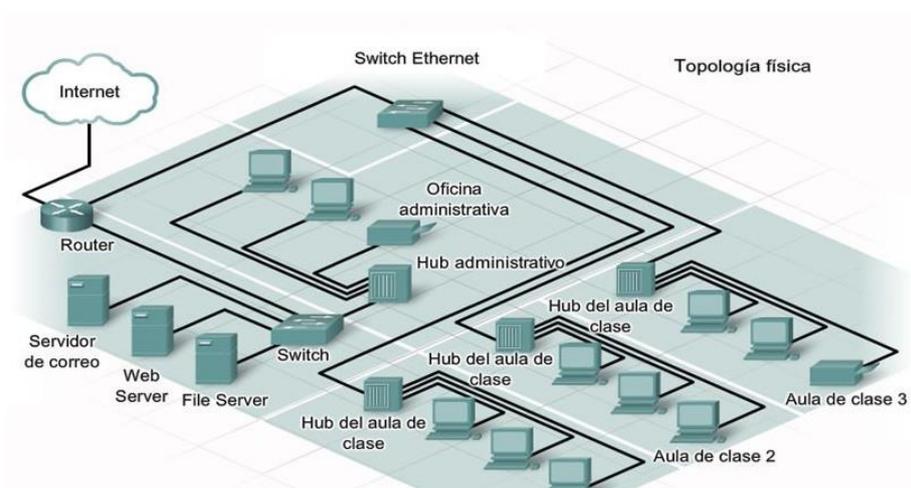


Figura 10. Topología Física, Tomado de: (García C. , 2010).

Dadas las características principales de los tipos de topologías, existe un punto que debe aclararse, el cual es la diferencia existente entre la topología física y una topología lógica, lo que radica en que la primera es coloquialmente el mapa de los dispositivos y detalla la forma en que estos se comunican entre sí, es decir esta netamente vinculada al flujo de los datos; en cambio la segunda hace referencia a la forma en que una red transfiere tramas de un nodo a otro, considerando las conexiones virtuales, y los protocolos existentes en la capa de enlace de datos.

### 3.3.1.1.1 Topologías Físicas

#### a) Anillo

La topología tipo Anillo se suele utilizar en el despliegue de redes de telecomunicaciones para conectar la cabecera con los nodos primarios. Teóricamente, en esta topología se forma un bucle entre la cabecera y los nodos, por lo que, la información circula en un sentido, aunque se puede dotar a la estructura de un doble anillo donde la información viaja en los dos sentidos opuestos (lo cual garantiza mayor robustez en caso de avería). Sin embargo, posee dos cualidades que pueden ser vistas como desventajas, una de ellas es la gran inversión económica que representa y la segunda es que al ser una estructura cerrada si se presenta alguna avería entre dos nodos afectaría a los demás.

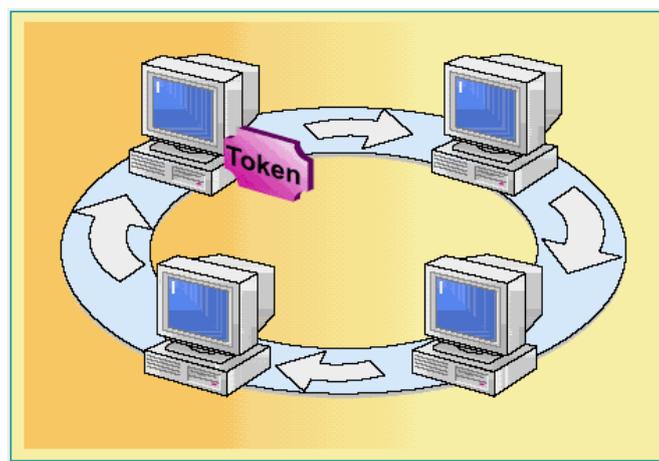


Figura 11. Topología Anillo. Tomado de: (García C. , 2010).

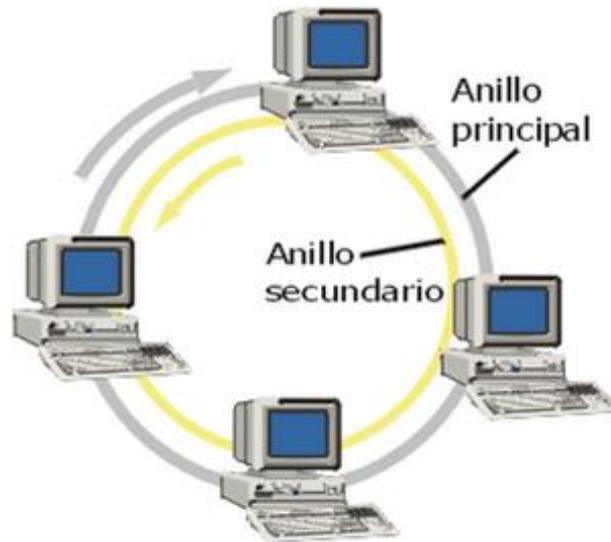


Figura 12. Topología Doble Anillo. Tomado de: (García C. , 2010).

### b) Árbol

En la topología tipo árbol surgen las ramificaciones desde un nodo llegando a otros lugares, a su vez desde estos nodos surgen nuevas ramificaciones que desembocan en otros nodos. Habitualmente esta topología era empleada por los antiguos operadores de cable, quienes únicamente transmitían señales de radiodifusión en un solo sentido. Otra de las limitaciones, es que es susceptible de causar interrupciones en la comunicación a un gran número de abonados en simultáneo, debido a que, si hay un fallo en una de las primeras ramificaciones, esto puede afectar a un gran número de abonados.

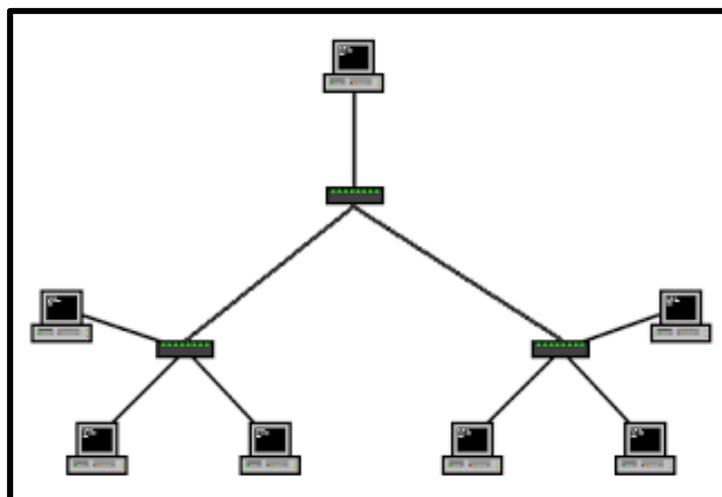


Figura 13. Topología de Árbol. Tomado de: (García C. , 2010).

### c) Bus

En la topología tipo bus todo el conjunto de nodos está conectado a un enlace físico común, siendo necesaria la existencia de terminadores de red, no es una arquitectura muy costosa y tiene una buena fiabilidad, es la que utilizan los operadores de cable para distribuir la señal a cada abonado. Existen dos (2) tipos de topología de bus:

- **Unidireccional:** se transmite la información en una sola dirección, existe la posibilidad de transmitir la información empleando canales diferentes, por separación física o por frecuencia, normalmente este tipo de arquitecturas se encuentran en redes de fibra óptica como soporte físico.
- **Bidireccional:** en este caso la transmisión y la recepción se hacen sobre un mismo medio.

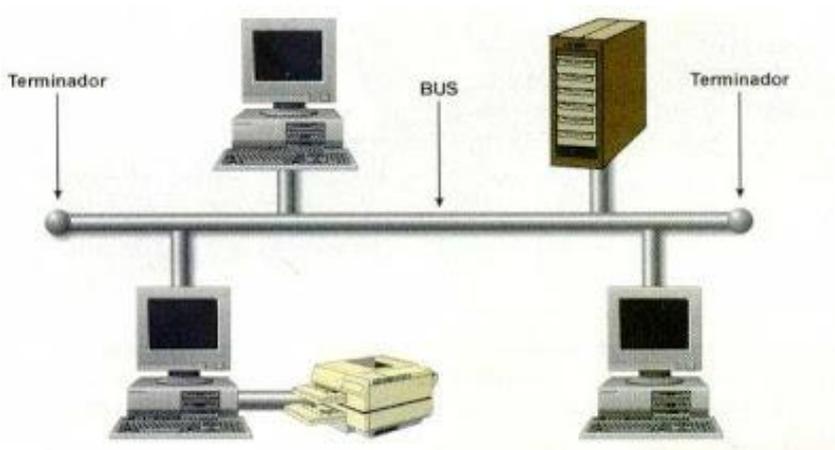


Figura 14. Topología tipo Bus. Tomado de: (García C. , 2010).

### d) Estrella

En la topología tipo estrella la cabecera está conectada con cada nodo, siendo la transferencia generalmente punto a punto, aunque también puede ser una transferencia multipunto, su mayor ventaja es la facilidad para gestionarla al estar centralizada; sin embargo, es una topología frágil y su extensión está limitada por la capacidad de la cabecera, además tiene un coste elevado, esta topología ha sido empleada normalmente para ofrecer servicios a las redes de telefonía básica.

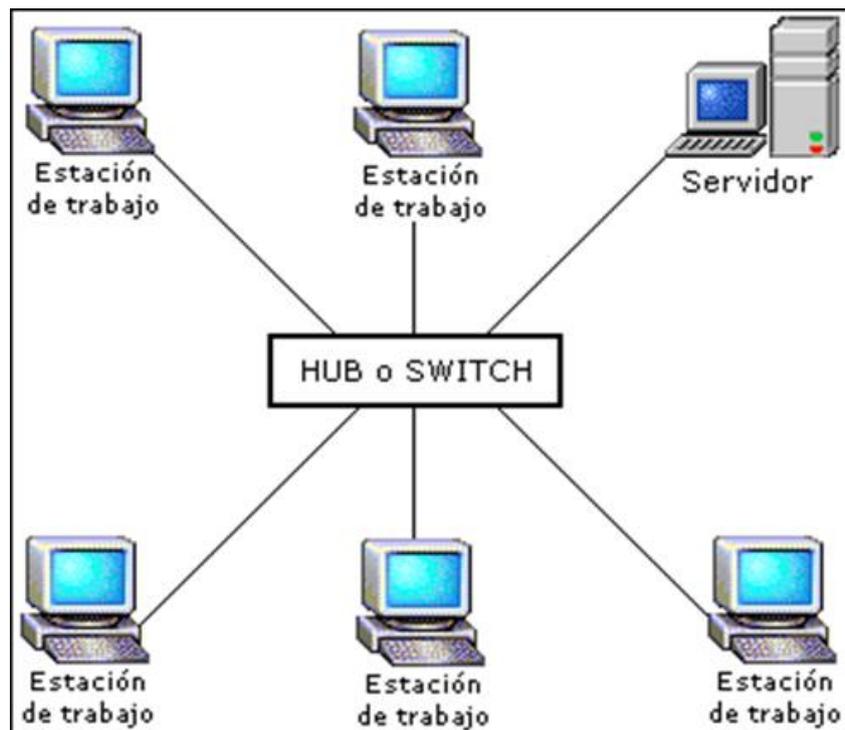


Figura 15. Topología tipo Estrella. Tomado de: (García C. , 2010).

Todo esto conlleva a considerar dos teorías que en parte sustentaran esta propuesta, como lo son topología lógica y topología física. Una topología lógica, describe la manera en que los datos son convertidos a un formato de trama específico y la manera en que los pulsos eléctricos son transmitidos a través del medio de comunicación, por lo que esta topología está directamente relacionada con la Capa Física y la Capa de Enlace del Modelo OSI, las topologías lógicas más conocidas son Ethernet y Token Ring usadas en redes LAN, en cuanto a redes WAN está ATM (Asynchronous Transfer Mode), también conocido como estándar ATM.

### 3.3.2 Bases de diseño

Una vez que se han definido teóricamente los aspectos del proyecto de la red planteada, su estructura y elementos que la conforman, se procede al diseño de la misma, a continuación, se muestra una representación gráfica de los nodos en el plano. Aclarando que, para efectos del presente proyecto, se utilizara una topología tipo anillo, ya que tiene la ventaja de ser la más robusta y factible para este proyecto.

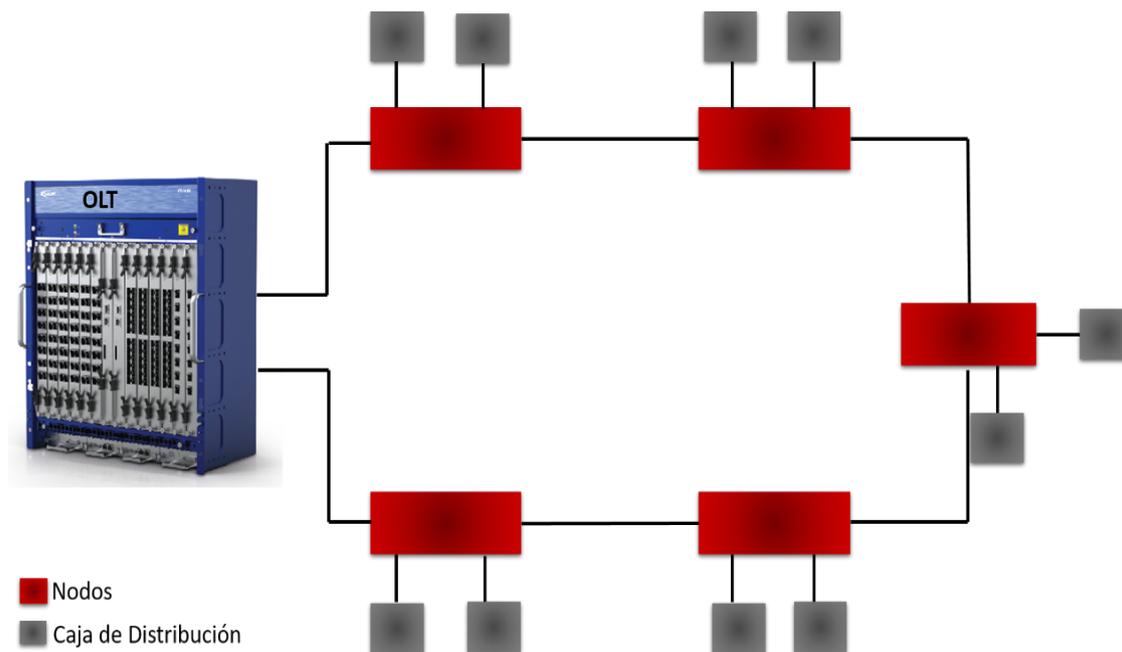


Figura 16. Distribución de nodos.

### 3.4 Diseño de la red.

Para el diseño de la red se han considerado cinco (5) nodos, cada nodo engloba varias zonas que abarcan de 50 a 90 viviendas cada uno aproximadamente. En el apartado de la presente propuesta se detallan los criterios que se han seguido para la división del sector de Lumbisí en nodos. Esta consideración es tomada, debido a que en su mayoría son viviendas unifamiliares, por lo que, los nodos de acceso que dan servicio a cada área se ubican en lugares estratégicos, de manera que resulte ser el punto más cercano a todos, cada uno de estos nodos, se conecta al nodo principal, resaltando que, el tamaño de la red de acceso se encuentra limitado por el despliegue técnico de la proyección inicial, y el tamaño del nodo de acceso determina el número de usuarios que se pueden conectar al sistema.

El diseño de la red se realizará considerando la topología tipo anillo con distribución en árbol-rama. Para realizar un despliegue adecuado de la red FTTH es necesario conocer las características del sector y la mejor solución en el diseño de esta infraestructura de red.

Las principales características urbanísticas son:

- ✓ Altura promedio de los edificios: 1 o 2 plantas.
- ✓ Ancho promedio de las calles: 8 m.
- ✓ Promedio de distancia entre vecinos o posibles abonados: 20 m.

La solución más óptima, será el resultado de la planificación de la red en función del área en cuestión, ya que al diseñar una red se busca como pilar principal garantizar calidad en cuanto al funcionamiento y servicio, así como, bajos costos de implantación y mantenimiento.

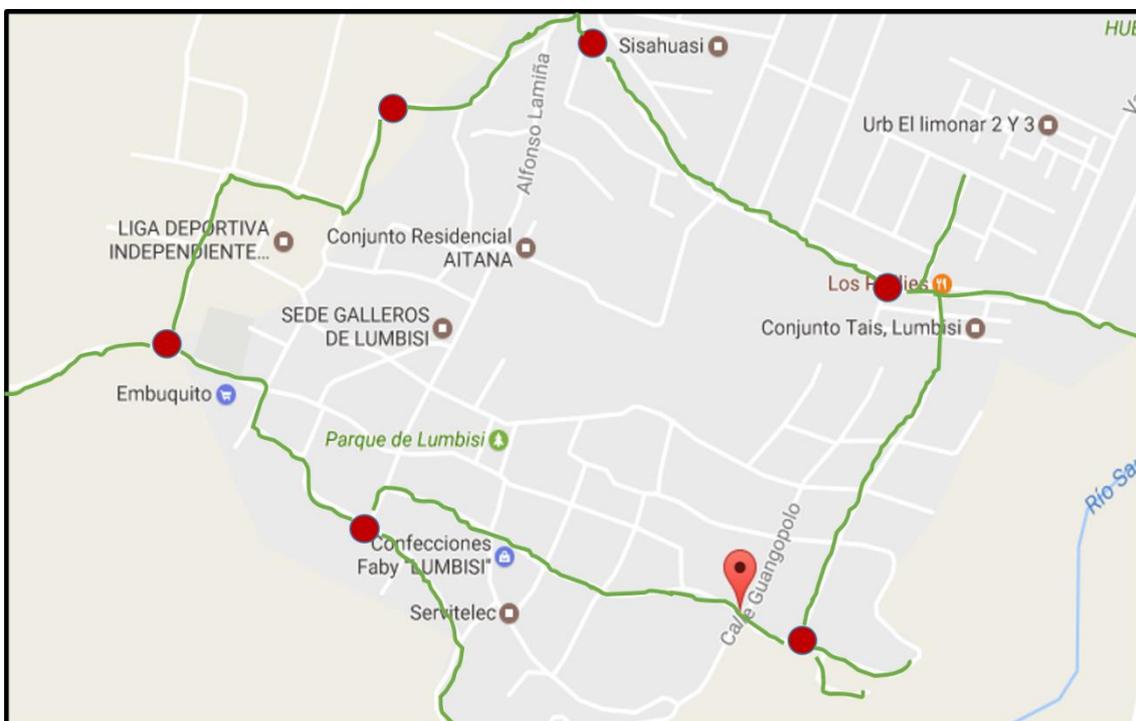


Figura 17. Representación de nodos en el Mapa.

En la figura 17 mostrada anteriormente, se puede visualizar claramente la disposición de los nodos que estarán situados en la zona, a fin de brindar el servicio, a través de una topología tipo anillo, los nodos se ubicaran en el perímetro del área al cual se desea brindar el servicio.

### 3.5 Propuesta de Implementación de la red FTTH GPON para el sector de Cumbayá, barrio Lumbisí

Este tópico consta básicamente de tres procesos claves, como lo son:

- El análisis previo del sitio de estudio.
- Permisos.
- Ingeniería.

A continuación, se describen cada uno de estos puntos, en base al proyecto que se plantea:

### **3.5.1 El análisis previo del sitio de estudio**

En cuanto, al proceso de implementación que conlleva la presente propuesta; primeramente, se deben tener los resultados de un análisis previo realizado al sitio de estudio, en este particular, Barrio Lumbisí del Sector de Cumbayá, teniendo dicho análisis se podrá constatar tanto el perímetro del lugar expresado en Kilómetros (km), así como el número de viviendas y la cantidad de habitantes que hacen vida en el lugar. Entonces, teniendo la información descrita anteriormente como pauta inicial, se debe comprobar la cantidad de viviendas que serán beneficiadas con la implementación de dicha propuesta, todo esto debe ser evaluado mediante un plano del sector en donde pueda verse claramente las viviendas, locales, colegios y demás infraestructuras, todo esto con el propósito de que las mediciones realizadas y el procesamiento de esta información sea lo más eficaz posible de modo que dicha propuesta pueda ser lo más acertada posible y lo más importante pueda adecuarse para cubrir las necesidades de los futuros clientes.

### **3.5.2 Permisos.**

Otro aspecto importante en este proceso sería la solicitud de permiso, puesto que para la implementación de proyectos que van en pro del beneficio de una comunidad se necesitan los permisos comerciales por llamarles de alguna manera, esto quiere decir que este tipo de permisos esta netamente relacionado a lo que será la instalación de cables, postes (en el caso de que los que ya estén en la comunidad pertenezcan a la empresa eléctrica y no puedan ser utilizados para otros fines), o en el caso de que la solución que más se

adapte sea subterránea, entonces se necesitará establecer cuáles serán los alcantarillados por donde pasaran dichos cables.

### **3.5.3 Ingeniería.**

Un tercer punto, en cuanto a este tópico está vinculado más a la parte de ingeniería, es decir, los técnicos del área muchas veces se ven en la obligación de realizar un replanteo de la red y de los puntos fijados para la instalación de la misma. En este particular, los técnicos deben recurrir a la cartografía, es decir, se basan en los planos del sector para verificar los puntos a los que se le ha ofrecido el servicio, además de poder observar la disposición de los nodos para dicha red. Otro punto clave, a nivel de ingeniería es la topología en implantación de la red, por lo que toman en consideración la cantidad de nodos que se han considerado en el diseño, así como también la cantidad de viviendas aproximadas que cubrirá cada nodo.

## **3.6 Planificación de la red**

Al comienzo del diseño del proyecto se debe realizar una buena planificación de la instalación y sus características principales. Durante este estudio previo es importante destacar algunos requerimientos básicos que se realizarán en el despliegue de la red, como pueden ser el número de conexiones, la ubicación de los nodos principales, la localización de las cajas de distribución y de las cajas de abonados, entre otros. Las tres fases principales del ciclo de vida de un proyecto son: la fase de planificación, la fase de instalación y la fase de servicios y mantenimiento. La labor de la ingeniería es considerablemente mayor durante las primeras fases del proyecto y se reduce considerablemente en los procesos de servicio y mantenimiento. Por el contrario, los costes del proyecto aumentan a medida que va avanzando el mismo, es decir, la fase de servicio y mantenimiento es la que presenta una menor labor de ingeniería y la que consume mayores costes. Por todas estas razones se recomienda realizar una planificación de la red tan extensa como para dar servicio al mayor número de usuarios finales en la medida de lo posible, utilizando el menor número de nodos de acceso. El tamaño final del cada nodo de acceso viene definido por

varias condiciones, que son diferentes para cada localidad en la que se va a realizar el despliegue, estas condiciones locales para la red de cable son; el tipo y el tamaño de las construcciones de la localidad, las distancias que existen entre viviendas, los acuerdos entre propietarios e instaladores, los derechos de instalación y la legislación, y demás situaciones e imprevistos que se pueden encontrar durante el proceso de instalación.

Para poder realizar un proyecto de red FTTH, es necesario contar con una actitud positiva para realizar la instalación por parte de los residentes y de los propietarios de las viviendas que se van a ver afectadas por la instalación de los elementos de la nueva red. Es necesario concienciar a los propietarios de las viviendas de que el acceso a una red de banda ancha incrementa el valor de su propiedad y permite que las viviendas sean más atractivas en el mercado. A partir de la información recibida en la planificación básica general, se realiza una planificación detallada de la instalación. Este proceso consta de las siguientes acciones:

- Preparar con detalle la los planos y la delineación de la infraestructura; el recorrido que siguen los cables, los tipos de micro conductos y las terminaciones de la red.
- Presentar el listado de materiales con los costes específicos de cada elemento y los costes totales de la instalación.
- La estimación global de los costes del proceso de ingeniería, los materiales y la instalación.
- Las condiciones del suministro de los materiales que se van a utilizar en la red.
- Un cronograma del proyecto con los tiempos estimados.

Para el diseño de la infraestructura de la red en primer lugar, se debe realizar la división del sector en zonas. De esta manera se permite realizar el diseño

óptimo de la red, puesto que se minimizan los costes de la instalación, garantizando que cada abonado está a la menor distancia posible de los nodos a los que se debe conectar.

Tomando en cuenta, lo anteriormente expuesto, se tendría un esquema como el siguiente:

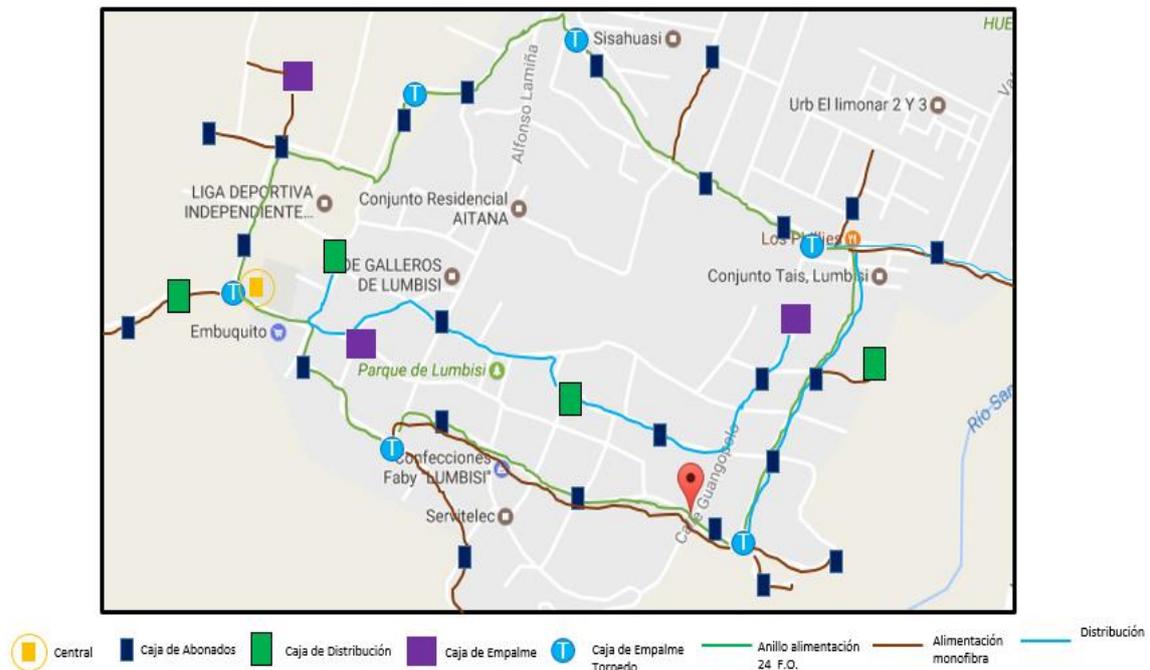


Figura 18. Red Final.

En la figura anterior, se puede apreciar un esquema de la red propuesta de manera más específica, ya que se evidencian una serie de elementos como son caja de abonados, caja de distribución, caja de empalme, la central, y el cable de fibra óptica que en este particular es un cable de 24 hilos empleado para la red en anillo, pero adicional a ello, se tiene un cable monofibra, que es el encargado de hacer la alimentación de la red desde los nodos de la misma, de forma que esta pueda llegar a cada uno de los hogares del sector. Este esquema hace apreciar de la forma más técnica la propuesta de red GPON ya que, es imprescindible hacer uso de los términos adecuados para identificar cada elemento. Además, se aprovecha para hacer la acotación acerca de un elemento que es el que va a permitir que la red pueda llegar a cada uno de los habitantes del sector, y es el ONT, que para este caso específico se ha tomado como referencia HG8245, que corresponde a un modelo de la marca Huawei,

ya que este, es uno de los principales proveedores de tecnología en el país y con precios muy competitivos.

### **3.7 Consideraciones en la proyección de la demanda en Lumbisí en la propuesta de implementación de red.**

En lo concerniente a la red telefónica disponible, se trata de una red antigua de cobre, con las ventajas y limitaciones propias de este tipo de redes. Esta red, denominada Red Telefónica Conmutada (RTC) es la conexión tradicional, caracterizada por transformar vibraciones de la voz en impulsos eléctricos, mismos que son transmitidos a través de los hilos de cobre distribuidos a lo largo del sector. Estas conexiones dan la peor calidad de servicio y la más baja velocidad, pero es la única disponible en este momento. Por tanto, la fibra óptica reemplazaría la instalación actual allá donde sea posible reemplazar a la operadora contratada por cada familia. Se tienen aproximadamente 1.300 metros de red de cobre, distribuidos en las viviendas del sector.

El bucle de abonado, también conocido como red telefónica de acceso, está conformado por dos hilos de cobre, lo que limita de forma severa el soporte de los servicios que requieren un mayor ancho de banda.

La siguiente tabla contiene una comparación básica entre la Red Telefónica Conmutada y la Red de Fibra Óptica (RFO), destacando las ventajas y desventajas de ambas.

Tabla 6

*Comparación básica entre las redes RTC y RFO.*

<b>Atributo</b>	<b>Cobre</b>	<b>Fibra Óptica</b>
Velocidad	Lenta	Rápida
Fragilidad física	Resistente	Muy frágil
Interferencias por frecuencias de radio	Vulnerable	Invulnerable
Interferencia electromagnética	Vulnerable	Invulnerable
Capacidad de tensión	Baja	Alta

<b>Atributo</b>	<b>Cobre</b>	<b>Fibra Óptica</b>
Diámetro	Grueso	Delgado
Atenuación por distancia	Alta	Baja
Flexibilidad	Baja	Alta
Diafonía	Sí	No
Peso	Medio	Bajo
Uso de repetidoras	Alto	Bajo
Ancho de banda	Limitado	Alto
Costo de instalación	Bajo	Alto
Costo de mantenimiento	Bajo	Alto
Personal especializado y capacitado disponible	Alto	Bajo

Un punto importante en este estudio es la identificación de la demanda y los posibles beneficios. La comprensión de estos factores es clave, pues estos determinan si la inversión se justifica.

La demanda puede expresarse o no en términos monetarios. En este caso, se pretende identificar a los usuarios o beneficiarios potenciales y las alternativas con que estos cuentan. Con base en la anterior información, se plantea abarcar con este estudio la cobertura inicial de 300 hogares. En los siguientes años, si la demanda aumenta, se aspira a una mejor rentabilidad del negocio.

Para calcular el crecimiento de la demanda, se proyecta el crecimiento poblacional con base en la tasa de crecimiento promedio de los pasados cinco años, que fue de 1,654% (INEC, 2013). Con esta tasa promedio, se calcula el crecimiento de la demanda en la siguiente tabla:

Tabla 7

*Proyección del crecimiento de la demanda.*

<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>2017</b>	2018	2019	2020	2021	2022
<b>300</b>	305	310	315	320	326

### 3.7.1 Materiales disponibles

En la actualidad, se encuentran disponibles en el mercado de la ciudad de Quito todos los materiales, y cuando uno de ellos falta, en caso de no hallarlo con ningún proveedor, las opciones son: 1) hacer un pedido por internet; 2) esperar a que los proveedores cuenten con el material. En el primer caso, el tiempo de entrega varía entre dos semanas y dos meses o más. En el segundo, regularmente demora de 10 a 20 días, pero siempre será la mejor opción, aunque un poco más costosa, contar con proveedores locales de los materiales requeridos.

Tabla 8

*Entre los principales proveedores existentes en el mercado local están:*

<b>Proveedor</b>	<b>Dirección</b>
Ingercom	Alemania N30-10 Y Av. Eloy Alfaro, Edf. Fortune Plaza Torre Alemania
FIBRARED	Av Naciones Unida 727 Y AméricaEdf. Dinalco Of 203
NARVÁEZ Y NOBOA	José Joaquín De Olmedo S8-172 Entre Av. Ilaló Y Montalvo (Conocoto)
ALTALA S.A.	Avs. De Los Shyris N39-281 Y Gaspar De Villarreal Esquina Centro Comercial La Galería Of.28
ERCAMPO S.A.	De Las Retamas E1-149 Entre Pablo Casals Y 10 De Agosto
COMERCIALIZADORA CEBA	Ruiz De Castilla N30-13 Y Pascual De Andagoya
OPTISPLICE DVB ASOCIADOS CÍA. LTDA.	Pedro Alarcón N52-26
PROSISCOM	AV. Los libertadores oe10-129 y psje.3 (Magdalena)
ECYFO	Geovanni Farina lote 2 e Isla San Cristóbal - San Rafael
FAXMATEL S.A.	Lizarzaburo E9-108 y Joaquín Sumaita

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS ECONÓMICO

### 4.1 Servicios de conectividad en Ecuador

El uso de internet se ha desarrollado desde lo militar, académico, industrial hasta convertirse en indispensable, gracias a la evolución tecnológica inimaginable que permite acceder a este servicio a nivel general, existen varias maneras de acceder al internet, una de las opciones es utilizar como vía de acceso físico (cable) para conectar nuestros dispositivos electrónicos a la red, de los materiales más utilizados para proveer el servicio de internet alrededor del mundo son el cobre y la fibra óptica .Esta fue establecida en 1991 por INTERCOM, tiempo después en 1992 por ECUANET. Las mismas que son compañías ecuatorianas. (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones , 2015)

A pesar de que el crecimiento en cuanto a infraestructura de acceso a internet ha aumentado a una tasa considerable a nivel nacional, su impacto en la sociedad se vuelve palpable cuando la población empieza a utilizar todo este desarrollo en su propio beneficio. Una de las principales fuentes de acceso a internet para la sociedad es la computadora, esta puede ser portátil o de escritorio, el acceso a internet varia del tipo de población donde se realiza la muestra, es decir que existe una clara diferencia ente el porcentaje de población que accede a internet Urbano (37%) en relación al Rural (9.1%) . (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones , 2015)

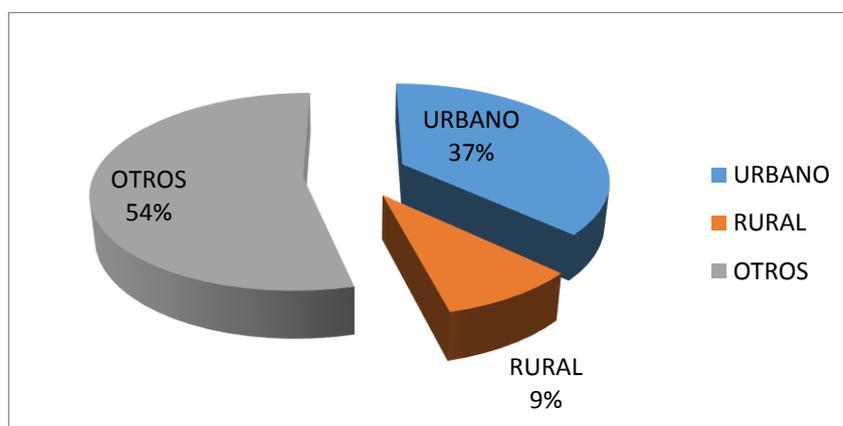


Figura 19. Acceso a internet, Tomado de: (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones , 2015),

Originalmente las redes HFC, permite descargar información y es proyectada en un televisor e impide enviar respuestas sobre la información, estas redes fueron mejoradas con el tiempo, el gran porcentaje de uso de computadoras en tempranas edades se debe al alto impacto que tiene las nuevas tecnologías en las generaciones venideras puesto que la tecnologías tiene un avance continuo, para las personas adultas de se vuelve complicado adaptarse a nuevas herramientas que se actualizan contestemente. (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones , 2015).

## 4.2 Análisis de mercado

### 4.2.1 Consumidores

En este punto se tomará en cuenta el comportamiento del consumidor, lo que se busca con esto es evaluar y mejorar los requerimientos que dichos clientes tengan para con el servicio que estamos ofertando y así satisfacer las necesidades de los mismos.

Para conocer las necesidades del sector se aplicó una encuesta, la misma que se muestra en el **Anexo 1**.

A continuación, se evaluará varios puntos como sexo, edad, estado civil y si el consumidor tiene interés en la implementación del servicio de fibra óptica y el precio que estaría dispuesto a pagar.

Tabla 9

*Sexo de los encuestados.*

SEXO	Frecuencia	Porcentaje
HOMBRE	45	56%
MUJER	36	44%
TOTAL	81	100%

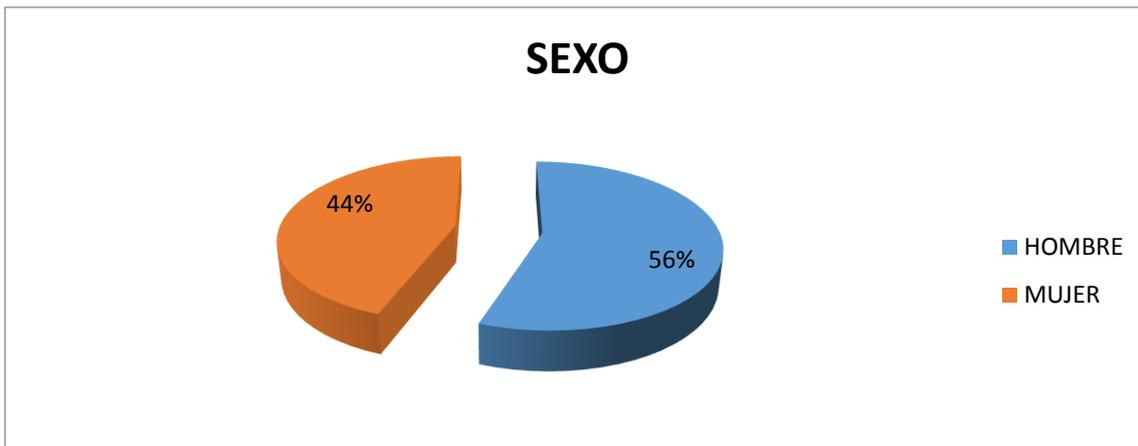


Figura 20. Sexo de los encuestados.

Tabla 10

Edad de los encuestados.

EDAD	Frecuencia	Porcentaje
15-18	11	14%
19-21	15	19%
22-24	10	12%
25-27	35	43%
28-30	10	12%
total	81	100%

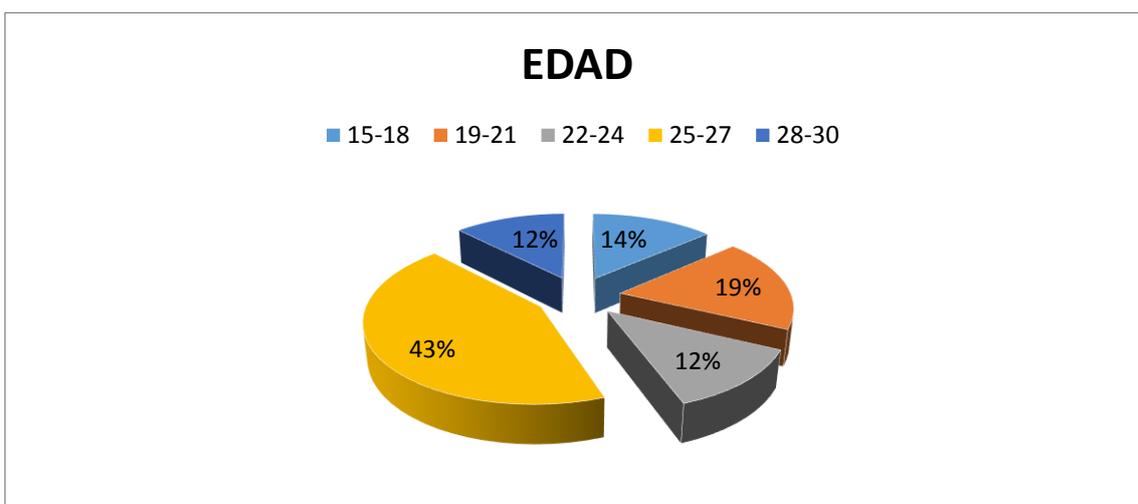


Figura 21. Edad de los encuestados.

Tabla 11

*Estado civil de los encuestados*

ESTADO CIVIL	Frecuencia	Porcentaje
SOLTERO	30	37%
CASADO	10	12%
VIUDO	25	31%
UNIÓN LIBRE	16	20%
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>100%</b>

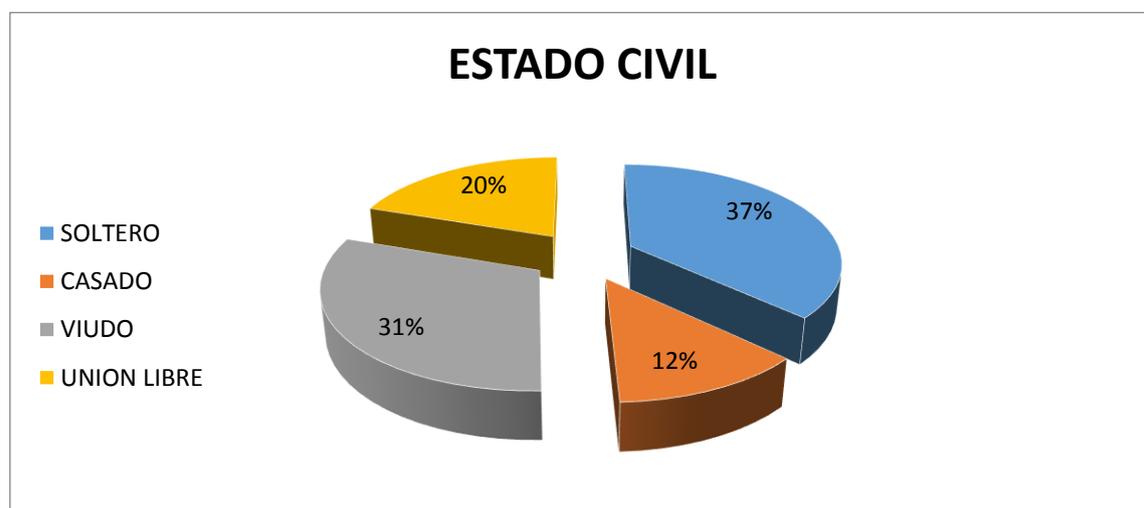
*Figura 22. Estado civil de los encuestados.*

Tabla 12

*Servicio de fibra óptica*

1) Dispone usted del servicio de fibra óptica	Frecuencia	Porcentaje
SI	48	59%
NO	10	12%
TAL VEZ	23	28%
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>100%</b>

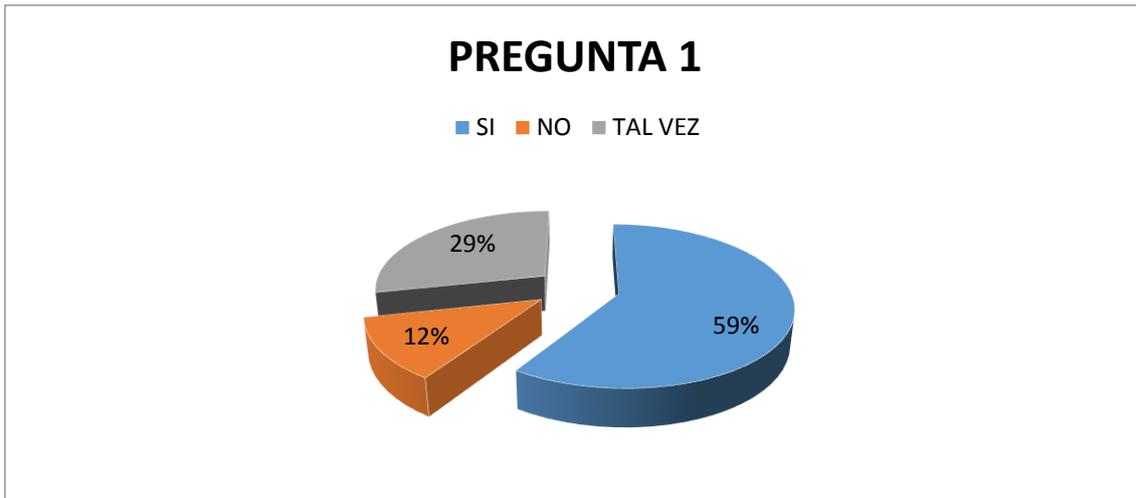


Figura 23. Servicio de fibra óptica

Tabla 13

Implementación del servicio en Lumbisí

2) Desearía que se implemente en Lumbisí el servicio de Fibra óptica	Frecuencia	Porcentaje
SI	55	68%
NO	15	19%
TAL VEZ	11	14%
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>100%</b>

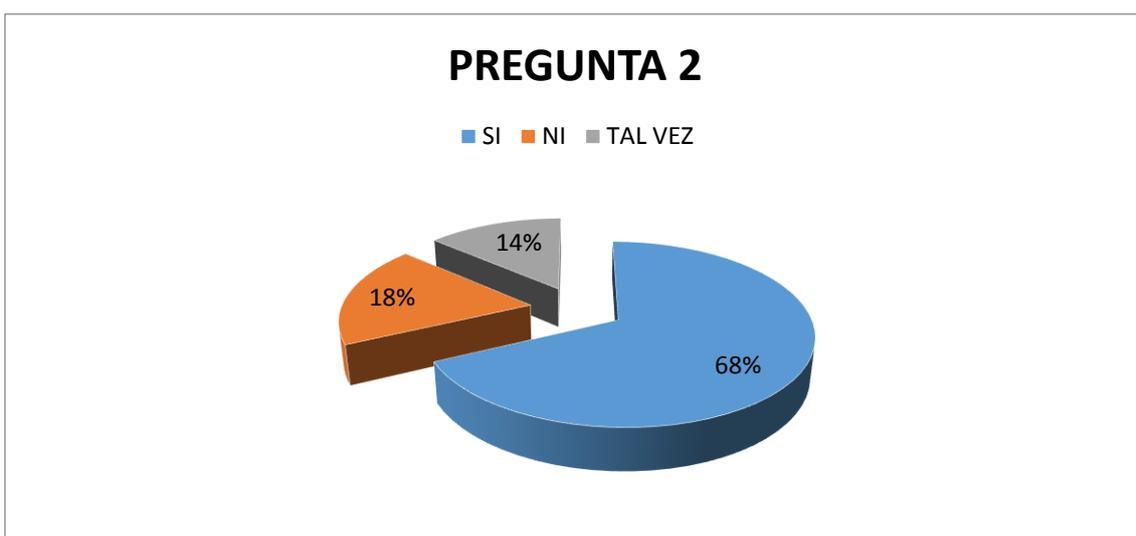


Figura 24. Implementación del servicio en Lumbisí.

Tabla 14

*Precio del servicio*

3. Cuanto estaría dispuesto a pagar por el servicio	Frecuencia	Porcentaje
20 o menos	21	26%
25 - 35	15	19%
40 - 45	23	28%
50 o mas	22	27%
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>100%</b>



Figura 25. Precio del servicio

#### 4.3.2 Competencia

Cuando se habla de competencia se refiere a aquellos negocios que ofrecen los mismos servicios que satisfacen la misma necesidad de nuestro clientes, aun cuando lo hagan de diferente manera, están localizados dentro de un mismo segmento, en este caso se analizará a los competidores en el área de

Quito los mismo que influyen en el comportamiento de nuestros consumidores.

Tabla 15

*Competencia directa*

<b>Empresas</b>	<b>servicio</b>	<b>Costo del servicio</b>
<b>CNT</b>	Triple Play	45.00
<b>CLARO</b>	Triple Play	35.00
<b>MOVISTAR</b>	Internet	30.00
<b>GRUPO TV CABLE</b>	Triple Play	55.00
<b>PLANET PROVEEDOR</b>	Internet	15.00
<b>MEGA INTERACTUE</b>	Internet	20.00
<b>NETLIFE</b>	Internet	25.00
<b>PANCHONET</b>	Internet	25.00

#### 4.4 Cálculo de la muestra

Para el presente estudio, se considera una población infinita, es decir, indeterminada, tomando en cuenta la falta de datos oficiales del INEC específicos del sector Lumbisí, que presenta sólo los totales de Cumbayá. Por tanto, la muestra fue calculada con base en la siguiente fórmula:

(Ecuación 1)

$$n = \frac{Z_a^2 * p * q}{d^2}$$

Dónde:

$Z_{\alpha}$  = Nivel de seguridad o confianza, que en este caso es del 95%

$p$  = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

$q = 1 - p$  (en este caso  $1 - 0.05 = 0.95$ )

$d$  = precisión (en este caso deseamos un 10%)

A estos parámetros, se asignan los siguientes valores, siendo  $n$  la muestra resultante de aplicar la fórmula.

$$Z_{\alpha} = 0.05 = 1.96 \quad (\text{Ecuación 2})$$

$Z_{\alpha} = 1.96$  El nivel de confianza es determinado a partir de la tabla T de student, que asigna un nivel máximo de error del 5% cuando se tiene un nivel de confianza del 90%.

$$p = 0.7 \quad (\text{Ecuación 3})$$

$p = 0,70$  La probabilidad de éxito implica la expectativa de que los resultados obtenidos sean correctos. Es decir, a una mayor probabilidad de éxito corresponde una muestra más alta.

$$q = 1 - p = 1 - 0.7 = 0.3 \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$d = 10\% = 0.1$$

$$n = 80.6 = 81$$

#### 4.5 Análisis de costos

En este punto se presenta una comparación entre proveedores, puesto que el análisis de costos consiste en identificar los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto, en forma monetaria, es decir ver lo más factible y beneficioso siempre y cuando cumpla con las normas de calidad.



Como se puede observar, el proveedor con el cual más beneficio se tiene es el proveedor 1 puesto que sus costos son inferiores a los de los otros proveedores y eso ayuda a que se tenga una mayor utilidad y un menor costo de productos para la producción del servicio.

Sin embargo, también se valora la calidad de los productos, que cumplen los parámetros de funcionalidad y protección del medio ambiente, además de la garantía, que en todos los casos son similares, dependiendo del producto varía entre 3 meses y dos años.

## 4.6 Especificaciones técnicas para las bases de diseño

### 4.6.1 Especificaciones técnicas de los componentes

- Componente: Fuente de poder principal  
Marca-modelo: Thermaltake TR2 500W  
Fuente: (Pcel, 2016).
- Componente: Fuente de poder de respaldo  
Marca-modelo: Thermaltake TR2 500W  
Fuente: (Pcel, 2016).
- Componente: Tarjeta OLT de enlace  
Marca-modelo: Tarjeta 8 GPON C++ para OLT Huawei  
Fuente: (Anvimur, 2017)
- Componente: Divisores  
Marca-modelo: Furukawa. Divisor Óptico Modular
- Componente: Cajas de abonados  
Marca-modelo: :hager, VU36ICP  
Fuente: (Hager, 2016).
- Componente: Cajas de distribución Fibra tx 2/16b 24 puertos  
Marca-modelo: NAP 24 puertos  
- Para Poste o pared

- Conector SC/UPC o SC/APC
- Caja con protección UV.
- Colores: Negra / Blanca
- Conectores 24 SC
  
- Componente: Roseta óptica (puerto)  
Marca-modelo: Roseta Slim para FTTx
  - Posibilidad de alojar un conector mecánico del tipo FA (armado en campo), o un pigtail con empalme mecánico del tipo Fibrllok.
  - Conector óptico: incorpora 1 conector SC/APC (se puede instalar en costado izquierdo como derecho).
  - Entrada de puertos exteriores: 7 entradas; de 3(6mm.), y de 4(2mm.)
  
- Componente: Cable de fibra óptica de dos hilos 100m  
Marca-modelo: Wabeoptics ADSS  
Fuente: (Waveoptics, 2016).
  
- Componente: Canaletas  
Marca-modelo: Keynet, CPK-120  
Dimensiones: 2000 x 120 x 100 mm  
Capacidad: Permite albergar hasta 1910 fibras de 2mm o bien 848 fibras de 3mm.  
Fuente: (Conectrónica, 2015)
  
- Componente: ONT Hg 8310  
Marca-modelo: Huawei, ONT GPON FK-ONT-G420R  
Permite aplicaciones de sistema IP en convergencia;  
Permite la conexión de 4 puertos de datos y 2 puertos de voz;  
Permite la configuración de VLAN en cada puerto;  
Cuenta con entrada óptica protegida y el espacio de almacenamiento de sobra cordón interna a la estructura óptica.  
Longitud de Onda de Transmisión: 1310 nm

Longitud de Onda de Recepción: 1490 nm

Mapeo de GEM Ports en una T-CONT con scheduling basado en fila de prioridad.

LEDs indicadores de status

- Componente: Hg 8447  
Marca-modelo: Huawei, Echo Life HG8245  
**Puerto:** 2 POTS + 4 GE + 1 USB + Wi-Fi.

## CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio permitió formular las siguientes conclusiones:

Se propuso el diseño de una red FTTx con tecnología GPON para el sector de Cumbayá- barrio Lumbisí.

Esta propuesta se basa en el análisis del sector, sus requerimientos, la descripción del sitio, la cuantificación de la población, las viviendas y otros datos, que permitieron desarrollar la propuesta.

Se analizó el estado de la red antigua telefónica para el levantamiento de los potenciales usuarios existentes en el sector, determinándose las limitaciones de la misma para el tráfico de datos requerido.

Se determinó la existencia de los materiales necesarios para la realización de la propuesta de trabajo.

Por medio del diseño e implementación de la de fibra óptica FTTH utilizando el estándar GPON en el barrio Lumbisí sector Cumbayá, se espera mejorar el servicio de comunicaciones y de seguridad de los datos, de forma que se tenga un mejor desempeño en el servicio para los usuarios del sector.

En el estudio bibliográfico y empírico se detallaron los fundamentos técnicos y teóricos de la de fibra óptica FTTH.

En este estudio se presentó una visión sintética sobre la evolución de las redes ópticas pasivas xPon.

La utilización de la red, permite soportar cualquier tipo de servicio (ETHERNET, TDM, ATM, Method, etc.). De esta forma, con la red se tiene un mayor ancho de banda, más eficiente y que soporta diversos tipos de servicios (telefonía, internet, voz basada en TDM, líneas dedicadas, PCM), sin necesidad de otros equipos pro parte del usuario.

## RECOMENDACIONES

Desarrollar otros estudios similares que permitan contar con estos servicios en distintos puntos de la ciudad.

Se recomienda realizar una implementación de redes con fibra óptica con tecnología GPON ya que sus costos son mucho más bajos que la implementación de redes de cobre y estas a su vez tienen la desventaja de que no tienen un gran ancho de banda como la red GPON

Las ventajas de la tecnología GPON son mucho mayores debido a su calidad y también debido a que es una tecnología que sigue en constante crecimiento y desarrollo.

Se recomienda comprar los equipos ya sea de una misma línea o marca en un solo sitio ya que la interoperabilidad puede ser un problema al momento de ser estandarizados.

Es recomendable este tipo de redes para conjunto residenciales o habitacionales o sectores en específicos ya que se puede aprovechar los recursos que ya se estén utilizando como compartición de postes de la empresa eléctrica para el proceso del tendido de fibra así se podrá reducir costos de inversión.

## REFERENCIAS

- Abreu, M., Castagna, A., Cristiani, P., Zunino, P., Roldós, E., & Sandler, G. (18 de Junio de 2009). *Características generales de una red de fibra óptica al hogar (FTTH)*. Recuperado el 25 de Marzo de 2017, de [http://www.um.edu.uy/\\_upload/\\_descarga/web\\_descarga\\_179\\_Caractersticassg\\_eneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf](http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_Caractersticassg_eneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf)
- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones . (21 de Noviembre de 2015). Recuperado el 5 de Julio de 2017, de Boletín Estadístico del Sector de Telecomunicaciones: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/Boletin6.pdf>
- Alcívar, J. (2015). *Diseño e implementación de una red de fibra óptica Ftth utilizando el estándar GPON entre la facultad de sistemas y telecomunicaciones y sus laboratorios en la Universidad Estatal Península de Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal.
- Anvimur. (11 de Enero de 2017). *Anvimur Telecomunicaciones*. Recuperado el 1 de Agosto de 2017, de <https://www.anvimur.com/es/material-fibra-optica/1156-tarjeta-8-gpon-c-para-olt-huawei.html>
- Belleza, E. (13 de Septiembre de 2014). *Curso de Comunicaciones Ópticas. Características de transmisión de la fibra óptica*. Recuperado el 1 de Junio de 2017, de <https://es.scribd.com/document/345870917/Presentacion-Capitulo-3>
- Coimbra, E. (23 de Abril de 2011). *TDM-Multiplexación por División de Tiempo*. Recuperado el 19 de Abril de 2017, de [https://es.slideshare.net/edisoncoimbra/44-multiplexacion-tdm-7031366?next\\_slideshow=1](https://es.slideshare.net/edisoncoimbra/44-multiplexacion-tdm-7031366?next_slideshow=1)
- Conectronica. (11 de Mayo de 2015). *Canaletas de fibra óptica*. Recuperado el 3 de Agosto de 2017, de <http://www.conectronica.com/fibra-optica/herramientas-para-fibra-optica/canaleta-plastica-para-canalizacion-de-fibra-optica-en-centros-de-datos>
- Cooper, S. (26 de Mayo de 2015). *El tratamiento desigual de los canales downstream y upstream produce tasas de transferencia de datos desiguales. Un servicio ADSL estándar proporciona una velocidad de transferencia de datos máxima de 3,3 MB por segundo para upstream y 24MB por segundo pa*. Recuperado el 19 de Abril de 2017, de [http://www.ehowenespanol.com/velocidades-internet-downstream-vs-upstream-info\\_201526/](http://www.ehowenespanol.com/velocidades-internet-downstream-vs-upstream-info_201526/)
- Díaz, G. (30 de Mayo de 2012). *Redes de Computadoras*. Recuperado el 20 de Marzo de 2017, de [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/gilberto/redes/02\\_introduccion.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/gilberto/redes/02_introduccion.pdf)

- Ferre, L. (16 de Abril de 2010). *Diagram showing connectivity for triple play customers over xDSL and CATV networks*. Recuperado el 1 de Mayo de 2017, de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Internet\\_Connectivity\\_Triple-Play.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Internet_Connectivity_Triple-Play.svg)
- Fs.com. (13 de Mayo de 2015). *ABC of PON: Understanding OLT, ONU, ONT and ODN*. Recuperado el 30 de Marzo de 2017, de <http://www.fs.com/blog/abc-of-pon-understanding-olt-onu-ont-and-odn.html>
- Gallardo, L. (18 de Junio de 2012). *Cronología de la historia de las telecomunicaciones*. Recuperado el 11 de Abril de 2017, de <https://sites.google.com/site/luzgm4site/cronologia-de-la-historia-de-las-telecomunicaciones>
- Gaona, L., & Santillán, L. (2013). *Análisis de factibilidad del área técnica y diseño de una red FITH GPON en el sector de Cumbayá*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- García, C. (16 de Mayo de 2010). *Tipos de Redes y Topologías*. Recuperado el 24 de Mayo de 2017, de <http://topologias4conalep.blogspot.com/p/topologia-en-estrella-y-estrella.html>
- García, D. (16 de Abril de 2015). *Splitter de Fibra Óptica*. Recuperado el 30 de Marzo de 2017, de <https://www.telecable.com/blog/splitter-de-fibra-optica/398>
- Graus. (10 de Mayo de 2013). *Significado de TDMA*. Recuperado el 18 de Abril de 2017, de <https://www.significados.com/tdma/>
- Hager. (12 de Octubre de 2016). Recuperado el 2 de Agosto de 2017, de <http://www.hager.es/catalogo-de-productos/distribucion-de-la-energia/cajas-de-abonado/serie-golf-vu-vh/caja-empotrar-tabique-convencional-puerta-metalica-opaca/vu36icp/15714.htm>
- Hermosilla, R. (11 de Octubre de 2016). *Desarrollo de las redes informáticas*. Recuperado el 22 de Marzo de 2017, de <https://prezi.com/1aeejxpbblum/desarrollo-de-las-redes-informaticas/>
- Karnico, D. (1 de Octubre de 2015). Recuperado el 20 de Abril de 2017, de <https://prezi.com/av6wav4b4a7g/historia-de-las-telecomunicaciones-2000-2015/>
- Keiser, G. (2004). *Optical Communication Essentials*. New York: Mc Graw-Hill.
- Millán, R. (Diciembre - Enero de 2008). *GPON (Gigabit Passive Optical Network)*. Recuperado el 30 de Marzo de 2017, de <http://www.ramonmillan.com/documentos/gpon.pdf>
- Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. (10 de Enero de 2016). *¿Sabe cuáles son las entidades adscritas y relacionadas al Mintel?* Recuperado el 11 de Abril de 2017, de

<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/sabe-cuales-son-las-entidades-adscritas-y-relacionadas-al-mintel/>

Ojeda, A. (2009). *Estudio y diseño de una red FTTH en un campus Universitario y una vivienda residencial*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Pcel. (11 de Mayo de 2016). Recuperado el 1 de Agosto de 2017, de <https://pcel.com/Thermaltake-TR-500-78463>

Rebecajui. (30 de Agosto de 2008). *Historia de las Telecomunicaciones en el Ecuador*. Recuperado el 05 de Abril de 2017, de <https://rebecajui.wordpress.com/2008/08/30/historia-de-las-telecomunicaciones-en-el-ecuador/>

Roca, J. (10 de Febrero de 2013). *Que son las telecomunicaciones*. Recuperado el 05 de Abril de 2017, de <http://www.informeticplus.com/que-son-las-telecomunicaciones>

Tinoco, J. (2011). *Estudio y diseño de una red de Fibra Óptica FITH para brindar servicio de voz, video y datos para la Urbanización Los Olivos ubicada en el sector Toctesol en la parroquia Borrero de la ciudad de Azogues*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

Usbeck, C. (2010). *Ecuador y las Comunicaciones. Una Historia compartida*. Quito: Abya-Yala.

Waveoptics. (8 de Noviembre de 2016). Recuperado el 3 de Agosto de 2017, de <http://www.fibrasopticasdemexico.com/fichas/fospc-xxx-x-adsssghdpe.pdf>

## **ANEXOS**

## Anexo 1

Formato de la encuesta realizada en la comunidad de Lumbisí para la propuesta de implementación del servicio.

### ENCUESTA

#### 1. Sexo

- HOMBRE
- MUJER

#### 2. Edad

---

#### 3. Estado civil

- SOLTERO
- CASADO
- VIUDO(A)
- UNION LIBRE

#### 4. Dispone del servicio de fibra óptica en su hogar

- SI
- NO
- TAL VEZ

#### 5. Desearía que se implemente en Lumbisí el servicio de Fibra óptica

- SI
- NO
- TAL VEZ

#### 3. Cuanto estaría dispuesto a pagar por el servicio

## **Anexo 2**

### Equipos de trabajo y Medidas de Protección

Para la instalación de una red de fibra óptica es necesario tomar en cuenta una serie de medidas de seguridad a fin de resguardar la integridad del personal a cargo de dicho trabajo, a continuación, algunos tips:

Planta Interna: el cableado se debe realizar dentro de edificios o en lugares de poca longitud, no es necesario utilizar empalmes, la estructura más común es cableado vertical, salas de conexiones o switches.

Planta externa: el cableado se encuentra fuera de los edificios y puede estar colgado de postes, bajo tierra, a través de conductos subterráneos o bajo el agua, en este caso si es necesario realizar uniones de fusión o empalmes para mayor seguridad.

### **Medidas de seguridad en planta externa:**

Debido a que la instalación de la fibra se hace en lugares altos como postes o edificios, se hace necesaria la utilización de una escalera de extensión o tijera, para un manejo seguro de la escalera, se deben verificar los siguientes aspectos antes de usarla:

- Debe estar en buenas condiciones, por ejemplo, que no tenga peldaños dañados flojos o rotos.
- El lugar donde se va a colocar debe estar libre de obstáculos y la superficie debe ser firme.
- Los separadores de la escalera deben estar asegurados, es decir, que no haya materiales o herramientas alrededor de la escalera.
- Para cargar y mover la escalera se debe buscar la parte media, pasar el antebrazo por los peldaños, levantarla y montarla sobre el hombro, sujetándola con ambas manos.
- Para girar la escalera a la izquierda, se debe hacer con la mano que toma el costado superior, y para girarla a la derecha se debe hacer con la mano que toma el costado inferior.

- Para instalar la escalera correctamente, se debe tomar un peldaño con una mano y con la otra sujetando un costado.
- Para girar la escalera de izquierda a derecha se debe utilizar la mano que toma el peldaño.
- Para no perder el equilibrio, controla la escalera, con la mano que la está sosteniendo.
- Si la instalación, es en la fachada revisar que la separación entre el piso y la base de la escalera sea la  $\frac{1}{4}$  parte de la altura de la fachada.
- Si se trata de una instalación en poste, la separación entre la base del poste y la base de la escalera debe ser la  $\frac{1}{4}$  parte de la longitud de la escalera.

#### **Para la instalación en postes:**

- Colocar señalamientos de seguridad en el área de trabajo.
- Golpear el poste con un martillo desde el nivel del piso hasta la altura que alcance el brazo extendido, si emite un sonido retumbante y hueco, el poste está en mal estado y no es seguro.
- Mover el poste, si la madera cruje o se mueve en el piso, el poste no es seguro.
- Evitar, tocar los cables eléctricos con la escalera, herramienta o alguna parte del cuerpo, ya que esto puede ocasionar una descarga eléctrica.
- Para subir al poste, es necesario tomar en consideración los siguientes pasos:
  - Amarrar la escalera al poste con la soga a una altura aproximada de 1,5 metros del piso, colocar una bandera roja en el amarre.
  - Subir y rodear el poste con uno de los brazos.
  - Rodear el poste con la bandola e insertar el gancho en el cinturón.
  - Nunca, quitarse la bandola mientras se trabaja en el poste.

- Amarrar los costados de la escalera y el poste con una soga de Nylon en la parte superior.
- Para bajar del poste retirar el amarre que sujeta la escalera.
- Rodear al poste con uno de los brazos.
- Retirar el cinturón del gancho de la bandola.

De esta manera, se garantizara la integridad física del equipo de trabajo y de los peatones.

### **Para instalaciones subterráneas:**

En la realización de instalaciones, en los pozos se deben implementar las medidas de seguridad necesarias. Un pozo de visita, permite el acceso a las instalaciones subterráneas de cables de fibra óptica. Antes de entrar al pozo, se debe hacer lo siguiente:

- Colocar la defensa para pozo en sentido contrario a la circulación.
- Colocar los conos reflejantes en sentido de la circulación.
- Colocar los dos primeros conos a una distancia de 4 metros uno del otro como base de un triángulo.
- Colocar cada cono a una distancia de 5 metros de distancia formando un triángulo
- Para acceder al pozo se debe aflojar la tapa limpiando el contorno entre el marco del pozo y el de la tapa.
- Medir con un equipo especial la concentración de gases para saber si es seguro descender.
- Insertar el gancho en el orificio del marco de la tapa.
- Halar la tapa hacia el cuerpo con ambas manos, procurando mantener la espalda recta.
- Apoyar la tapa en el marco del pozo sosteniendo con una mano y con la otra colocar el gancho en el piso.
- Colocar la tapa encima del gancho para que al finalizar se pueda levantar la tapa sin problemas.

### Anexo 3

Especificaciones técnicas

**Componente:** Fuente de poder principal

**Marca-modelo:** Thermaltake TR2 500W

<b>Especificaciones generales</b>	• Wataje	• 500 Watts
	• Ventilador	• 120 mm
	• Hold-Up Time	• 17 ms
	• Conectores de Motherboard	• Conector principal de 20+4 pines • Conector de poder de 12V de 8 pines (4+4)
	• Señal de Energia Correcta	• 100-500 ms
	• Factor de Forma	• ATX 12V 2.3
<b>Entrada AC</b>	• Voltaje de Entrada	• 100 VAC / 240 VAC
	• Corriente de Entrada	• 9.5A / 4.5A
	• Frecuencia de Entrada	• 50Hz - 60Hz
	• RFI/EMI	• UL/CUL, TUV, CE, FCC, CB, GOST, BSMI Certificado
<b>Protección</b>	• Protección de Sobrevoltaje	
	• Protección de Sobrecarga	
	• Protección de Temperatura	
	• Protección de Perdida de Voltaje	
	• Protección de Corto Circuito	
<b>Dimensiones</b>	• 150 x 86 x 140mm (An x Al x Prof.)	

Fuente: (Pcel, 2016).

**Componente:** Fuente de poder de respaldo

**Marca-modelo:** Thermaltake TR2 500W

<b>Especificaciones generales</b>	• Wataje	• 500 Watts
	• Ventilador	• 120 mm
	• Hold-Up Time	• 17 ms
	• Conectores de Motherboard	• Conector principal de 20+4 pines • Conector de poder de 12V de 8 pines (4+4)
	• Señal de Energia Correcta	• 100-500 ms
	• Factor de Forma	• ATX 12V 2.3

Entrada AC	• Voltaje de Entrada	• 100 VAC / 240 VAC
	• Corriente de Entrada	• 9.5A / 4.5A
	• Frecuencia de Entrada	• 50Hz - 60Hz
	• RFI/EMI	• UL/CUL, TUV, CE, FCC, CB, GOST, BSMI Certificado
Protección	• Protección de Sobrevoltaje	
	• Protección de Sobrecarga	
	• Protección de Temperatura	
	• Protección de Perdida de Voltaje	
	• Protección de Corto Circuito	
Dimensiones	• 150 x 86 x 140mm (An x Al x Prof.)	

Fuente: (Pcel, 2016).

**Componente:** Tarjeta OLT de enlace

Marca-modelo: Tarjeta 8 GPON C++ para OLT Huawei

<b>Nº Puertos</b>	<b>8</b>
<b>Sensibilidad de potencia recepción por puerto</b>	-35 dBm óptica C++
<b>Número máximo de direcciones MAC Soportado</b>	32768
<b>Consumo de energía típico</b>	Tarjeta funcionando a pleno rendimiento 38W
<b>Radio MAX Splitter</b>	1:128
<b>Distancia máxima de fibra (km)</b>	20

Especificaciones Técnicas Módulos SFPs C+

Longitud de onda operativa	<b>Tx: 1490 nm / Rx: 1310 nm</b>
Velocidad por Puerto	Tx: 2.49 Gbit/s / Rx: 1.24 Gbit/s
Potencia óptica de salida mínima	6.00 dBm
Máxima potencia óptica de salida	10.00 dBm
Sensibilidad Máxima de recepción	-35 dBm
Tipo de conector óptico	SC/UPC

**Fuente:** (Anvimur, 2017)

**Componente:** Divisores

Marca-modelo: Furukawa. Divisor Óptico Modular

ESPECIFICACIÓN	MODELO				
	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32
Banda Óptica Pasante	1260~1360nm e 1480~1580nm				
Pérdida de Inserción Máxima (sin tener en cuenta las	3,7 dB	7,1 dB	10,5 dB	13,7 dB	17,1 dB

pérdidas de los conectores)					
Uniformidad <b>0,5 dB</b>	0,6 dB	1,0 dB	1,3 dB	1,5 dB	
Sensibilidad a la Polarización Máxima (PDL)	0,2 dB	0,2 dB	0,25 dB	0,3 dB	0,4 dB
Direktividad	>55 dB				
Pérdida de Retorno	>55 dB				

### Componente: Cajas de abonados

**Marca-modelo:** :hager, VU36ICP

**Índice de protección IP:** IP30

<b>Cod. Protec. contra choques mec. IK:</b>	07
<b>Resistencia al hilo incandescente:</b>	650 °C
<b>Clase de protección:</b>	Clase II
<b>Modo de fijación:</b>	Empotrado
<b>Número de módulos:</b>	30
<b>Número de filas de la caja:</b>	3
<b>Altura del producto instalado:</b>	630 mm
<b>Anchura del producto instalado:</b>	348 mm
<b>Profundidad del aparato instalado:</b>	94,5 mm
<b>Material:</b>	Material plástico
<b>Materiales del chasis:</b>	plástico
<b>Color:</b>	Blanco
<b>Código color RAL:</b>	9010
<b>Tipo de cerradura de la puerta:</b>	Manecilla
<b>Número de puerta:</b>	1

**Fuente:** (Hager, 2016).

### Componente: Cajas de distribución Fibra tx 2/16b 24 puertos

**Marca-modelo:** NAP 24 puertos

- Para Poste o pared
- Conector SC/UPC o SC/APC
- Caja con protección UV.
- Colores: Negra / Blanca
- Conectores 24 SC

**Componente:** Roseta óptica (puerto)

**Marca-modelo:** Roseta Slim para FTTx

\* Posibilidad de alojar un conector mecánico del tipo FA (armado en campo), o un pigtail con empalme mecánico del tipo Fiblok. Conector óptico: incorpora 1 conector SC/APC (se puede instalar en costado izquierdo como derecho). Entrada de puertos exteriores: 7 entradas; de 3(6mm.), y de 4(2mm.)

**Componente:** Cable de fibra óptica de dos hilos 100m

**Marca-modelo:** Wabeoptics ADSS

#### Dimensiones y Propiedades

Físicas	Número de fibras	6	12	24	36	48	72	96	144	
	Número de tubos holgados/relleno	1/5	2/4	4/2	6/0	4/2	6/0	8/0	12/0	
	Número de fibras por tubo holgado	6	12							
	Miembro de refuerzo	Hilo de aramida								
	Tubo holgado diámetro (mm)/material (1)	2.4/PBT						2.2/PBT		
	Cubierta exterior material	MDPE								
	Miembro central de refuerzo material	FRP								
	Miembro central de refuerzo diám. (mm) (1)	2.5						3.0	3.5	
	Diámetro exterior del cable (OD)(mm) (1)	10.9						11.7	14.6	
	Peso del cable (kg/km) (2)	89						104	161	
	Longitud típica bobina (3)	4km								
	Rango de temp. de operación	- 40 °C a + 70 °C								
	Rango de temp. de instalación	- 10°C a + 60° C								
Rango de temp. de almac. y transporte	-40°C a + 70° C									
Mecánicas	Max. tensión de tracción estático	3000N								
	Resistencia de aplastamiento estático	1,000N/100mm								
	Vano máximo (4)	100m								
	Mínimo radio de curvatura – dinámico/ estático	20 x OD / 10 x OD								
Notas: (1) El diámetro exterior del cable podría variar un $\pm 5\%$ .										
(2) El peso del cable podría variar un $\pm 10\%$ .										
(3) La long. de la bobina podría variar un $\pm 10\%$ .										
(4) Condiciones NESC light										

#### Rendimiento de Transmisión por Tipo de Fibra Waveoptics Seleccionada

Tipo de fibra	Multimodo	Multimodo	Multimodo	Multimodo	Monomodo	Monomodo
Categoría	OM1	OM2	OM3	OM4	G652.D	G657.A2
Código de fibras Waveoptics	B	C,L	D,M	O,P	F	E
Longitudes de onda (nm)	850/1300	850/1300	850/1300	850/1300	1310/1383/1550	1310/1383/1550
Diámetro núcleo/campo modal ( $\mu\text{m}$ ) (1)	62.5	50	50	50	8.8–9.6/-9.6–11.2	8.8–9.2/-9.3–10.3
Atenuación máxima (dB/km) (2)	3.0/1.0	3.0/1.0	3.0/1.0	3.0/1.0	0.36/0.36/0.22	0.36/0.36/0.22
Mínimo ancho de banda (MHz*km) (3)	200/600	700/500	1500/500	3500/500		
Distancia enlace Gigabit Ethernet (m) (4)	550/275	750/600	1000/600	1100/600		
Distancia enlace 10-Gigabit Ethernet (m) (5)	-/-	150/-	300/-	550/-		
Especificación marcado del cable	MM62.5	MM50	MM50 10G 150M	MM50 10G 300M	SM	SM MBR 7.5MM
Notas: (1) Se presenta valor diám. de núcleo en las fibras multimodo, valor diám. del campo modal para cada long. de onda en monomodo						
(2) Atenuación máxima después del proceso de extrusión.						
(3) Medición del ancho de banda OFL (overfilled launch o inyección saturada)						
(4) Transmisiones 1GB/s a 850nm basado en protocolo IEEE802.3z						
(5) Transmisiones 10GB/s a 850nm basado en protocolo IEEE802.3ae						

Fuente: (Waveoptics, 2016).

**Componente:** Canaletas

**Marca-modelo:** Keynet, CPK-120

Dimensiones: 2000 x 120 x 100 mm. Capacidad: Permite albergar hasta 1910 fibras de 2mm o bien 848 fibras de 3mm.

Fuente: (Conectrónica, 2015)

**Componente:** ONT Hg 8310

**Marca-modelo:** Huawei, ONT GPON FK-ONT-G420R

Permite aplicaciones de sistema IP en convergencia;

Permite la conexión de 4 puertos de datos y 2 puertos de voz;

Permite la configuración de VLAN en cada puerto;

Cuenta con entrada óptica protegida y el espacio de almacenamiento de sobra cordón interna a la estructura óptica.

Longitud de Onda de Transmisión: 1310 nm

Longitud de Onda de Recepción: 1490 nm

Mapeo de GEM Ports en una T-CONT con scheduling basado en fila de prioridad.

LEDs indicadores de status

**Componente:** Hg 8447

**Marca-modelo:** Huawei, Echo Life HG8245

**Puerto:** 2 POTS + 4 GE + 1 USB + Wi-Fi.

**Función plug-and-play (PnP):** los servicios de Internet, IPTV y VoIP se pueden implementar con un simple clic en el NMS. No se requiere configuración en sitio.

**Diagnóstico remoto:** la localización remota de fallas se implementa mediante la prueba de los circuitos en bucle de los puertos POTS y la emulación de una llamada iniciada por el NMS.

**Transmisión a alta velocidad:** transmisión a velocidad de línea GE en el escenario "bridge" y transmisión de 900 Mbit/s en el escenario NAT. **Ahorro de energía:** se ahorra un 25% en el consumo de energía con la solución "system on chipset" (SOC) altamente integrada, en la cual un único chip se integra con los módulos LSW, del gateway, de voz y PON.

