



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA
“ANÁLISIS DE UNA PROPUESTA PARA UN
DISEÑO DE UNA RED GPON DE LA CORPORACIÓN
NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT PARA
BRINDAR UN MEJOR SERVICIO DE VOZ Y DATOS
EN COOP. BRISAS DEL NORTE DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL.”**

**AUTOR
BENAVIDES LASCANO ELVIS FABRICIO**

**DIRECTORA DEL TRABAJO
ING. SIST. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, MG.**

**2016
GUAYAQUIL – ECUADOR**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio Intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Benavides Lascano Elvis Fabricio
C.C. 0926324971

AGRADECIMIENTO

Principalmente quiero agradecer a Dios por su infinita sabiduría y guiarme por el camino correcto de la vida dándome las fuerzas necesarias para soportar el peso de mis metas impidiéndome descansar hasta dejarlas completas.

A mí amada Madre por su enorme sacrificio y paciencia quien ha sido mi principal apoyo emocional y económicamente desde que inicie esta carrera gracias por su amor incondicional.

A mi tutora Ing. Ingrid García por su valiosa paciencia, a mis compañeros de clases con los cuales compartimos gratos momentos y a todas esas generosas personas que me colaboraron con su tiempo y conocimiento para que este proyecto siga adelante, muchas gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a mi primogénito Nach Francois quien es el combustible de mi vida, motivo por el cual me levanto todos los días con entusiasmo y ganas de seguir adelante en todo lo que me proponga para lograr su bienestar, te amo hijo.

ÍNDICE GENERAL

N°	Descripción	Pág.
	PRÓLOGO	1

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

N°	Descripción	Pág.
1.1	Introducción	2
1.2	Justificación	3
1.3	Causas y consecuencias del problema	4
1.4	Delimitación del problema	4
1.5	Objetivos de la investigación	5
1.5.1	Objetivo general	5
1.5.2	Objetivos específicos	5
1.6	Fundamento conceptual	5
1.6.1	Estado del arte	5
1.6.2	Fibra óptica	7
1.6.3	Tipos de fibra óptica	8
1.6.4	Monomodo	8
1.6.5	Multimodo	9
1.6.6	Características generales de la fibra óptica	10
1.6.7	Ventajas y desventajas de la fibra óptica	10
1.6.8	Tipos de cables de fibra óptica	11
1.7	Red xDSL	12
1.7.1	ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)	14
1.7.2	Arquitectura ADSL	15
1.8	Que son las comunicaciones ópticas	16

N°	Descripción	Pág.
1.9	Introducción a redes PON	16
1.9.1	Tipos de redes PON	17
1.9.2	APON (Asynchronous Transfer Mode over PON).	17
1.9.3	BPON (Broadband PON)	18
1.9.4	Ethernet PON (Red Óptica Pasiva Ethernet)	20
1.9.5	GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network)	21
1.10	Introducción a una red GPON	22
1.10.1	Modelo y arquitectura de red GPON	22
1.10.2	Descripción de la Infraestructura GPON de CNT EP	24
1.10.3	Que es la OLT	24
1.10.4	La ODN (Optical Distribution Network)	27
1.10.5	Cable feeder	27
1.10.6	Cable distribución	28
1.10.7	Splitters	28
1.11	Fundamentación legal	29
1.11.1	Constitución política de la república del Ecuador	29
1.11.2	Marco jurídico de telecomunicaciones del Ecuador	29
1.11.3	Ley especial de telecomunicaciones reformada	29
1.11.4	Principales reglamentos que rigen las Telecomunicaciones en el Ecuador	30
1.12	Universidad de Guayaquil	30
1.12.1	Reglamento de la investigación científica y tecnológica	30

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

N°	Descripción	Pág.
2.1	Técnicas de la investigación	32
2.1.1	Observación	32
2.1.2	Encuesta	33
2.1.3	Entrevista	33
2.2	Diseños de investigación	34

N°	Descripción	Pág.
2.2.1	Diseños exploratorios	35
2.2.2	Diseños descriptivos	35
2.2.3	Diseños explicativos	36
2.3	Población y muestra	36
2.3.1	Población	36
2.3.2	Muestra	37
2.3.2.1	Muestreo probabilístico	37
2.3.2.2	Muestreo no probabilístico	38
2.4	Análisis y procedimientos de los resultados	42
2.5	Discusión de resultados	47

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

N°	Descripción	Pág.
3.1	Objetivos de la propuesta	48
3.1.1	Objetivo general	48
3.1.2	Objetivos específicos	48
3.2	Elaboración de la propuesta	48
3.3	Condiciones de red secundaria existente	49
3.4	Aspectos generales de una red GPON	51
3.4.1	Feeder	51
3.4.2	Distribución	52
3.4.3	Drop	52
3.5	Cálculo de enlace para accesos GPON	52
3.6	Modelo de cálculo.	55
3.7	Parámetros de diseño de la red GPON	56
3.8	Bosquejo de la red GPON a implementarse	57
3.9	Equipos GPON a utilizarse	58
3.9.1	OLT (Optical Line Terminal)	58
3.9.2	NAP	59
3.9.3	ODF	60

N°	Descripción	Pág.
3.9.4	ONT (OPTICAL NETWORK TERMINAL)	61
3.9.5	Roseta óptica	62
3.10	Costo del proyecto	63
3.10.1	Tarifas y costos del servicio de telecomunicaciones	64
3.11	Propuesta del diseño de la red GPON	66
3.12	Conclusiones	67
3.13	Recomendaciones	68
	GLOSARIO DE TERMINOS	70
	ANEXOS	72
	BIBLIOGRAFÍA	84

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Descripción	Pág.
1	Causas y efectos	4
2	Delimitación del problema	4
3	Comparación de las tecnologías xDSL.	14
4	OLT con 4 tarjetas PON de 8 puertos	26
5	Relación entre técnica e instrumento	32
6	Ventajas e inconvenientes del muestreo Probabilístico	40
7	Tamaño de la población	40
8	Servicio de telecomunicaciones	42
9	Tiempo de uso de los servicios de telecomunicaciones	43
10	Daños o perjuicios por servicios de telecomunicaciones	44
11	Aceptación por servicios de telecomunicaciones	45
12	Aumento de costos por servicios de telecomunicaciones	46
13	Valores de pérdidas típicas en los splitters	55
14	Niveles de atenuación	56
15	Presupuesto óptico	58
16	Presupuesto referencial de construcción	63
17	Tarifas y costos del servicio de telecomunicaciones	64
18	Costos proyectados de la nueva red	64
19	Recuperación de la inversión	65
20	Costos proyectados a 10 años	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	Descripción	Pág.
1	Arquitectura de conexión ADSL	16
2	Arquitectura básica de una red APON	18
3	Esquema BPON	19
4	Esquema básico de una red EPON	21
5	Arquitectura de una red GPON	23
8	Modelo de referencia	23
9	Esquema básico de una red GPON de CNT EP	24
8	Tipos de muestreo	39
9	Servicio de telecomunicaciones	42
10	Tiempo de uso de los servicios de telecomunicaciones	43
11	Daños o perjuicios por servicios de telecomunicaciones	44
12	Aceptación por servicios de telecomunicaciones	45
13	Costos por servicios de telecomunicaciones	46
14	Esquema global de una red GPON	51
15	Esquema de la red a implementarse	57
16	Diseño proyectado de la red de distribución	66

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1	Fibra óptica	8
2	Fibra monomodo	9
3	Fibra multimodo	9
4	Layout OLT	25
5	Splitter	28
6	Condiciones de la red secundaria	50
7	OLT	59
6	NAP	60
7	ODF	61
8	ONT	62
9	Roseta óptica	62

AUTOR: BENAVIDES LASCANO ELVIS FABRICIO
TEMA: ANÁLISIS DE UNA PROPUESTA PARA UN DISEÑO DE UNA RED GPON DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT PARA BRINDAR UN MEJOR SERVICIO DE VOZ Y DATOS EN COOP. BRISAS DEL NORTE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL
DIRECTORA: ING. SIST. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, MG.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo realizar una propuesta de un diseño apropiado para la implementación de una red GPON en la Cooperativa Brisas del Norte, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil. La finalidad de implantar esta red es ofrecer y garantizar un mejor servicio de telefonía fija e internet a través de la fibra óptica que actualmente es el medio de comunicación más solicitado a nivel mundial por sus enormes beneficios como los son: velocidad, ancho de banda, inmunidad a las interferencias electromagnéticas y mayor seguridad al momento de la transmisión de datos. Para el presente proyecto de Titulación, aplicaremos la técnica de investigación de campo, empezando por la realización de una encuesta a una muestra entre los habitantes de dicho sector para conocer el nivel de aceptación del servicio, poder adquisitivo y la viabilidad para poderlo llevar a cabo. De acuerdo a la información recopilada, a la evaluación del proyecto y a la encuesta realizada, se concluye que el estándar GPON es una tecnología que nos permite integrar no solo uno, sino varios servicios como voz, datos y video sobre una misma infraestructura ofreciendo a sus clientes excelente calidad y estabilidad.

PALABRAS CLAVES: Red GPON, Telecomunicaciones, Voz y Dato, Fibra Óptica, Telefonía Fija, Internet.

Benavides Lascano Elvis Fabricio
C.C. 0926324971

Ing. Sist. García Torres Ingrid, MG
Directora de trabajo

AUTHOR: BENAVIDES LASCANO ELVIS FABRICIO
TOPIC: ANALYSIS OF A PROPOSAL FOR A DESIGN OF A GPON NETWORK OF CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT TO PROVIDE A BETTER SERVICE OF VOICE AND DATA IN COOP. BRISAS DEL NORTE LOCATED IN THE CITY OF GUAYAQUIL
DIRECTOR: SYST. ENG. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, MG.

ABSTRACT

The following thesis has as main objective to make a proposal of an appropriate design for implementing a GPON network in Cooperativa Brisas del Norte, which is located in the city of Guayaquil. The purpose of implementing this network is to provide and guarantee a better service of fixed telephony and internet through fiber optic that it is currently the most requested way of communication around the world by its enormous benefits and include: speed, bandwidth and immunity to electromagnetic interferences and more security when transmitting data. For the current project to get a degree, we will applied the field research technique, beginning by making a sample survey to the inhabitants of that neighborhood to know the level of service acceptance, purchasing power and viability to carry out. According to the collected information, the evaluation of the project and the survey, it is concluded that GPON standard is a technology which allows us to integrate not only one service ,but several services such as voice, data and video over a same infrastructure offering its customers excellent quality and stability.

KEY WORDS: GPON Network, Telecommunications, Voice and Data, Optical Fiber, Fixed Telephony, Internet.

Benavides Lascano Elvis Fabricio
C.C. 0926324971

Syst. Eng. García Torres Ingrid, MG
Director of work

PRÓLOGO

Los avances tecnológicos cada vez son más consecuentes lo que implica que la brecha digital se reduzca considerablemente y estemos más ligados a los cambios de tecnología, con lo que respecta a servicios de telecomunicaciones cada día son más las personas que desean estar interconectadas entre si desde cualquier sitio en todo momento es por ello que surge la necesidad de que se implementen nuevas tecnologías más fluidas con mucha más velocidad de información y un gran ancho de banda capaces de cubrir tal demanda. Una excelente medida para experimentar nuevas velocidades de envío y recepción de datos es el uso de la tecnología GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network) que es una red óptica pasiva con la capacidad de transmitir en Gigabit y que usa como medio de transmisión la fibra óptica la cual consta de varios beneficios como la inmunidad a señales electromagnéticas, al ruido y seguridad de la información en el campo de las telecomunicaciones.

El proyecto de tesis presentado es una propuesta para un diseño de red GPON que se llevará a cabo en la Coop. Brisas del Norte de la ciudad de Guayaquil con el objetivo de brindar un mejor servicio de telefonía fija e internet a los clientes de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT el cual se basa en tres capítulos en donde se describe el uso de esta tecnología y la ventaja que ofrece a los usuarios.

En el campo de las telecomunicaciones la Fibra Óptica es el medio de transmisión de información con mayor capacidad disponible a nivel mundial para los servicios de voz, dato y video. Con la tecnología GPON se consigue integrar todos estos servicios sobre una misma plataforma brindando a sus clientes establecer conexiones más seguras a grandes velocidades.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

El permanente progreso de las telecomunicaciones y la alta demanda de gran ancho de banda crecen cada día más de manera vertiginosa, por lo tanto hace que se implementen nuevas tecnologías capaces de cubrir tales necesidades como servicios de voz, Internet y televisión. En el actual plan de investigación se pretende realizar un análisis de la red secundaria existente en la Coop. Brisas del Norte para determinar la viabilidad y luego proponer un diseño de red utilizando la tecnología GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network) Red De Fibra Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit cuyo estándar, determinado por el ITU (International Telecommunication Union) es ampliamente usado en la industria de las telecomunicaciones logrando satisfacer a una gran cantidad de usuarios por demanda de servicios.

En el primer capítulo se desarrolla el marco teórico en donde se describen las causas y consecuencias del problema, delimitación, objetivo general y específicos además se conceptualizarán todos los elementos principales que conforma parte del estudio y que servirán de apoyo para la realización del proyecto de tesis. El segundo capítulo consta de la metodología que se va a emplear puntualizando cada método de investigación y las técnicas que se utilizarán a lo largo de la investigación para saber el nivel de aceptación por parte de los usuarios. El tercer y último capítulo es donde se concluye todo lo relevante que se pudo observar durante el proyecto y de acuerdo a eso se recomienda una propuesta para la elaboración del diseño de la red GPON que se desea implantar, costo del proyecto y los equipos que se usarán.

Según el objeto de la investigación está proyectado y orientado a terminar con una demanda insatisfecha de clientes residenciales y corporativos en la Cooperativa. Brisas del Norte lo mismos totalizan 133 abonados con servicio de voz y 28 con ADSL que en algún momento se vio afectada por el robo de cables y la gran distancia que existe de la central hasta el único armario que abastece a dicho sector.

La propuesta del diseño de la red GPON de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones es realizar una correcta dispersión en la red de distribución situando estratégicamente las cajas terminales (NAP) para ofrecer una cobertura total necesaria con un servicio de calidad.

1.2 Justificación

La presente investigación va dirigida a todos los clientes de la Cooperativa Brisas del Norte que actualmente cuentan con el servicio de voz y datos que ofrece la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT y a los virtuales nuevos usuarios.

Debido a la migración de los armarios telefónicos 11118, 11122, 1136, 1137, y 1138 de la central Alborada a la Terminal Rio Daule en la actualidad existe en este sector solo el armario 1101 operativo desde la central Alborada, el mismo que provee servicios a la Cooperativa Brisas del Norte mediante la ruta 13 de mencionada central. Motivo por el cual este sector se ha visto afectado con el paso del tiempo provocando que exista una demanda por servicio.

Al momento constatar la información en los planos de la red secundaria perteneciente al sector se puede observar que hay una parte de la población que aún no cuenta con la cobertura del servicio de la red telefónica actual, se pretende con la tecnología GPON ofrecer un servicio de calidad que abarque todo el sitio y beneficiar a los moradores que merecen recibir un buen servicio sobre una misma infraestructura.

1.3 Causas y consecuencias del problema

En el siguiente cuadro se detallará las principales causas y los efectos que se reflejan por los constantes problemas en la red telefónica existente.

TABLA N° 1
CAUSAS Y EFECTOS

causas	consecuencias
Mucha distancia entre la central telefónica y el armario telefónico	Hace que los datos en ADSL tengan pérdidas
Robo de cables multipares canalizados	condicionan la red provocando una ausencia del servicio
Falta de mantenimiento en la red primaria y secundaria	Deterioro de los cables multipares en los empalmes y armario telefónico

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

1.4 Delimitación del problema

TABLA N° 2
DELIMITACIONES

Ámbito	Delimitaciones
Área	Telecomunicaciones
Campo	Redes de Fibra óptica
Factores	Precisión, Factibilidad, Tiempo, Extensión, utilidad, Relevancia, Fuentes de información, Capacidad para desarrollarlo
Tema	Análisis de una propuesta para un diseño de una red GPON de la CNT para brindar un mejor servicio de voz y datos en Coop. Brisas del Norte de la ciudad de Guayaquil

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Mejorar el servicio actual de voz y datos con la calidad que ofrece la tecnología GPON para cubrir una demanda insatisfecha en la Cooperativa Brisas del Norte.

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento de información acerca del estado de la red secundaria existente.
- Consultar los datos técnicos y normas de diseño de una red GPON de la CNT EP.
- Proponer un diseño proyectado con tecnología GPON de la red de distribución.

1.6 Fundamento conceptual

1.6.1 Estado del arte

Tomando como referencia varios temas de tesis a nivel nacional se puede comprobar que existen trabajos relacionados al diseño e implementación de redes de fibra óptica empleando la tecnología GPON, razón por la cual son base suficiente para el desarrollo del proyecto de tesis que se desea plantear.

Para el mes de febrero del 2014 en la ciudad de Ambato se ha presentado un tema de tesis denominado “Red de Fibra Óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato”. Correspondiente al autor Rómulo Bladimir Barrera Moreano. Quien tiene como objetivo general analizar la incidencia de una Red de

Fibra Óptica para mejorar los servicios de Telecomunicaciones en la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato. Se pretende en esta investigación dar una visión integral para el desarrollo y crecimiento sustancial de su personal y usuarios que se ha visto afectada por la demanda debido a la saturación de la red que provee los servicios de telecomunicaciones.

En Marzo del 2015 en la ciudad de Quito se presentó un trabajo de titulación denominado “Estudio y Diseño de una red de Planta Externa con Fibra Óptica y su integración a un equipo GPON para brindar servicios TRIPLE-PLAY” perteneciente a Edison Javier Suárez Bravo teniendo como objetivo general “Diseñar una red de Planta Externa de Fibra Óptica e integrarla a un equipo GPON, para brindar el servicio TRIPLE-PLAY en el sector de la Mariscal Sucre de la ciudad de Quito”. Se pretende en la investigación realizar un análisis considerando los parámetros técnicos para la implementación de una red fibra óptica utilizando la tecnología GPON y mediante cálculos matemáticos y saber si es rentable el proyecto.

En la ciudad de Guayaquil revisando específicamente los trabajos de titulación de la facultad de Ingeniería industrial se encuentran dos temas de tesis que tienen gran similitud los cuales son, “Estudio para la implementación de una red GPON de Telconet S.A en la comunidad de Juan Gómez Rendón (progreso)” y por el otro lado “Estudio de una red GPON que provea de servicio de voz y datos para el centro comercial la rotonda de la ciudad de Guayaquil” pertenecientes a David Alcívar Mendoza y Diego Paguay Vargas respectivamente. En ambos temas se realiza un estudio para saber la factibilidad de implementar una red de Fibra Óptica, en lo que se diferencian es en la extensión que abarca la red ya que en una se implementará en la cabecera parroquial de la Parroquia Rural de Juan Gómez Rendón (Progreso) lo cual requiere una mayor infraestructura y la otra en el centro comercial la Rotonda de la ciudad de Guayaquil en donde no es tan extenso el despliegue de la red.

1.6.2 Fibra óptica

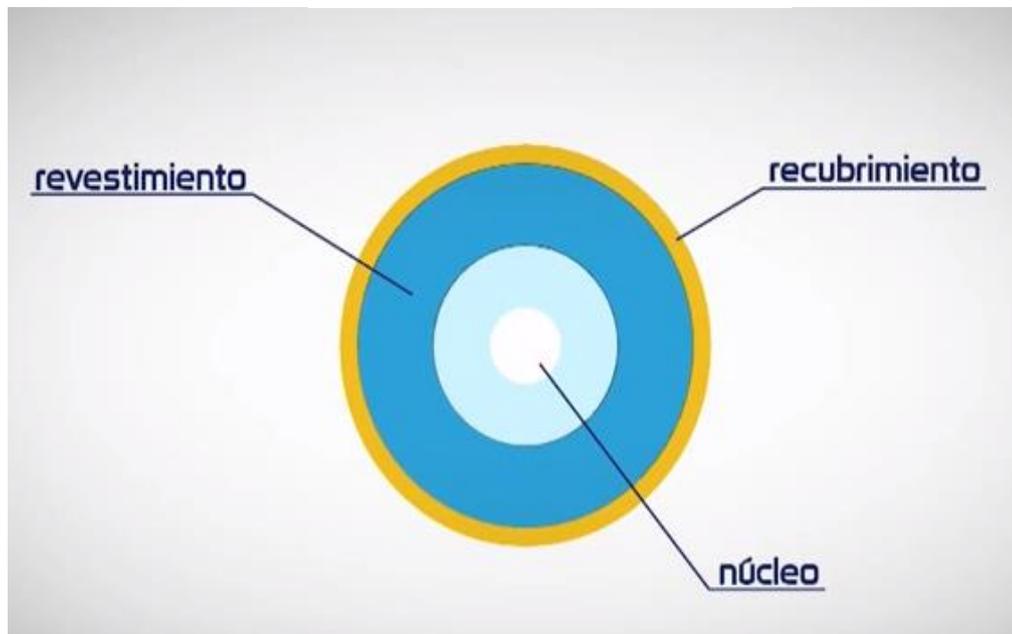
Para los autores Juan Carlos Leon y Paúl Aurelio Zari. (2014) señalan que:

La fibra óptica transmite información mediante pulsos o haces de luz, la cual viaja a través de ella, mediante un principio que se lo conoce como “Principio de reflexión interna total” y se da debido a que el índice de refracción del revestimiento (cladding) n_2 es menor que el del núcleo (core), n_1 , lo que permite que la luz quede atrapada dentro del núcleo y así pueda propagarse a través de toda su longitud.

La fibra óptica es un hilo delgado y en ciertos casos de materiales plásticos de cristal o silicio fundido que conduce pulsos de luz por lo cual se requieren dos filamentos para establecer una comunicación bidireccional. El diámetro de una hebra de fibra óptica es similar al grosor de un cabello humano, es decir, aproximadamente de 0.1 mm, está compuesta por un núcleo, un revestimiento y un recubrimiento uno dentro del otro. El núcleo y el revestimiento son de vidrios de diferente composición y densidad esto permite que el haz de luz que ingresa a la fibra se refleje continuamente sin salir del hilo. Se pueden transmitir diferentes tipos de información a altas velocidades como voz, datos y video lo que permite recorrer grandes distancias en tan solo unos segundos.

Actualmente la fibra óptica es el elemento de transmisión que mejores características posee dentro de los medios guiados y cada vez se expande más en todo el mundo sustituyendo progresivamente al cable coaxial y el par trenzado en casi todos los campos. En la siguiente figura N°1 se puede observar de manera superficial como está constituida la fibra óptica señalando cada uno de sus componentes.

FIGURA N° 1
FIBRA ÓPTICA



Fuente: Avances Tecnológicos - Fibra Óptica
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

1.6.3 Tipos de fibra óptica

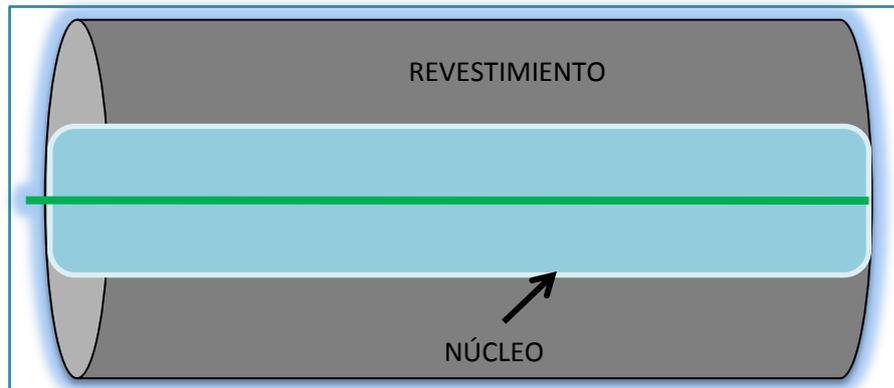
Básicamente podemos clasificar a la fibra óptica en dos grupos monomodo y multimodo debido a la trayectoria en que se propagan los pulsos de luz dentro del núcleo.

1.6.4 Monomodo

Tiene la característica de propagarse directamente sin necesidad de reflexión logrando transmitir un solo haz de luz ofreciendo una alta capacidad de transporte de información lo que resulta beneficioso cuando se necesita cubrir grandes distancias. Observar figura N° 2.

A diferencia de los tipos de fibra óptica la monomodo posee baja atenuación y un elevado ancho de banda. Su sistema de transmitir, receptor y repetir la información es más costoso que los sistemas multimodo. En las aplicaciones FTTH con fibra monomodo se estableció la Recomendación UIT-T G.652.

FIGURA N° 2
FIBRA MONOMODO

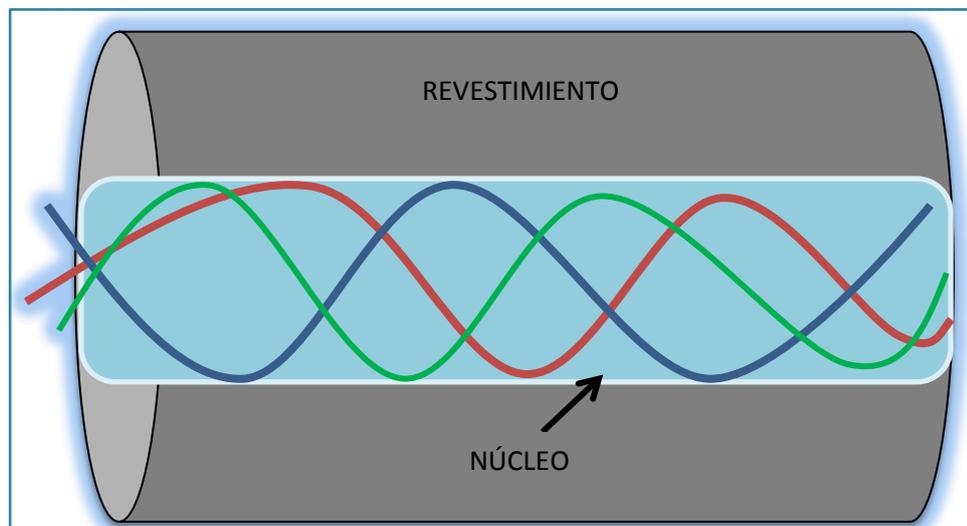


Fuente: investigación directa
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

1.6.5 Multimodo

En contraste de la monomodo como se muestra en la figura N° 3, se pueden emitir varios pulsos de luz por el núcleo los cuales son guiados en conjunto pero por rutas diferentes dentro de la fibra este efecto hace que su ancho de banda sea inferior al de las fibras monomodo, por lo tanto los dispositivos que se usan con las multimodo poseen un bajo costo (LED). Por lo general estas fibras son las preferidas para comunicaciones en pequeñas distancias, hasta 10 Km.

FIGURA N° 3
FIBRA MULTIMODO



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

1.6.6 Características generales de la fibra óptica

Ancho de banda: es más alto que los cables (FTP y UTP) y el coaxial, en la actualidad se están usando velocidades de 1.6 Gbps en las redes públicas, y para el uso de frecuencias más altas se podrá alcanzar los 39Gbps.

Distancia: Debido a su baja atenuación de la señal óptica se puede desplegar tendidos de fibra óptica sin que se necesiten repetidores.

Integridad de datos: Mantiene una frecuencia de BER (BIT error data) de 10^{-11} cuya características permiten que los protocolos de un nivel alto no necesiten establecer procedimientos de mayor corrección.

Duración: La fibra óptica puede resistir a la corrosión y a las elevadas temperaturas. Debido a la envoltura que la protege es capaz de soportar un alto esfuerzo de tensión en la instalación.

Seguridad: Debido a que la fibra óptica no produce radiación electromagnética, es resistente a las acciones intrusivas de escucha.

1.6.7 Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Ventajas

- Con la fibra óptica es posible navegar a altas velocidad.
- Sonido y video en tiempo real.
- Fácil de instalar.
- No le afecta las interferencias y el ruido, en contraste de lo que sucede con un par de cobre.
- La luz es constante, por lo tanto la transmisión es segura y difícil de ser perturbada.

- Carece de señales eléctricas, lo cual hace que sea confiable al momento de trabajar en ambientes explosivos.
- Sus dimensiones son más pequeñas que los medios existentes.
- El peso de la fibra óptica es muy liviano comparado con los cables metálicos.
- La materia es abundante en la naturaleza para su fabricación.
- Es compatible con la tecnología digital.

Desventajas

- Se necesita un elevado grado de precisión cuando se conectan los cables o conectores.
- A diferencia del cable de cobre el costo es un poco más en la conexión de fibra óptica, ya que las empresas cobran por cantidad de información que se transfiere y no por el tiempo de utilización del servicio.
- Elevado costo de instalación.
- Es frágil.
- Limitación en la disponibilidad de conectores.
- No existen memorias ópticas.

1.6.8 Tipos de cables de fibra óptica

Cable de estructura holgada.- Se compone de varios tubos rodeando el núcleo y protegido por una cubierta protectora, lo que distingue a este tipo de cable son los tubos de FO de un radio de 2 a 3 milímetros donde cada fibra óptica reposa holgadamente.

Cable de estructura ajustada.- Utiliza una protección secundaria para las fibras la cuales rodean un núcleo central de tracción y luego recubierto por una protección exterior plástica de 900 μm . Este tipo de cable posee una estructura más flexible una curvatura menor que el cable cables de estructura holgada

Cable blindado.- Contiene una capa protectora de acero que se encuentra debajo de la capa de polietileno lo hace que el cable sea más resistente y nos este propenso a daños por roedores.

Cable submarino.- Este cable está compuesto de estructura holgada creado para permanecer debajo del agua. Generalmente se lo utiliza para interconectar continentes mediante fibras ópticas transoceánicas.

Cable compuesto tierra-óptico (OPGW).- Es un cable de tierra que tiene fibras ópticas implantadas al interior de un tubo en el núcleo central. Normalmente lo usan empresas eléctricas para proveer comunicaciones a lo largo del tendido de líneas de alta tensión.

Cable híbrido.- Es un cable que está compuesto de fibras ópticas y pares de cobre.

Cable abanico.- Es de estructura ajustada con un reducido número de fibras y creado para una conexión directa y fácil.

1.7 Red xDSL

Para el autor Guillen Báez (trabajo de titulación, 2015, Pg. 29) manifiesta que:

xDSL son tecnologías de acceso punto a punto que permiten transportar datos multimedia con mayor velocidad que la obtenida con el modem tradicional, empleando la red telefónica de acceso de cobre. xDSL convierte a una red de cobre que transporta datos de voz en una red digital por la cual envía información multimedia a los usuarios que requieran el servicio.
(Báez, 2015)

xDSL es un término donde la “x” es simplemente una variable que se utiliza para describir a un conjunto de tecnologías de comunicación que permiten transmitir información a altas velocidades de dato y video con un gran ancho de banda, diferente de las conexiones que se obtienen en la actualidad vía modem sencillamente solo con utilizar las líneas de cobre de la telefonía convencional podemos acceder a esta tecnología .

Ventajas de la tecnología xDSL

- Acceso de mayor velocidad.
- Una permanente conexión.
- No comparte la capacidad de transporte.
- El cable tiene doble función se puede hablar por teléfono y navegar al mismo tiempo.
- No se satura la central telefónica porque los datos y la telefonía usan el mismo canal.

Desventajas de la tecnología xDSL

- Algunas líneas no pueden ofrecer el servicio.
- A mayor distancia el servicio es pésimo.
- El costo dependerá de la velocidad que se contrate.

Distintos tipos de líneas DSL

- HDSL: High Bitrate DSL
- SDSL: Symmetric DSL
- IDSL: ISDN DSL
- ADSL: Asymmetric DSL
- VDSL: Very High Bitrate DSL
- CDSL: Consumer DSL (DSL Lite)

TABLA N° 3
COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS xDSL

	Bitrate		Mod.	coex. c/ POTS	Alcance Típico (0,4 mm)
	Down	Up			
HDSL	2,048 Mbps simétrico		2B1Q	NO	3,5 Km
SDSL	de 384 Kbps a 2 Mbps		CAP	NO	3,5 Km
IDSL	128 Kbps simétrico		2B1Q	NO	5 Km
ADSL	8 Mbps	1 Mbps	DMT CAP	SI	3 Km (6Mbps)
VDSL	12 Mbps 26 Mbps 52 Mbps	12 Mbps 12 Mbps 26 Mbps	CAP ?	SI	300 mts (52 Mbps)
DSL Lite	1,5 Mbps	384 Kbps	DMT CAP	SI	4,5 Km (1,5Mbps)

Fuente: <http://www.dsi.fceia.unr.edu.ar/downloads/distribuidos/material/monografias/xDSL.pdf>
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

En el Tabla N°3 se especifican los tipos de tecnología que tenemos y sus características, donde se detalla la modulación, velocidades de subida y bajada, soporte de voz, para el presente proyecto de tesis analizaremos la tecnología ADSL que actualmente ofrece la Corporación Nacional de Telecomunicaciones y también por ser la más utilizada en los proveedores que brindan servicios de telecomunicaciones en el país por la razón de que puede enviar y transmitir información al mismo tiempo un claro ejemplo lo tenemos cuando establecemos una conversación vía telefónica mientras se navega por la internet.

1.7.1 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

Se denomina tecnología de acceso a Internet de banda ancha, lo que quiere decir una rapidez superior a una conexión habitual por un

módem en la transmisión de datos. Esto se obtiene mediante una modulación por donde viajan las señales de datos sobre una banda de frecuencias mayor que las usadas en conversaciones de telefonía convencional (300Hz-3400 Hz), trabajo que hace el Router ADSL. (Edmundo & Jhon, 2011)

Para que las señales transmitidas no sufran algún tipo de distorsión, se debe instalar un filtro llamado (discriminador o splitter) que es el encargado de apartar la señal de telefónica convencional de las señales moduladas de la conexión por medio de ADSL.

Esta tecnología se denomina como asimétrica debido a que el contenido de descarga tanto de subida como de bajada es totalmente diferente. La tecnología ADSL fue diseñada para que sus datos de bajada (descarga) sean más altos que los datos de subida, lo cual coincide por parte de casi todos los usuarios finales con el uso de internet, los mismos que reciben mayor información de la que envían o generalmente descargan más de lo que suben. (Edmundo & Jhon, 2011)

1.7.2 Arquitectura ADSL

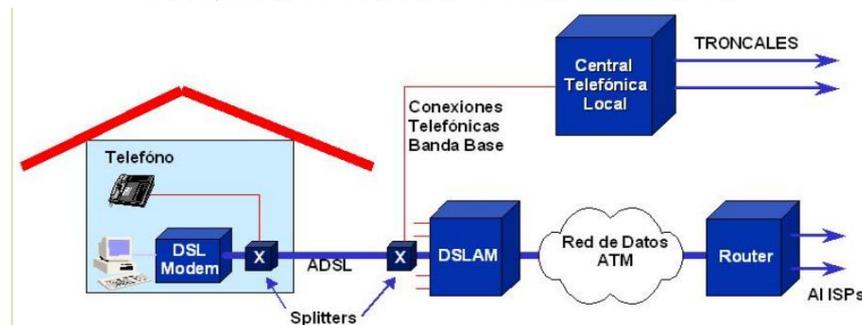
Son tres los elementos principales que se encuentran y hacen que esta tecnología sea posible los cuales son:

- Modem ADSL
- Filtro
- DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer)

El servicio de datos y voz recorren en el interior del par de cobre en frecuencias separadas lo que hace posible utilizar paralelamente ambos, la función del filtro es apartar las frecuencias de la línea convencional para entregar la voz al equipo telefónico y los datos al modem ADSL. El modem ADSL coge los datos y los envía a la

computadora o red LAN del abonado. Dentro de la central telefónica un equipo llamado DSLAM separa las frecuencias otorgando el servicio de voz a la red telefónica tradicional y los datos según la velocidad contratada a Internet o la red de datos directamente.

GRÁFICO N° 1
ARQUITECTURA DE CONEXIÓN ADSL



Fuente: http://www.laccei.org/LACCEI2005-Cartagena/Papers/IT089_BlancoOrtiz.pdf
Elaborado por: Alexei Blanco Ortiz

En gráfico N° 1 se muestra la arquitectura de ADSL para el acceso a Internet utilizando la tecnología ATM donde la ruta que siguen las celdas ATM se resalta con una línea gruesa que va desde el módem router ADSL en el domicilio del abonado hacia un router IP con interfaz ATM que da acceso al proveedor de internet ISP.

1.8 Que son las comunicaciones ópticas

Son aquellas comunicaciones que se propagan a través de ondas guiadas y utiliza pulsos de luz como medio de transmisión. La fibra óptica actualmente es el canal más común utilizado para las comunicaciones ópticas por sus enormes ventajas, los transmisores en las líneas de fibra óptica son generalmente leds o diodos láser.

1.9 Introducción a redes PON

Las redes PON (redes ópticas pasivas) se crearon con la finalidad de lograr un alto ancho de banda y disminuir la interferencia a los ruidos gracias a los beneficios que nos brinda la fibra óptica y las ventajas que

tiene sobre el cable de cobre, generalmente empleadas en redes FTTH (fibra hasta el hogar).

El autor Pedro Notario (Director Técnico Unitronics S.A., 2015) manifiesta que.

Las redes PON se han convertido en una forma rentable de satisfacer las demandas de rendimiento en las redes de acceso, y algunas veces también en las grandes redes locales de fibra óptica. Donde termina la fibra óptica y dependiendo del tipo de sistema FTTx, se conecta un Terminal Óptico de Red (ONT) o una Unidad Óptica de Red (ONU) (Notario, 2015).

Se pretende con las redes ópticas pasivas (PON) reducir el número de los transceptores ópticos y fibras moviendo los divisores más cerca del suscriptor. Un sistema PON utiliza un transceptor óptico único en el terminal de línea óptica (OLT) para servir a varios abonados en una red de topología árbol/bus de fibra construidas con divisores de señal óptica pasiva.

1.9.1 Tipos de redes PON

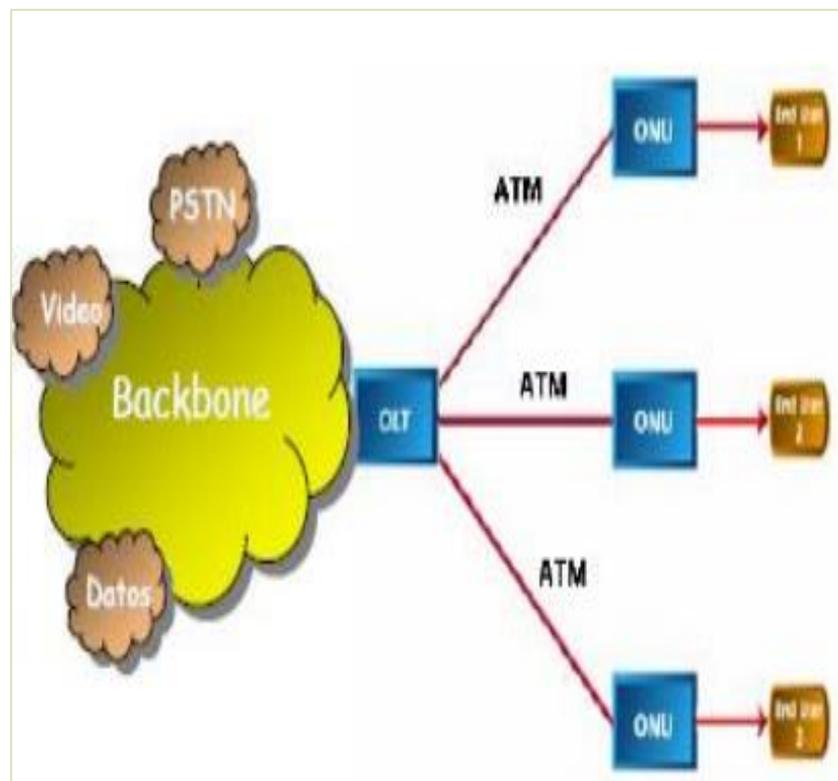
La Red PON es una tecnología punto-multipunto, todas las transmisiones en esta red se realizan entre la unidad Óptica Terminal de Línea (OLT) y la unidad óptica de usuario (ONU) Existen varios tipos de redes PON con diferentes características las cuales se describirán a continuación para tener un conocimiento general de cada una de ellas.

1.9.2 APON (Asynchronous Transfer Mode over PON).

Establecida en la recomendación de la ITU-T G.983, siendo el estándar número uno definido para las redes PON. Inicialmente se

crearon por el comité FSAN (Full Service Access Network), el cual usa la tecnología ATM como parámetro de señalización en la capa dos (Enlace de Datos). La manera de transportar los datos en el canal de bajada se da por un flujo de ráfagas de celdas ATM (Asynchronous Transfer Mode) de 53 bytes cada una con 3 bytes hacia la identificación del equipo generador ONU (unidad óptica del usuario). Las ráfagas normalmente se dirigen a una tasa de bits de 155.52 Mbps que se dividen entre la población de abonados que estén enlazados al nodo óptico, es decir a la cantidad de ONU's que existe. (Henao, 2010)

GRÁFICO N° 2
ARQUITECTURA BÁSICA DE UNA RED APON



Fuente: Consulta Tecnologías de redes PON
Elaborado por: Guevara Henao Juan

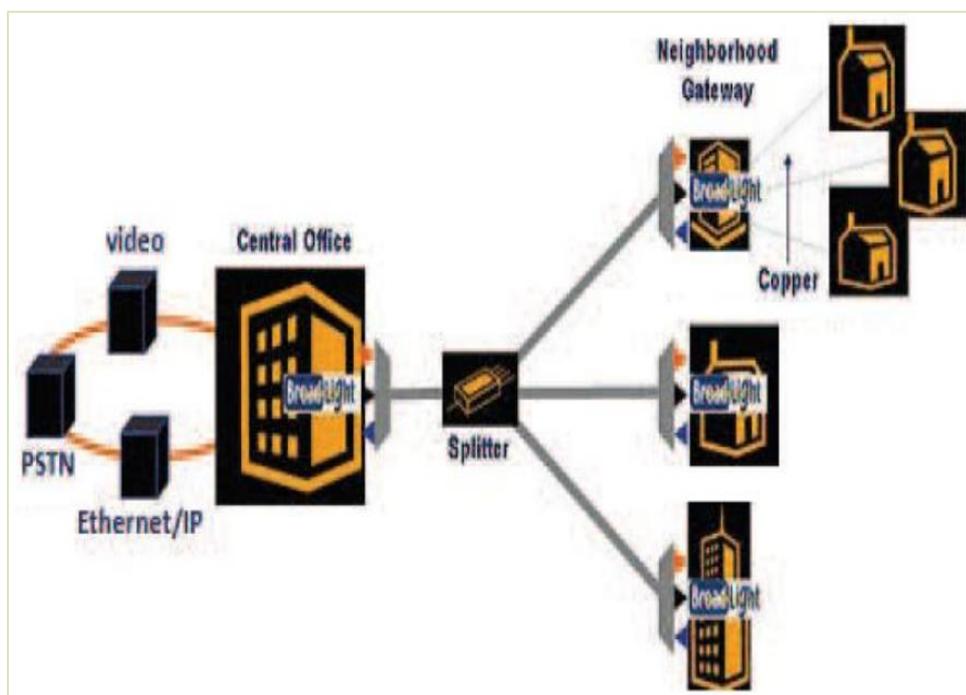
1.9.3 BPON (Broadband PON)

Son redes PON (Redes Ópticas Pasivas) de banda ancha se establecieron como una mejora de las APON concretada en la recomendación UIT-T G.983. BPON ofrece soporte a distintos servicios de

banda ancha como distribución de video, Ethernet y multiplexación por longitud de onda, su estructura está constituida con canales simétricos para transmisión de 155 Mbps lo que más tarde sería modificado mejorando considerablemente su velocidad de transmisión en los canales asimétricos y simétricos de 622 Mbps para los canales de bajada y 155 Mbps para el canal de subida. (Henao, 2010). Estas redes tuvieron algunas revisiones relacionadas entre la cuales se destacan:

- G.983.2 implementada para la capa de servicio y mantenimiento.
- G.983.3 para mejorar QoS (calidad de servicio).
- G.983.4 para la distribución de ancho de banda dinámico.
- G.983.5 para componentes de protección.
- G.983.6 para la capa de control de red OTN.
- G.983.7 para la capa de gestión de red para el ancho de banda dinámico.
- G.983.8 para brindar soporte al protocolo IP, Video, VALN y VC.

GRÁFICO N° 3 ESQUEMA DE BPON



Fuente: Teledata Networks, Ethernet en la primera milla.pdf
Elaborado por: Elvis Benavides

1.9.4 Ethernet PON (Red Óptica Pasiva Ethernet)

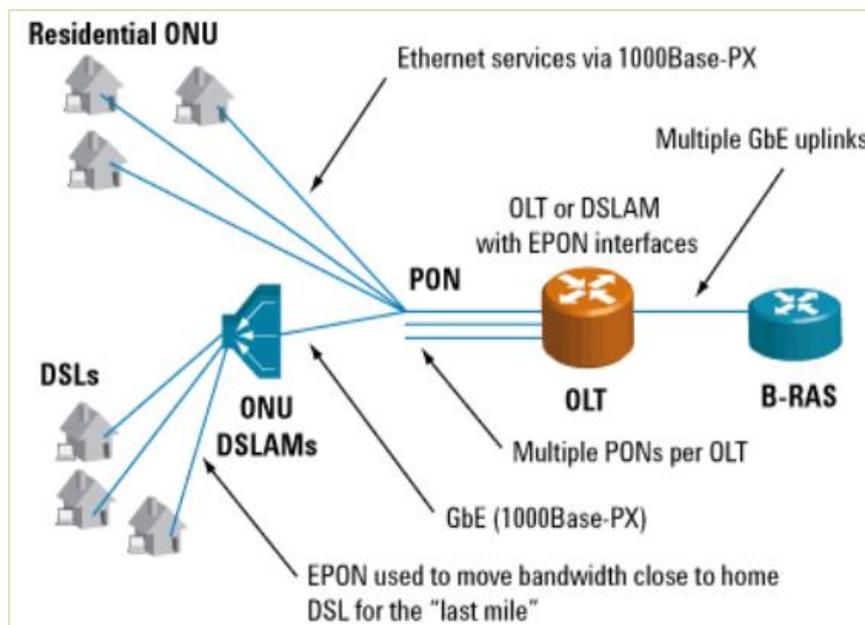
Es un estándar creado por un grupo de estudio de la IEEE de Ethernet en la última milla (EFM). Este estándar se basa primordialmente en el envío de tráfico Ethernet en vez de transportar los datos por medio de celdas de ATM, que en algunos casos resulta no ser conveniente debido a su ineficiencia. Al usar esta tecnología podemos comprobar los beneficios que trae utilizar la fibra óptica en el transporte vía Ethernet. EPON está establecida en la norma de IEEE 802.3 y trabaja con velocidades de Gigabit, por lo cual la velocidad con la que dispone cada abonado final depende de la cantidad de ONU's que se conecten a cada OLT. Tiene la ventaja de ser un sistema que ofrece QoS (Calidad del servicio) en ambos canales (bajada y subida). Existe otro tipo de redes denominadas 10G-EPON. Están especificadas en el estándar IEEE 802.3av que define el acceso EPON con un ancho de banda síncrono de 10 Gbps o asíncrono de 10 Gbps en sentido de bajada y 1.25 Gbps en sentido de subida. (Henaó, 2010)

Principales Ventajas frente a los servicios anteriores APON y BPON

- Brinda QoS (calidad de servicio) en ambos sentidos, tanto bajada como subida.
- La interconexión entre las etapas es más simple.
- Facilita en gran medida la llegada con fibra hasta los abonados, ya que los equipos con los que se accede son más económicos al usar interfaces Ethernet.
- La gestión y administración de la red se basa en el protocolo SNMP, lo cual permite reducir la complejidad de los sistemas de gestión de otras tecnologías.

Las redes EPON se encuentran en la administración de nuevos servicios, que se limita al usuario y no al operador.

GRÁFICO Nº 4 ESQUEMA BÁSICO DE UNA RED EPON



Fuente: Consulta Tecnologías de redes PON
Elaborado por: Guevara Henao Juan

1.9.5 GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network)

Gigabit-Capable PON (GPON) es otro estándar perteneciente a la arquitectura PON, la cual está ratificada por la ITU-T en 4 recomendaciones, la G.984.1, G.984.2, G.984.3 y G.984.4. El objetivo principal de GPON es brindar un ancho de banda mucho más alto que sus anteriores predecesoras, y lograr una mayor eficiencia para el transporte de servicios basados en IP. Las velocidades manejadas por esta tecnología son mucho más rápidas, ofreciendo hasta 2,488 Gbps y la posibilidad de tener arquitecturas asimétricas. Esto comparado con las velocidades de 155 y 622 Mbps de las anteriores tecnologías deja ver un gran avance en cuanto a eficiencia y escalabilidad. (Henao, 2010)

Esta tecnología no solo ofrece mayores velocidades de Gbps sino que también da la posibilidad a los proveedores de servicios de continuar brindando sus servicios tradicionales sin la necesidad de tener que cambiar los equipos de conmutación para que sean compatibles con esta tecnología.

1.10 Introducción a una red GPON

GPON consiste principalmente de una OLT situado en una URA (Unidad Remota de Abonado) o Central Office Interconectada a una ONT a través de una red pasiva conocida como ODN, en el camino las señales de la fibra son "distribuidas" a través de la utilización de splitters.

Según el manual (normas de diseño, construcción y fiscalización de la ODN de CNT EP. 2012, Pg. 6) manifiesta que:

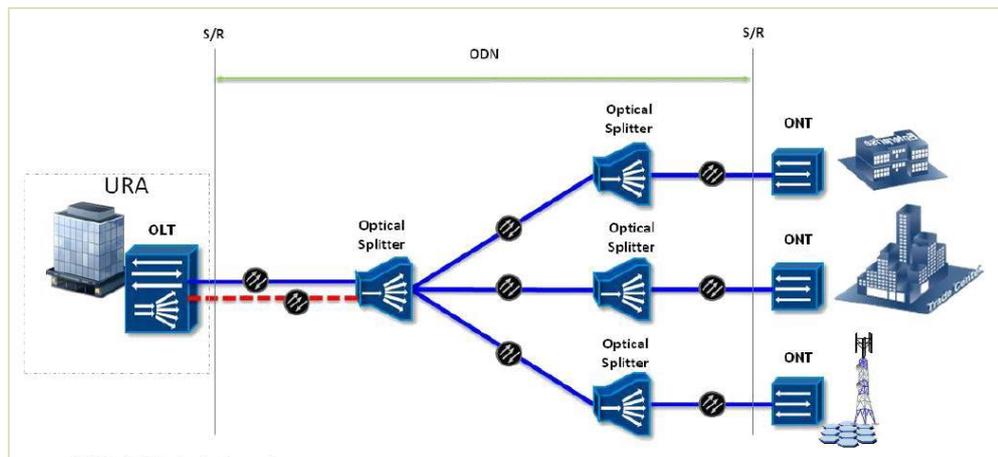
GPON (Gigabit-passive Optical Network) se describe como una red flexible de acceso con fibra óptica, capaz de soportar requisitos de amplitud de servicios residenciales y corporativos, con tasas nominales de dirección downstream de 2.4 Gbits y upstream de 1,2 Gbits que usa como medio de transmisión la fibra óptica dejando atrás a las redes de cobre. (Saavedra, 2012)

La aparición de las futuras migraciones tecnológicas, implica que el sistema tendrá potencial de ser reconfigurado para aceptar nuevos tipos de transmisión permitiendo satisfacer una mayor cantidad de demandas por servicios y atender potenciales solicitudes hasta entonces no atendidas en vista de sus necesidades por banda ancha.

1.10.1 Modelo y arquitectura de red GPON

En el siguiente sistema de red de acceso local encontramos la sección óptica, la misma que puede ser activa o pasiva, y su estructura puede ser de punto a punto, o de punto a multipunto. Su arquitectura utiliza fibra óptica FTTH (fibra hasta la casa) pasando por la fibra FTTBC (fibra hasta el edificio) hasta llegar al armario el FTTcab (fibra hasta el gabinete). (Saavedra, 2012)

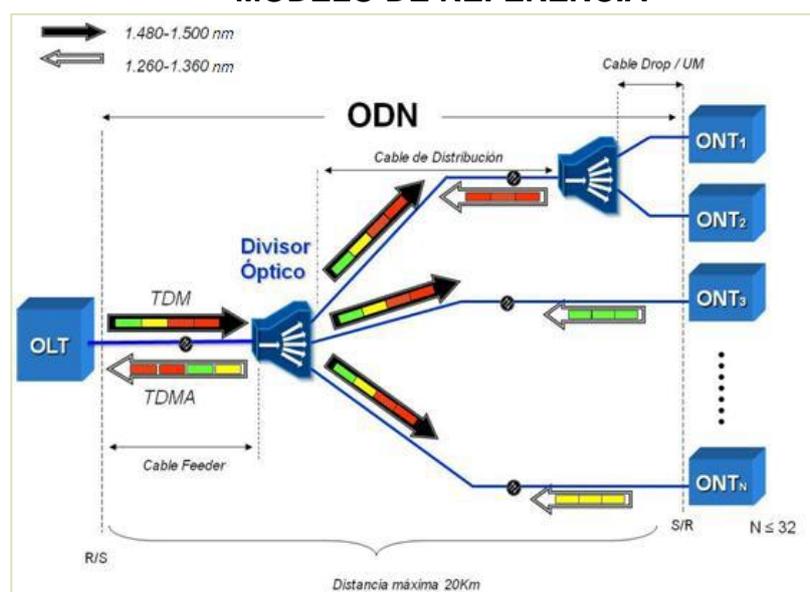
GRÁFICO N° 5 ARQUITECTURA DE UNA RED GPON



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Saavedra Jaime

En el gráfico N° 5 se muestra la arquitectura general de GPON y el gráfico N°6 se puede observar la distribución de trabajo que muestra una red GPON, la cual es de dos direcciones y presenta dos esquemas de transporte: modelo subida con TDMA y modelo bajada con broadcast (TDM).

GRÁFICO N° 6 MODELO DE REFERENCIA

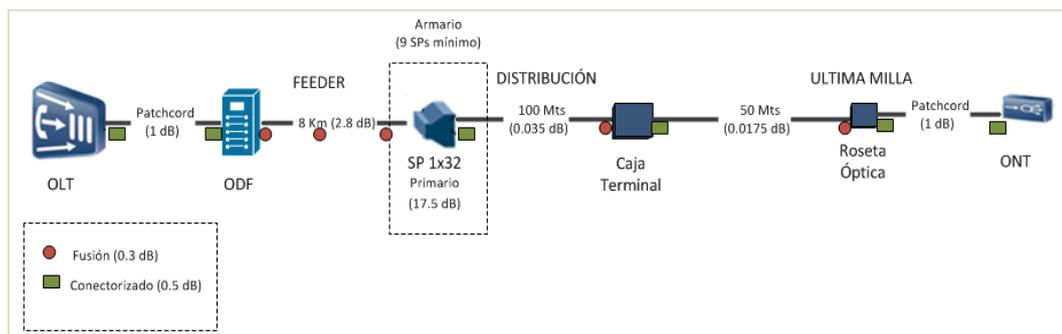


Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Saavedra Jaime

1.10.2 Descripción de la infraestructura GPON de CNT EP

La red de acceso GPON se basa primordialmente en un terminal de línea óptica (OLT) colocado en una oficina central (CO) la misma que se conecta por una red de dispersión óptica (ODN) a un nodo o también un Terminal de Red Óptico (ONT). (Saavedra, 2012)

GRÁFICO N° 7
ESQUEMA DE RED GPON DE CNT EP



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Saavedra Jaime

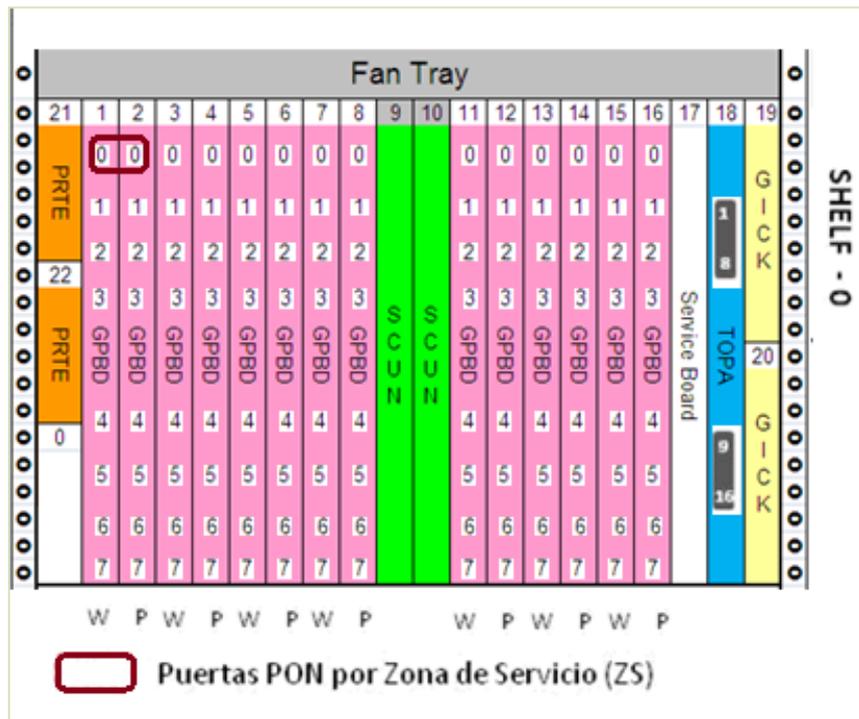
1.10.3 Que es OLT

OLT cuyas siglas significan terminal de línea óptica, tiene como función interconectar la red ODN con la red MPLS de la CNT EP, mediante las puertas uplink, que inicialmente tiene una capacidad de 1 Gbps. Otra de las funciones de las OLT es administrar y sincronizar la vía de transferencia que se dirige hacia las ONTs en modalidad TDM. (Saavedra, 2012)

Se concentra el tráfico de cada ONT a través de las puertas de uplink conectadas a cada puerta PON de la OLT. Las OLTs que son las encargadas de sincronizar y administrar el tráfico que se transmite por la red ODN y se replica por todas las puertas de los splitters que estén relacionados a la puerta PON. De tal manera que el tráfico que parte desde las ONTs en modo TDMA permite que el canal de retorno sea compartido por varias ONTs con un límite de (hasta 32). (Saavedra, 2012)

Un diseño típico de una OLT (terminal de línea óptica) se muestra en la siguiente Figura N° 4.

**FIGURA N° 4
LAYOUT OLT**



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Saavedra Jaime

Una OLT se compone por una tarjeta de ventiladores (fan tray), un chasis, tarjetas de poder (slots 21 y 22), tarjetas de control y gestión (slot 9 y 10), tarjetas de uplink (slots 19 y 20), tarjetas de servicios (slots 1 al 8 y 11 al 16) y tarjetas de 16 x E1s para tráfico de telefonía (slots 17 y 18).

La conexión del trayecto principal y respaldo de un divisor de señal primario a la OLT, se hace en diferentes tarjetas. Es por esto que se establecen zonas de servicio GPON que vinculan las puertas PON, los hilos de fibra óptica de la ruta primordial y fibra óptica de respaldo que alimentan el splitter de primer orden. (Saavedra, 2012)

El progreso de la tecnología GPON ha permitido agrupar el número de puertas PON a 8 puertas por tarjeta.

La nomenclatura que se utilizará en las OLT para reconocer las zonas de servicio es:

ZS-N: Shelf/Slot/Port (Working) & Shelf/Slot/Port (Protection)

Por ejemplo en Tabla 4, si se implementara una OLT con 4 tarjetas PON de 8 puertos se tendrían 16 ZS:

TABLA Nº 4
OLT CON 4 TARJETAS PON DE 8 PUERTOS

	Shelf/Slot/Port (W)	Shelf/Slot/Port (P)
ZS-1	0/1/0	0/2/0
ZS-2	0/1/1	0/2/1
ZS-3	0/1/2	0/2/2
ZS-4	0/1/3	0/2/3
ZS-5	0/1/4	0/2/4
ZS-6	0/1/5	0/2/5
ZS-7	0/1/6	0/2/6
ZS-8	0/1/7	0/2/7
ZS-9	0/3/0	0/4/0
ZS-10	0/3/1	0/4/1
ZS-11	0/3/2	0/4/2
ZS-12	0/3/3	0/4/3
ZS-13	0/3/4	0/4/4
ZS-14	0/3/5	0/4/5
ZS-15	0/3/6	0/4/6
ZS-16	0/3/7	0/4/7

Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Saavedra Jaime

Una OLT sencilla para un rack's de 19", tiene una máxima capacidad de 14 tarjetas de servicio con 8 puertas PON cada una para tráfico IP y en adición a ello 2 slots para servicios E1. Para conocer el tráfico IP podemos tener entonces $(14/2) \times 8 = 56$ zonas de servicio por cada OLT en caso de que trabaje en modo working-protection. (Saavedra, 2012)

1.10.4 La ODN (Optical Distribution Network)

La ODN dentro del entorno PON, pertenece al anillo de fibra óptica, o cable feeder que se enlaza a la puerta principal y a la de respaldo del divisor óptico primario 2xn; y dependiendo si el nivel de atenuación lo permite, por medio de cables de distribución también se enlazaran los splitters secundarios del tipo 1xn, para llegar a las ONTs que se sitúan en la localidad del abonado mediante de una caja de distribución (NAP) y cables Drop. (Saavedra, 2012)

La ODN está compuesta por los siguientes elementos en forma general:

- Patchcord de fibra entre la OLT y el ODF.
- El ODF.
- Cables de Fibra Óptica FEEDER que están asociados a la red GPON (ruta principal o working y ruta de respaldo o protection).
- Splitters primarios.
- Cables de DISTRIBUCIÓN.
- Splitters secundarios si el nivel de atenuación lo permite.
- Cables de acometida o cables DROP.
- Cajas terminales.
- Roseta óptica.
- Patchcord de fibra entre la roseta óptica y la ONT.

La ODN es netamente pasiva, no consta elementos activos o energizados. La OLT y las ONTs son las que se encargan de suministrar las señales ópticas a la ODN.

1.10.5 Cable feeder

El cable FEEDER tiene como función establecer la conexión de la fibra óptica con las puertas PON de la OLT (terminal de línea óptica) con las puertas del splitter primario. (Saavedra, 2012)

1.10.6 Cable distribución

El cable de distribución es aquel que contiene el filamento de fibra óptica que interconecta un splitter de primer orden y un splitter de segundo orden en caso de existir. (Saavedra, 2012)

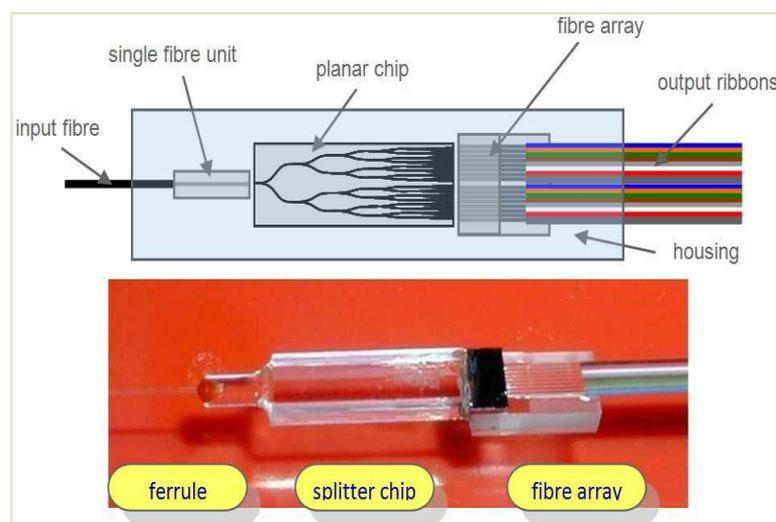
1.10.7 Splitters

Son divisores ópticos absolutamente pasivos que a través de una o dos entradas, replican por sus salidas, la señal óptica que ingresa, en proporción de que las puertas de salida incrementan, ingresan niveles de atenuación los mismos que van en aumento. (Saavedra, 2012)

Se denomina que un Splitter de primer orden es aquel que tiene ruta de fibra óptica respaldada. Y son del tipo $2 \times n$, siendo n igual a 2, 4, 8, 16 y 32.

Se conoce como Splitter de segundo orden a aquel que carece de una ruta de fibra óptica respaldada. Y son del tipo $1 \times n$, siendo n igual a 4, 8, 16 y 32. (Saavedra, 2012)

**FIGURA Nº 5
SPLITTER**



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Saavedra Jaime

1.11 Fundamentación legal

1.11.1 Constitución política de la república del Ecuador

En la actual constitución de la república vigente, en su Art. 75 estipula que son las universidades y escuelas politécnicas las encargadas directamente de fomentar la educación como la investigación científica para contribuir al desarrollo profesional y técnico con el objetivo de crear una sociedad ecuatoriana más justa que esté al alcance de todos. (Ver anexo 8).

1.11.2 Marco jurídico de telecomunicaciones del Ecuador

En esta actual ley se aplicará a toda clase de actividades que tengan que ver con la explotación e instalación de los servicios de telecomunicaciones y a la utilización del espectro radioeléctrico, también se incluirá a toda persona natural o jurídica que se dedique a tal actividad con el objetivo de que se cumplan los deberes y derechos por parte de los prestadores de servicios y usuarios. (Ver anexo 8)

1.11.3 Ley especial de telecomunicaciones reformada

En la ley especial de Telecomunicaciones en su art. 1. Ámbito de la Ley, indica lo siguiente: La presente Ley Especial de Telecomunicaciones tiene por objeto normar en el territorio nacional la instalación, operación, utilización y desarrollo de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, sonidos e información de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

En la ley especial de Telecomunicaciones en su art. 10. Intercomunicaciones Internas, indica lo siguiente: No será necesaria autorización alguna para el establecimiento o utilización de instalaciones

destinadas a intercomunicaciones dentro de residencias, edificaciones e inmuebles públicos o privados, siempre que para el efecto no se intercepten o interfieran los sistemas de telecomunicaciones públicos.

1.11.4 Principales reglamentos que rigen las telecomunicaciones en el Ecuador

- Servicios de telefonía fija.
- Prestación de servicios portadores.
- Servicio de telefonía móvil.
- Prestación de servicios de valor agregado.

1.12 Universidad de Guayaquil

1.12.1 Reglamento de la investigación científica y tecnológica

Art. 1.- Los objetivos de la investigación en la Universidad de Guayaquil están concebidos como parte de un proceso de enseñanza único, de carácter docente investigativo, orientado según norma el Estatuto Orgánico, para permitir el conocimiento de la realidad nacional y la creación de ciencia y tecnología, capaces de dar solución a los problemas del país. Las investigaciones dirigidas a la comunidad tienen por finalidad estimular las manifestaciones de la cultura popular, mejorar las condiciones intelectuales de los sectores que no han tenido acceso a la educación superior; la orientación del pueblo frente a los problemas que lo afectan; y la prestación de servicios, asesoría técnica y colaboración en los planes y proyectos destinados a mejorar las condiciones de vida de la comunidad.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

La metodología de la investigación es el modo en que podemos obtener información relevante acerca de los procesos que se estén investigando mediante un análisis de la técnicas y métodos que se vayan a utilizar para la generación del conocimiento, dirige la manera en que vayamos a enfocar nuestra investigación la forma en que vamos a recopilar, analizar y clasificar la información, con el objetivo de que nuestros resultados sean confiables con validez y pertinencia.

En el presente trabajo de titulación se aplicará la investigación de campo que consiste en realizar una encuesta a la población que se ha contabilizado como parte de nuestro estudio en la Coop. Brisas del Norte. Realizando como primer paso una corta entrevista a una cantidad mínima de personas de dicho sector, obteniendo como resultado una base de información para determinar que preguntas se formularán en nuestra encuesta.

Para (Fidias G. Arias, 2012 Pg.31) manifiesta que:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (Arias, 2012).

Es relevante tener en cuenta que la información recopilada durante la investigación de campo debe ser legítima y confiable para que no hayan alteraciones en los futuros resultados finales al momento en que deseamos procesar los datos y estos a su vez tengan la validez pertinente.

TABLA N° 5
RELACIÓN ENTRE TÉCNICA E INSTRUMENTO

	Técnicas	Instrumentos	
	Diseño de Investigación de Campo	Observación	Estructurada
Escala de estimación			
No Estructurada			Diario de campo
			Cámaras: fotográfica y de video
Encuesta		Oral	Guía de encuesta (Tarjeta)
			Grabador
			Cámara de video
		Escrita	Cuestionario
Entrevista		Estructurada	Guía de entrevista
			Grabador / Cámara de video
		No estructurada	Libreta de notas
			Grabador / Cámara de video

Fuente: Fidas G. Arias. El Proyecto De Investigación 6ta Ed.Pdf
Elaborado: Benavides Lascano Elvis

En el Tabla N° 5 podemos observar las tres técnicas de diseño que se han utilizado y los instrumentos que son cualquier recurso que se utiliza para registrar o guardar información.

2.1 Técnicas de la investigación

2.1.1 Observación

Según el autor, **Arias (2012)** “La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma

sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos.” (Pg.69)

La técnica de la observación se la utilizó para permitir tener una visión amplia del panorama que se está investigando como las condiciones actuales de la red secundaria con el objetivo de estudiar las características y comportamiento dentro de la Coop. Brisas del Norte o algún sitio en particular para luego realizar una formulación integral y determinar qué aspectos son relevantes en el proyecto de tesis.

2.1.2 Encuesta

Según el autor, **Arias (2012) “Se define la encuesta como una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular” (Pg. 72).**

Se aplicó la técnica de la encuesta como una serie de recopilación de opciones a una población o universo en estudio basadas en un cuestionario previamente elaborado con el objetivo de aclarar un asunto de interés para el encuestador. Las preguntas formuladas fueron de lo más sencillas posibles para que las repuestas sean específicas al tema en cuestión.

2.1.3 Entrevista

Para (Fidias G. Arias, 2012 Pg.73) dice que:

La entrevista, más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un diálogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal

manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida. (Arias, 2012)

Para nuestros fines esta técnica depende en gran medida del nivel de comunicación entre el investigador y los participantes en la misma. Por otra parte, la entrevista no tiene mucho alcance en cuanto a la cantidad de personas que pueden ser entrevistadas en un tiempo determinado, es decir, se abarcan pocas personas razón por la cual en nuestro estudio se han escogido solo personas seleccionadas como técnicos y supervisores de CNT que puedan aportar a la investigación.

Entonces para la realización del proyecto de tesis en la Coop. Brisas del Norte se han descrito las técnicas de la encuesta, observación y entrevista como las más apropiadas para el estudio que se va a realizar en dicho sector de la ciudad de Guayaquil.

2.2 Diseños de investigación

Existen varios tipos o diseños de investigación que se revisarán en este capítulo para conocimiento general para luego saber que diseño es el apropiado en nuestro proyecto de tesis y que diseño usaremos.

Para Arístides Vara (Desde la idea hasta la sustentación: 7 Pasos para una tesis exitosa, 2012, Pg.202) manifiesta que:

Los diseños son planes y estrategias de investigación concebidos para obtener respuestas confiables a las preguntas de investigación. El diseño, entonces, plantea una serie de actividades sucesivas y organizadas, que deben adaptarse a las particularidades de cada tesis y que indican los pasos y pruebas a efectuar y las técnicas a utilizar para recolectar y analizar los datos. (Vara Horna, 2012)

Por lo tanto, podemos deducir que un diseño es un plan estratégico que se debe perseguir para contestar las preguntas de investigación usando como herramientas de apoyo las técnicas de investigación descritas anteriormente como entrevistas, cuestionarios, técnicas de muestreo, observaciones y dependiendo el diseño se eligen las más apropiadas.

2.2.1 Diseños exploratorios

Según **Vara (2012)** “**La investigación exploratoria es muy flexible y se sustenta en una profunda revisión bibliográfica, en los criterios de expertos, en el contacto y la observación directa y cotidiana de la realidad empresarial**”. (Pg.204)

Este diseño se lo empleó consultando varios documentos digitales de soporte como libros, proyectos de titulación y sitios web los que servirán para reforzar el tema de tesis cuando este no ha alcanzado su máximo punto de desarrollo, pudiendo evidenciar todas las teorías, hipótesis e investigaciones, podemos recurrir al método.

2.2.2 Diseños descriptivos

Para **Arístides Vara (Desde la idea hasta la sustentación: 7 Pasos para una tesis exitosa, 2012, Pg.208)** manifiesta que:

Estos diseños están hechos para describir con mayor precisión y fidelidad posible, una realidad empresarial o un mercado internacional o local. Los diseños descriptivos son, generalmente, cuantitativos. Son estudios que se abocan más a la amplitud y precisión que a la profundidad. Se realizan con poblaciones numerosas y abarcan un gran número de variables y correlaciones. (Vara Horna, 2012)

Al momento de realizar la encuesta mediante un cuestionario estructurado empleamos este diseño para el de análisis y proceso de los datos utilizando herramientas estadísticas. Por medio de este diseño descriptivo podemos medir cuantitativamente las variables de una población, para luego obtener resultados matemáticos veraces de lo que se quiere conocer.

2.2.3 Diseños explicativos

Según **Vara (2012)** “**Los diseños explicativos se usan para determinar las causas de los fenómenos empresariales. Con estos diseños se puede explicar por qué ocurre, bajo qué condiciones se presenta, o por qué dos o más variables están correlacionadas**” (Pg.210).

Para el actual proyecto de tesis las investigaciones explicativas, nos determinarán cuales son la causas principales por las que se desea mejorar el servicio en la Coop. Brisas del Norte proponiendo un tipo de investigación más profunda, más minuciosa y compleja, como realizar el levantamiento de información de la red primaria y secundaria lo que nos dará como resultado las condiciones exactas de la red para posteriormente hacer una evaluación de los daños.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Según (Fidias G. Arias, 2012 Pg.81) dice que:

La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta

queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. (Arias, 2012)

La población que se tomará como representación para el estudio del proyecto de titulación serán todos los clientes que cuentan con el servicio de voz y datos de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP en la Cooperativa Brisas del Norte de la ciudad de Guayaquil.

2.3.2 Muestra

Según **Vara (2012)** “La muestra (n), es el conjunto de casos extraídos de la población, seleccionados por algún método racional, siempre parte de la población. Si se tienen varias poblaciones, entonces se tendrán varias muestras” (Pg.221).

Para definir una muestra debemos conocer el totalidad de nuestra población que son 133 clientes para telefonía fija y 28 para ADSL la cual suma 161 abonados a partir de ahí sacaremos el tamaño de la muestra que nos servirá para realizar la encuesta. La técnica del muestreo tiene como función tomar la muestra de una determinada investigación. Este procedimiento a su vez puede dividirse en dos tipos: muestreo probabilístico o aleatorio, y muestreo no probabilístico.

2.3.2.1 Muestreo probabilístico

Para Arístides Vara (Desde la idea hasta la sustentación: 7 Pasos para una tesis exitosa, 2012, Pg.223) manifiesta que:

En las muestras probabilísticas, todo integrante de la población tiene una probabilidad determinada y conocida de conformar la muestra, y esa probabilidad puede ser calculada con precisión estadística. Los

muestreos probabilísticos son los muestreos más confiables pero también los más complicados y caros.

(Vara Horna, 2012)

Se debe recalcar que el método de muestreo probabilísticos se basan en el principio de equi-probabilidad. Que será el que utilizaremos porque son aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser optados para ser parte de una muestra y por lo tanto, todas las posibles muestras de tamaño n tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. Esta muestra probabilística, es la más ajustada para describir poblaciones, identificar índices y por esta razón este tipo de muestreo es representativo y necesario cuando realicemos investigaciones descriptivas, cuantitativas y correlacionales.

2.3.2.2 Muestreo no probabilístico

Para Arístides Vara (Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa, 2012, Pg.223) manifiesta que:

En las muestras no probabilísticas ocurre lo contrario, todo integrante de la población no tiene una probabilidad determinada, tampoco conocida, de conformar la muestra. Los criterios para seleccionar la muestra no son estadísticos, son racionales, por eso el investigador no tiene idea del error que puede estar introduciendo en su muestra. Las muestras no probabilísticas son las menos confiables, pero las más frecuentes, por ser más económicas y, en algunos casos, más convenientes. (Vara Horna, 2012)

Al contrario del Probabilístico este método es diferente, este muestreo no se basa en el principio de la equi-probabilidad. Son técnicas que siguen otros criterios de selección como el conocimientos del

investigador, economía, comodidad, alcance, procurando que la muestra obtenida sea lo más representativa posible. Cuando se trabaja con este tipo de muestreo se tiene la incertidumbre pues no se tiene la garantía y no se sabe si los resultados están sesgados.

GRÁFICO N° 8 TIPOS DE MUESTREO



Fuente: <http://yuliet0318.blogspot.com>
Elaborado por: Hernández Yuliet

En el Gráfico N°8 podemos observar de manera resumida las características que tienen cada uno de los tipos de muestreo y de acuerdo a lo que se quiera investigar se elegirá el método más apropiado.

El Diseño descriptivo será el que emplearemos en la presente investigación de campo porque generalmente son cuantitativos y usan métodos y técnicas estadísticas para saber con exactitud la realidad de una población en estudio.

El tipo de muestreo adoptado para la elaboración del presente proyecto de tesis es el muestreo aleatorio simple el cual se adapta perfectamente a nuestro tipo de investigación como podemos observar en el siguiente cuadro.

TABLA Nº 6
VENTAJAS E INCOVENIENTES DEL MUESTREO PROBABILÍSTICO

	Características	Ventajas	Inconvenientes
Aleatoria Simple	Se selecciona una muestra de tamaño n de una población de N unidades, cada elemento tiene una probabilidad de inclusión igual y conocida de n/N .	<p>Sencillo, rápido y de fácil comprensión.</p> <p>Se basa en la Teoría estadística.</p> <p>Se requiere, siempre, el cálculo del tamaño de la Muestra.</p>	<p>Se necesita un listado completo de toda la población (marco poblacional).</p> <p>No se aplica para poblaciones estratificadas.</p>

Fuente: Aristides Vara, 2012
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

Para realizar la encuesta debemos saber cuál es la población o universo a la que sacaremos el tamaño de la muestra para fines de la investigación utilizando una fórmula que se detallara más adelante.

TABLA Nº 7
TAMAÑO DE LA POBLACIÓN

Servicios	Abonados
Telefonía Fija	133
ADSL	28
Total	161

Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

Fórmula para calcular la muestra de una población

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Dónde:

n = el tamaño de la muestra y N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor que se obtiene por medio de niveles de confianza. Es un valor invariable que, si no se tiene su valor, se lo toma en correlación a al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

e = Límite aceptable de error muestral que corrientemente cuando no se tiene su valor suele utilizarse un valor que oscila entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

Para determinar el tamaño de la muestra tomaremos el total de la población en la cual tenemos incluidos a los abonados con ambos servicios reemplazando dichos valores en la formula siguiente donde:

$$N = 161$$

$$\sigma = 0.5$$

$$Z = 2$$

$$e = 0.01$$

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

$$n = \frac{161(0,5)^2(2)^2}{(161-1)(0,09)^2 + (0,5)^2(2)^2} = \frac{161(1)}{160(0,0081) + 1} = \frac{161}{2,296} = 70$$

$n=70$ es el tamaño de la muestra entre ambos servicios a la cual se le realizará la encuesta.

2.4 Análisis y procedimientos de los resultados

Para ejecutar el procesamiento de los datos recopilados a través de la investigación de campo usaremos la herramienta digital Microsoft Excel la cual posee funciones apropiadas para realizar la tabulación de los datos permitiéndonos visualizar mediante una gráfica los resultados de la encuesta de manera exacta y ordenada.

1. ¿De los siguientes servicios de telecomunicaciones con cual cuenta Usted?

TABLA N° 8

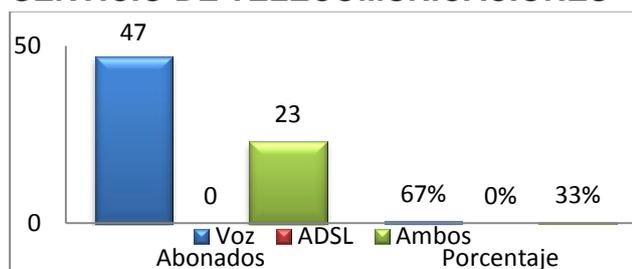
SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES

Servicios	Abonados	Porcentaje
Voz	47	67%
ADSL	0	0%
Ambos	23	33%
Total	70	100%

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

GRÁFICO N° 9

SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES



Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

Análisis: Como se puede observar en el gráfico N° 9 tenemos 2 tipos de servicios que ofrece la CNT el 67% de la población encuestada de un tamaño de muestra de 70 personas corresponde a telefonía fija seguido del 33% que corresponde a ADSL, por lo tanto estos resultados nos dan la pauta para pretender mejorar el servicio y abarcar a más clientes con ADSL por medio de la misma línea telefónica.

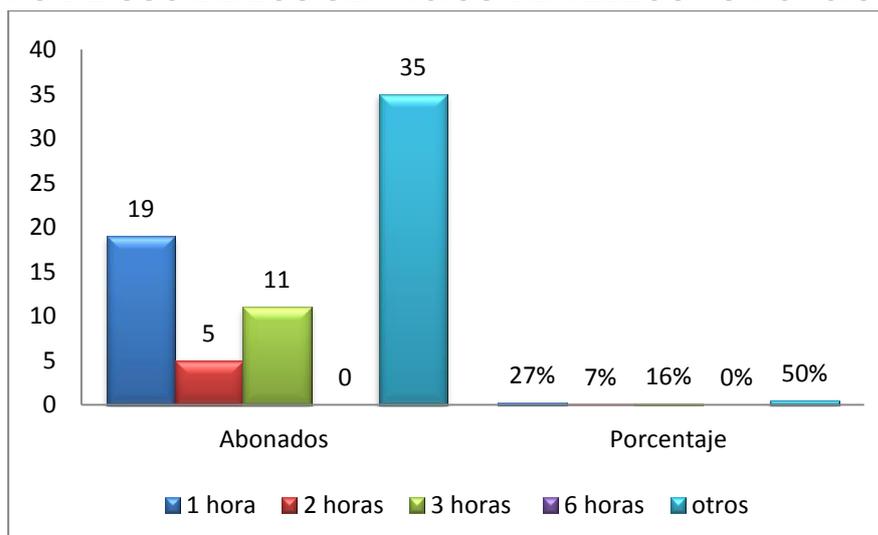
2. ¿Durante qué tiempo Usted usa al día sus servicios de telecomunicaciones?

TABLA N° 9
TIEMPO DE USO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Tiempo de Uso	Abonados	Porcentaje
1 hora	19	27%
2 horas	5	7%
3 horas	11	16%
6 horas	0	0%
otros	35	50%
Total	70	100%

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

GRÁFICO N° 10
TIEMPO DE USO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES



Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

Análisis: el tiempo en que los usuarios usan sus servicios de telecomunicaciones nos puede indicar como referencia con qué frecuencia o cuan a menudo los utilizan para satisfacer sus necesidades, dándonos como resultado datos relevantes un 27% en lo que corresponde más a telefonía fija, seguido de un 16% y 7% en lo que se refiere a la tecnología ADSL y el 50% siendo el dato más significativo lo que concierne a la opción “otros”.

3. ¿Usted se ha visto(a) alguna vez perjudicado por el servicio de telecomunicaciones que cuenta?

TABLA N° 10

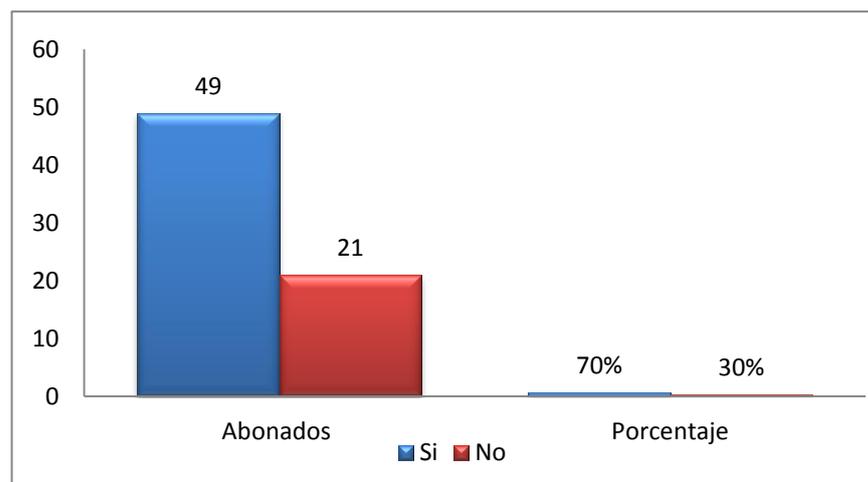
DAÑOS O PERJUICIOS POR SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Perjuicio	Abonados	Porcentaje
Si	49	70%
No	21	30%
Total	70	100%

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

GRÁFICO N° 11

DAÑOS O PERJUICIOS POR SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES



Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

Análisis: Este es el motivo principal por qué se quiere realizar la mejora de los servicios de voz y datos en la Coop. Brisas del Norte arrojándonos como resultado que el 70% del tamaño de la muestra encuestada alguna vez se vio perjudicada por varios días por la calidad del servicio por razones anteriormente dichas en este proyecto de tesis y a pesar de que se han dado las soluciones pertinentes del caso los problemas persisten frecuentemente se puede asumir que es viable la propuesta planteada en este tema de tesis.

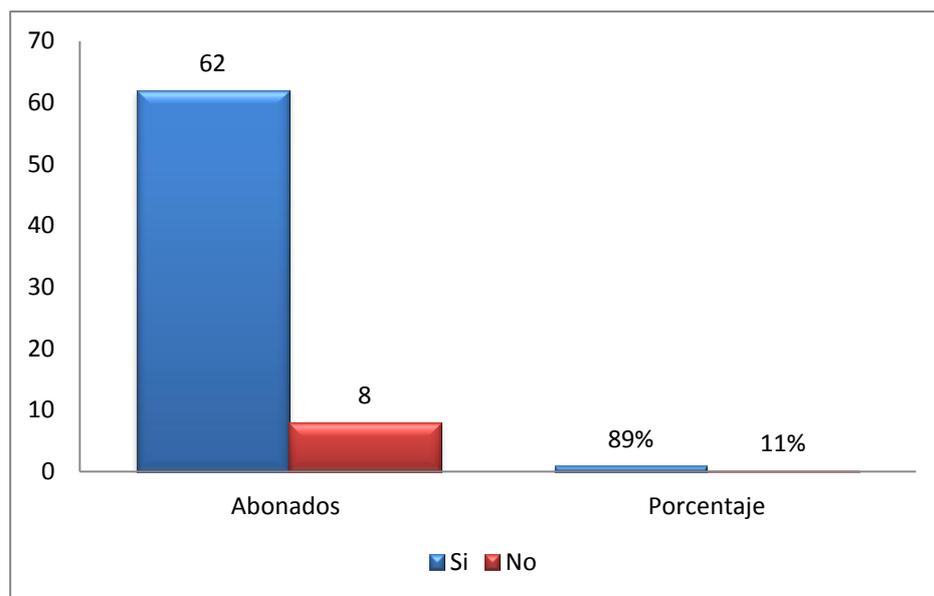
4. ¿Estaría Usted de acuerdo con que se mejore el servicio de telecomunicaciones que hoy recibe por uno de alta calidad mediante fibra óptica?

TABLA N° 11
ACEPTACIÓN POR SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Mejora de Servicio	Abonados	Porcentaje
Si	62	89%
No	8	11%
Total	70	100%

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

GRÁFICO N° 12
ACEPTACIÓN POR SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES



Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

Análisis: Como podemos visualizar en la gráfica el nivel de aceptación del tamaño de la muestra encuestada nos indica que el 89% de los abonados está de acuerdo con que se mejore el servicio de telecomunicaciones lo que comprueba que la propuesta de implantar una nueva red telefónica con la calidad que nos ofrece la tecnología GPON es recomendable.

5. ¿Estaría usted dispuesto a pagar un poco más con tal que se mejoren los servicios de telecomunicaciones?

TABLA N° 12

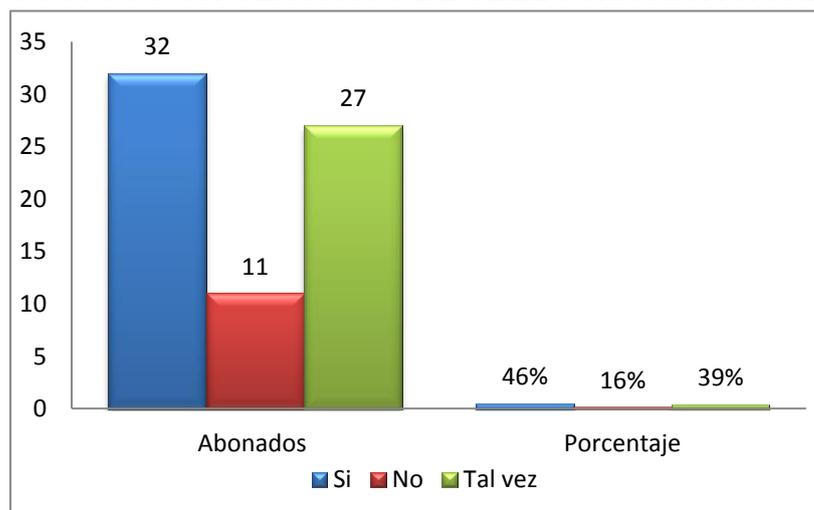
AUMENTO DE COSTOS POR SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Costo/beneficio	Abonados	Porcentaje
Si	32	46%
No	11	16%
Tal vez	27	39%
Total	70	100%

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

GRÁFICO N° 13

COSTOS POR SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES



Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

Análisis: El tema de costos se lo puede considerar como un factor relevante es algo que la gente lo maneja con mucho cuidado, en nuestro estudio tenemos que el 46% de las personas encuestadas si estaría dispuesta a cancelar un poco más con tal de que sus servicios mejoren seguido de un 39% de la población que tal vez lo pensaría lo que indica que tampoco es negativo pero si un 16% nos dice que: “no pagaría ni un dólar más”, en todo caso la mayoría sigue liderando por lo que podemos concluir que la propuesta es viable.

2.5 Discusión de resultados

En el actual proyecto de titulación se llevó a cabo una encuesta a un tamaño de muestra de 70 habitantes en una población de 161 personas que cuentan con el servicio de telecomunicaciones en la Cooperativa Brisas del Norte de la ciudad de Guayaquil.

Analizando minuciosamente los resultados obtenidos y la gran aceptación de los usuarios podemos ultimar que la propuesta de mejorar la calidad del servicio a través de la tecnología GPON es conveniente.

Actualmente la Corporación Nacional de Telecomunicaciones cuenta con redes de cobre para el servicio de voz y datos y otro medio como el satelital para la transmisión de video por lo tanto usa dos infraestructuras diferentes lo cual no es conveniente, se pretende con la nueva red de fibra óptica integrar todos estos servicios.

De acuerdo a la capacidad de ancho de banda que ofrece la tecnología GPON y las características del lugar de estudio se determina que es la más adecuada, por lo tanto permitirá proveer a los usuarios servicios dúos o triple play sin problemas.

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Objetivos de la propuesta

3.1.1 Objetivo general

Plantear la propuesta del diseño de una red GPON de la CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP para mejorar el servicio de telefonía fija e internet en la Cooperativa Brisas del Norte.

3.1.2 Objetivos específicos

- Demostrar la situación actual de la red secundaria.
- Describir los parámetros y componentes que se utilizarán en la red GPON.
- Considerar la demanda presente y futura en el diseño de la red GPON.

3.2 Elaboración de la propuesta

Realizando un análisis previo e identificando minuciosamente las posibles factibilidades, encontramos que el armario telefónico 1101 debería ser migrado a la central Guayacanes pero no existe canalización alguna, como segunda opción se tiene migrarlo al nodo Terminal Rio Daule pero este se encuentra distante con más de 1.6 km como tercera opción y resulta ser la más factible se pone a consideración la propuesta de un diseño para la red de distribución con tecnología GPON siendo la

red feeder paralela a la red primaria de cobre existente que será alimentada desde la OLT de la central Alborada con el propósito de brindar un mejor servicio y poder realizar el desmontaje de la ruta 13 ya que esta fue afectada por el robo de cable el mes de noviembre del 2014.

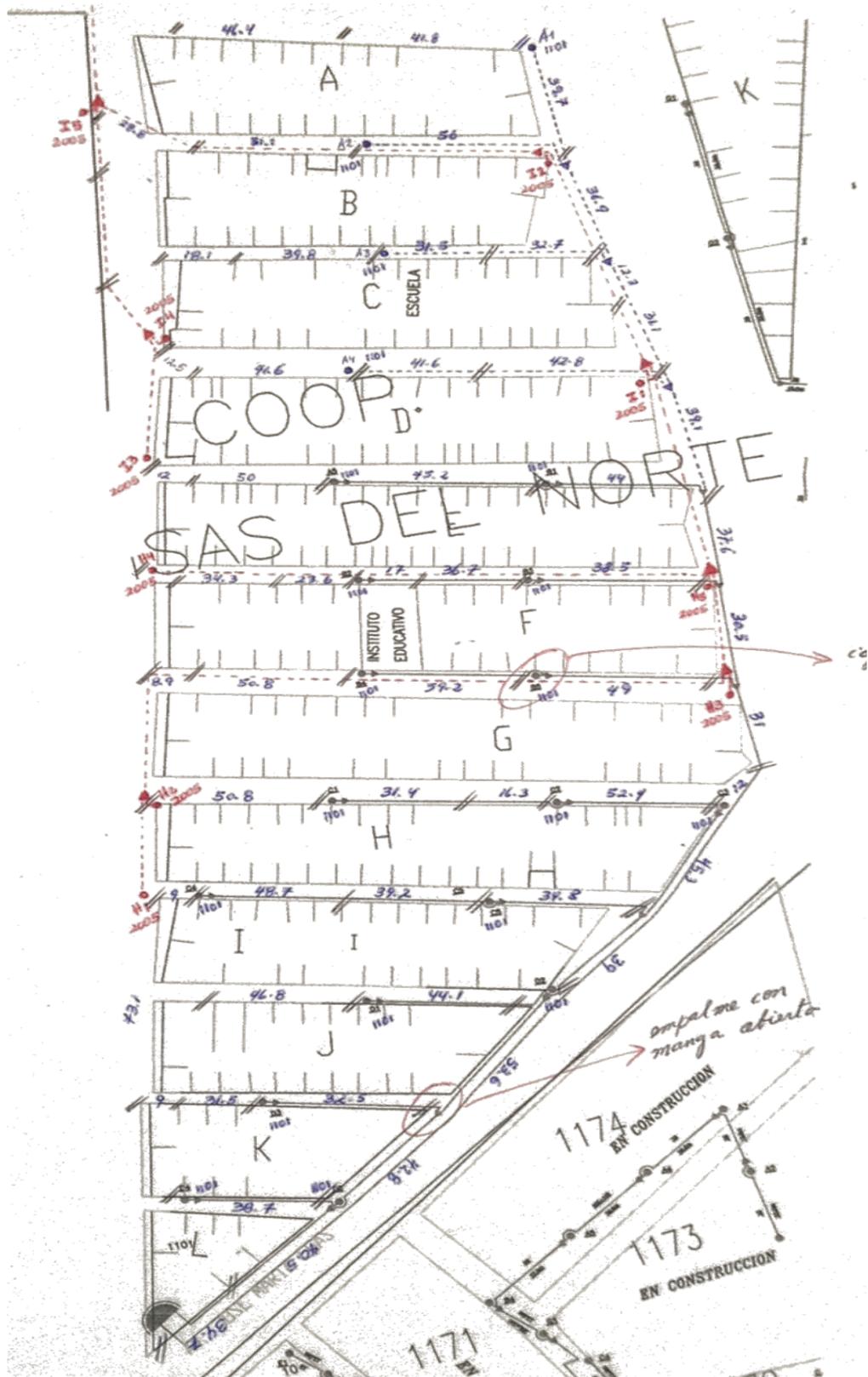
De acuerdo a los estudios realizados en el capítulo de metodología, en la Cooperativa Brisas del Norte se proyecta plantear un diseño de red GPON que es una tecnología la cual utiliza como medio de transmisión la fibra óptica lo que sería muy beneficioso para los moradores de dicho sector gracias a las bondades de la fibra. El diseño tiene la finalidad de ofrecer un servicio de voz y datos con calidad logrando una cobertura total de todo el sector para futuros clientes que se quieran acoger al nuevo servicio que se pretende implementar.

3.3 Condiciones de red secundaria existente

En la Cooperativa Brisas del Norte se encuentra situado el distrito 1101 (armario telefónico) que según es el único que abastece de servicios de telecomunicaciones a este sector al cual llegan 250 pares primarios correspondientes a las regletas 448, 449, 450, 451, 452 y 453 de donde se realizan las cruzadas hacia 200 pares secundarios correspondientes a las regletas D1-D5, C1-C5, B1-B5 y A5 que son los encargados de llevar el servicio hasta las cajas de dispersión donde salen los cables de acometida telefónica que encargan de llevar el servicio de voz y datos hacia los distintos abonados.

Cabe indicar que al desarrollar el levantamiento de información para conocer el estado actual de la red secundaria nos encontramos con la novedad de que en el sector ingresan redes telefónicas provenientes de otro armario telefónico aledaño a la zona, el 2005 que pertenece a la central Guayacanes el mismo que abastece de servicios con las regletas secundarias perteneciente al grupo I1-I5, H1-H5 y A1-A4, a continuación observaremos el levantamiento de información de la red secundaria.

FIGURA N° 6
CONDICIONES DE LA RED SECUNDARIA

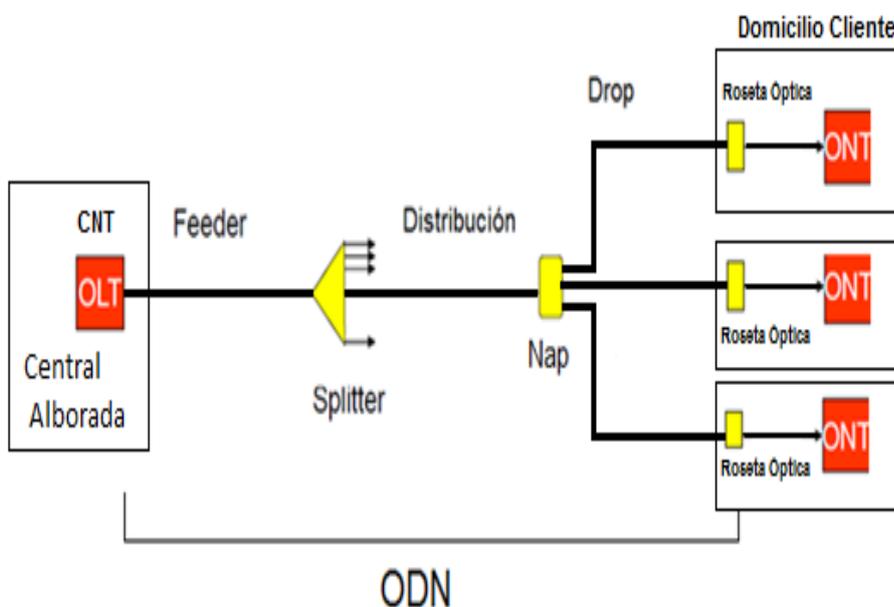


Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

3.4 Aspectos generales de una red GPON

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT se encuentra expandiendo su red FTTH – GPON para clientes masivos a nivel nacional. Esta red permitirá integrar nuevos y mejores servicios, en el gráfico N°14 apreciaremos un esquema global de como debe estar distribuida la red para la propuesta del tema de tesis, la cual consta de tres segmentos de red que son: Feeder, Distribución y Drop.

**GRÁFICO N°14
ESQUEMA GLOBAL DE UNA RED GPON**



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benítez Bolívar

3.4.1 Feeder

El segmento de feeder son los cables de fibra óptica que salen del nodo o central de CNT y llegan hasta el armario de distribución o caja de distribución de edificios (FDB). En estas cajas o armarios se encuentran habitualmente los splitters de red que son los encargados de multiplexar la información hacia los clientes finales. El cable de fibra óptica de feeder es de alta capacidad (144 o 288 hilos) y debe cumplir con la norma G.652D.

3.4.2 Distribución

El segmento de Distribución va desde los armarios de distribución hasta las cajas de distribución de poste o pozo, también conocidas como NAP (Network Access Point). Para el caso de edificios, el segmento de Distribución va desde la FDB hasta las cajas de piso o FDF (Fiber Distribution Frame). Este tipo de cable de fibra óptica será de 12 a 96 hilos y deberá cumplir con la norma G.652.D.

3.4.3 Drop

El tramo de Drop es aquel que va desde las NAP para el caso de masivos (casas) o desde las FDF en el caso de edificios, hasta la roseta de cliente dentro de su domicilio, pudiendo pasar (o no) por FDF intermedias utilizadas para realizar el cambio de cable de interior a exterior en caso de requerir. Este tipo de cable es de 1 a 2 fibras ópticas y debe cumplir con la norma G.657.A.

3.5 Cálculo de enlace para accesos GPON

La integración de los splitters a la red de Fibra Óptica y demás elementos que dividen la señal óptica, introduce un concepto que es crítico al momento del despliegue de la red GPON, esto es la atenuación que se puede presentar en la red ODN.

Los elementos que aportan a la atenuación de la señal son: los ODFs, los conectores, las fusiones, los splitters cuya atenuación depende del número de puertas en que se divida la señal; y la FO propiamente dicha, cuya atenuación depende de la longitud de onda de medición.

El modelo de referencia mostrado anteriormente es independiente a las características individuales de los anillos de FO de Feeder, a la longitud del tramo de distribución y de la Última Milla (UM) o cable Drop.

La longitud total del ODN, es la suma del Feeder más distribución más última milla. Con el objetivo que el modelo sea aplicable a la generalidad de los casos que se puedan presentar.

El modelo que se presenta en este documento se basa en valores teóricos obtenidos de los proveedores de los elementos que componen la red ODN. La idea es ir retroalimentando el modelo en la medida que se vayan recopilando datos empíricos de ésta red. Los valores umbrales usados se basan en la Norma ITU-T G.984 que define las redes GPON.

- **G.984.1:** (GPON) Gigabit-capable Passive Optical Networks: General characteristics.
- **G.984.2:** (GPON) Gigabit-capable Passive Optical Networks: Physical Media Dependent (PMD) layer specification ITU-T.
- **G.984.3:** (G-PON) Gigabit-capable Passive Optical Networks: Transmission convergence layer specification.
- **G.984.4:** (G-PON) Gigabit-capable Passive Optical Networks: ONT management and control interface specification.
- **G.984.5:** (G-PON) Gigabit-capable Passive Optical Networks: Enhancement band ITU-T.
- **G.984.6:** (G-PON) Gigabit-capable Passive Optical Networks: Reach extension
- **G.984.7:** (G-PON) Gigabit-capable Passive Optical Networks: Long reach

En base a lo anterior se definen los siguientes valores:

- Longitud de onda Downstream: 1490 [nm]
- Longitud de onda Upstream: 1310 [nm]
- Pérdida promedio Downstream por kilómetro de F.O.: 0,25 [dB]
- Pérdida promedio Upstream por kilómetro de F.O.: 0,35 [dB]
- Promedios mín. y máx. de emisión, sensibilidad y saturación.

Es importante aclarar que en la conexión entre OLT y ONT, la norma G.984.2 define umbrales mínimos y máximos de potencia óptica, por lo que estos valores son los que determinarán los puntos de corte, tanto para establecimiento y caída de conexión, como de saturación. En definitiva lo que hace el modelo de cálculo es relacionar la potencia emitida con la sensibilidad y la atenuación (pérdidas de potencia óptica entre ambos extremos).

Valores de umbral en OLT:

- Potencia mínima de emisión: +1,5 [dBm]
- Potencia máxima de emisión: +5 [dBm]
- Sensibilidad mínima: -28 [dBm]
- Saturación en Rx: Para potencia recibida mayor a -8 [dBm]

Valores de umbral en ONT:

- Potencia mínima de emisión: +0,5 [dBm]
- Potencia máxima de emisión: +5 [dBm]
- Sensibilidad mínima: -27 [dBm]
- Saturación en Rx: para potencia recibida mayor a -8 [dBm]

Pérdidas adicionales por Inserción:

Estas pérdidas corresponden a valores promedios para cada uno de los componentes ópticos pasivos.

- Mangas: 0,3 [dB]
- Conectores: 0,5 [dB]
- ODFs: 0,5 [dB]

Se considera un promedio de 1 manga por cada 2 km.

Pérdidas promedio según modularidad de Splitter usado:

TABLA N° 13
VALORES DE PÉRDIDAS TÍPICAS DE LOS SPLITTERS

SPLITTER	PÉRDIDA TÍPICA DEL ELEMENTO(dB)
1x2	3.5
1x4	7.0
1x8	10.5
1x16	14.0
1x32	17.5
1x64	21.0
2x4	7.9
2x16	14.8
2x32	18.5

Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado: Benavides Lascano Elvis

Margen de resguardo:

Se establece un margen de resguardo de 3 dB. Este margen tiene por objeto absorber las posibles modificaciones que se presenten a futuro en el tendido de la red, y que impliquen aumento en la atenuación de las ODNs.

3.6 Modelo de cálculo.

La máxima distancia que debe existir entre OLT y ONT no debe superar los 20 Km: La suma de la longitud de FO feeder, más la FO distribución, más la FO de UM no debe ser mayor a 20 Km. Para el Feeder se debe considerar la ruta de mayor longitud en el cálculo, ya sea la ruta principal o la de respaldo. Esta restricción obedece a la necesidad que tiene la OLT de absorber las diferencias de retardo que se pueden presentar entre ONTs instaladas a distintas distancias y/o atenuaciones, para una misma puerta PON.

La atenuación máxima de la red ODN no debe superar los 28 dB. Esta restricción obedece a los umbrales de trabajos de los equipos OLT y

ONT, para lo cual se considera el peor caso en cuanto a niveles de atenuación. Basándose en las consideraciones previamente indicadas, se generan planillas de cálculo por atenuación a partir de las cuales se obtienen resultados que se resumen a continuación:

TABLA N° 14
NIVELES DE ATENUACIÓN

Longitud ODN (Km): Feeder + DIST. + UM					1º Splitter	2º Splitter	Accesos
2	5	10	15	20			
15,1	15,75	17,45	19	20,84		1:2	4
18,4	19,5	20,75	22,3	24,14		1:4	8
21,9	22,55	24,25	25,8	27,64	1:2	1:8	16
24,9	22,55	27,25	NA	NA		1:16	32
28,3	NA	NA	NA	NA		1:32	64
14,1	14,75	16,45	18	19,84	1:4	-	4
18,4	19,05	20,75	22,3	24,14		1:2	8
21,7	22,35	24,05	25,6	27,44		1:4	16
25,2	25,85	27,55	NA	NA		1:8	32
17,6	18,25	19,95	21,5	23,34	1:8	-	8
21,9	22,55	24,25	25,8	27,64		1:2	16
25,2	25,85	27,55	NA	NA		1:4	32
NA	NA	NA	NA	NA		1:8	64
20,6	21,25	22,95	24,5	26,34	1:16	-	16
24,9	25,55	27,25	NA	NA		1:2	32
NA	NA	NA	NA	NA		1:4	64
NA	NA	NA	NA	NA		1:8	128
24	24,65	26,35	NA	NA	1:32	-	32
NA		NA		NA		1:2	64
NA		NA		NA		1:4	128
NA		NA		NA		1:8	256
Atenuación ODN (dB)							

Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

La lectura de esta tabla debe hacerse por fila. Por ejemplo: para el caso en que se tenga un 1º Splitter de 1:2 en cascada con un 2º Splitter 1:8, aquellos servicios cuyas longitudes de ODN se encuentren dentro del rango de los 15 Km, pueden implementarse sin problemas por concepto de atenuación y margen de protección, mientras que a 20 km ya se tiene una atenuación muy cercana al límite. Esto no libera el hecho que se pueda tener una limitante por congestión de ancho de banda de uplink.

3.7 Parámetros de diseño de la red GPON

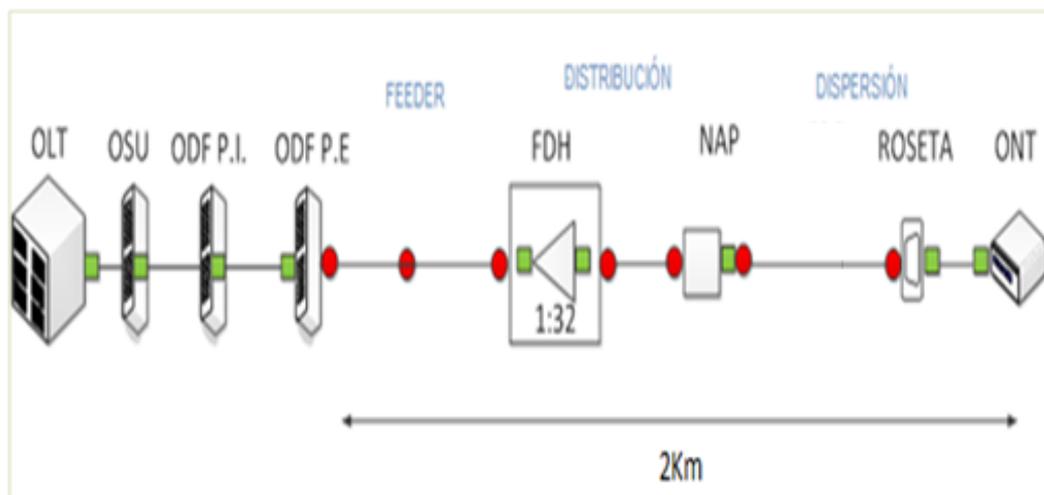
- La distancia máxima del Feeder de FO (entre OLT y Splitter Primario) quedará definido por el cálculo del Link Budget. Se

recomienda para una red nueva hasta 3 empalmes en su extensión, en la práctica la red existente puede presentar mayor número de empalmes.

- Fibra óptica entre ambos splitters: esta longitud quedará determinada por un nuevo cálculo, entre el punto de concentración de demanda (ubicación del splitter secundario) y el splitter primario, este cable debe ser siempre cable nuevo.
- Cable de fibra óptica para acometida desde caja de distribución óptica: Longitud máxima 300 metros en cable nuevo.
- Para el diseño en la CNT EP se consideran 3 dB de margen de seguridad, por lo cual todos los diseños deben tener máximo 25 dB de pérdida en el cálculo del Link Budget de la ODN.

3.8 Bosquejo de la red GPON a implementarse

GRÁFICO N° 15
ESQUEMA DE LA RED A IMPLEMENTARSE



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

En el grafico N°15 podemos observar un claro ejemplo de como estará estructurado el diseño de red GPON que se que se esta proponiendo en este proyecto de tesis, los cuadros de color verde nos indican cuantos conectores van a usarse desde la OLT Hasta La ONT en

el diseño de red y los círculos de color rojo nos indican las fusiones que se realizarán a lo largo del diseño.

TABLA N° 15
PRESUPUESTO ÓPTICO

PLANTILLA PARA PRESUPUESTO ÓPTICO CNT EP			
Elementos de la Red de Fibra Óptica	Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Perdida (dB)
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	9	0,50	4,50
Fusion splices ITU751=0.1 dB average	7	0,10	0,70
Mechanical splices ITU751=0.1dB average		0,20	0,00
Splitters	1x2		3,50
	1x4		7,00
	1x8		10,50
	1x16		14,00
	1x32	1	17,50
	1x64		21,00
	2x4		7,90
	2x8		11,50
	2x16		14,80
	2x32		18,50
	2x64		21,30
	Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	2
1490nm			0,30
1550nm			0,25
GRAND TOTAL (dB)			23,40

Fuente : Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado Por: Benavides Lascano elvis

De acuerdo a nuestro esquema anterior por medio de esta tabla podemos calcular nuestro presupuesto óptico colocando la cantidad de elementos de la red de FO que se usarán en el diseño el cual no debe pasar los 25 dB.

3.9 Equipos GPON a utilizarse

3.9.1 OLT (Optical Line Terminal)

La OLT (Terminal de Línea Óptico) es el equipo que interconecta la red ODN con la red MPLS de CNT EP, a través de las puertas de uplink. Una OLT está compuesta por un chasis, una tarjeta de ventiladores (fan tray), tarjetas de poder (slots 21 y 22), tarjetas de gestión y control (slot 9 y 10),

FIGURA N°8
NAPS



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

3.9.3 ODF

Facilita la centralización, interconexión y derivaciones de cables de FO en un rack normalizado de 19". El sistema está diseñado para combinar altas densidades de fibras con facilidad de utilización, seguridad y sencillez de mantenimiento.

Características

- Total control del radio de curvatura de la fibra.
- Fácil acceso en ambos conectores.
- Configuraciones posibles: patcheo, empalme.
- Bandeja de empalme y patcheo puede ser suministrada con pigtaills preinstalados.
- Capacidad por Bandeja: 12hilos de fibra óptica.

- Bandejas con patcheo Lateral.
- Facilita la instalación de los hilos del cable óptico.
- Fácil conexión y desconexión de pig tails.
- Conector óptico SC con terminación (pulido) APC.
- Espacio para organizar 96 hilos en 8 bandejas de 12 puertos

FIGURA N° 9

ODF



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

3.9.4 ONT (OPTICAL NETWORK TERMINAL)

ONT (Terminal de Red Óptica) es un dispositivo de abonado único interconectado a la ODN, para servicios de interfaz con el cliente. Para la instalación de cliente final, el kit de la ONT contiene los siguientes elementos:

- Cable de alimentación eléctrica
- Patch cord UTP de 1.5 m
- Manual de inicio rápido y marquillas.

- Patch cord de fibra óptica G657A2 de 3 metros con conectores SC/APC en un paquete independiente.

FIGURA N° 10

ONT

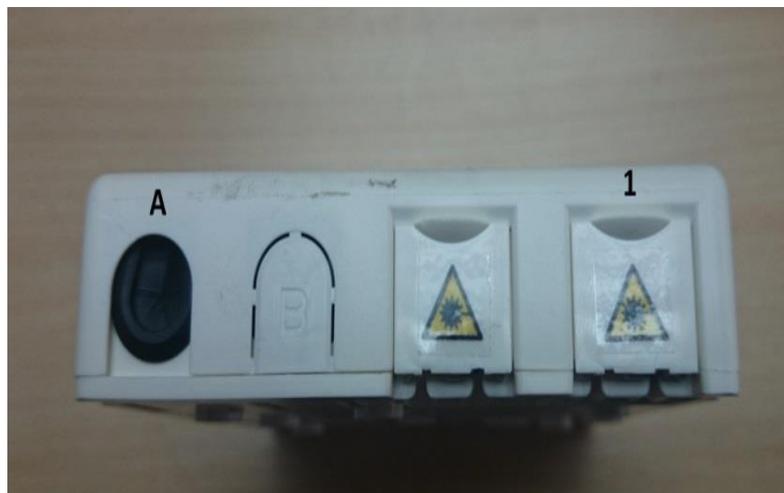


Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

3.9.5 Roseta óptica

La roseta óptica se debe ubicar en el interior del inmueble cercano a una toma corriente de energía eléctrica. El ingreso del cable drop debe realizarse por el ingreso A de la roseta óptica. La roseta óptica posee dos pigtails, de los cuales se va a fusionar con el hilo azul del cable drop interior el pigtail que se encuentra en la posición 1

FIGURA N° 11
ROSETA ÓPTICA



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

3.10 Costo del proyecto

En la siguiente tabla podemos observar los costos referenciales del proyecto de investigación que van desde el Feeder hasta las cajas ópticas de distribución Terminal (NAPs) que es hasta donde está contemplado el diseño de red GPON.

TABLA N° 16

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONSTRUCCIÓN

ITEM	UNIDAD DE PLANTA	UNIDAD	CANT.	PRECIO U.	TOTAL
1	Fusión de hilo de fibra óptica con pigtail	U	8	16,99	135,92
2	Sangrado de cable fibra óptica subterráneo de 144-288	M	2	17,72	35,44
3	Sangrado de buffer fibra óptica	M	12	17,11	205,32
4	Suministro y colocación de caja de distribución aérea nap de 12 puertos sc/apc	U	36	270,03	9.721,08
5	Suministro y colocación armario FTTH de 288 puertos	U	2	10.389,60	20.779,20
6	Suministro y colocación de ODF de 96 puertos (incluye pig tails fc/apc	U	4	918,77	3.675,08
7	Prueba de potencia de 1 hilo de fibra óptica GPON	Hilo	384	8,57	3.290,88
8	Suministro y tendido de cable aéreo adss de fibra óptica monomodo de 24 hilos G.652.D	M	480	2,7	1.296,00
9	Suministro y tendido de cable aéreo ADSS de fibra óptica monomodo 48 hilos G.655 D	M	2030	5,69	11.550,70
10	Suministro e instalación de herraje de retención para fibra ADSS	U	36	10,16	365,76
11	Suministro y colocación splitter modular (1x32) conectorizado en armario	U	2	1.106,20	2.212,40
12	Suministro y tendido de cable canalizado 288 fibras ópticas monomodo G652.D	M	2	6,04	12,08
	TOTAL				53.074,54

Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

3.10.1 Tarifas y costos del servicio de telecomunicaciones

TABLA N° 17

TARIFAS DE TELEFONÍA E INTERNET

INTERNET FIBRA ÓPTICA PARA HOGARES				
Plan	Tarifa con impuestos	Velocidad de baja	Velocidad de subida	Inscripción
Plan 5 Mbps	\$ 28,39	5 Mbps	2 Mbps	\$ 50,00
Plan 10 Mbps	\$ 41,04	10 Mbps	3 Mbps	\$ 50,00
Plan 15 Mbps	\$ 56,89	15 Mbps	3 Mbps	\$ 50,00
Plan 25 Mbps	\$ 91,20	25 Mbps	5 Mbps	\$ 50,00
Plan 50 Mbps	\$ 125,40	50 Mbps	5 Mbps	\$ 205,20
Plan 100 Mbps	\$ 201,60	100 Mbps	10 Mbps	\$ 50,00
TELEFONÍA FIJA HOGARES				
INSCRIPCIÓN	PENSIÓN BÁSICA	MODALIDAD	MINUTOS INCLUIDOS	
\$ 60,00*(Precio final: \$68.40)	\$ 6,20*(Precio final: \$7,0680)	COBRE	150	
\$ 60,00*(Precio final: \$68.40)	\$ 6,20*(Precio final: \$7,0680)	GPON	150	
\$ 60,00*(Precio final: \$68.40)	\$ 20,00*(Precio final: \$22,80)	Línea GPON Only	250	

Fuente: Investigación directa

Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

En la tabla N°17 se puede observar las tarifas que se utilizarán para brindar el servicio de telecomunicaciones con tecnología GPON en la Coop. Brisas del Norte de la ciudad de Guayaquil, los mismos servirán para sacar un costo proyectado de la nueva red para luego saber la recuperación de la inversión. A continuación en la tabla N°18 se detallarán los costos básicos calculando el ingreso mensual y anual para los clientes que cuentan con el servicio de telefonía fija e internet.

TABLA N° 18

COSTOS PROYECTADOS DE LA NUEVA RED

Servicios de Telecomunicaciones	Abonados	Tarifa Básica	Ingreso Mensual	Ingreso Anual
Telefonía	133	\$ 7,07	\$ 940,04	
Internet	28	\$ 28,39	\$ 794,92	
Total			\$ 1.734,96	\$ 20.819,57

Fuente: Investigación directa

Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

TABLA N° 19
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Inversión del Proyecto	Ingreso Anual	Utilidad 80 %	Años
\$ 53.074,54	\$ 20.819,57	16.655,65	3,19

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

En la anterior tabla N°19 se puede observar los valores correspondientes a los costos del proyecto e ingreso anual y el tiempo en que se recuperará la inversión tomando como referencia el 80 % de los ingresos anuales que será la utilidad total y el 20% restante se destinará para gastos de mantenimiento de la red como cambio de cables, conectores, fusiones, pruebas de correspondencia, etc. Entonces con el 80% de utilidad se pretende recuperar la inversión inicial alrededor de 3.2 años.

TABLA N° 20
COSTOS PROYECTADOS A 10 AÑOS

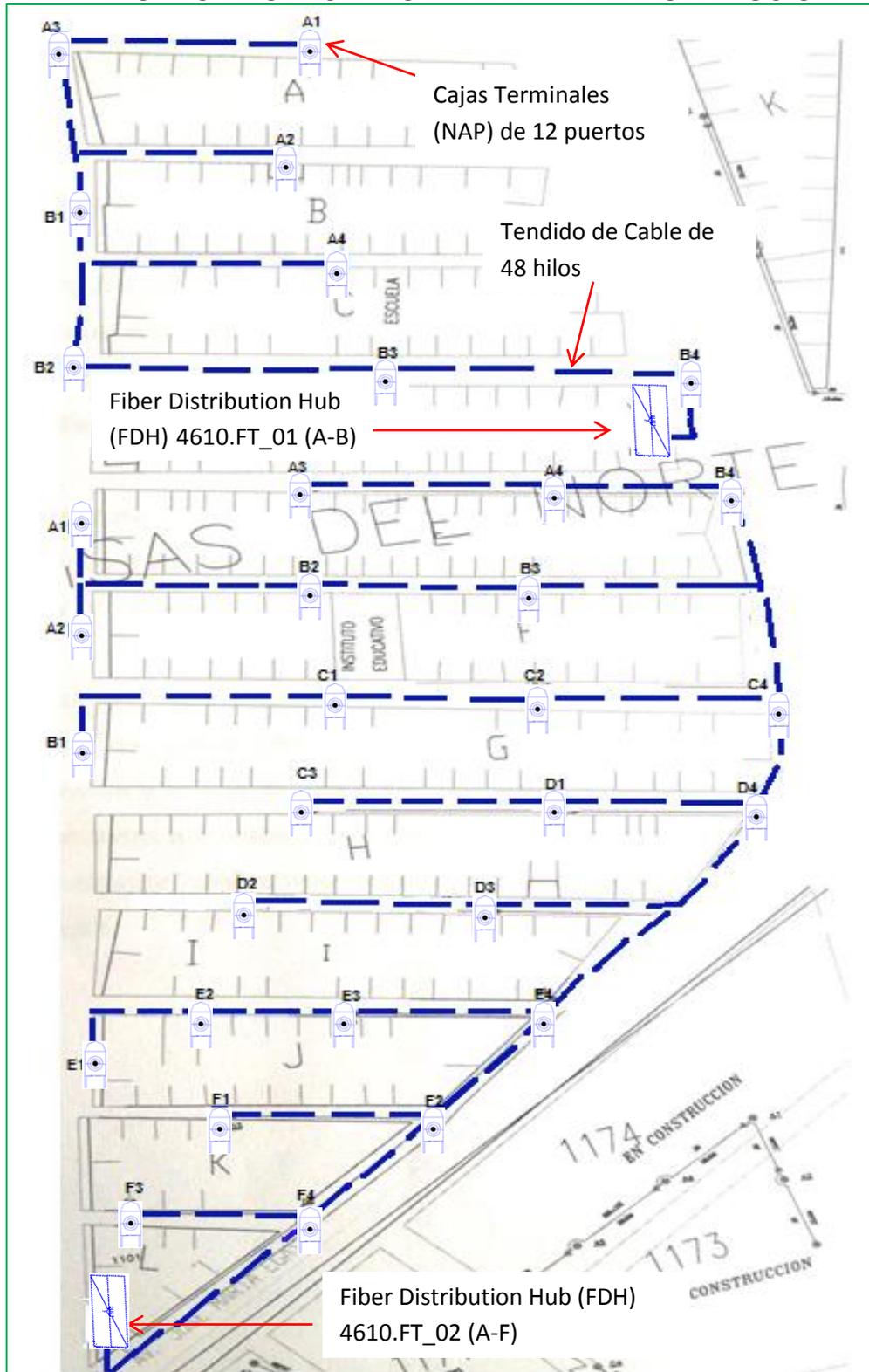
Años	Ingreso anual	Costo de la red en 10 partes	Ingreso Total
1	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
2	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
3	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
4	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
5	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
6	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
7	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
8	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
9	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
10	\$ 20.819,57	\$ 5.307,456	\$ 15.512,114
Total		\$ 53.074,56	\$ 155.121,140

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

En la anterior tabla N°20 se mostrará el financiamiento de la inversión proyectada en un periodo de diez años donde se va a tener una generación de \$115.121,140 versus la inversión inicial del volumen de la obra.

3.11 Propuesta del diseño de la red GPON

GRÁFICO N° 19
DISEÑO PROYECTADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN



Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones
Elaborado por: Benavides Lascano Elvis

A continuación En el grafico N°19 podemos visualizar como va a estar distribuida la red GPON alcanzando la cobertura total del sitio en donde tenemos los siguientes elementos.

La OLT que proveerá de servicios a la Cooperativa Brisas del Norte estará ubicada en la central Alborada siendo la red feeder paralela a la red primaria de cobre existente perteneciente a ruta 13.

Dos FDH que son los armarios de distribución en el primero contará con tres ODF de 96 puertos cada uno el segundo contará solo con ODF de 96 puertos ambos tienen la capacidad necesaria para cubrir todo el sector considerando una demanda a futuro.

La red de distribución estará conformada por 32 NAPS dividida en 2 grupos (A-F) para el segundo FDH con la siguiente nomenclatura 4610.FT_02 y (A-B) para el primero FDH 4610.FT_01. Las mismas que serán ubicadas estratégicamente para llegar con el cable DROP a cada abonado que actualmente cuenta con el servicio y a los potenciales nuevos clientes que se deseen sumar.

La identificación de las NAP será alfanumérica en orden ascendente al armario de distribución es decir, la primera NAP será la más lejana del armario y corresponderá a la número 1 y se armará con el primer buffer de la fibra que le alimenta.

3.12 Conclusiones

Se ha realizado una propuesta para crear un diseño de red GPON en la Cooperativa Brisas del Norte de la ciudad de Guayaquil obteniendo como resultado las siguientes conclusiones.

En base a la demanda futura se concluye que de acuerdo al diseño de red GPON que se planteó en este proyecto de titulación se

puede considerar una futura ampliación de clientes en función del nivel de splitting y el presupuesto óptico.

En conclusión el estándar GPON es una tecnología que nos permite integrar varios servicios de telecomunicaciones como voz, datos y video sobre una misma infraestructura, dejando de lado la tradicional red de cobre existente de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones que utiliza otro medio para la transmisión de video.

Se puede concluir que entre la tecnología GPON y ADSL no existe comparación alguna, es sofisticadamente mejor debido al medio en el que transmite, que es la fibra óptica a la cual no le afecta las señales electromagnéticas, el ruido y logran transmitir información de 2.4/1.8 Gb de bajada y subida a través de distancias largas que no superen los 20 kilómetros.

Se estima que para la recuperación de la inversión total del proyecto será alrededor de tres años con una utilidad del 80% por lo tanto es rentable para CNT y se ha demostrado que hay un interés del 89% de la población que aceptarían el nuevo servicio según las encuestas realizadas en la Coop. Brisas del Norte.

Como resultado del tema de investigación presentado es posible concluir que existe en sector el medio físico necesario como la posteria para el tendido de cable aéreo y la infraestructura de una central disponible con la capacidad para la implementación de la nueva red.

3.13 Recomendaciones

Como recomendación tenemos que la distancia máxima de la ODN, es decir, distancia entre la OLT y ONT no debe pasar los 20 Km. Esto incluye el trayecto del feeder, distancia de la FO de Distribución y la FO del cable de acometida o DROP.

El cable de FO de distribución, que se coloca entre el primero y segundo splitter siempre debe ser nuevo y únicamente para la red GPON, de tal manera que jamás se junte con enlaces de FO punto a punto.

La máxima atenuación de la red ODN no debe sobrepasar los 28 dB, teniendo en cuenta los 3 dBs de margen de protección.

Mantener actualizado los planos de las redes primaria y secundaria puedes facilitar a la tarea de levantamiento de información.

El Divisor Óptico maneja un alto porcentaje de pérdida óptica y cada conector que se manipule en una ruta óptica debe presupuestarse como 0.5 dB según la ITU de pérdida por inserción o atenuación.

Es recomendable el uso de la tecnología GPON, por su medio en el que transmite que es la fibra óptica a la cual no le afecta las señales electromagnéticas y logran transmitir información a través de distancias largas a altas velocidades.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Anillo Feeder: Se describe de esta manera a la ruta principal y de respaldo de fibra óptica Feeder.

Cascade Splitter: Divisor Óptico en Cascada típicamente en cierre óptico.

Central Splitter: Divisor Óptico Centralizado típicamente en armario de calle.

CO: Central Office.

FO: Fibra Óptica.

FTTH: Fiber To The Home – Fibra hasta el hogar.

GPON: Gigabit-capable Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit)

ISP: Inside Plant Transition at Customer Premises (Transición Planta Externa a Planta Interna en el lado del Cliente).

ITU: International Telecommunication Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

ITU-T: International Telecommunication Union - Telecommunications section

NAP: Network Access Point (Caja Óptica de Distribución Terminal).

OAN: Optical Access Network (Red de acceso óptica).

ODF: Optical Distribution Frame (Repartidor General Óptico en Cabezal de Video u Oficina Central).

ODN: Optical Distribution Network (Red de Distribución Óptica)

OLT: Optical Line Terminal (Terminal Óptico de Línea)

ONT: Optical Network Terminal (Terminal de Red óptico).

ONU: Optical Network Unit (Unidad Óptica de Red).

OTDR: Optical Time Domain Reflectometer. reflectómetro óptico en el dominio del tiempo.

Ratio: Sinónimo de razón, cociente de cantidades comparables.

TDM: Time Division Multiplexing (Multiplexión por división de tiempo).

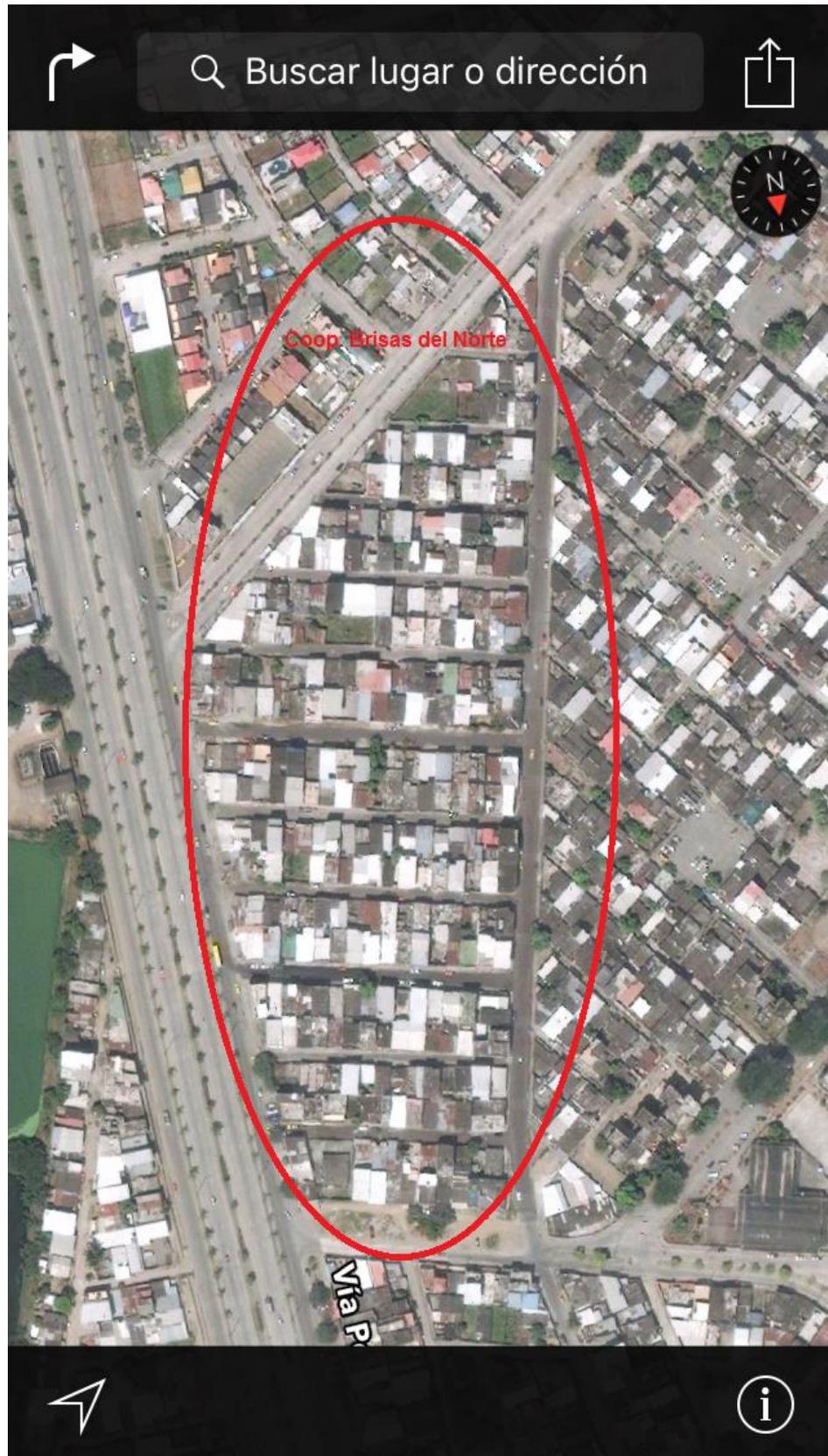
TDMA: Time Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Tiempo).

URA: Unidad Remota de Abonado (Central).

ANEXOS

ANEXO N° 1

UBICACIÓN DE LA COOPERATIVA BRISAS DEL NORTE



ANEXO N° 2
ARMARIO TELEFÓNICO 1101



ANEXO N° 3 TIPOS DE CABLES Y CONECTORES



ANEXO N° 4
ARMARIO FDH



ANEXO N° 5
ROSETA ÓPTICA



ANEXO N° 6
ONT



4. ¿Estaría Usted de acuerdo con que se mejore el servicio de telecomunicaciones que hoy recibe por uno de alta calidad mediante fibra óptica?

SI

NO

5. ¿Estaría Usted dispuesto a pagar un poco más con tal que se mejoren los servicios de telecomunicaciones?

SI

NO

Tal vez

ANEXO N° 8

ARTÍCULOS

Art. 75.- Serán funciones principales de las universidades y escuelas politécnicas, la investigación científica, la formación profesional y técnica, la creación y desarrollo de la cultura nacional y su difusión en los sectores populares, así como el estudio y el planteamiento de soluciones para los problemas del país, a fin de contribuir a crear una nueva y más justa sociedad ecuatoriana, con métodos y orientaciones específicos para el cumplimiento de estos fines. Las universidades y escuelas politécnicas públicas y particulares serán personas jurídicas autónomas sin fines de lucro, que se registrarán por la ley y por sus estatutos, aprobados por el Consejo Nacional de Educación Superior. Como consecuencia de la autonomía, la Función Ejecutiva o sus órganos, autoridades o funcionarios, no podrán clausurarlas ni reorganizarlas, total o parcialmente, privarlas de sus rentas o asignaciones presupuestarias ni retardar injustificadamente sus transferencias. Sus recintos serán inviolables. No podrán ser allanados sino en los casos y términos en que puede serlo el domicilio de una persona. La vigilancia y mantenimiento del orden interno serán de competencia y responsabilidad de sus autoridades. Cuando se necesite el resguardo de la fuerza pública, la máxima autoridad universitaria o politécnica solicitará la asistencia pertinente.

Ley Orgánica de Telecomunicaciones

Ámbito

La presente ley se aplicará a todas las actividades de establecimiento, instalación y explotación de redes, uso y explotación del espectro radioeléctrico, servicios de telecomunicaciones y a todas aquellas personas naturales o jurídicas que realicen tales actividades a fin

de garantizar el cumplimiento de los derechos y deberes de los prestadores de servicios y usuarios.

Las redes e infraestructura usadas para la prestación de servicios de radiodifusión sonora y televisiva y las redes e infraestructura de los sistemas de audio y video por suscripción, están sometidas a lo establecido en la presente ley. No corresponde al objeto y ámbito de esta ley, la regulación de contenidos.

ANEXO N° 9 CÓDIGO DE COLORES

Tipo de Fibra por color del Cable (según estándar TIA-598-C)	Código de Colores para Conectores												
Fibra óptica Monomodo (OS1, OS2)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #0000ff; color: white;"> <td style="width: 20%; padding: 2px;">PC, 0°</td> <td style="padding: 2px;">Principalmente para fibra Monomodo (puede usarse a veces para Multimodo)</td> </tr> <tr style="background-color: #008000; color: white;"> <td style="padding: 2px;">APC, 0°</td> <td style="padding: 2px;">Solo Monomodo</td> </tr> <tr style="background-color: #000000; color: white;"> <td style="padding: 2px;">PC, 0°</td> <td style="padding: 2px;">Conectores Fibra Multimodo 50 µm</td> </tr> <tr style="background-color: #cccccc; color: white;"> <td style="padding: 2px;">PC, 0°</td> <td style="padding: 2px;">Conectores Fibra Multimodo 62,5 µm</td> </tr> <tr style="background-color: #000000; color: white;"> <td style="padding: 2px;">PC, 0°</td> <td style="padding: 2px;">Conectores Fibra Monomodo</td> </tr> <tr style="background-color: #ff0000; color: white;"> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Potencia óptica elevada. Para conexión de láser.</td> </tr> </table>	PC, 0°	Principalmente para fibra Monomodo (puede usarse a veces para Multimodo)	APC, 0°	Solo Monomodo	PC, 0°	Conectores Fibra Multimodo 50 µm	PC, 0°	Conectores Fibra Multimodo 62,5 µm	PC, 0°	Conectores Fibra Monomodo	Potencia óptica elevada. Para conexión de láser.	
PC, 0°	Principalmente para fibra Monomodo (puede usarse a veces para Multimodo)												
APC, 0°	Solo Monomodo												
PC, 0°	Conectores Fibra Multimodo 50 µm												
PC, 0°	Conectores Fibra Multimodo 62,5 µm												
PC, 0°	Conectores Fibra Monomodo												
Potencia óptica elevada. Para conexión de láser.													
Fibra óptica Multimodo (OM1, OM2)													
Fibra óptica Multimodo 50/125 µm 10 Gb optimizada para laser (OM3, OM4)													
Color en desuso para fibra óptica Multimodo													
Fibra óptica Monomodo de polarización mantenida													

Colores para Fibras Individuales (según estándar TIA-598-C)			
Posición	Color	Posición	Color
1	Azul	13	Azul con línea negra
2	Naranja	14	Naranja con línea negra
3	Verde	15	Verde con línea negra
4	Marrón	16	Marrón con línea negra
5	Gris	17	Gris con línea negra
6	Blanco	18	Blanco con línea negra
7	Rojo	19	Rojo con línea negra
8	Negro	20	Negro con línea amarilla
9	Amarillo	21	Amarillo con línea negra
10	Violeta	22	Violeta con línea negra
11	Rosa	23	Rosa con línea negra
12	Turquesa	24	Turquesa con línea negra

BIBLIOGRAFÍA

Alexei Blanco Ortiz, & Carmen Moliner Peña. (10 de Junio de 2005).

Servicios de Banda Ancha Sobre ADSL. Obtenido de
http://www.laccei.org/LACCEI2005-Cartagena/Papers/IT089_BlancoOrtiz.pdf

Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación.* Caracas Venezuela: Episteme.

Avances Tecnológicos - Fibra Óptica. (14 de Agosto de 2012).

Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=ypOM1UOZ_J4

Báez, S. F. (2015). Obtenido de

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/3807/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-100.pdf>

Benítez, B., & Arce, J. (Diciembre de 2014). Instructivo de instalaciones para clientes finales en redes FTTH-GPON. Ecuador.

Dominguez, J. (Junio de 2012). *Arquitecturas Pasivas de Fibra optica.*

Obtenido de
http://www.tecnoredsa.com.ar/documentacion/Arquitecturas_Pasivas_de_Fibra_Optica_-_www.tecnoredsa.com.ar.pdf

Edmundo, A. C., & Jhon, J. B. (2011). *redesii.* Obtenido de

<https://redesii.wikispaces.com/xdsl>

FERRER, J. (2010). *Conceptos Básicos de Metodología de la*

Investigación. Obtenido de <http://metodologia02.blogspot.com/>

- Giga, R. (2001).** *ECURED*. Obtenido de http://www.ecured.cu/Tecnolog%C3%ADa_xDSL
- Grassi, P., & Piombo, G. (Marzo de 2007).** *xDSL - Departamento de Sistemas e Informática - FCEIA*. Recuperado el Viernes de Enero de 2016, de <http://www.dsi.fceia.unr.edu.ar/downloads/distribuidos/material/monografias/xDSL.pdf>
- Henao, J. S. (2010).** *Consulta Tecnologías de redes PON*. Recuperado el Miercoles de Enero de 2016, de http://www.tecnologia.technology/wp-content/uploads/2010/06/Definicion_caracteristicas_PON_APOn_BPON_GEPON_GPON_EPON.pdf
- Normativa técnica de diseño y construcción de redes de distribución interna GPON FTTH en edificios y urbanizaciones. (Enero de 2014).** Ecuador. Corporacion Nacional de Telecomunicaciones
- Notario, P. (abril de 2015).** Obtenido de http://redeweb.com/ficheros/articulos/unitronics_1959070987.pdf
- Saavedra, J. (Noviembre de 2012).** Normas de diseño, construcción y fiscalización de la ODN. Guayaquil, Ecuador.
- Vara Horna, A. A. (2012).** *Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa*. Lima.
- Yagüe, A. G. (Mayo de 2014).** *GPON Introducción y Conceptos Generales*. Obtenido de <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf>