



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EVALUACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA UTILIZADA EN EL ESTÁNDAR GPON G984 PARA MEDIR PARÁMETROS ÓPTIMOS DE CALIDAD DE SERVICIO SOBRE OPTISYSTEM UTILIZANDO NORMATIVA CNT

HOLGUER DAVID MANJARRES ALTAMIRANO

Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo,
presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la
ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

Riobamba - Ecuador

Octubre 2017



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, titulado “EVALUACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA UTILIZADA EN EL ESTÁNDAR GPON G984 PARA MEDIR PARÁMETROS ÓPTIMOS DE CALIDAD DE SERVICIO SOBRE OPTISYSTEM UTILIZANDO NORMATIVA CNT”, de responsabilidad del Sr Holguer David Manjarrés Altamirano ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

ING OSWALDO MARTINEZ GUASHIMA; MsC

PRESIDENTE

ING GEOVANNI DANILO BRITO MONCAYO; MsC

DIRECTOR DE TESIS

ING SANTIAGO MAURICIO ALTAMIRANO MELENDEZ; MsC

MIEMBRO DE TESIS

ING MARIO GEOVANNY GARCIA CARILLO; MsC

MIEMBRO DE TESIS

Riobamba, Octubre 2017

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Holguer David Manjarrés Altamirano, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

HOLGUER DAVID MANJARRES ALTAMIRANO

No. Cédula 1803989712

©2017, Holguer David Manjarrés Altamirano.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, HOLGUER DAVID MANJARRES ALTAMIRANO, declaro que el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor/a, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, Agosto de 2017

Holguer David Manjarrés Altamirano

No. Cédula 1803989712

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a יהיה que es aquel que quita la vida y la da.

A mis padres Holguer y Lucila que me han apoyado en todo el transcurso de mis estudios desde muy pequeño.

A mi hermana Angélica y su hijo Martin que nos brindan su alegría.

A mis compañeros de la maestría y de trabajo que me han dado el ánimo para poder culminar este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a mi director de tesis Ing Geovanni Brito por brindarme sus conocimientos acerca de esta investigación y principalmente por su valioso tiempo.

Al Ing Santiago Altamirano e Ing Mario Garcia al expresar sus puntos de vista esenciales para la concreción de este trabajo

A mi amigo Ing Diego Bonilla y a todo su grupo de trabajo por apoyarme.

Holguer David

ÍNDICE

RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I	1
1. GENERALIDADES	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Sistematización del problema	2
1.4 Justificación	2
1.5 Objetivos de la investigación	3
1.5.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.6 Hipótesis	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Redes	5
2.1.1 <i>Redes de área local (LAN)</i>	5
2.1.2 <i>Red de área amplia</i>	7
2.1.3 <i>Redes Metropolitanas</i>	9
2.2 Redes ópticas pasivas	11
2.2.1 <i>Red óptica pasiva basada en ATM (ATM-PON)</i>	13
2.2.2 <i>Red óptica pasiva de banda ancha (B-PON)</i>	14
2.3 Ethernet passive optical network (E-PON)	14
2.4 Gigabit-capable passive optical network (G-PON)	16
2.4.1 <i>Estructura de una red GPON</i>	17
2.4.2 <i>Ventajas de GPON</i>	23
2.4.3 <i>Fibra óptica</i>	27
2.5 Optisystem	29

CAPÍTULO III:	33
3. METODOLOGÍA	33
3.1 Enfoque	33
3.2 Método deductivo	33
3.3 Modalidad De Investigación	34
3.3.1 <i>Investigación bibliográfica</i>	34
3.3.2 <i>Investigación de campo</i>	34
3.4 Alcance	35
3.4.1 <i>Investigación descriptiva</i>	35
3.4.2 <i>Investigación Correlacional</i>	35
3.5 Técnicas	35
3.6 Resultados y Análisis de la encuesta	36
3.7 Análisis general de las encuestas	53
CAPITULO IV	55
4. RESULTADOS Y DISCUSION	55
4.1 Introducción	55
4.2 Diagrama de bloques de la Red GPON	59
4.3 Simulación	60
4.3.1 <i>Diagrama de flujo de la Red GPON</i>	60
4.3.2 <i>Simulación de la red óptica en Optisystem</i>	61
4.3.2.1 <i>Subsistema de transmisión OLT</i>	61
4.3.2.2 <i>Subsistema de la red feeder</i>	62
4.3.2.3 <i>Subsistema del Splitter</i>	62
4.3.2.4 <i>Subsistema del ONT</i>	63
4.4 Resultados de Simulación	65
4.4.1 <i>Factor Q y Bit Error Ratio (BER)</i>	65
4.4.2 <i>Diagrama del Ojo</i>	66
4.5 Evaluación de Parámetros Ópticos bajo normativa CNT	68
4.5.1 <i>Situación actual</i>	68
4.5.2 <i>Red GPON distrito F02_10</i>	68
4.5.2.1 <i>Red feeder</i>	68

4.5.2.2	<i>Red de distribución</i>	69
4.5.2.3	<i>Red de dispersión</i>	69
4.5.3	<i>Presupuesto Óptico</i>	69
4.5.4	<i>Balance óptico según Normativa CNT</i>	73
4.5.5	<i>Trafico Promedio De La Red</i>	76
4.5.6	<i>Ancho de banda</i>	78
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES	80
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2 GPON vs EPON.....	15
Tabla 2-2 Propiedades GPON.....	17
Tabla 3-2 Parámetros de GPON.....	21
Tabla 1-3 Porcentaje de personas que tienen internet.....	37
Tabla 2-3 Costo del servicio	38
Tabla 3-3 Velocidad del internet.....	39
Tabla 4-3 Apreciación hace un año del servicio de internet.....	40
Tabla 5-3 Apreciación de un año siguiente.....	41
Tabla 6-3 Equipos para conexión a internet.....	42
Tabla 7-3 Pruebas del servicio de internet.....	43
Tabla 8-3 Aplicación de internet para controlar el servicio.....	44
Tabla 9-3 Horarios de problemas con el servicio de internet.....	45
Tabla 10-3 Calificación del servicio de instalación por fibra óptica.....	46
Tabla 11-3 Calidad de instalación.....	47
Tabla 12-3 Problemas con el servicio de internet.....	48
Tabla 13-3 Reclamos por problemas en el servicio de internet.....	49
Tabla 14-3 Tipos de reclamo.....	50
Tabla 15-3 Solución del reclamo.....	51
Tabla 16-3 Razones por las cuales no se efectuó el reclamo.....	52
Tabla 1-4 Distribución de las zonas de servicio con su respectivo respaldo.....	56
Tabla 2-4 Potencias de Tx y Rx de cada una de las ONT instaladas en F02_10 puerto GPON 3.....	57
Tabla 3-4 Potencias de Tx y Rx de cada una de las ONT instaladas en F02_10 puerto GPON 4.....	58
Tabla 4-4 Potencias de Tx y Rx de cada una de las ONT instaladas en F02_10 puerto GPON 1.....	59
Tabla 5-4 Presupuesto Óptico de la NAP más distante A1.....	71

Tabla 6-4 Presupuesto Óptico de las NAPS terminales B1, D1, E1, F1	72
Tabla 7-4 Inecuación del Balance Óptico.....	73
Tabla 8-4 Inecuación del Balance Óptico del splitter 1.....	74
Tabla 9-4 Inecuación del Balance Óptico del splitter 2.....	75
Tabla 10-4 Inecuación del Balance Óptico del splitter 3.....	75
Tabla 11-4 Tráfico cursado por el splitter 1.....	76
Tabla 12-4 Tráfico cursado por el splitter 2.....	77
Tabla 13-4 Tráfico cursado por el splitter 3.....	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-2 Topologías LAN.....	6
Figura 2-2 WAN conmutada.....	8
Figura 3-2 WAN punto a punto.....	9
Figura 4-2 Una red de área metropolitana basada en la televisión por cable.....	10
Figura 5-2 Estándar PON.....	11
Figura 6-2 Una típica red óptica pasiva.....	12
Figura 7-2 (a) En una PON basada en células ATM, la señal descendente es transmitida a todas las ONUs mientras (b) se utiliza un protocolo TDMA en la cadena ascendente.....	13
Figura 8-2 Direccionalidad de tráfico en EPON.....	15
Figura 9-2 GPON con dos etapas de Splitters.....	18
Figura 10-2 RoF típico en la arquitectura GPON.....	20
Figura 11-2 Elementos constructivos de la red de acceso.....	21
Figura 12-2 Un divisor de circuito plano de ondas luminosas (PLC).....	22
Figura 13-2 Curvatura del rayo de luz.....	28
Figura 14-2: Herramientas para diseñar las propiedades de la fibra óptica.....	30
Figura 15-2 Diagrama del sistema de amplificación óptica Optisystem.....	31
Figura 16-2 Espectro de señal antes amplificado.....	31
Figura 17-2 Espectro de señal amplificado.....	32
Figura 1-3 Servicio de Internet.....	37
Figura 2-3 Costo del servicio.....	38
Figura 3-3 Velocidad de internet.....	39
Figura 4-3 Apreciación del servicio de internet hace un año.....	40
Figura 5-3 Apreciación para el próximo año.....	41
Figura 6-3 Equipos de conexión a internet.....	42
Figura 7-3 Pruebas del servicio de internet.....	43
Figura 8-3 Aplicación de internet para controlar el servicio.....	44
Figura 9-3 Horarios de problemas con el servicio de internet.....	45

Figura 10-3 Calificación del servicio de internet.....	46
Figura 11-3 Calidad de instalación.....	47
Figura 12-3 Problemas con el servicio de internet.....	48
Figura 13-3 Reclamos en el servicio de internet.....	49
Figura 14-3 Tipos de reclamos.....	50
Figura 15-3 Soluciones de reclamos.....	51
Figura 16-3 Razones por las que no se efectuó reclamos.....	52
Figura 1-4 Distribución de zonas de servicio con su respectivo respaldo en el rack de la OLT ...	56
Figura 2-4 Diagrama de bloques de simulación.....	59
Figura 3-4 Diagrama de flujo de simulación.....	60
Figura 4-4 Diagrama de transmisión OLT.....	61
Figura 5-4 Red Feeder.....	62
Figura 6-4 Diagrama de transmisión OLT.....	63
Figura 7-4 Diagrama de Recepción ONT.....	63
Figura 8-4 Diagrama de bloques de simulación en Optisystem.....	64
Figura 9-4 Analizador de BER ONT 0 feeder 1.....	65
Figura 10-4 Analizador de BER ONT 32 feeder 1.....	66
Figura 11-4 Analizador de BER ONT 0 feeder 1.....	67
Figura 12-4 Diagrama de OJO ONT 32 feeder 1.....	67
Figura 13-4 Red de alimentación del distrito F02_10.....	68
Figura 14-4 Red de alimentación del distrito.....	69
Figura 15-4 Modelo de GPON Masivos/Casas.....	70

INDICE DE ANEXOS

Anexo A: Encuesta realizada a los abonados pertenecientes al distrito F02_10 Izamba

Anexo B: Especificaciones Técnicas de la OLT

Anexo C: Especificaciones Técnicas de la ONT HG8245H

Anexo D: Atenuación máxima admitida por CNT E.P

Anexo E: Valores optimos Gpon según normativa CNT E.P

Anexo F: Modelos de la red GPON FTTH

Anexo G: Ejemplos de simulación ONT 0 splitter 2

Anexo H: Ejemplos de simulación ONT 31 splitter 2

Anexo I: Ejemplos de simulación ONT 0 splitter 3

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la red de distribución óptica utilizado en el estándar GPON G984 para medir parámetros óptimos de calidad de servicio sobre Optisystem utilizando normativa CNT, en donde se investigó los sistemas y tecnologías de la comunicación óptica, así también definiciones y terminología de la tecnología red óptica pasiva con capacidad de gigabit (GPON), se analizó la normativa CNT y el programa Optisystem, lo que permitió obtener los parámetros importantes acerca de la infraestructura de una red. El estudio se realizó en la parroquia Izamba, distrito 10, provincia de Tungurahua, donde, se hizo un análisis de la red existente en dicho lugar, posteriormente se desarrolló un instrumento con el cual se evaluó la red de distribución óptica. Finalmente se realizaron las pruebas respectivas con el instrumento para determinar el funcionamiento del servicio de internet y además con la ayuda del software Optisystem. Los resultados obtenidos en este análisis permitieron medir los parámetros de calidad del servicio de internet, también facilitaron obtener características como el factor Q y mínimo BER, los mismos que resultaron satisfactorios y se encuentran dentro de los estándares que son necesarios por la normativa CNT. Finalmente se concluye que la evaluación de la red GPON para la parroquia Izamba fue flexible, viable, confiable y dotó de un excelente servicio de internet, voz y video. Es recomendable tener una red basada en tecnología GPON, puesto que cuenta con seguridad de la red, baja inversión y gran ancho de banda, incluyendo también las normativas que definen la calidad del servicio, y que CNT las lleva a cabo al momento de implementar un nuevo diseño.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <RED ÓPTICA PASIVA CON CAPACIDAD DE GIGABIT (GPON)> <RED FEEDER> <RED DE DISTRIBUCIÓN> <RED DE DISPERSIÓN> <OPTYSISTEM (SOFTWARE)>

ABSTRACT

The aim was to test the optical distribution network used in the GPON G984 standard to measure optimal parameters of quality service about Optisystem using CNT normative, in which the optical communication systems and technologies were researched, as well as the definitions and terminology of the passive optical network technology with gigabit capability (GPON), the CNT normative and the Optisystem programme were analysed; this allowed to obtain the important parameters about a network infrastructure. The study took place at Izamba parish, 10th District, in the Tungurahua province, where the existing network was examined; afterwards, it was developed an instrument by which the optical distribution network was tested. At the end, the respective tests were executed to determine the internet service performance and with the help of the Optisystem software, as well. The results gathered by this analysis permitted to measure the internet service quality parameters, they also aided to obtain characteristics such as: the Q factor and minimum BER, which were satisfactory and are within the standards required by the CNT normative. Finally, it is concluded that the GPON network testing for the Izamba parish was flexible, feasible and trustworthy; and that it provided an excellent internet service, voice and video. It is advisable to have a network based on GPON technology, since it has network security, low investment and high bandwidth, including also the normative that defines the quality of service, and that CNT considers at the moment of implementing a new design.

Key Words: Technology and Engineering Sciences, Telecommunications, Passive-optical-network with gigabit capability (GPON), FEEDER Network, Distribution Network, Dispersion Network, Optisystem (Software).

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del problema

Hoy en día el elevado ancho de banda requerido por los usuarios y el tráfico de información en las redes actuales ameritan la creación de medios de transmisión con niveles de velocidad muy altos y de mayor rendimiento en el menor tiempo posible, un claro ejemplo es la fibra óptica que es el medio de transmisión más avanzado, que a diferencia de las comunicaciones tradicionales como radio y de cable es el único capaz de soportar los servicios de nueva generación. Barrera (2014)

Es muy notable la tendencia que existe hacia las redes convergentes, estas son redes centralizadas que soportan múltiples servicios y la capacidad de respuesta que de estas se demandan es alta, muchas de ellas en tiempo real donde la fibra óptica es un medio que pueda reemplazar dichas necesidades y mantenga excelente calidad en el servicio suministrando algunas tareas para los usuarios corporativos y residenciales como transmisión de datos.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP ha iniciado, en varias ciudades, el tendido de nuevos ejes de canalización de su red de fibra óptica con tecnología GPON muy efectiva para llegar hasta el hogar. CNT (2015)

GPON optimiza la relación inversión – cobertura, sobre ella se comercializarán servicios de nueva generación e interactivos, que requieren de una disponibilidad de altos anchos de banda. La red tiene una capacidad de transmisión de 1 Gbps, con crecimiento a futuro a 10 Gbps conforme la demanda del mercado.

A pesar de que GPON es poco utilizado en el Ecuador, en un futuro no muy lejano se verá la necesidad de implementarlo y llegue aun a reemplazar a las tecnologías tradicionales de acceso. Es indispensable que las empresas de servicios seleccionen la tecnología que se adapte mejor a sus necesidades. La elección entre las tecnologías de redes punto a punto y Redes Ópticas tiene un impacto importante en la topología de la red de acceso.

Medina, Serranoo, & Eugen, (2016) La continua innovación de las tecnologías producirá retornos de la inversión en infraestructuras de fibra durante muchos años en el futuro.

La comunicación es la base de la sociedad, y esta ha evolucionado a lo largo de todos los tiempos y en el último siglo a pasos agigantados, volviéndose parte esencial en el día a día de todas las personas del mundo. En el área de las comunicaciones las tecnologías han logrado avances de gran importancia a nivel mundial. No obstante, es indispensable no obviar el tema de las seguridades que deben brindar los canales de comunicación. La necesidad de los usuarios de contar con un servicio de comunicaciones unificado, de estar conectados a toda hora es una herramienta efectiva para el desarrollo de actividades del diario vivir, está llevando a las empresas a hacer cuantiosas inversiones, es así como países del primer mundo han desarrollado tecnologías de banda ancha a través de estos años con lo cual mejorara la calidad de vida y al proceso de globalización.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo la evaluación de una red de distribución óptica utilizada en el estándar GPON G984 mejorará la calidad de servicio sobre Optisystem según normativa CNT en la parroquia Izamba del cantón Ambato?

1.3 Sistematización del problema

- ¿Cómo Fundamentar las variables objeto de estudio?
- ¿De qué manera ésta determina la satisfacción del servicio brindado de acuerdo a la normativa CNT?
- ¿Es factible proponer el mejoramiento de los servicios de internet y datos que oferta CNT al sector de Izamba?

1.4 Justificación

Herrera (2015), desarrolla un estudio que evalúa la modulación digital DPSK y OQPSK utilizados en los sistemas de comunicación ópticos mediante la plataforma de simulación OptiSystem. Este estudio demuestra que al utilizar dicha plataforma se pudo comprobar que a través de los dos

modelos de simulación diseñados en OptiSystem, estos no presentaron inconvenientes en la transmisión y recepción de datos.

Medina & Eugenio (2016), realiza una Evaluación de las tecnologías FTTC Y FTTH acorde a la demanda de servicios voz, datos, VOIP, IPTV para su futura implementación en la red de CNT de la ciudad de Riobamba, ayudado a la CNT – EP Riobamba a fomentar las bases para brindar un mejor servicio de comunicaciones, específicamente en los sectores centro oeste (Condamine y alrededores), norte y noroeste, que son los sectores de mayor conflicto tecnológico para la empresa.

Barrera, (2014), en su investigación sobre una 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, con tal estudio se ha logrado el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones de la empresa en la ciudad de Ambato además de ofrecer un mejor servicio el mismo que cuenta con gran eficiencia y un alto grado de confiabilidad a todos los clientes. También se ha podido ampliar nuevos mercados y cumplir con los nuevos desafíos corporativos, pero lo más importante fue que el medio de transmisión ayudo a mejorar las condiciones actuales de la red empezando por el diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON para la ciudad de Ambato.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Evaluar la red de distribución óptica utilizada en el estándar GPON G984 para medir parámetros óptimos de calidad de servicio sobre Optisystem utilizando normativa CNT en la parroquia Izamba del cantón Ambato.

1.5.2 Objetivos específicos

- Fundamentar teóricamente las variables objeto de estudio.
- Diagnosticar la situación actual FTTH para la determinación de satisfacción del servicio brindado de acuerdo a la normativa CNT.
- Evaluar Parámetros óptimos requeridos en la red FTTH bajo normativa CNT mediante el software Optisystem CNT en la Provincia de Tungurahua en la parroquia Izamba del cantón Ambato.

1.6 Hipótesis

Mediante la evaluación de una red de distribución óptica utilizada en el estándar GPON G984 permitirá medir parámetros óptimos de calidad de servicio sobre Optisystem utilizando normativa CNT.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Redes

Las redes de ordenadores con las que se cuenta son creadas por diferentes entidades. Es necesario que existan los estándares para que estas redes heterogéneas se puedan comunicar entre sí. Los dos estándares más conocidos por las personas involucradas en el tema son; el modelo OSI y el modelo de Internet. El modelo OSI (Open Systems Interconnection) el cual define una red de siete capas; mientras que modelo de Internet define una red de cinco capas. En la actualidad nos podemos referir a dos categorías principales de redes; redes de área local y redes de área amplia. Entre estas se puede mencionar de forma abreviada las LAN, WAN y MAN, cada una de estas cubre cierta área partiendo desde áreas menores de 2 millas hasta redes metropolitanas. (Forouzan, 2007, p. 13).

Según Abreu, Castagna, Cristiani y Zunino (2009, p.1).se puede clasificar dos tipos de redes:

- **Redes Activas:** este tipo de red de fibra óptica tienen elementos activos en ella (fuera de la central), como por ejemplo de SDH-NG, o una red Metro Ethernet distribuidas de con el propósito de que se pueda conectar directamente los clientes a la red. En ese caso no únicamente de transporte como es actualmente, sino que estas redes cumplirían la función de red de acceso.
- **Redes Pasivas:** son las más estudiadas aquí se tiene, las redes de fibra óptica cuyos componentes son enteramente pasivos en la red de distribución (no en la central y domicilio del cliente). Estas tienen la denominación PON (Passive Optical Network). Una de las principales características es que permiten compartir una misma fibra entre varios usuarios.

2.1.1 Redes de área local (LAN)

Las redes LAN habitualmente cubren un área física pequeña, de unos cuantos kilómetros de diámetro, y generalmente están situadas dentro del mismo sitio. Pueden existir muchos cientos de estaciones. Las velocidades de señalización que utilizan las LAN son relativamente altas, originalmente del orden de 10 Mbps, pero actualmente 100 Mbps y en ocasiones hasta 1 Gbps.

Dentro de la LAN se transmiten mensajes en forma de una serie de tramas de longitud variable, los mismos que utilizan medios de transmisión que introducen sólo tasas de error relativamente bajas. La longitud de propagación del medio de una LAN es relativamente corta. Las aplicaciones de datos son las más adecuadas para este medio de transmisión, a pesar de que otros servicios como voz y video son también usados. (Duck y Red, 2003, p.199).

De acuerdo a Park, Mackay y Wright, (2003, p.292). Cita tres clases de red, a pesar de que la distinción entre ellas es borrosa y tienden a superponerse:

- Redes de área local (LAN). Como se dijo en el primer párrafo las LAN generalmente están unidas a un edificio o grupo de edificios dentro de un radio de unos pocos cientos de metros. Todos los dispositivos de una LAN se conectan a un medio de transmisión común, como por ejemplo un cable coaxial. Las velocidades para su transmisión suelen ser hasta cientos de Mbps.
- Redes de área metropolitana (MAN). Un MAN es aquella que cubre una ciudad o área metropolitana, y pueden estar variadas LAN conectadas a ella. Las velocidades de transmisión son usualmente hasta cientos de Mbps y casi por lo general utilizan cable de fibra óptica.
- Las WANs de áreas extensas (WAN). Este tipo de redes pueden cubrir miles de kilómetros e involucrar varios medios de transmisión diferentes (fibra óptica, enlaces de satélite, microondas y cable coaxial). En este tipo las velocidades de transmisión varían mucho. Un claro ejemplo de WAN es el sistema público de telecomunicaciones, el mismo que ahora tiene enlaces de fibra óptica de 200 Mbps entre ciudades capitales y grandes centros. Aunque, muchos circuitos WAN (líneas telefónicas de par trenzado) pueden estar limitados a unos pocos miles de bits por segundo.

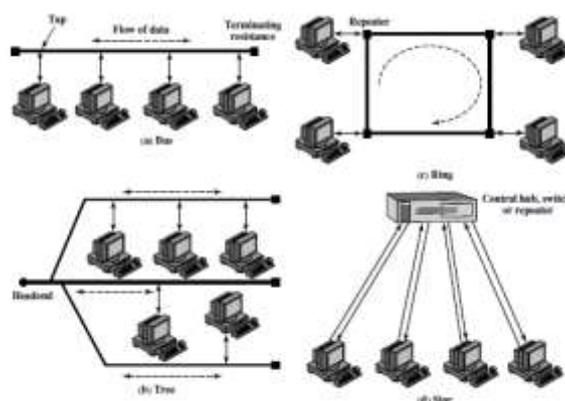


Figura 1-2: Topologías LAN
Fuente: (Stalling, 2007)

La topología de muchas LAN cableadas se construye a partir de enlaces punto a punto. IEEE 802.3, popularmente llamado Ethernet, es, con mucho, el tipo más común de LAN cableada. Figura. 1-2 (b) muestra una topología de muestra de Ethernet conmutada. Cada computadora habla el protocolo Ethernet y se conecta a una caja llamada un conmutador con un enlace punto a punto. De ahí el nombre. Un conmutador tiene varios puertos, cada uno de los cuales puede conectarse a una computadora. El trabajo del conmutador es retransmitir paquetes entre los equipos que están conectados a él, utilizando la dirección en cada paquete para determinar a qué equipo enviarlo. (Tanenbaum y Wetherall, 2011, p.20)

Las redes LAN se han vuelto casi soportes universales de ordenadores personales estaciones de trabajo en todo tamaño de organizaciones. Inclusive gran parte de la carga de procesamiento a las redes de ordenadores personales han sido transferidos por los sitios que todavía dependen en gran medida del mainframe. Puede ser que el mejor ejemplo de la forma en que se utilizan los ordenadores personales es añadir o incluir aplicaciones cliente / servidor. Un requisito clave es de bajo costo para las redes de ordenadores personales. Entonces, el costo de la conexión a la red debe ser significativamente menor en comparación con el costo del dispositivo adjunto. Por lo tanto, un costo de fijación en los cientos de dólares es deseable, para el ordenador personal ordinario. Se pueden tolerar mayores costos de conexión, para estaciones de trabajo más caras y de alto rendimiento. (Stalling, 2007, p.448)

2.1.2 Red de área amplia

A diferencia de los años sesenta, en los años setenta los ordenadores se volvían disponibles y asequibles para toda sociedad y aparecían en entornos comerciales e industriales. La comunicación local entre ordenadores puede, ser proporcionada por una WAN, puesto que esta tiene una red telefónica o de paquetes. Sin embargo, este tipo de conexión resultaba difícil de manejar y costosa. Cuando se requiere una conexión entre usuarios más distantes, por ejemplo, usuarios en LANs independientes, la conexión puede realizarse utilizando una WAN intermedia. (Duck y Red, 2003, p.3)

Las redes de área amplia habitualmente cubren una vasta área geográfica, necesitan el cruce de las vías públicas y una computadora común es esencial al menos para parte de los circuitos proporcionados. Originalmente, una WAN consta de varios nodos de conmutación interconectados. Cualquier transmisión a través de un dispositivo viaja a través de estos nodos internos al dispositivo de destino especificado. Dichos nodos no tienen relación con el contenido de los datos; al contrario, su propósito que alcance su destino proporcionando una facilidad de conmutación que moverá los datos de nodo a nodo. Tradicionalmente, las WAN usan una de las

dos tecnologías para su implementación: conmutación de circuitos y conmutación de paquetes. (Stalling, 2007, p.22)

Este tipo de red provee transmisión a larga distancia de información de datos, imágenes, audio y video sobre grandes áreas geográficas que pueden comprender un país, un continente o incluso el mundo entero. Una WAN puede resultar de dos formas: la primera tan compleja como la columna vertebral que conectan a Internet o la segunda tan simple como una línea telefónica que conecta un ordenador personal a Internet. Generalmente se refiere a la primera como una WAN conmutada y al segundo como una WAN punto a punto. La función principal de la WAN conmutada es conectar los sistemas finales, los mismos que usualmente comprenden un enrutador (dispositivo de conexión de interconexión) que necesariamente se conecta a otra LAN o WAN. Por otra parte la WAN punto a punto se la considera como una línea arrendada de un proveedor de teléfono o de televisión por cable que puede conectarse con un equipo doméstico o también una LAN pequeña a un proveedor de servicios de Internet (LSP). Para proporcionar acceso a Internet a menudo se usa este tipo de WAN se utiliza a menudo. (Forouzan, 2007, p. 14)

Por otra parte, Park, Mackay y Wright (2003, p.292). “Las WAN pueden cubrir miles de kilómetros e involucrar varios medios de transmisión diferentes (como fibra óptica, enlaces por satélite, microondas y cable coaxial). Las velocidades de transmisión varían mucho. Un ejemplo de WAN es el sistema público de telecomunicaciones, que ahora tiene enlaces de fibra óptica de 200 Mbps entre ciudades capitales y grandes centros. Sin embargo, muchos circuitos WAN (tales como líneas telefónicas de par trenzado) pueden estar limitados a unos pocos miles de bits por segundo.”

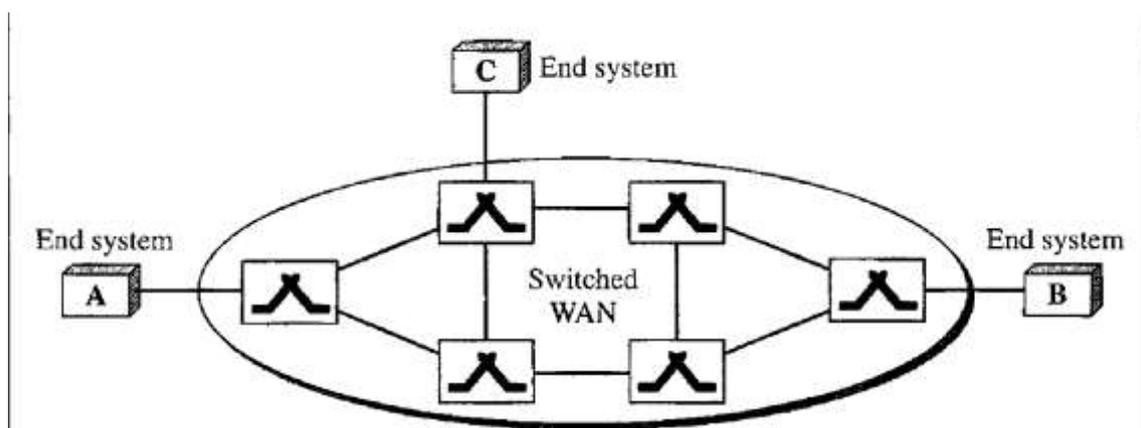


Figura 2-2: WAN conmutada
Fuente: (Forouzan, 2007)

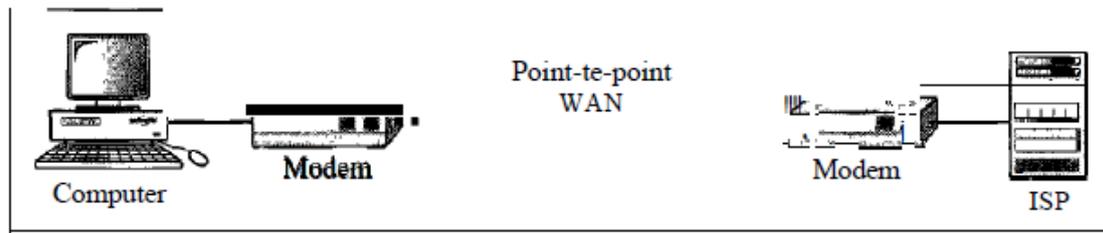


Figura 3-2: WAN punto a punto
Fuente: (Forouzan, (2007)

Las líneas de transmisión son las encargadas de mover bits entre máquinas. Las cuales pueden estar hechos de alambre de cobre, fibra óptica, o incluso enlaces de radio. La mayoría de las empresas lo que hacen es alquilar las líneas de una empresa de telecomunicaciones puesto que no tienen líneas de transmisión mintiendo, por lo que en su lugar alquilan. Los elementos de conmutación, o simplemente conmutadores, son computadoras especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión. Cuando los datos llegan a una línea entrante, el elemento de conmutación debe elegir una línea saliente para reenviarlos. Estos equipos de conmutación han sido llamados por varios nombres en el pasado; El nombre de enrutador es ahora más comúnmente utilizado. Desafortunadamente, algunas personas lo pronuncian "router" mientras que otros lo hacen rimar con "doubter." Determinar la pronunciación correcta se dejará como un ejercicio para el lector. (Nota: la respuesta correcta percibida puede depender de donde usted vive.). (Tanenbaum y Wetherall (2011, p.23).

2.1.3 Redes Metropolitanas

Para Duck y Red (2003, p.4). En la década de 1980 se dio el desarrollo de redes de área metropolitana (MANs), estas consisten en conectar una serie de sitios y por lo general abarcan un área del tamaño de una región metropolitana, o ciudad. Es aquí donde se ocupa la fibra óptica, en lugar de un medio conductor metálico, la velocidad de datos es relativamente alta por tal razón se utiliza generalmente este tipo de red MAN a distancias del orden de decenas de kilómetros. Un MAN sirve a menudo como una red heredaria para interconectar una serie de LAN físicamente dispares. Durante los años 90 se notó un aumento rápido en renombre en el funcionamiento de internet. También el cambio de paquetes surgió de la necesidad de juntar una serie de sistemas dispares en una red, se ha percibido la necesidad de reunir diferentes redes. Las diferentes redes que están interconectadas de esta manera conservan su propia individualidad y características, aunque un usuario puede no ser consciente de la existencia de más de una red. Este agrupamiento de redes se denomina a menudo como internet.

Forouzan (2007, p. 15) analiza que una red de área metropolitana (MAN) no es más que una red con un tamaño entre una LAN y una WAN. Normalmente cubre el área dentro de una región o una ciudad. Está diseñado para clientes que necesitan una conectividad de alta velocidad, normalmente a Internet, y tienen puntos finales distribuidos por una ciudad o parte de la ciudad. Un claro ejemplo de una red MAN es la parte de la red de la compañía telefónica, esta que puede proporcionar una línea DSL de alta velocidad al cliente. Otro ejemplo que en la actualidad se la puede utilizar para la conexión de datos a alta velocidad es la red de televisión por cable, que originalmente fue diseñada para la televisión por cable.

Por parte de Duran, Mondragón y Sánchez (2008, p.2). Una red metropolitana (Metropolitan Area Network) también tiene semejanza a una ciudad puesta que es un conjunto de computadoras, pero distribuida ampliamente. La característica principal de las computadoras es que comparten información y recursos, pero los medios de comunicación entre ellas cambian dadas las distancias que separan a las computadoras. Tomado de forma poco estricta puede considerarse que las computadoras en una red MAN se organizan, antes que nada en redes LAN que se interconectan entre sí para formar la red MAN.

A continuación se dieron que el Internet comenzó a atraer a una audiencia de masas, es aquí donde los operadores de la red de televisión por cable comenzaron a darse cuenta de aspectos importantes como principal que con algunos cambios en el sistema, podrían proporcionar servicios de Internet bidireccionales en las partes no utilizadas del espectro. A partir de este momento, el sistema de televisión por cable no solo se lo utilizo como una simple forma de distribuir la televisión sino que además se podía distribuir a una red de área metropolitana. En la figura 4-2 se puede observar tanto las señales de televisión como Internet siendo alimentados a la cabecera del cable centralizado, para luego distribuir a los hogares de cada una de las personas. Tanenbaum y Wetherall (2011, p.24).

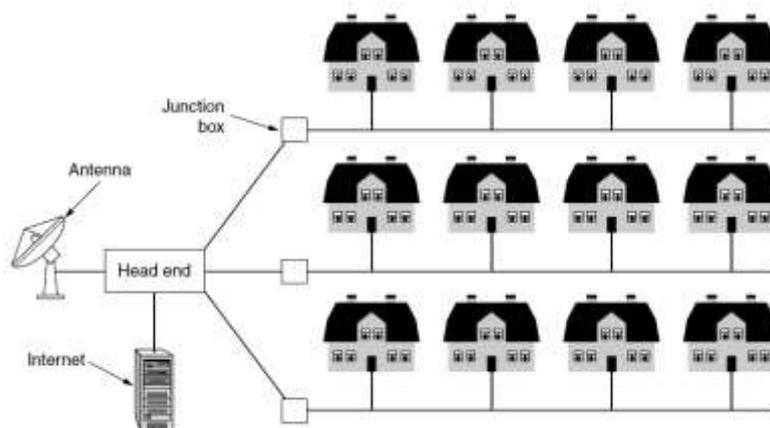


Figura 4-2: Una red de área metropolitana basada en la televisión por cable.
Fuente: (Tanenbaum y Wetherall 2011)

2.2 Redes ópticas pasivas

La Red Óptica Pasiva (PON) es aquella que transporta datos en el dominio óptico entre el OLT y la ONU u ONT1 y es pasiva la trayectoria de transporte de la señal óptica. Lo que quiere decir que los dispositivos de red óptica (entre el transmisor y el receptor) no están alimentados, en otras palabras, no se utilizan dispositivos eléctricos. El principio PON básico se lo resume en bajo la siguiente frase:

"El principio básico de PON es compartir la Terminación de Línea Óptica (OLT) central y la fibra alimentadora sobre tantas Unidades de Red Óptica (ONUs) como es práctico dada óptica rentable". (Lallukka y Raatikainen, 2006, p.20)

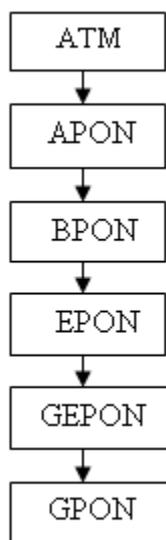


Figura 5-2: Estándar PON

Fuente: (Sumanpreet, Dewra, 2014)

Un gran número de suscriptores han tenido la suerte de obtener durante la última década, las redes ópticas pasivas (PON) como un enfoque atractivo y prometedor para ofrecer servicios de banda ancha. En un PON típico, los servicios se llevan a lo largo de un alimentador de fibra óptica durante unos 10-15 km, para que posteriormente la potencia óptica se divida en múltiples fibras de distribución de salida, mediante la ayuda de un divisor de potencia óptica situado en el nodo remoto (RN). Cada una de las fibras de distribución, habitualmente de cantidades menores a 5 km de longitud, envía entonces los servicios hacia la unidad de red óptica (ONU) destinada, donde se termina la señal óptica, luego es distribuida adicionalmente a todos los abonados conectados a este otro medio, como ejemplo se tiene el alambre de cobre, entre otros. Con tal alta calidad en penetración de fibra en la arena de acceso, el sistema de PONs tiene que ser económicamente viables y competitivos, por tal razón tiene que mantenerse un costo bajo.

Lo que en gran medida relaja el costo de la gestión de elementos ópticos en las plantas de fibra exterior es que PON cuenta con su nodo remoto pasivo. Adicionalmente, tanto el RN como el ONU tienen que ser simples y de bajo costo. (Lam, 2007, p.243)

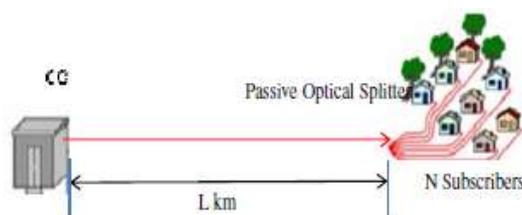


Figura 6-2: Una típica red óptica pasiva
Fuente: (Ravdeep, Mukul y Gurjeet, 2014)

Ravdeep, Mukul y Gurjeet (2014, p.199) mencionan que “la principal ventaja de la red óptica pasiva es que las tasas de datos de fibra se pueden actualizar a medida que la tecnología mejora, la velocidad de datos es inicialmente de 155 Mbps, después de pocos años la velocidad de datos es de 622 Mbps, la velocidad de datos actual es de 1,25 Gbps, Será de 2,5 Gbps y superior. Todos los sistemas de red óptica pasiva se basan en una topología física punto a multipunto en la que una fibra de alimentación única de la oficina de intercambio local es compartida por un grupo de terminales ópticos de abonado. PON se llama pasiva porque no hay ningún elemento activo dentro de la red de acceso que no sea en la oficina central.”

Tanenbaum y Wetherall, (2011, p.151.) afirma que las fibras de las casas se unen de manera que, por grupo de hasta 100 casas sólo una sola fibra llega a la oficina final. En la dirección descendente, para que alcance todas las casas, los divisores ópticos dividen la señal de la oficina final. Si sólo una casa debe ser capaz de decodificar la señal entonces el cifrado es necesario para la seguridad. En la dirección ascendente, los combinadores ópticos combinan las señales de las casas en una sola señal que se recibe en la oficina final. Es común utilizar dos longitudes de onda, la una compartida entre todas las casas para la transmisión descendente, y la otra para la transmisión ascendente.

Para Kumar, y Singhal. El PON fue introducido como una tecnología que proporcionaría acceso al gabinete una vez que se ha hecho eso, la señal sería distribuida usando cables de cobre. Se usó el enfoque TDMA para múltiples flujos de diferentes clientes y era más que suficiente para los Servicios de Telefonía. Con la posterior venida de la banda ancha, los servicios orientados a los datos y el modo de transferencia asíncrono (ATM), el PON se volvió una tecnología que podría permitir un acceso verdaderamente a grandes velocidades a la red troncal. La utilización de un PON en la red de acceso puede facilitar una infraestructura rentable y flexible que proporcione el ancho de banda que requieran los clientes por durante varios años.

El uso de fibra significa un que el costo será reducido y el uso de componentes pasivos en el ODN tiene como objetivo costos de energía recurrentes reducidos.

2.2.1 Red óptica pasiva basada en ATM (ATM-PON)

El nombre ATM-PON por primera vez se utilizó para describir el sistema de red óptica pasiva basado en ATM, el encargado en desarrollarlo fue FSAN, pero después, este fue nombrado por el UIT-T como B-PON (Broadband Passive Optical Networks). El nombre ATM-PON o ampliamente utilizado A-PON dieron para que existieran malentendidos de que el solo se admite ATM en el sistema, lo que era completamente falso. Por ese motivo, los desarrolladores FSAN decidieron cambiar el nombre a B-PON, con este se pretendía describir mejor la capacidad del sistema para proporcionar servicios de banda ancha incluyendo el acceso Ethernet, distribución de vídeo y servicios de línea arrendada de alta velocidad. Sin embargo, las siglas A-PON y ATM-PON se utilizan aún más comúnmente para describir los PON basados en ATM que las siglas B-PON. (Lallukka y Raatikainen, 2006, p.25)

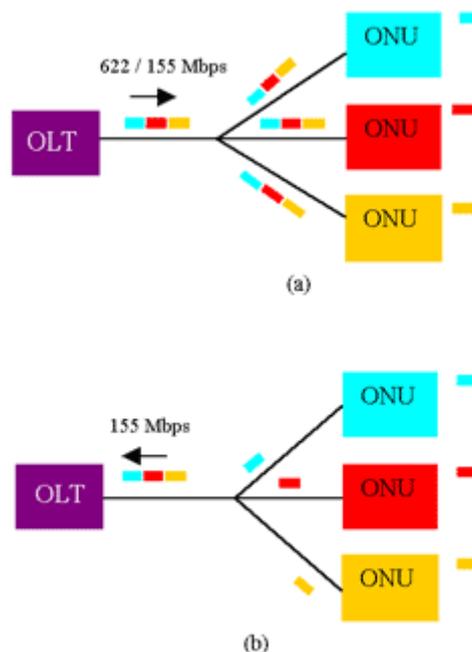


Figura 7-2: (a) En una PON basada en células ATM, la señal descendente es transmitida a todas las ONUs mientras (b) se utiliza un protocolo TDMA en la cadena ascendente

Fuente:

(http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1275827)

2.2.2 Red óptica pasiva de banda ancha (B-PON)

El primer intento hacia un estándar PON fue la red óptica pasiva de banda ancha (BPON). El mismo está controlado por el UIT-T y está designado como UIT-T G.983. El mismo que estableció los requisitos generales para los protocolos PON. BPON utiliza Asynchronous Transfer Mode (ATM) para transportar datos usados como el mecanismo de transporte subyacente. La popularidad de BPON no fue mucha debido a la falta de ancho de banda y el uso generalizado del protocolo Ethernet. (Ravdeep, Mukul y Gurjeet, 2014, p.202)

Para este tipo de red todas las características recientemente desarrolladas son compatibles con las recomendaciones más antiguas. Para servir mejor la entrega de servicios de banda ancha basada en WDM se han desarrollado mejoras para actualizar el estándar. El estándar B-PON se lo desarrollo optimizado para aplicaciones de baja velocidad de línea y tiene como base en las fortalezas de ATM para la entrega de servicios múltiples. B-PON los lugares donde está ampliamente en uso es Asia y también se han hecho varios planes para utilizarlo en EE.UU. (Lallukka y Raatikainen, 2006, p.25)

2.3 Ethernet passive optical network (E-PON)

Como una breve descripción de sus comienzos se puede decir que, el concepto de red óptica pasiva Ethernet (E-PON) se desarrolló en IEEE 802.3ah Ethernet. El grupo de trabajo de la primera milla (EFM) y el estándar se publicó en septiembre de 2004. La parte E-PON de la norma se centra principalmente en la definición de Ethernet Punto a multipunto. (Lallukka y Raatikainen, 2006, p.31)

La red óptica pasiva de Ethernet (EPON / GE-PON) en comparación de otras tecnologías de red óptica pasiva que se basan en ATM. Una de las ventajas es que brinda una conectividad simple y fácil de administrar a equipos IP basados en Ethernet, esto es aplicable tanto en las instalaciones del cliente como en la oficina central. Es muy adecuado para transportar tráfico paquetes, así como tráfico de voz y video sensible al tiempo. Las velocidades de datos que ofrece son de 1.25Gbps tanto para arriba como para abajo. EPON es capaz de soportar 16 ONUs en un rango de 20 km se puede conectar con un solo puerto de OLT, esto significa que tiene una razón de 1:16 proporción de división. (Ravdeep, Mukul y Gurjeet, 2014, p.203)

Según López, Moschim y Rudge (2009, p.2). EPON es considerada como la primera tecnología óptica que promete para su masificación en la última milla. Un factor de impulso para que muchos operadores de telecomunicaciones en el mundo iniciaran las primeras pruebas con las redes EPON o por lo menos comenzar el estudio de la tecnología, fueron las predicciones de que la plataforma

EPON irá a tener el mismo éxito y proliferación de su antecesora LAN. A diferencia de otros estándares, IEEE 802.3 especifica solamente una pequeña parte de un sistema de comunicaciones (únicamente la capa física y la capa de enlace del modelo OSI).

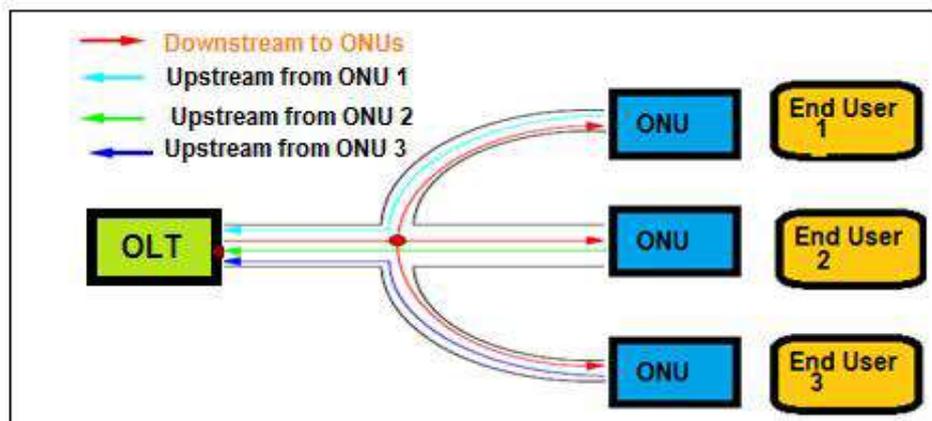


Figura 8-2: Direccionalidad de tráfico en EPON
Fuente: (Kumar y Singhal, 2013)

Tanenbaum y Wetherall (2011, p.152) afirma que “EPONs (Ethernet PONs) están más en sintonía con el mundo de la red, por lo que se definen por un estándar IEEE. Ambos funcionan alrededor de un gigabit y pueden transportar tráfico para diferentes servicios, incluyendo Internet, video y voz.”

Tabla 1-2: GPON vs EPON

	GPON	EPON
Standrad organisation	ITU T	IEEE
Rate	2.488G/1.244G	1.25G/1.25G
Split Ratio	1:64-1:128	1:16-1:32
Carried Service	ATM, Ethernet, TDM	ETHERNET
Bandwidth Efficiency	92%	72%
QOS	Very Good Including Ethernet, TDM, ATM	Good Only Ethernet
Optical Budget	CLASS A/B/B+/C	Px10/Px20
DBA	Standard Format	Self defined
Communication With ONTs	ONT Management Control Interface	Not Supported
Operation And maintenance	ITU-T G.984(Strong)	Ethernet OAM (Weak)

Fuente: (Sumanpreet; Dewra, 2014)

2.4 Gigabit-capable passive optical network (G-PON)

Lallukka, y Raatikainen (2006, p.35) indica que la nueva Recomendación UIT-T serie G.984 está enfocada en dar a conocer que esta es una red flexible de acceso de fibra capaz de soportar los requisitos de ancho de banda, tanto de los servicios comerciales y residenciales. Lleva el nombre de PON Gigabit (G-PON), su objetivo principal es el de mejorar el sistema B-PON reconsiderando el servicio de apoyo, la política de seguridad y la infraestructura de fibra óptica. Otro de los intentos es el de mantener tantas características como sea posible de la recomendación de B-PON con esto se pretende promover compatibilidad hacia atrás con las redes B-PON existentes.

Para Tanenbaum y Wetherall (2011, p.152). El estándar PON más reciente es el estándar UIT-T G.984 Gigabit de red óptica pasiva, que ofrece aprox. 2.5 Gbps de ancho de banda y soporte directo tanto de TDM como de tráfico Ethernet en el borde de la red con posibles tres reproducciones de voz, datos y servicios de video en el mismo PON. GPON puede soportar ONUs que se encuentra a 30 Km. De la OLT. GPON ofrecen una proporción de división más alta que da como resultado una reducción de OLT en más de un factor de 2 sobre EPON.

Por su parte Ali y Saiful (2015, p.2). GPON o Gigabit Passive Optical Network es una tecnología óptica la cual se basa en el estándar de la industria ITU-TG.984x, el mismo que fue ratificado en 2003. Soporta velocidades más altas, seguridad mejorada y elección del protocolo de Capa 2 (ATM, GEM y Ethernet). Una red óptica pasiva (PON) es una arquitectura de red punto a multipunto, de fibra a la red de locales, en la que se utilizan divisores ópticos sin potencia para permitir que una única fibra óptica sirva a múltiples locales, por lo general 16-128. Un PON consiste en un terminal de línea óptica (OLT) en la oficina central del proveedor de servicios y un número de unidades de red óptica (ONT, ONU) cerca de los usuarios finales. Un PON reduce la cantidad de fibra y equipos de oficina central requeridos en comparación con las arquitecturas punto a punto. Una red óptica pasiva es una forma de red de acceso de fibra óptica.

De acuerdo con Gallego y Reyes (2014, p.2) “Una de las razones para elegir GPON es que soporta completa interoperabilidad con la tecnología del futuro cercano, como XGPON1, XGPON2 con menor costo de la renovación. Además, como novedad las XGPON, aumentan el rendimiento de las redes PON hasta 10 Gbp/s”.

2.4.1 Estructura de una red GPON

Una red GPON está compuesta por un Optical Line Terminal (OLT), divisor óptico y las Optical Line Termination (ONT) como se muestra en la Figura 1 (Lam, 2007). La OLT se encuentra ubicada en la central de servicios del proveedor y es la que transmite los datos downstream hacia la ONT, una OLT puede transmitir información hasta para 64 abonados. Los divisores ópticos se encargan de dividir la potencia de la fibra y repartir la señal en partes iguales según la siguiente relación 1: n (n=2, 4, 8, 16, 32, 64). La ONT es el receptor, además transporta los datos en upstream, allí llega la fibra enviada desde la OLT, se encuentra ubicado en la residencia del usuario y allí es donde las personas reciben sus servicios de Telefonía IP, IPTV o Vídeo RF e internet. (Gallego y Reyes, 2014, p.2)

Tabla 2-2: Propiedades GPON

Quantity	Value
Standard	ITU-T G.984
Data rate (downstream)	1.25/2.5 Gbps
Data rate (upstream)	2.5 Gbps
Wavelength (downstream)	1490 or 1550 nm
Wavelength (upstream)	1330 nm
Max PON splits	64 (Theoretical) 32 (Developed)
Max Distance	60 km (Theoretical) 20 km (Developed)

Fuente: (Zin, Idrus y Zulkifli, 2011, p.2)

Lo que argumenta López, Moschin y Rudge (2009, p.2) que tres son los elementos básicos que constituyen las redes GPON:

- OLT: Terminal de Línea Óptico (Optical Line Terminal).
- Splitter Óptico (Divisor).
- ONT/ONU: Terminal/Unidad de Red Óptico (Optical Network Terminal/Optical Network Unit).

Así con también menciona 7 combinaciones de velocidades de transmisión y son las siguientes:

- 155 Mbps (Upstream), 1,2 Gbps (Downstream).
- 622 Mbps (Upstream), 1,2 Gbps (Downstream).
- 1,2 Gbps (Upstream), 1,2 Gbps (Downstream).
- 155 Mbps (Upstream), 2,4 Gbps (Downstream).
- 622 Mbps (Upstream), 2,4 Gbps (Downstream).
- 1,2 Gbps (Upstream), 2,4 Gbps (Downstream).
- 2,4 Gbps (Upstream), 2,4 Gbps (Downstream)

Para Abreu, Castagna, Cristiani y Zunino (2009, p.5) en una alternativa de dos niveles de splitters, en el cual se tiene un cable inicial de fibra óptica denominado feeder, posteriormente se tiene una etapa de splitter de relación 1:4. Para tener una definición más clara se tiene las siguientes consideraciones:

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

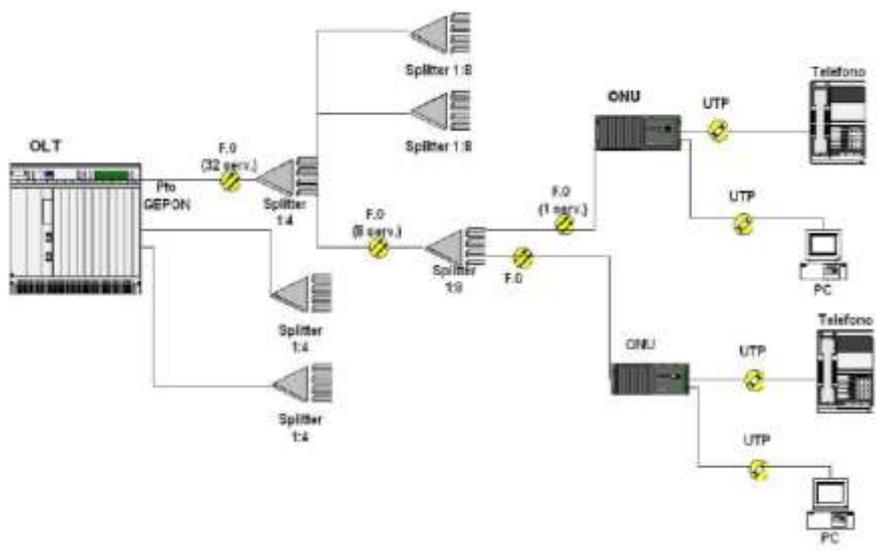


Figura 9-2: GPON con dos etapas de Splitters
Fuente: (Abreu, Castagna, Cristiani y Zunino, P.; 2009)

Según Ali y Saiful (2015, p.2) “GPON tiene una capacidad de downstream de 2.488 Gb / s y una capacidad de upstream de 1.244 Gbp / s que es compartida entre usuarios. El cifrado se utiliza para mantener los datos de cada usuario protegidos y privados de otros usuarios. Aunque hay otras tecnologías que podrían proporcionar fibra al hogar, las redes ópticas pasivas (PONs) como GPON se consideran generalmente el candidato más fuerte para los despliegues extensos. Proporciona un ancho de banda sin precedentes (compartido por hasta 128 locales), y una mayor distancia de una central (20 a 40 kilómetros), permitiendo a los proveedores de servicios permitir aplicaciones de uso intensivo de banda ancha y establecer una posición estratégica a largo plazo en el mercado de banda ancha. En GPON descendente, transmite a todos los ONT conectados.” GPON permite la admisión dos métodos de encapsulación: el método de encapsulación ATM y GPON (GEM). Con GEM, todo el tráfico se asigna a través de la red GPON utilizando una variante del Procedimiento de Encuadre Genérico (GFP) SONET / SDH. La unidad de servicio más pequeña del sistema GPON es un puerto GEM. Cada puerto GEM. Puede transportar uno o más tipos de flujo de servicio por cada puerto GEM, después de transportar el flujo de servicio, debe asignarse a una planificación de servicio ascendente T-CONT. Se pueden configurar múltiples T-CONT con diferentes tipos de servicio. Un T-CONT se puede enlazar con uno o más puertos GEM, dependiendo de la configuración del usuario. Para llevar el servicio entre el OLT y la ONU se utiliza un puerto GEM. GEM soporta un transporte nativo de voz, video y datos sin una capa de encapsulación ATM o IP añadida. GPON las tasas de downstream que se puede soportar son tan altas como 2.5 Gbits / s y tasas de upstream desde 155 Mbits / s a 2,5 Gbits / s. (Sumanpreet; Dewra, 2014, p.4)

Acorda a Sumanpreet, Dewra (2014, p.2). La tecnología WDM que utiliza el sistema GPON sirve para transmitir datos bidireccionalmente sobre una única fibra óptica. GPON utiliza la tecnología de transmisión para la transmisión de datos downstream para separar las señales Tx y Rx de diferentes usuarios sobre la misma fibra óptica. La transmisión de datos en sentido ascendente que utiliza GPON es la tecnología TDMA. Para el servicio de triple play, GPON es la mejor opción Como Internet de alta velocidad, telefonía IP y video de difusión. GPON utiliza GEM (GPON Encapsulation Method) como un método que encapsula datos sobre GPON. A pesar de que cualquier tipo de datos se lo puede encapsular, los tipos reales dependen de la situación del servicio. Lo proporciona GEM es comunicación orientada a la conexión. Este método se basa en una versión ligeramente modificada de la Recomendación UIT-T G.7041 Procedimiento de elaboración genérica (especificación para enviar paquetes IP a través de redes SDH).

La técnica de multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing) es una técnica que usa GPON, para evitar colisiones entre los datos que se envían por las longitudes de onda y ahorrar costos de implementación. WDM combina las dos longitudes que se envían usando dos tramos

de fibra diferentes, y entonces por un solo tramo viajan las dos señales hacia el receptor. En cambio, los protocolos TDMA (Time Divison Multiple Access) se utilizan para evitar colisiones en los datos upstream, el cual haría que los datos se enviaran en línea sin colisionar, además TDMA solo transmite cuando el usuario lo indica, lo cual hace que la durabilidad del láser sea mayor. (Gallego y Reyes, 2014, p.2)

En BS, la conversión y regeneración de señal se llevó a cabo en donde la Unidad de Red Óptica (ONU) es responsable de la detección de la señal óptica. En el sentido descendente, GPON utiliza el método de difusión de las señales a todos los usuarios mientras que en la dirección ascendente, el concepto de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) se aplica donde todas las BS se asignan tiempo específico para la transmisión de datos. (Zin, Idrus y Zulkifli, 2011, p.2)

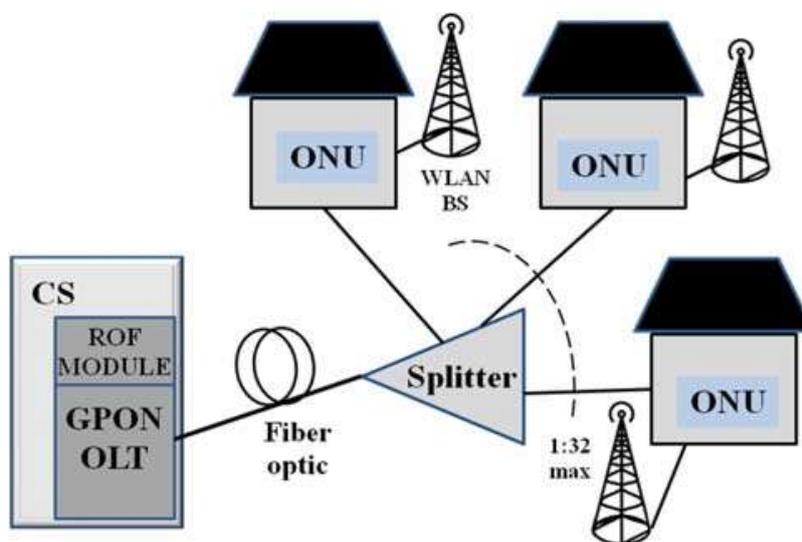


Figura 10-2: RoF típico en la arquitectura GPON
Fuente: (Zin, Idrus y Zulkifli, 2011)

Para López, Moschin y Rudge (2009, p.2). Se tiene que el encabezado del estándar GEM contiene los siguientes campos:

- Campo PLI, indicador de la longitud del payload (Payload Length Indicator).
- Campo PORT ID (Identificación del Puerto), este se usa para suministrar 4096 indicadores únicos de tráfico, lo que permite eficiencia en la multiplexación del tráfico.
- Campo PTI (tipo de contenido), este permite indicar que tipo de datos son transmitidos en la trama GEM, con esto se logra definir su administración.
- Campo HEC (protección de error de código), es algo un poco más complejo puesto que es una combinación del código BCH (39,12,2) y un simple bit de paridad.

Tabla 3-2: Parámetros de GPON

Dat source	
Bit Rate	9.95328 Gbps
Sequence	Random
Modulator driver	
REC NRZ	LOW - 0 V HIGH - 5 V
CW Lor. laser	
CW Power	2-7 dBm
λ	1577 nm
WDM combiner	
Attenuation	3 dB/per slot
Splitter 1:32	
Attenuation	17 dB
Photodetector	
APD	1577 nm

Fuente: (Horváth, T.; Kočí, L.; Jurčík, M.; Filka, M.; 2015)

A continuación, se presenta un diagrama con los elementos constructivos de la red de acceso, cuyo propósito es el de identificarlos y determinar la atenuación o pérdida de inserción introducida por cada uno de ellos, el objetivo es determinar la atenuación extremo a extremo, la cual permitirá determinar si un enlace es posible o no y con qué margen. El esquema muestra un ejemplo de un lo peores casos, puesto que las distancias correspondientes al cliente más lejano. Se aprecia en el mismo grafico una pérdida de 29 dB. Adicionalmente se puede decir que cumple con el Loss Budget de los equipos. (Abreu, Castagna, Cristiani y Zunino,2009, p.6)

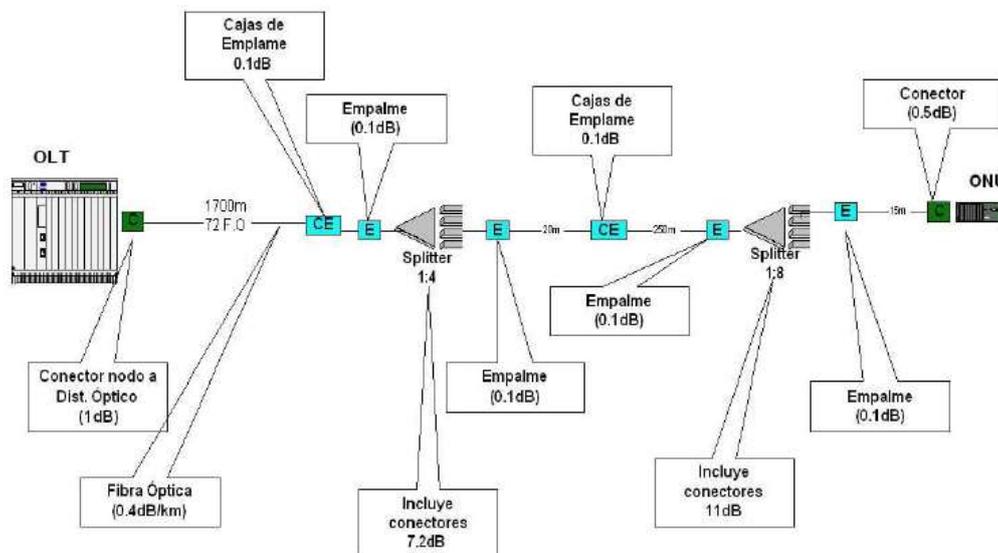


Figura 11-2: Elementos constructivos de la red de acceso

Fuente: (Abreu, M.; Castagna, Cristiani, Zunino, 2009)

Un divisor óptico pasivo (unpowered) es uno de los dispositivos importantes que hace GPON sea una solución de red atractiva. El divisor se lo puede encontrar en una variedad de ratios de división, entre estos está 1: 8, 1:16 y 1:32. En la red GPON se utilizan tanto el divisor del circuito de ondas láser Planar (PLC) como el divisor Biconical Fusionado (FBT). En la Figura 12-2 se muestra un tipo de guía de onda de dióxido de sílice de los divisores de 1: 8 que utilizan divisores de PLC. Cada división de 1: 2 introduce una pérdida de 3 dB en ambas direcciones de división. Una pérdida comercial de inserción del divisor 1:32 es de aproximadamente 17 dB. (Zin, Idrus, y Zulkifli, 2011, p.2).

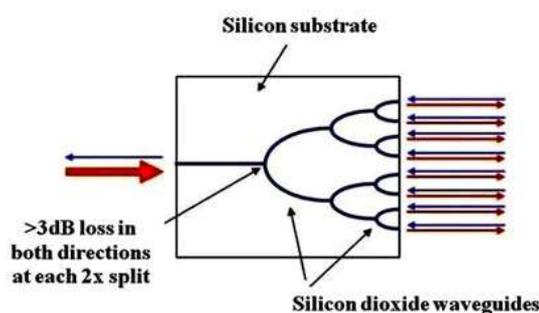


Figura 12-2: Un divisor de circuito plano de ondas luminosas (PLC)
Fuente: (Zin, Idrus y Zulkifli, N. 2011)

En lo que respecta a seguridad según Gallego y Reyes (2014, p.2). GPON maneja la técnica de seguridad AES (Advanced Encryption Standard), logrando así que cada ONT sea capaz de procesar los datos y el tráfico que le corresponde a cada uno, sin que se vayan a crear confusión. De acuerdo a López, Moschin y Rudge (2009), la seguridad es el proceso de encriptación AES (Advanced Encryption Standard) forma parte del estándar ITU-T en las redes GPON. Se realiza solamente en el canal de retorno la encriptación en las redes GPON.

En las redes EPON, no está definido en el estándar el mecanismo de encriptación. AES también es usado por Algunos vendedores de EPON, además el proceso de encriptación en las redes EPON se realiza en los dos sentidos de transmisión; downstream y upstream. Otro servicio que se encuentra presente en las dos tecnologías es el servicio de OAM (Operación, Administración y Mantenimiento); GPON utiliza PLOAM+OMCI, es decir, PLOAM (Physical Layer Operations, Administration and Maintenance): operaciones de la capa física, administración y mantenimiento, más OMCI (Open Manage Client Instrumentation): instrumentación y control abierto para el cliente. EPON usa el OAM definido para Ethernet.

2.4.2 Ventajas de GPON

Una de las principales ventajas con la que concuerdas varios autores es el ancho de banda de GPON downstream 2,5 Gbit / s y 1,25 Gbit / s y upstream para cada suscriptor. Puesto que el estándar GPON es más que la velocidad de todos los demás estándares PON. (Sumanpreet; Dewra, 2014, p.5)

En lo referente a la distancia GPON entre OLT y ONU / ONT, es mucho mejor puesto que puede ser de hasta 20km. El servicio de GPON es un aspecto muy importante ya que proporciona la relación de división óptica 1:32 o 1:64. Esto significa que cada fibra puede servir hasta 32 o 64 suscriptores. En ocasiones algunos sistemas son posibles relaciones de división de hasta 1: 128. (Sumanpreet, Dewra, 2014, p.5)

Abreu, Castagna, Cristiani y Zunino (2009, p.6). Afirma que con dos niveles de splitters se puede tener varias ventajas, las mismas que se las da a conocer a continuación.

- Cada caja de splitters intermedio “abarca” la zona importante, esto facilita cualquier vuelco en caso de ser masivo y además simplificarlo.
- La etapa final de splitting de relación 1:8 (por cada elemento terminal 8 servicios) generalmente los elementos terminales (cajitas de dispersión) atienden 10 servicios posibles el mismos que se asemeja a la realidad que hoy tiene la Planta Externa de cobre.
- La alternativa presentada da una solución en la cual se toma con un cable de 72 fibras ópticas 2 cables de 1400”, en otras palabras que con un cable de 120 Fibras Ópticas se estaría atendiendo la zona de 3 cables de 1400” de cobre, por lo que se estarían reduciendo de 9 bocas ocupadas de acuerdo a la cantidad de ductos ocupados en los ejes principales de canalización de cada Central por cables de cobre a 1 ocupada por 3 cables de Fibras Ópticas

Mientras que con una etapa de Splitter Abreu, Castagna, Cristiani y Zunino (2009, p.9), propone diferentes ventajas, las mismas que se enuncias a continuación:

- Permite mayores anchos de banda por cliente que la alternativa 1, ya que en el uplink resulta un ancho de banda promedio máximo por cliente de 63+63 Mbps (uplink y downlink) en forma simultánea. · La distancia admitida es mayor que en la alternativa 1 por disponer solo una etapa de splitter y menos accesos por puerto PON.

- Se hace un uso más eficiente de los recursos, tanto de la fibra óptica como de los equipos, lo que resulta ser menos costosa.
- Con esta solución para alrededor de 840 servicios se toma con un cable de 120 FO, número de servicios similar al usado para dimensionar un cable de cobre de 1400". De esto surge que en la mayoría de los casos la sustitución sería 1 a 1.
- El splitting final (y drop box) de relación 1:8 (por cada elemento terminal 8 servicios) se asemeja a la realidad que hoy generalmente los elementos terminales (cajitas de dispersión) atienden 10 servicios posibles lo que tiene la Planta Externa de cobre donde.

Finalmente se puede concluir ciertos aspectos relativamente importantes, dentro de lo que corresponde la red GPON, puesto que es la red que tiene mayor relación con el tema de investigación seleccionado, estas conclusiones son tomadas de varios autores, que después de realizar su respectivo análisis con simulaciones incluidas, lograron comprobar la funcionalidad de una red GPON, con la ayuda de varios programas en los cuales se manejan la red mencionada anteriormente. Posteriormente se realiza una revisión acerca del programa que se va a usar para completar el tema del estudio.

Ali y Saiful (2015, p.9) argumenta que EP2P no presenta problemas de ancho de banda debido a la topología de red y a la capacidad de fibra óptica, pero resulta muy poco económica como para considerarle como solución. Según los resultados de las simulaciones, 75 usuarios que ofrecen 50Mbps con 100% de activos ONU y soporta 208 usuarios que ofrecen 50Mbps con un 25% de activos ONU es soportada por la tecnología GPON. Si suponemos que el 25% es un porcentaje aceptable de usuarios activos por lo que GPON es una buena solución para la topología de redes de menos de 208 usuarios y este valor se convierte en el umbral entre GPON y EP2P. De la misma manera podemos calcular el umbral dependiendo del porcentaje de usuarios activos requeridos entre GPON y EP2P. Debido al número de usuarios disponibles por lo general, esta consideración es muy importante en las redes de acceso FTTB (GPON + VDSL).

Por otro lado, Sumanpreet, Dewra (2014, p.5) objeta que GPON reconoció la necesidad de convertir a PON en una solución capaz de transportar Ethernet y tráfico IP. el protocolo PON más avanzado en el mercado hoy es GPON. Comparadas con ATM y tecnologías basadas en Ethernet PON, GPON ofrece una eficiencia mucho mayor cuando. Además proporcionan la transmisión más larga y un mayor ancho de banda. GPON es un mecanismo punto a multipunto y es una de las mejores opciones para la red de acceso de banda ancha. Resumiendo en pocas palabras se puede decir que la velocidad GPON es más que otros estándares PON.

Para Horváth, Kočí, Jurčík y Filka (2015, p.5) se muestran la posibilidad de coexistencia entre redes. Entre los servicios independientes 20 nm las diferencias entre las longitudes de onda. Por este motivo, se concluye que la interferencia entre los servicios no aparece. Las clases de atenuación individuales de estándares tienen valores de atenuación similares, finalmente las normas pueden utilizar la misma infraestructura.

Orphanoudakis, Leligou y Angelopoulos (2008, p.4) afirma que el diseño de EPON apuntaba a explotar la extendida y madura tecnología Ethernet, con el propósito de reducir el esfuerzo de desarrollo de componentes, además de los ciclos de diseño y el costo total. Los GPONs, en cambio, tienen otra finalidad que es el de apuntar a tasas de línea más altas que aceptan mayores costos de circuitos receptores, inclusive apuntan a un conjunto de mecanismos para multiplexación de tráfico flexible, especificaciones detalladas de gestión de tráfico y garantías de Calidad de Servicio, lo que proporciona un mejor control de la asignación de recursos de red así como operación y también mantenimiento. Se muestra que GPON goza de tener un rendimiento mejorado por las características que se presenta en MAC más elaboradas, introducidas en el estándar y específicamente: segmentación y reensamblaje, capa física reducida (incluidos los preámbulos de ráfaga y la codificación de línea) y los gastos generales del protocolo MAC reducidos. Por supuesto, el mérito general de las dos soluciones competidoras no puede juzgarse solo por el rendimiento.

Por otro lado, López, Moschin y Rudge (2009, p.6), manifiesta una clara ventaja para una determinada red FTTP basada en GPON sobre una red basada en EPON. Esto se debe principalmente a la mayor razón de división en la red GPON, y no solo sino también a la tasa de transmisión mayor, a la eficiencia y al ancho de banda, lo que da como resultado en la reducción de OLTs en más de un factor de más de 2 sobre EPON. Una vez que se ha puesto en conocimiento lo mencionado es posible alcanzar una mejoría en los ingresos de dos a tres veces por cada PON, utilizando tecnología GPON en lugar de usar EPON. El diseñador de redes debe llevar en consideración el hecho que se necesitan menos sistemas y menos redes PON usando GPON, así, reduciendo significativamente los gastos operacionales para la red. Además de eso, el aumento de la flexibilidad puede ser introducido con GPON usando opcionalmente el largo alcance óptico para aumentar la cobertura hacia alejadas áreas demandantes de servicios, también se debe añadir diversos caminos de protección para brindar la confianza de la red de fibra, y permitiendo activar el mecanismo que se considera muy importante que es el de criptografía para proporcionar ventajas que pueden simplificar la red sin la necesidad de añadir más equipamientos. Por ende se encuentra que la infraestructura de la red GPON es más robusta, entonces ésta, tiene más capacidad y tiene una leve ventaja sobre la red EPON.

En la actualidad se puede decir que las redes GPON tiene un margen de ventaja en términos de ingeniería y económicos sobre las redes EPON, a pesar de que la mayor parte del tráfico en las redes del mundo sea IP, ideal para Ethernet PON.

En cambio, Zin, Idrus y Zulkifli (2011, p.6) en su estudio afirma que RoF y GPON es una tecnología que da una solución prometedora para la comunicación de hoy en día, además de apoyar la creciente cifra creciente de los usuarios de Internet inalámbrica, gracias a su gran ancho de banda, evaluación flexible y simple. El concepto de multiplexación por división de longitud de onda (WDM) se puede aplicar como recomendaciones futuras para utilizar eficientemente los recursos disponibles de BW.

Gallego y Reyes (2014) por otra parte señala que en su estudio acerca del análisis y evaluación de parámetros de una red GPON, se logró observar que en los rangos de potencia que recomienda la norma, de 5 dBm a 9 dBm, los valores de BER del sistema GPON son aceptables, en vista que en este tipo de sistemas se emplean sólo componentes ópticos pasivos, lo que se logra con esto es que se hallan menos pérdidas y un bajo consumo energético. Adicionalmente consideran que a futuro se realice un análisis del efecto que tienen los diferentes formatos de modulación en las distancias de transmisión, con el objetivo de poder llegar a usuarios ubicados a mayores distancias.

Kumar y Singhal (2013) en cambio se refiere a los requisitos de la mejor red óptica pasiva de próxima generación. En diferentes niveles se pueden encontrar las diferencias entre GPON y WDM PON. GPON es mucho más flexible ya que proporciona no sólo un servicio ATM sino que además servicios adicionales como GEM con varias posibilidades de encapsulación de datos. GPON tiene la velocidad de transmisión más rápida seguido por EPON, que tiene una gran diferencia con el primero. Resulta una técnica eficiente para gestionar y utilizar el ancho de banda de forma eficaz en la evolución de las redes de alta velocidad y, por tanto, ofrecer el ancho de banda deseado y necesario para que las aplicaciones de próxima generación trabajen con total normalidad, evitando que existan problemas en la red de cualquier tipo. Finalmente se puede afirmar que las Redes Ópticas Pasivas son un campo emergente y que para un futuro hay un amplio campo de investigación y desarrollo. El rendimiento de estos métodos se ha analizado y de los resultados experimentales, se encuentra que GPON y WDM PON han dado buenos resultados. Pero GPON es la mejor técnica para aplicarse en la actualidad.

2.4.3 Fibra óptica

Tanenbaum y Wetherall (2011) argumenta que Las fibras ópticas se utilizan para la transmisión de largo alcance en backbones de red, LANs de alta velocidad (aunque hasta ahora, el cobre siempre ha logrado ponerse al día), y acceso a Internet de alta velocidad como FttH (Fiber to the Home). Un sistema de transmisión óptica tiene tres componentes clave: la fuente de luz, el medio de transmisión y el detector. Convencionalmente, un pulso de luz indica un bit de 1 y la ausencia de luz indica un bit de 0. El medio de transmisión es una fibra ultrafina de vidrio. Conectando una fuente luminosa a un extremo de una fibra óptica y un detector a la otra, tenemos un sistema de transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica, la convierte y la transmite por impulsos de luz, y luego reconvierte la salida a una señal eléctrica en el extremo de recepción.

Para Park, Mackay y Wright (2003) los cables de fibra óptica se utilizan normalmente para la transmisión de señales digitales. Las aptitudes de los cables de fibra óptica satisfarán cualquier requerimiento futuro en comunicaciones de datos, permitiendo velocidades de transmisión en el rango de Gigabits por segundo (Gbps). Hay muchos sistemas actualmente instalados que funcionan en torno a 10 Gbps. Los cables de fibra óptica son generalmente más baratos que los cables coaxiales, especialmente al comparar la capacidad de datos por unidad de coste. Sin embargo, el equipo de transmisión y recepción, junto con métodos más complicados de terminar y unir estos cables, hace que el cable de fibra óptica sea el medio más costoso para las comunicaciones de datos. El costo de los cables se ha reducido a la mitad desde finales de la década de 1980 y se está volviendo insignificante en una ecuación económica y vale la pena señalar que la tecnología de fibra óptica se ha vuelto más asequible en la última década y esta tendencia continuará en el futuro.

Los principales beneficios de los cables de fibra óptica son:

- Amplio ancho de banda (mayor capacidad de carga de información)
- Atenuación de señal baja (mayor velocidad y características de distancia)
- Seguridad de señal inherente
- Bajas tasas de error
- Inmunidad al ruido (impermeable a EMI y RFI)
- Consideraciones logísticas (peso ligero, menor tamaño)
- Aislamiento galvánico total entre extremos (sin trayectoria conductora)
- Seguro para uso en áreas peligrosas
- Sin diafonía

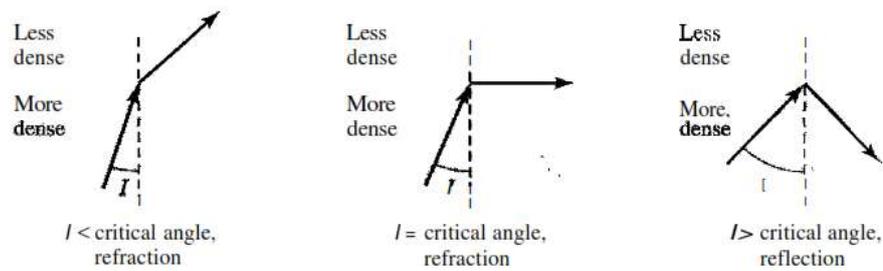


Figura 13-2: Curvatura del rayo de luz

Fuente: (Forouzan, 2007)

Como muestra la figura, si el ángulo de incidencia I es menor que el ángulo crítico, el rayo se refracta y se acerca a la superficie. Si el ángulo de incidencia es igual al ángulo crítico, la luz se curva a lo largo de la interfaz. Si el ángulo es mayor que el ángulo crítico, el rayo refleja (hace un giro) y vuelve a viajar en la posición más densa. Tenga en cuenta que el ángulo crítico es una propiedad de la sustancia, y su valor difiere de una sustancia a otra. Las fibras ópticas utilizan la reflexión para guiar la luz a través de un canal. Un núcleo de vidrio o plástico está rodeado por un revestimiento de vidrio o plástico menos denso. La diferencia en la densidad de los dos materiales debe ser tal que un haz de luz que se mueve a través del núcleo se refleja fuera del revestimiento en vez de ser refractado en él. (Forouzan, 2007)

Stalling (2007) define algunas aplicaciones, puesto que la fibra óptica ya goza de un uso considerable para largas distancias, en telecomunicaciones, y su uso en aplicaciones militares está creciendo. Las continuas mejoras en el rendimiento y la disminución de los precios, junto con las ventajas inherentes de la fibra óptica, han hecho que sea cada vez más atractivo para la red de área local. Las siguientes características distinguen la fibra óptica del par trenzado cable coaxial:

- Mayor capacidad: el ancho de banda potencial, y por lo tanto la velocidad de transmisión de datos, de la fibra óptica es inmenso; Se han demostrado tasas de datos de cientos de Gbps en decenas de kilómetros. Compare esto con el máximo práctico de cientos de Mbps en aproximadamente 1 km para cable coaxial y sólo unos pocos Mbps en 1 km o hasta 100 Mbps a 10 Gbps en unas pocas decenas de metros para par trenzado.
- Un tamaño más pequeño y un peso más ligero: Las fibras ópticas son considerablemente más delgadas que el cable coaxial o el cable de par trenzado - por lo menos un orden de magnitud más delgado para una capacidad comparable de transmisión de información. Para los conductos estrechos en los edificios y subterráneos a lo largo de los derechos de paso públicos, la ventaja del tamaño pequeño es considerable. La correspondiente reducción de peso reduce los requisitos de soporte estructural.

- Menor atenuación: La atenuación es significativamente menor para la fibra óptica que para el cable coaxial o par trenzado y es constante en un amplio rango.
- Aislamiento electromagnético: los sistemas de fibra óptica no se ven afectados por campos electromagnéticos externos. Por lo tanto, el sistema no es vulnerable a la interferencia, ruido de impulso o interferencia. Del mismo modo, las fibras no irradian energía, por lo que hay poca interferencia con otros equipos y hay un alto grado de seguridad de la escucha. Además, la fibra es intrínsecamente difícil de aprovechar.
- Mayor espaciamiento de repetidores: Menos repetidores significan menor costo y menos fuentes de error. El rendimiento de los sistemas de fibra óptica desde este punto de vista ha ido mejorando constantemente. El espaciamiento del repetidor en las decenas de kilómetros para la fibra óptica es común, y se han demostrado distancias de repetidores de cientos de kilómetros. Los sistemas coaxiales y de par trenzado suelen tener repetidores cada poco kilómetro.

2.5 Optisystem

OptiSystem es un innovador paquete de simulación de sistemas de comunicación óptica el mismo que fue investigado por la empresa optiwave cuyo propósito es de cumplir con los requisitos académicos de los diseñadores de sistemas, así como con los ingenieros de comunicaciones ópticas, los investigadores. Integra diseño, prueba y optimiza todos los tipos de funciones de la capa física de la red óptica de banda ancha, un ejemplo muy claro es la conexión óptica virtual.

Tiene una gran base de datos tanto de componentes activos así como de pasivos, incluyendo energía, longitud de onda, pérdida y otros parámetros relacionados. Los parámetros permiten al usuario escanear y optimizar datos técnicos específicos del dispositivo en el rendimiento del sistema. Opti- System es muy útil puesto que tiene un potente entorno de simulación y componentes y sistemas reales de definiciones de clasificación. Se basa en el simulador real del nivel del sistema un modelo de sistema de comunicación de fibra óptica. En lo que respecta a su rendimiento, se lo puede conectar a la biblioteca de interfaz de usuario del dispositivo y inclusive tiene la capacidad de poder ampliarse completamente para convertirse en una herramienta ampliamente utilizada. OptiSystem satisface el mercado en pleno auge y se convierte en una herramienta útil para los requisitos de diseño óptico del sistema. (Yang y Tang, 2010, p.1)

Se propone un software de simulación de red óptica como un módulo de enseñanza alternativa para asistir Optoelectrónica y conferencia de fibra óptica. El software OptiSystem permite a los estudiantes comprender varios conceptos que son importantes ya sea como estudio o

posteriormente como trabajo, además permite conocer las características, el funcionamiento y las teorías subyacentes de la fuente de luz, la fibra óptica y los detectores de luz utilizados en el sistema fotónico. Los estudiantes pueden adquirir experiencia no solo en la práctica en la construcción, sino también evaluación de componentes fotónicos y cálculo del presupuesto de potencia y ancho de banda para el sistema de comunicación óptica mediante el diseño de la red de circuitos ópticos utilizando este software OptiSystem. (Mohd, Jamaludin y Adbullah, 2013, p.2)

El software OptiSystem fue desarrollado principalmente para equipar al mundo académico con un producto avanzado de enseñanza e investigación. Además, se debe señalar que hay un número de informes en papel sobre los nuevos logros y estudios usando esta herramienta de simulación de gran alcance y fácil de usar. (Mohd, Jamaludin y Adbullah, 2013, p.3)

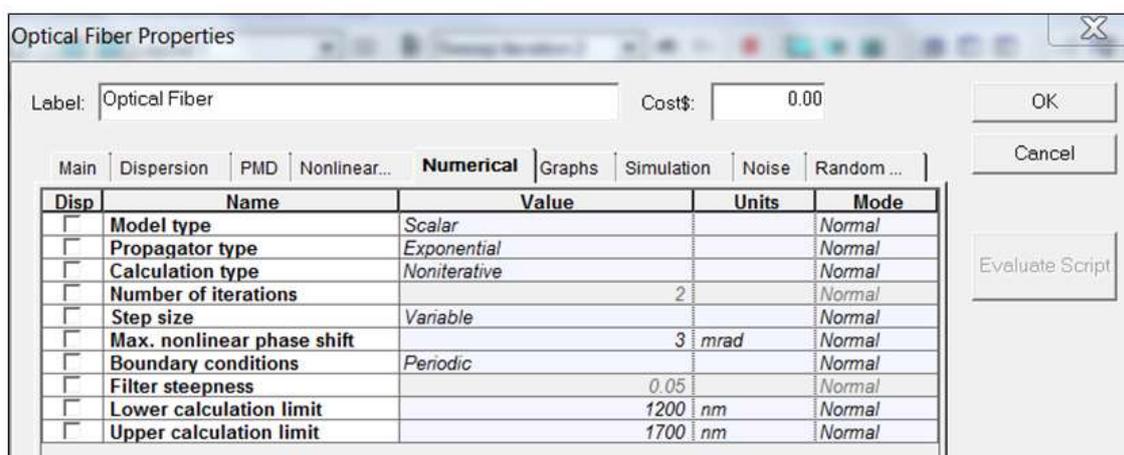


Figura 14-2: Herramientas para diseñar las propiedades de la fibra óptica.

Fuente: Mohd, Jamaludin y Adbullah, 2013)

La aplicación de amplificadores ópticos en la comunicación constituye un gran avance en la historia de la tecnología de comunicación por fibra óptica. Una característica muy positiva es que sustituye a la estación de retransmisión electrónica tradicional y hace que el sueño de la comunicación óptica sea actualmente toda una realidad, en la que los amplificadores láser erbidomped tiene el desarrollo más rápido. En la siguiente figura se muestra sistema de amplificador óptico basado en EDFA, que está diseñado con Optisystem. Describiendo el proceso se tiene que la señal y la luz de la bomba se combinan a través del MUX ideal. Posteriormente se tiene que entran en el amplificador de fibra dopada con erbio. Comparando los espectros de cambios de luz antes y después amplificados, podemos observar el efecto de amplificación. Se debe conectar el sistema de acuerdo a la siguiente figura y posteriormente se ejecuta la simulación. La longitud de onda central de la luz de señal y la luz de la bomba utilizada aquí son 1550nm y 980 nm respectivamente. Los espectros de señal de los amplificadores ópticos antes y después se los puede observar con mayor facilidad en la figura (a) y (b), respectivamente. A partir de esta

figura, se aprecia que la intensidad de la señal es significativa ampliada. Además, el espectro de la señal óptica antes y después de la amplificación tiene una forma similar. Esto significa que este sistema ha alcanzado el propósito de la amplificación óptica. Yang, X. y Tang, H. (2010, p.3)

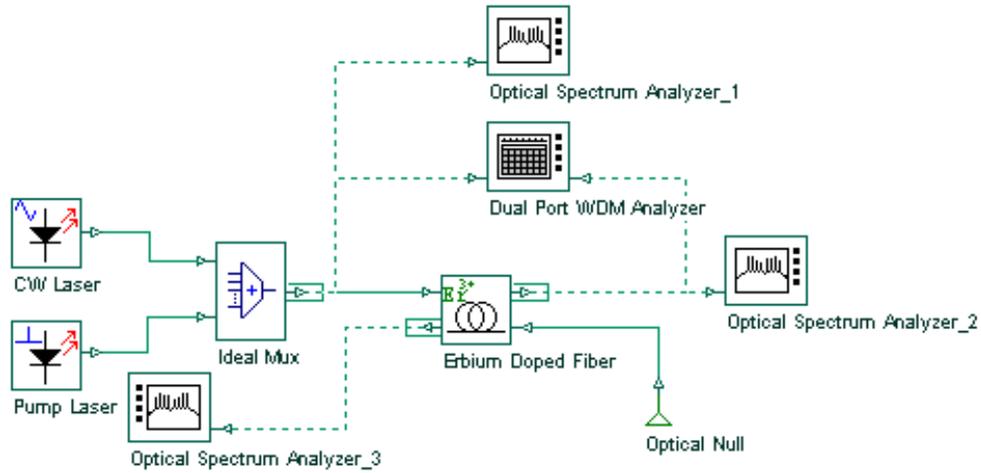


Figura 15-2: Diagrama del sistema de amplificación óptica Optisystem
Fuente: (Yang y Tang, 2010)



Optical Spectrum Analyzer_1

dbl Click On Objects to open properties. Move Objects with Mouse [

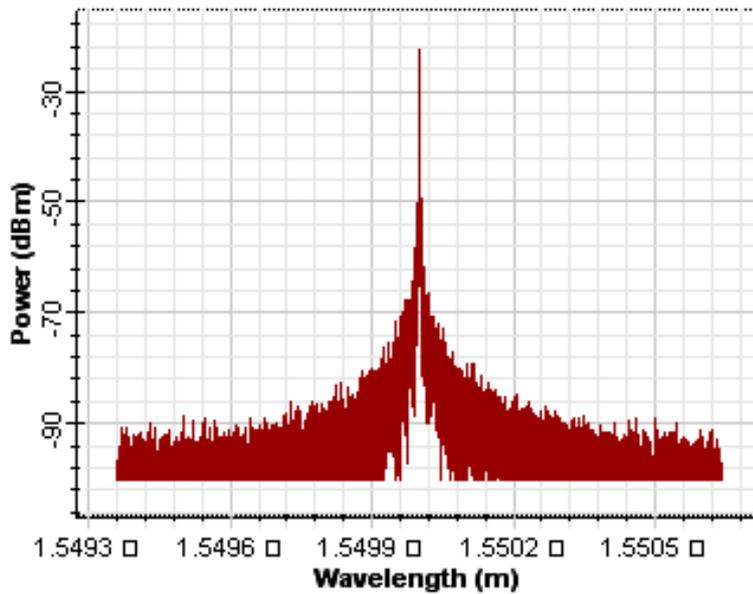


Figura 16-2: Espectro de señal antes amplificado
Fuente: (Yang y Tang, 2010)



Optical Spectrum Analyzer_2

Click On Objects to open properties. Move Objects with Mouse

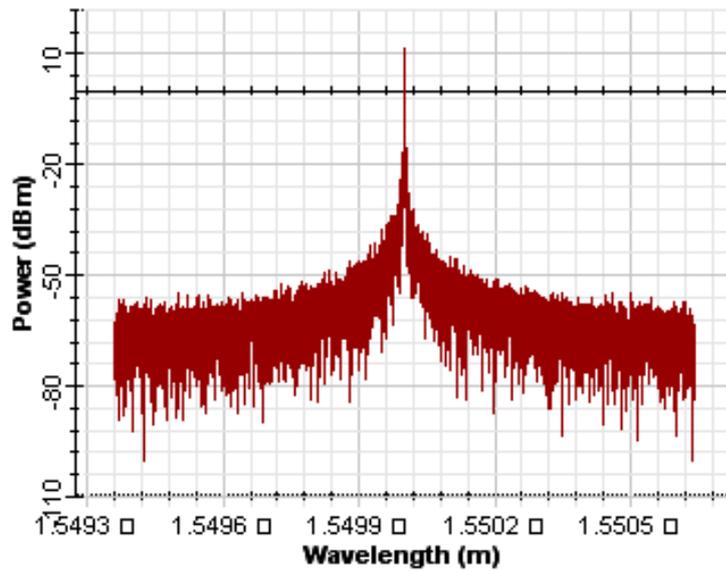


Figura 17-2: Espectro de señal amplificado

Fuente: (Yang y Tang, 2010)

El software OptiSystem pueden ser muy útil para enseñar específicamente a la generación Y y otras generaciones, ya que han estado expuestas al gadget de simulación por computadora desde sus días escolares. En el caso de Optoelectrónica y Fiber Optics, ha ayudado a los estudiantes a entender y visualizar el concepto teórico detrás de este campo, por tal razón se recomienda este software.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

El desarrollo de la presente investigación tuvo un enfoque cualitativo, Hernández, Fernández y Baptista (2013, p.5), afirma. “En este tipo de enfoque cada etapa precede a la siguiente y no podemos eludir pasos”.

Además de que una de sus características es estimar y medir magnitudes del problema de investigación. Las características de los problemas con el servicio de internet por fibra óptica, percibidos por el usuario y con qué frecuencia, es decir, categorizar la problemática en función de la búsqueda de la causa próxima o la naturaleza del fenómeno para tratar de comprender y explicar los hechos, sin necesidad de medirlo.

También se utilizó un esquema cuantitativo, según Hernández, Fernández y Baptista (2013, p.10), menciona que este tipo de enfoque precede a la recolección y análisis de datos, su medición e incluso su ejemplificación, parte de dichos datos sean estos proporcionados por la empresa o datos que se levantó en el entorno problemático, los mismos son concretos, estáticos y objetivos.

3.2 Método deductivo

Según Behar (2008, p.39), se puede encontrar principios desconocidos partiendo de los conocidos. Mediante la deducción se derivan las consecuencias particulares o individuales de las inferencias o conclusiones generales aceptadas.

Donde se buscó la causalidad con los usuarios que utilizan y se satisfacen diariamente con el servicio de internet, por ende, los mismos generan hipótesis o deducciones acerca del servicio y la empresa en general por el lado externo y por el lado interno se genera procesos que determinan una serie de actividades que son consecuencia de políticas que determinan la eficiencia del servicio.

3.3 Modalidad De Investigación

Para la modalidad de la investigación se ejecutaron los siguientes tipos:

3.3.1 Investigación bibliográfica

Ávila (2006, p.55), menciona que son fuentes de información que se las considera de gran importancia, con las cuales se puede sustentar cualquier conocimiento adquirido y que requiera ser demostrado.

Acudir a documentos fidedignos de los cuales se tiene; Normativa de Instalación para Clientes Finales en redes FTTH – GPON, memoria técnica de CNT para Ambato centro, zona Izamba, libros que tratan acerca de las redes y fibra óptica, artículos científicos con temas específicos de lo que es GPON, EPON, fibra óptica y métodos de evaluación de la red, que permitan estructurar de mejor manera la investigación.

3.3.2 Investigación de campo

De acuerdo con Behar (2008, p.21), “se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones. Como es compatible desarrollar este tipo de investigación junto a la investigación de carácter documental, se recomienda que primero se consulten las fuentes de la de carácter documental, a fin de evitar una duplicidad de trabajos”.

Se realizó de la siguiente manera; identificar los usuarios de la zona y los horarios en el que puedan ayudar con la investigación, socializar y explicar el porqué de cada pregunta y finalmente proceder a la recolección de información en la casa del usuario donde percibe el servicio. El lugar de estudio se encuentra en la parroquia Izamba, en el distrito N° 10 comprendido en las calles Pedro Vásconez entre la Gabriel Roman y Rafael Darquea. La mayoría de usuarios pertenecen al grupo de servicio de internet por fibra óptica.

3.4 Alcance

En el presente estudio se presentan los siguientes tipos de investigación:

3.4.1 Investigación descriptiva

Behar (2008, p.21), define este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. Se describió los factores que generan la insatisfacción del usuario acerca del servicio percibido. Por otro lado, la descripción del porque ellos se sentían inconformes a través de métodos de observación directa.

3.4.2 Investigación Correlacional

Behar (2008, p.20), indica que “el investigador pretende visualizar cómo se relacionan o vinculan diversos fenómenos entre sí, o si por el contrario no existe relación entre ellos. Lo principal de estos estudios es saber cómo se puede comportar una variable conociendo el comportamiento de otra variable relacionada (evalúan el grado de relación entre dos variables)”.

Para el estudio se analiza tanto la evaluación de una red de distribución óptica utilizada en el estándar GPON G984 con la calidad de servicio sobre Optisystem según normativa CNT en la parroquia Izamba del cantón Ambato.

3.5 Técnicas

Todas las ciencias se apoyan en el método científico para realizar investigación; sin embargo, cada disciplina requiere procedimientos y tácticas particulares, es decir, técnicas que se adapten al tipo de objeto que investigan dependiendo de sus particularidades. (Díaz, Escalona, Castro, León, Ramírez, 2013). Depende el tipo de metodología que se plantió previamente, alineado con el tema de investigación, se construye que técnica e instrumento es más efectivo para poder recolectar información y de esta forma presentar de manera clara y precisa los resultados.

Se diseñó una encuesta, con preguntas cerradas, las mismas que se orientan a medir las variables y las subvariables que conlleva la calidad en el servicio. En el anexo 1 se encuentra el formato de encuesta que se ocupó para la presente investigación.

3.6 Resultados y Análisis de la encuesta

A continuación, se presenta los resultados de la encuesta, para su posterior análisis de las observaciones llevadas a cabo de forma tal que proporcionen la respuesta y clarifiquen dando un mejor camino a para alcanzar los objetivos la misma que está enfocada a la evaluación del servicio de internet por fibra óptica, requisito fundamental para establecer la realidad y la correlación entre la variable independiente y la variable dependiente.

En el Anexo N° 1 consta el formato de la encuesta la misma que está formulada con 16 preguntas, cada una de las cuales tiene opciones de respuesta múltiple para fácil comprensión del encuestador, así como también de los informantes.

El tiempo estimado de realización de la encuesta esta evaluado en 10 minutos por informante. Las preguntas están en relación a conocer datos de precios, servicio de instalación, calidad del servicio, apreciación de los usuarios acerca de las mejoras del servicio de internet, los equipos con los cuales se conectan con mayor frecuencia, los problemas y la atención que se les dio a los mimos.

Con el objetivo de contestar a las interrogantes y fundamentar las variables objeto de estudio, determinar la satisfacción del servicio brindado, mejorar los servicios de internet y datos que oferta CNT al sector de Izamba, se realiza un análisis de los resultados obtenidos de las encuestas a los usuarios en el distrito N°10 objeto de estudio.

Cada pregunta tiene un análisis y una interpretación, además, para cada pregunta se presenta una tabla donde se muestran los valores obtenidos de las encuestas, así como la frecuencia, el porcentaje y porcentaje acumulado. Debajo acompañado de una figura de sectores donde se muestra de mejor manera cada respuesta, las mismas que comprenden una muestra de 65.

A continuación, se presenta los resultados de la encuesta con respectivo análisis e interpretación.

Pregunta 1: En su hogar, ¿Dispone usted de conexión a internet por fibra óptica?

Tabla 1-3: Porcentaje de personas que tienen internet

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Si	65	100%	100%
No	0	0%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

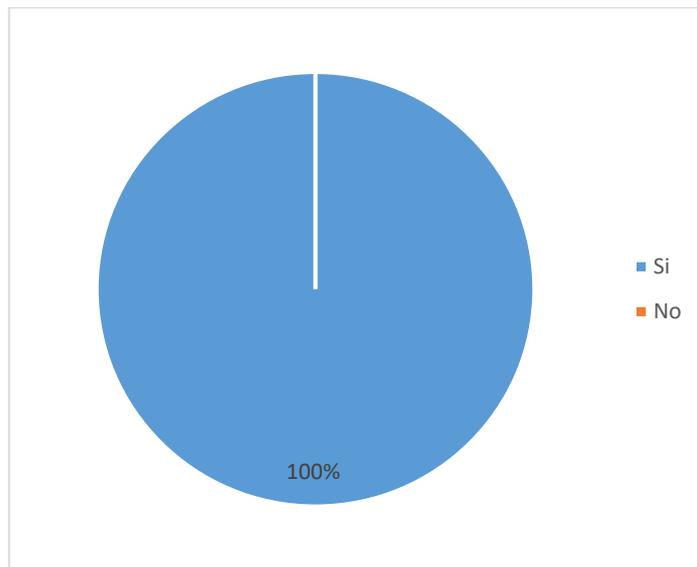


Figura 1-3: Servicio de Internet.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la pregunta numero 1 tenemos que el 100% de las personas encuestadas respondieron tener internet por fibra óptica, lo que facilita continuar con la encuesta para las siguientes preguntas.

Interpretación

De acuerdo a los porcentajes obtenidos toda la población encuestada de la parroquia Izamba, distrito N°10 se encuentra ocupando el servicio de internet por fibra óptica. Las personas encuestadas consideran que este servicio les brinda mayor comodidad en los hogares y velocidad de internet para conectarse con facilidad a las redes sociales como también facilita descargar videos entre otros, la encuesta aplicada facilitó la obtención de información para validar el tema. Entonces es posible continuar con las siguientes preguntas puesto que se trata de evaluar el desempeño de la red.

Pregunta 2. El costo del servicio de voz más datos por fibra óptica es:

Tabla 2-3: Costo del servicio

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Bajo	4	7%	7%
Razonable	25	39%	45%
Alto	36	55%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Holguer Manjarrés

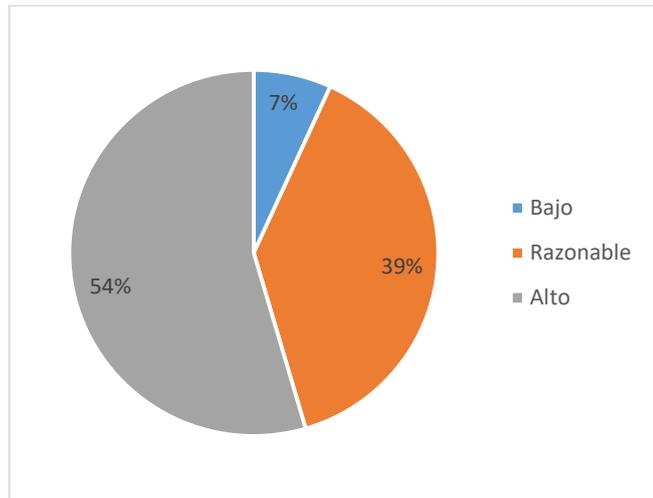


Figura 2-3: Costo del servicio

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 2-3 se presencia que el 7% de las personas consideran que el costo de su internet es relativamente bajo, el 39% considera que el costo del servicio de internet es razonable, mientras que el 54% dice que el costo del servicio de internet es alto.

Interpretación

La mayoría de personas piensan que el costo por el servicio de voz más datos, que ellos adquirieron es elevado, puesto que se encuentra en valores superiores a los 26 dólares, y solo una pequeña cantidad de personas aseguran que su servicio de internet es relativamente bajo con valores menores a los 22 dólares; sin embargo, las personas de la parroquia Izamba, distrito N°10 optan por el servicio a pesar de no estar de acuerdo con el costo, ellos se sienten seguros por la velocidad del internet y de esta manera pueden utilizar las aplicaciones que son beneficiosas tanto para sus hogares, trabajos o estudios.

Pregunta 3. La velocidad percibida de su paquete de internet por fibra óptica contratado es:

Tabla 3-3: Velocidad del internet.

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Bueno	38	59%	59%
Regular	25	39%	98%
Malo	2	2%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Holguer Manjarrés

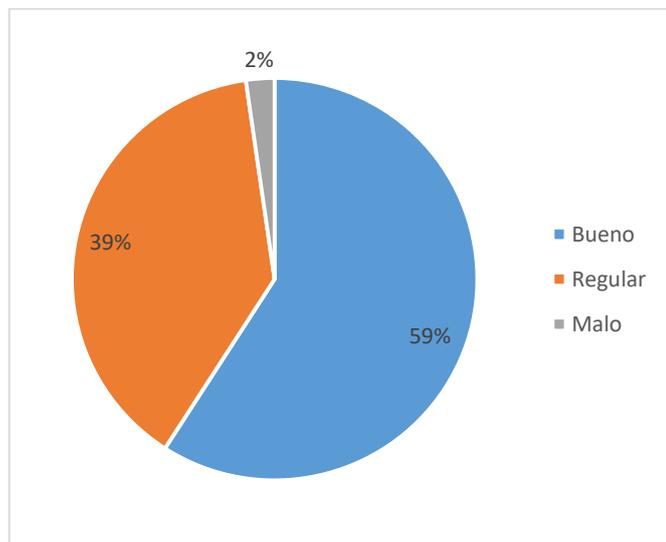


Figura 3-3: Velocidad de internet.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En figura 3-3 se tiene que el 2% de las personas tienen una percepción de que la calidad de su internet es mala, el 39% piensa que la calidad de su servicio de internet es regular, y el 59% considera que el servicio de internet tiene una calidad buena.

Interpretación

Es evidente que la mayoría de personas consideran que al tener un servicio de internet por fibra óptica tienen una muy buena calidad para cualquier actividad que deseen desarrollar (descargar videos, documentos, navegar en internet, redes sociales, etc.) mediante páginas web o aplicaciones. La calidad de un sistema de internet por fibra óptica permite entrar a un nuevo mundo a las personas y mejorar cualquier servicio de internet sin importar las condiciones climáticas en la que se encuentre, lo que no sucedía con el internet a través de cobre, como sabemos la innovación tecnológica siempre mejora la calidad para la transmisión.

Pregunta 4. ¿Hace un año atrás su apreciación acerca del servicio de internet recibido era?

Tabla 4-3: Apreciación hace un año del servicio de internet

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Mejor que la actual	13	20%	20%
Igual que la actual	25	39%	59%
Peor que la actual	27	41%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Holguer Manjarrés

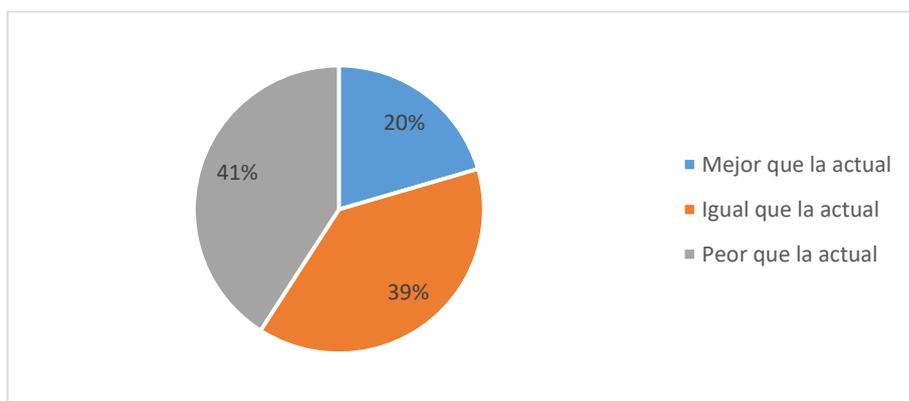


Figura 4-3: Apreciación del servicio de internet hace un año.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 4-3 se tiene que el 20% de las personas encuestadas tiene un criterio de que el servicio de internet con respecto al año anterior es mejor que la actual. El 39% considera que su servicio de internet en comparación del último año es igual que la actual, mientras que el 41% considera que su servicio de internet ha mejorado con respecto al año anterior.

Interpretación

En un pequeño porcentaje de personas encuestadas dicen que hace un año atrás la percepción de internet era peor con respecto a la actualidad. Puesto que otra gran parte de personas están de acuerdo en que el servicio de internet de hace un año es el mismo que el actual. Resulta difícil de que las personas consideren que el servicio de internet por fibra óptica sea peor que el que tenía hace un año atrás, ya que su conexión de internet evoluciona con las nuevas tecnologías, permitiendo a todos conectarse desde diferentes puntos del planeta sin importar horarios o clima haciendo de la vida humana una forma de vivir nuevas experiencias cada día.

Pregunta 5. ¿Cómo cree Ud. ¿Que sería su apreciación acerca del servicio de internet por fibra óptica en el siguiente año?

Tabla 5-3: Apreciación de un año siguiente.

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Mejor que la actual	50	77%	77%
Igual que la actual	15	23%	100%
Peor que la actual	0	0%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

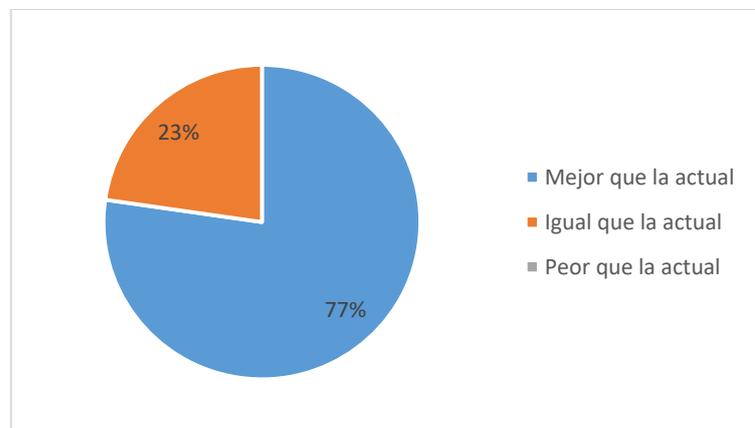


Figura 5-3: Apreciación para el próximo año.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 5-3 se tiene que el 23% de las personas encuestadas considera que su servicio de internet para el próximo año será igual que el actual, mientras que la mayoría de personas que es el 77% considera que el servicio de internet para el próximo año será mejor que la actual.

Interpretación

Para las personas encuestadas ninguna considera que el servicio de internet va a ser peor para el siguiente año, al contrario, todos tienen una apreciación de que el servicio de internet será mucho mejor no solo para el próximo año sino que cada día la tecnología sigue avanzando, por ende, las personas creen que cualquier servicio como el internet va evolucionando a medida de las necesidades de las personas que lo utilizan, algo que va resultando cierto en comparación de años anteriores, como se evidencia en la pregunta anterior.

Pregunta 6. ¿Cuántos equipos tienen conexión al servicio de Internet por fibra óptica en su hogar?

Respuesta múltiple

Tabla 6-3: Equipos para conexión a internet

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1 PC	6	9%	9%
Más de 1 PC	6	10%	19%
1 Computador portátil	9	14%	33%
Más de 1 computador	16	24%	57%
1 equipo celular	6	9%	66%
Más de 1 equipo celular	22	34%	100%
Otro	0	0%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

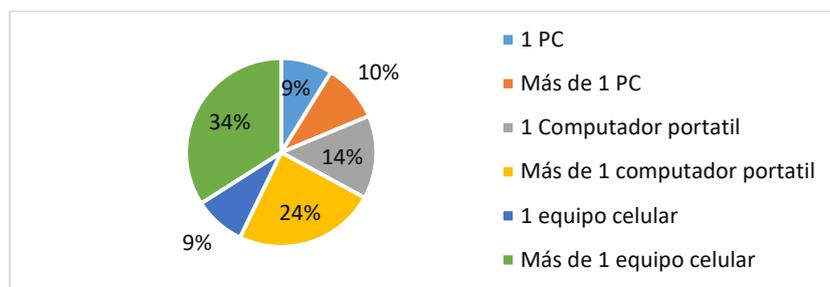


Figura 6-3: Equipos de conexión a internet.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 6-3 se puede apreciar que el 9% de las personas tienen únicamente una computadora de escritorio y/o un equipo celular, el 10% tiene más de una computadora de escritorio, el 14% tiene al menos una computadora portátil, el 24% tiene más de una computadora portátil, en cambio el 34% cuenta con más de un equipo celular para su conexión al servicio de internet.

Interpretación

En el sector de Izamba, en el Distrito N° 10 la mayoría de personas cuentan por lo menos con un dispositivo celular para conectarse a internet. Adicionalmente los usuarios manifiestan poseer computadoras portátiles más que computadoras de escritorio. Hoy en día la tendencia tecnológica da para que la mayoría de personas cuenten con un teléfono celular inteligente con aplicaciones actualizadas o que se actualizan automáticamente, el mismo que tiene características suficientes para una conexión a internet sin importar en el lugar en el que se encuentre la persona.

Pregunta 7. Realiza Ud. ¿Algún tipo de prueba para verificar la velocidad de conexión que le entrega?

Tabla 7-3: Pruebas del servicio de internet

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Si, al menos una vez al mes	3	5%	5%
Si, solo cuando nota problemas de velocidad	13	20%	25%
No	49	75%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

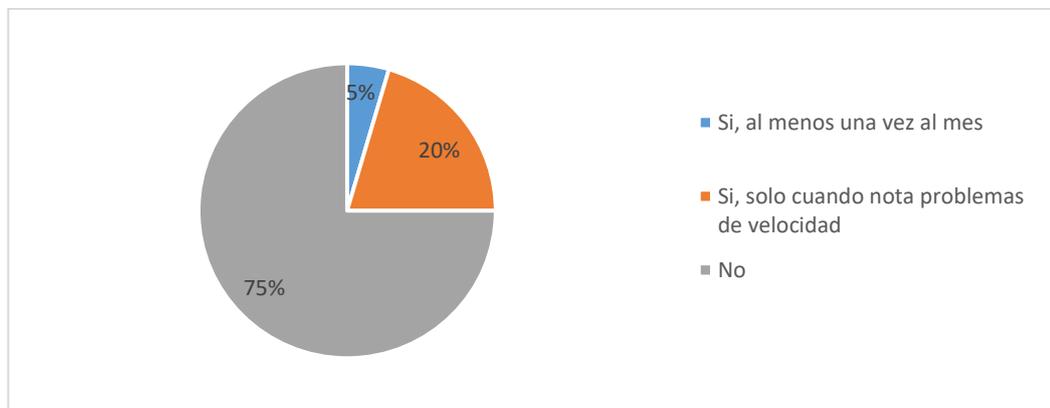


Figura 7-3: Pruebas del servicio de internet.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 7-3 se tiene que el 5% realizan pruebas del servicio de internet al menos una vez al mes, el 20% realiza pruebas a su servicio de internet solo cuando nota problemas de velocidad y el 75% no hacen pruebas del servicio de internet.

Interpretación

La mayoría de personas no realiza ninguna prueba de control de velocidad a su servicio de internet para comprobar su estado, ya que están interesados en usar únicamente sus funciones y no le prestan tanto interés a verificar su rapidez o funcionalidad. Dada las circunstancias que nos encontramos en un mundo que hacen uso de la tecnología cotidianamente sin parar y estamos educados para utilizar las cosas, más no para arreglar, en caso de existir un daño hoy en día generalmente se realizan una llamada para supervisión técnica que les resulta menos complicado en el menor tiempo para ejecutar ellos mismo alguna solución.

Pregunta 8. ¿En qué tipo de aplicaciones Ud. Siente que la velocidad de su conexión al servicio internet por fibra óptica no es la contratada?

Tabla 8-3: Aplicación de internet para controlar el servicio

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Simplemente cuando navega	15	23%	23%
Juegos	7	10%	33%
Cuando baja archivos	12	19%	52%
Cuando "chatea"	0	0%	52%
En video/audio llamadas	22	33%	85%
Otras	9	15%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

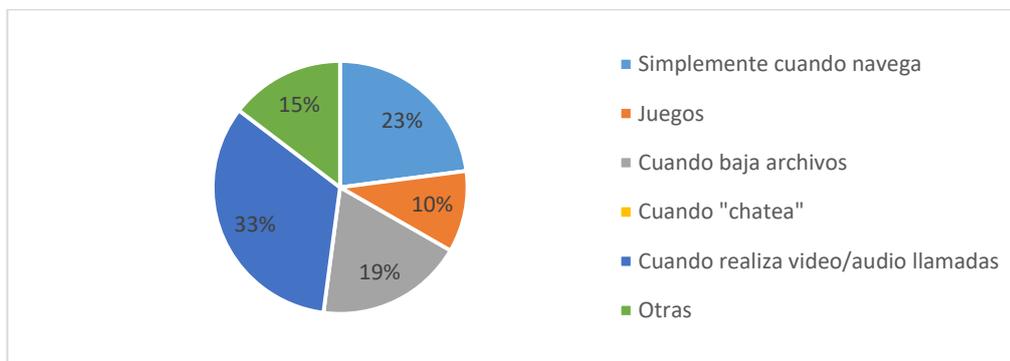


Figura 8-3: Aplicación de internet para controlar el servicio.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 8-3 se tiene que el 10% de las personas encuestadas sienten que su servicio de internet no es controlado cuando juegan en red, el 15% presenta que otras son las razones por las que su servicio de internet no es controlado, el 19% dice que su servicio de internet no es controlado cuando descarga archivos, como por ejemplo música, videos, películas, etc. El 23% afirma que su servicio de internet no es controlado simplemente cuando navega. Finalmente el 33% dice que su servicio de internet no es controlado cuando realiza video/audio llamadas.

Interpretación

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que el servicio de internet presenta problemas al momento de realizar video/audio llamadas como primer punto, en este caso los usuarios manifestaron usar aplicaciones como Facebook o whatsapp, las mismas que se encuentran en evolución para ese tipo de servicio. Como segundo punto se tiene que simplemente cuando navega se presenta problemas con el servicio de internet. En CNT se da el servicio de control del servicio de internet, simplemente comunicándose con servicio técnico, lo que permite facilitar algún problema que se encuentre y todo lo puede lograr sin dejar la comodidad de su hogar.

Pregunta 9. ¿Preferentemente en qué horario(s) se le presentan los problemas de lentitud?

Tabla 9-3: Horarios de problemas con el servicio de internet

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Cualquier hora	16	25%	25%
En horario laboral	10	16%	41%
de 18h00 a 22h00	25	39%	80%
De 22h00 a 8h00	3	5%	84%
No presenta problemas de lentitud	10	16%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

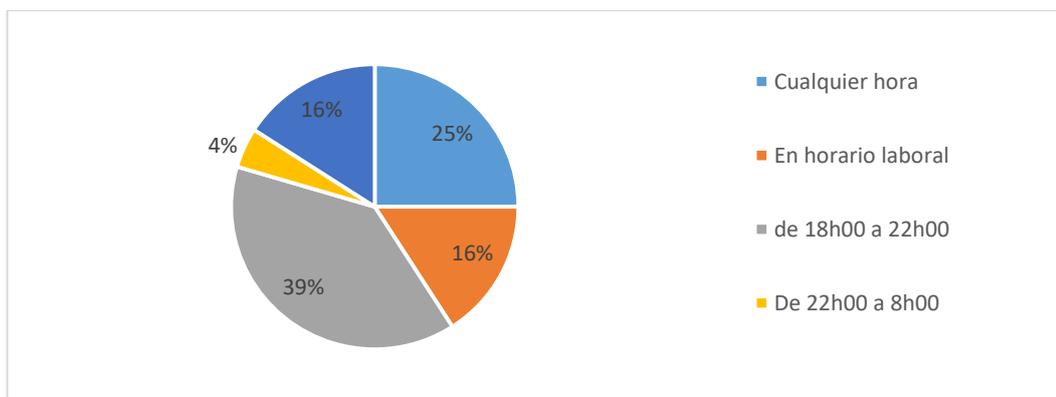


Figura 9-3: Horarios de problemas con el servicio de internet.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 9-3 se tiene que el 4% de las personas dice que su servicio de internet es lento cuando se encuentra en el horario de 22h00 a 8h00, el 16% dice que no presenta problemas de lentitud en su servicio de internet. De igual manera otro 16% de personas dice que se presenta problemas de lentitud en horario normal, el 25% dice que se presenta problemas en cualquier horario, y el 39% dice que se presente problemas de lentitud en un horario de 18h00 a 22h00.

Interpretación

El horario con mayor inconveniente es el de 18h00 a 22h00, considerado como las horas pico, puesto que es el horario en el cual la gente suele llegar a sus casas después del trabajo o estudio en algunos casos, por ende, es cuando la red se encuentra con gran cantidad de usuarios conectados al mismo tiempo; aun así, al estar transmitiendo datos por fibra óptica, estos fluyen con normalidad independientemente de la cantidad de usuarios que se encuentren en línea, por lo tanto, es de gran ayuda para todos quienes buscan comodidad, tranquilidad e informarse de todo lo que existe en sus alrededores y el mundo en general sin contratiempos.

Pregunta 10. Califique en la siguiente escala del 1 al 5 donde 1 es corto tiempo y 5 es mucho tiempo, como fue su proceso de instalación del servicio brindado por fibra óptica.

Tabla 10-3: Calificación del servicio de instalación por fibra óptica

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	25	39%	39%
2	18	27%	66%
3	9	14%	80%
4	7	11%	91%
5	6	9%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Holguer Manjarrés

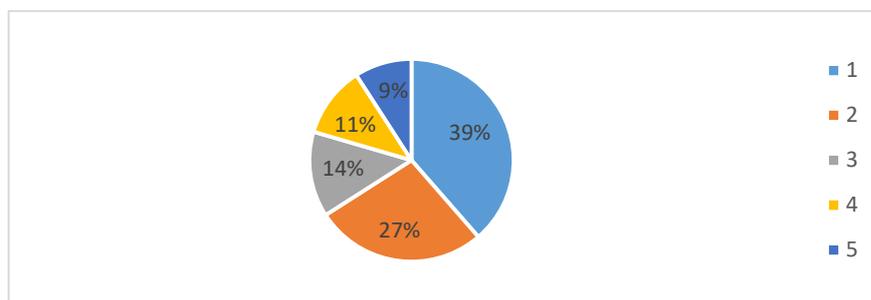


Figura 10-3: Calificación del servicio de internet.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 10-3 se tiene que el 7% califico el proceso de instalación del servicio de internet con el número 1, lo que significa que lo hicieron en un corto tiempo. El 13% dice que su proceso de instalación fue un poco rápido puesto que lo calificaron con el número 2, el 20% considera que el tiempo empleado en el proceso de instalación fue normal con el número 3. El 27% dice que el proceso de instalación fue un poco demorado puesto que lo calificó con el número 4. Finalmente el 33% consideran que su instalación les llevo mucho tiempo ya que calificaron con el número 5.

Interpretación

Por parte del servicio técnico el tiempo en instalación de la fibra óptica fue llevado de una manera rápida, ya que es lo que indica los porcentajes obtenidos de las encuestas realizadas a los usuarios del sector de Izamba, Distrito 10. Únicamente un bajo porcentaje se siente insatisfecho por el tiempo del proceso de instalación del servicio adquirido, estos pudieron suceder por diversos motivos (no hubo comunicación con respecto a horario de instalación, faltó una herramienta, entre otros), lo que denota que son circunstancias poco significativas y los trabajos generalmente son atendidos de manera rápida para que los clientes se sientan satisfechos con el servicio prestado.

Pregunta 11. La calidad de instalación del cable de fibra óptica en su domicilio fue:

Tabla 11-3: Calidad de instalación

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Excelente	19	30%	30%
Buena	34	52%	82%
Regular	12	18%	100%
Mala	0	0%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Holguer Manjarrés

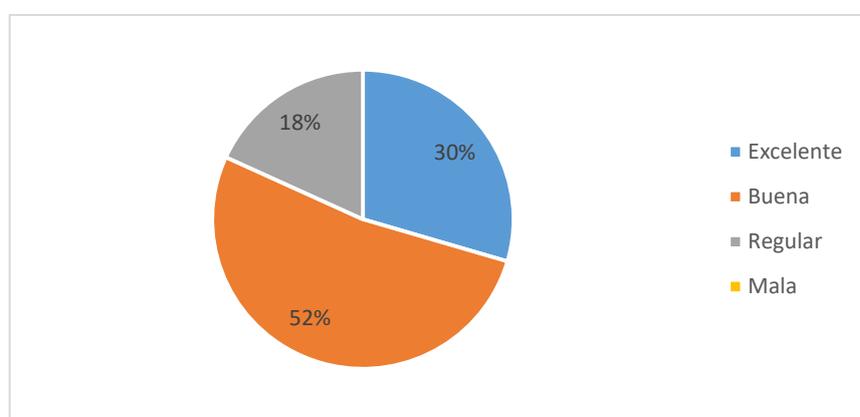


Figura 11-3: Calidad de instalación.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En Figura 11-3 se tiene que el 18% de las personas consideran que su internet por fibra óptica es regular, el 30% dice que el servicio de internet es excelente, y el 52% dice que el servicio de internet por fibra óptica es bueno.

Interpretación

Como se puede evidenciar la mayoría de las personas consideran que la calidad de instalación fue buena, puesto que no existió ninguna persona que tenga un criterio de que la calidad de instalación fue mala, el servicio que ofrece CNT en internet por fibra óptica cumple con la aceptación por parte de los usuarios, puesto que se da las facilidades sin interrumpir la comodidad de los clientes como también se da la libertad a los mismos para que ubiquen el lugar en el cual desean que se instale la fibra óptica en conjunto con la ONT, para mayor seguridad la calidad de los materiales instalados son adecuados y resistentes.

Pregunta 12. ¿Ha tenido usted algún problema con el servicio brindado por fibra óptica en los últimos dos meses?

Tabla 12-3: Problemas con el servicio de internet

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Si	15	23%	23%
No	50	77%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

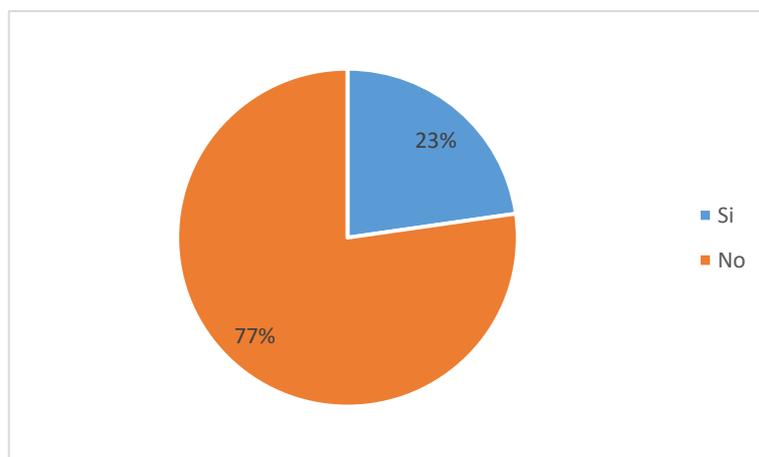


Figura 12-3: Problemas con el servicio de internet.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 12-3 se tiene que el 23% de las personas si ha tenido problemas de internet en los últimos dos meses, mientras que el 77% de las personas no ha tenido problemas en el servicio de internet por fibra óptica.

Interpretación

Durante los últimos dos meses en los cuales se midió como fue el servicio de internet por fibra óptica, se acoge que no existieron mayores problemas con el mismo. Puesto que la mayoría de personas dijeron no tener inconvenientes. Por ende, el servicio de internet que ofrece CNT por fibra óptica cumple con la evaluación propuesta en el tema de investigación, ya que además se tiene la acogida de los usuarios y de acuerdo a sus opiniones se sienten satisfechos con el servicio brindado de parte de la institución.

Pregunta 13. ¿Reclamó o pidió alguna solución acerca de su servicio por fibra óptica, ya sea en alguna sucursal o por teléfono?

Tabla 13-3: Reclamos por problemas en el servicio de internet

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Si	12	18%	18%
No	53	82%	100%
Total	65	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

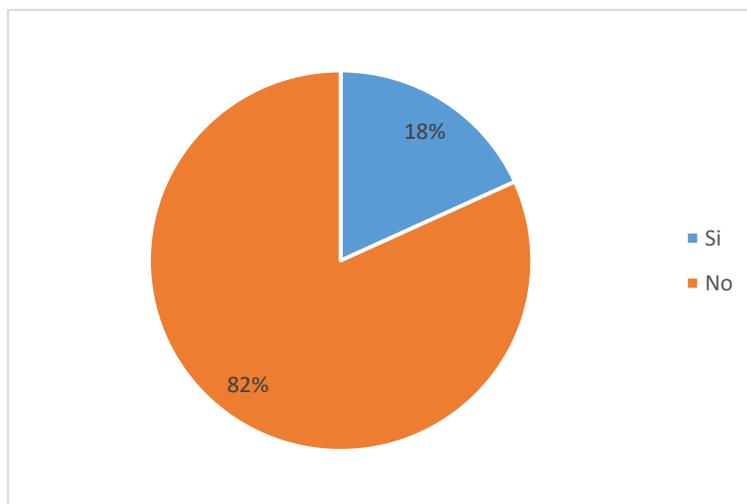


Figura 13-3: Reclamos en el servicio de internet.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

De acuerdo a la figura 13-3 se tiene que el 18% de las sí realizaron algún reclamo por algún problema en el servicio de internet. En cambio, el 82% de las personas no ha realizado ningún reclamo por el servicio de internet por fibra óptica.

Interpretación

Al no existir problemas con el servicio de internet por fibra óptica los usuarios generalmente no realizan reclamos por la calidad del servicio, sin embargo, son pocas las personas encuestadas que se sienten insatisfechos mas no por la calidad sino por alguna pequeña circunstancia que por no afectar la comodidad prefieren realizar una llamada en busca de ayuda, por lo que de inmediato busca una solución y las personas afectadas obtienen la ayuda del soporte técnico de CNT.

Pregunta 14. ¿En qué consistió el reclamo?

Tabla 14-3: Tipos de reclamo

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Cobran periodos en que no hubo servicio	1	10%	10%
Lentitud, saturación, mala conexión	11	70%	80%
La velocidad no es la contratada	0	0%	80%
El servicio se cae, se corta, no funciona	3	20%	100%
Total	15	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

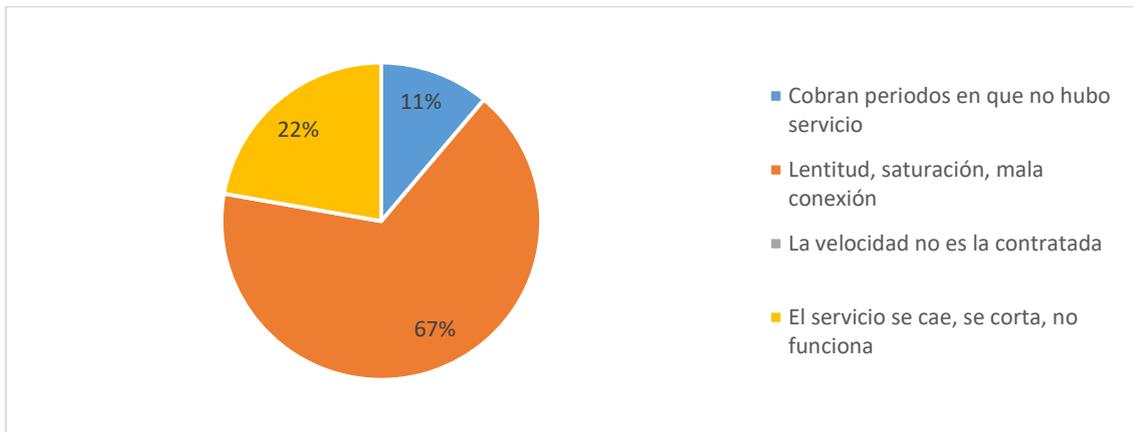


Figura 14-3: Tipos de reclamo.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En figura 14-3 se tiene que el 11% de las personas afirman que les cobran periodos en que no hubo internet, el 22% asegura que el servicio de internet se cae, se corta o no funciona. Finalmente, el 67% de las personas afirma que presenta problemas de lentitud, saturación o mala conexión.

Interpretación

La mayor parte de reclamos de las pocas personas que aseguraron tener problemas con el servicio de internet por fibra óptica se debe a que existió lentitud, saturación, o mala conexión estos inconvenientes afectan la tranquilidad del cliente, sin embargo ellos afirman que también gracias a la situación dada pueden realizar un pare a sus funciones y descansar, en sí sería en espacio de malestar con beneficio, por supuesto que es obvio que no todas las personas se sientan cómodas pero la institución trata de satisfacer en un 99,9% a sus clientes. Ese fue el reclamo que se da con mayor frecuencia por parte de los usuarios que manifestaron insatisfacción con el servicio.

Pregunta 15. ¿Cómo diría Ud. ¿Que fue solucionado este reclamo?

Tabla 15-3: Solución del reclamo

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Fue totalmente solucionado	8	50%	50%
Fue solucionado en gran parte	5	30%	80%
Intentaron solucionarlo, pero no lo lograron	1	10%	90%
Ni siquiera intentaron solucionarlo	1	10%	100%
Total	15	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

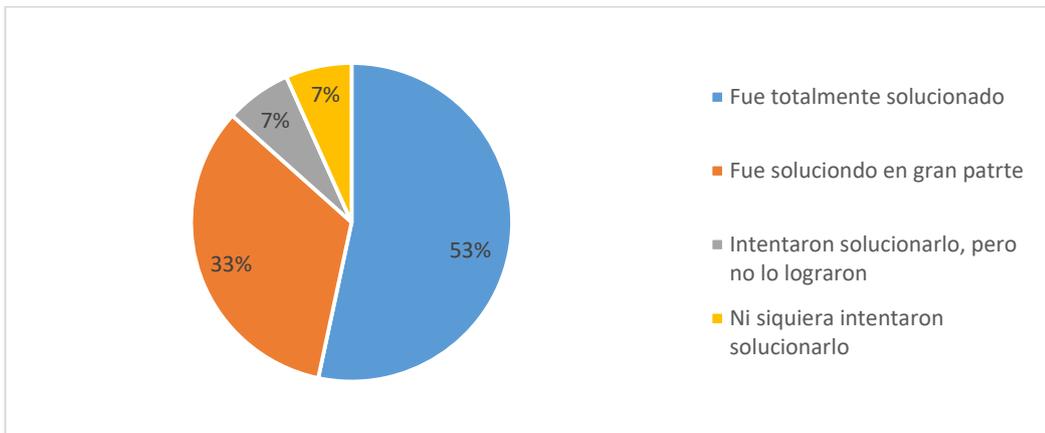


Figura 15-3: Soluciones de reclamos.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 15-3 se tiene que el 11% de las personas dice que ni siquiera intentaron solucionarlo, de igual manera otro 11% dice que intentaron solucionarlo pero no lo lograron, el 33% dice que el problema fue solucionado en gran parte, y el 44% está de acuerdo en que fue solucionado totalmente.

Interpretación

Los problemas presentados por parte de las personas encuestadas fueron solucionados rápidamente y de una manera completa, en la mayoría de los casos se enmendó desde la institución CNT y otros mediante el servicio técnico que asistió directamente a sus hogares y negocios para escuchar las versiones dadas por los usuarios, así brindarles solución inmediata, existiendo de esta manera la mayor parte de satisfacción con respecto al servicio de reparación, como también los técnicos de CNT obtuvieron una calificación positiva por la atención brindada.

Pregunta 16. ¿Por qué razón no efectuó el reclamo?

Tabla 16-3: Razones por las cuales no se efectuó el reclamo.

Detalle	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
No se ha presentado problemas , está trabajando normalmente	34	68%	68%
Desinformación acerca de los derechos	3	6%	74%
Se requiere tiempo para realizar el tramite	7	15%	88%
No tengo como probar el problema o falla	6	12%	100%
Otra	0	0%	100%
Total	50	100%	

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

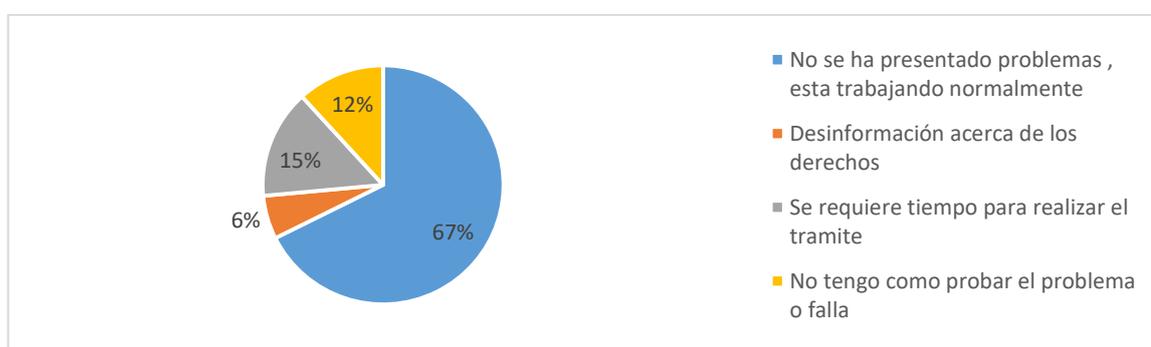


Figura 16-3: Razones por las que no se efectuó reclamos.

Fuente: Realizado por Holguer M.

Análisis

En la figura 16-3 se tiene que el 6% de las personas encuestadas no realizaron reclamos por desinformación acerca de sus derechos, el 12% afirma que no realizaron algún reclamo porque no tenían como probar el problema o falla. El 15% asegura que no cuentan con el tiempo para realizar el trámite y en tal virtud no realizaron el reclamo. Mientras que el 67% no realizaron ningún reclamo porque no se ha presentado problemas y el servicio de internet por fibra óptica está trabajando normalmente.

Interpretación

La mayoría de los usuarios no presentaron ningún reclamo en vista que no tenían problemas con el servicio de internet. Por otro lado, existe un pequeño grupo de personas que no realizan reclamos porque desconocen de los derechos y a la vez no saben cómo probar el problema. Lo último pondría en duda la necesidad del reclamo. Ciertamente existe un porcentaje menor que efectuó el reclamo, pero para la institución es significativa ya que su objetivo es brindar el mejor servicio para satisfacer las necesidades de todos sus clientes.

3.7 Análisis general de las encuestas

Se puede concluir que la parroquia Izamba, distrito N°10 se encuentra ocupando el servicio de internet por fibra óptica y consideran que el servicio brinda mayor comodidad en los hogares y velocidad de internet para conectarse con facilidad a las redes sociales, facilita descargar videos entre otros, por otro lado, consideraron acerca del costo y la comparación con la competencia que el costo por el servicio de voz más datos, que ellos adquirieron es elevado, puesto que se encuentra en valores superiores a los 26 dólares, y solo una pequeña cantidad de personas aseguran que su servicio de internet es relativamente bajo con valores menores a los 22 dólares; sin embargo a pesar de no estar de acuerdo con el costo, ellos se sienten a gusto por la velocidad del internet y de esta manera pueden utilizar las aplicaciones que son beneficiosas tanto para sus hogares, trabajos o estudios.

Es evidente considerar que al tener un servicio de internet por fibra óptica tienen una muy buena calidad para cualquier actividad que deseen desarrollar (descargar videos, documentos, navegar en internet, redes sociales, etc.) mediante páginas web o aplicaciones. La calidad de un sistema de internet por fibra óptica permite entrar a un nuevo mundo a las personas y mejorar cualquier servicio de internet sin importar las condiciones climáticas en la que se encuentre, lo que no sucedía con el internet a través de cobre, como sabemos la innovación tecnológica siempre mejora la calidad para la transmisión.

En un pequeño porcentaje de personas encuestadas dicen que hace un año atrás la percepción de internet era peor con respecto a la actualidad. Puesto que otra gran parte de personas están de acuerdo en que el servicio de internet de hace un año es el mismo que el actual, las conexiones de internet evoluciona con las nuevas tecnologías, todos tienen una apreciación de que el servicio de internet será mucho mejor no solo para el próximo año aumentando el número de personas que cuentan por lo menos con un dispositivo celular inteligente con aplicaciones actualizadas o que se actualizan automáticamente, el mismo que tiene características suficientes para una conexión a internet, adicionalmente los usuarios manifiestan poseer computadoras portátiles a más de computadoras de escritorio.

Además, nadie realiza una prueba de control de velocidad a su servicio de internet para comprobar su estado, ya que están interesados en usar únicamente sus funciones y no le prestan tanto interés a verificar su rapidez o funcionalidad, el servicio de internet presenta problemas al momento de realizar video/audio llamadas como primer punto, en este caso los usuarios manifestaron usar aplicaciones como Facebook o whatsapp, las mismas que se encuentran en evolución para ese

tipo de servicio. Como segundo punto se tiene que simplemente cuando navega se presenta problemas con el servicio de internet. En CNT se da la asistencia de control para el servicio de internet, simplemente comunicándose con servicio técnico, el horario con mayor inconveniente es el de 18h00 a 22h00, considerado como las horas pico, puesto que es el horario en el cual la gente suele llegar a sus casas después del trabajo o estudio en algunos casos, por ende, es cuando la red se encuentra con gran cantidad de usuarios conectados al mismo tiempo; aun así, al estar transmitiendo datos por fibra óptica, estos fluyen con normalidad independientemente de la cantidad de usuarios que se encuentren en línea, por parte del servicio técnico el tiempo en instalación de la fibra óptica fue llevado de una manera rápida, ya que es lo que indica los porcentajes obtenidos de las encuestas realizadas a los usuarios del sector de Izamba, Distrito N°10. Únicamente un bajo porcentaje se siente insatisfecho por el tiempo del proceso de instalación del servicio adquirido, estos pudieron suceder por diversos motivos (no hubo comunicación con respecto a horario de instalación, faltó una herramienta, entre otros), lo que denota que son circunstancias poco significativas y los trabajos generalmente son atendidos de manera rápida para que los clientes se sientan satisfechos con el servicio prestado.

Como se puede evidenciar la mayoría de las personas consideran que la calidad de instalación fue buena, puesto que no existió ninguna persona que tenga un criterio de que la calidad de instalación fue mala, el servicio que ofrece CNT en internet por fibra óptica cumple con la aceptación por parte de los usuarios, puesto que se da las facilidades sin interrumpir la comodidad de los clientes como también se da la libertad a los mismos para que ubiquen el lugar en el cual desean que se instale la fibra óptica en conjunto con la ONT, para mayor seguridad la calidad de los materiales instalados son adecuados y resistentes, durante los últimos dos meses en los cuales se midió como fue el servicio de internet por fibra óptica, se acoge que no existieron mayores problemas con el mismo. Además de que la mayoría de personas dijeron no tener inconvenientes, son pocas las personas encuestadas que se sienten insatisfechos mas no por la calidad sino por alguna pequeña circunstancia que por no afectar la comodidad prefieren realizar una llamada en busca de ayuda, por lo que de inmediato busca una solución y las personas afectadas obtienen la ayuda del soporte técnico de CNT. Existe un bajo nivel de problemas con el servicio de internet por fibra óptica se debe a que existió lentitud, saturación, o mala conexión estos inconvenientes afectan la tranquilidad del cliente, sin embargo ellos afirman que también gracias a la situación dada pueden realizar un pare a sus funciones y descansar, ese fue el reclamo que se da con mayor frecuencia por parte de los usuarios que manifestaron insatisfacción con el servicio.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Introducción

En este capítulo se presenta la simulación de una red GPON sobre el software Optisystem en el cual se introduce los valores reales de potencia de Rx (Recepción) y Tx (Transmisión) previamente obtenidos de la red óptica implementada en el distrito F02_10 en el sector de Izamba (caso de estudio) a través del Gestor U2000, dicho gestor ocupa la Corporación Nacional de Telecomunicación E.P para monitorear y configurar tanto la OLT y las ONTs de manera remota.

La serie SmartAX 5600T es una OLT de la marca Huawei que está compuesta por 14 tarjetas y cada una de estas con 8 puertos PON; además de contener tarjetas para gestión y control, enlaces de subida, servicios y tráfico de telefonía, estas tarjetas PON tienen su respaldo y vienen identificadas como zonas de servicio trabajo-protección. Existen 56 zonas de servicio en todo el chasis de la OLT que son habilitadas en orden teniendo en cuenta las tarjetas en modo trabajando y modo protección. La nomenclatura ocupada para la OLT para su identificación es:

ZS-N=OLT/Posición Tarjeta/Puerto GPON (Trabajo)& OLT/Posición Tarjeta/Puerto GPON (Protección)

En Donde OLT indica el número de OLT instalada, por otro lado, la posición de la tarjeta es en qué posición de servicio está la tarjeta, finalmente el puerto GPON señala que posición dentro de la tarjeta brinda el servicio.

En la Tabla 1-4 y la Figura 1-4 se especifica de mejor manera la distribución de las zonas de servicio con su respectivo respaldo en el rack de la OLT.

Tabla 1-4: Distribución de las zonas de servicio con su respectivo respaldo.

	Trabajando			Protección				Trabajando			Protección		
	OLT	Posicion tarjeta	Puerto	OLT	Posicion tarjeta	Puerto		OLT	Posicion tarjeta	Puerto	OLT	Posicion tarjeta	Puerto
ZS-1	0	1	0	0	2	0	ZS-29	0	7	4	0	8	4
ZS-2	0	1	1	0	2	1	ZS-30	0	7	5	0	8	5
ZS-3	0	1	2	0	2	2	ZS-31	0	7	6	0	8	6
ZS-4	0	1	3	0	2	3	ZS-32	0	7	7	0	8	7
ZS-5	0	1	4	0	2	4	ZS-33	0	11	0	0	12	0
ZS-6	0	1	5	0	2	5	ZS-34	0	11	1	0	12	1
ZS-7	0	1	6	0	2	6	ZS-35	0	11	2	0	12	2
ZS-8	0	1	7	0	2	7	ZS-36	0	11	3	0	12	3
ZS-9	0	3	0	0	4	0	ZS-37	0	11	4	0	12	4
ZS-10	0	3	1	0	4	1	ZS-38	0	11	5	0	12	5
ZS-11	0	3	2	0	4	2	ZS-39	0	11	6	0	12	6
ZS-12	0	3	3	0	4	3	ZS-40	0	11	7	0	12	7
ZS-13	0	3	4	0	4	4	ZS-41	0	13	0	0	14	0
ZS-14	0	3	5	0	4	5	ZS-42	0	13	1	0	14	1
ZS-15	0	3	6	0	4	6	ZS-43	0	13	2	0	14	2
ZS-16	0	3	7	0	4	7	ZS-44	0	13	3	0	14	3
ZS-17	0	5	0	0	6	0	ZS-45	0	13	4	0	14	4
ZS-18	0	5	1	0	6	1	ZS-46	0	13	5	0	14	5
ZS-19	0	5	2	0	6	2	ZS-47	0	13	6	0	14	6
ZS-20	0	5	3	0	6	3	ZS-48	0	13	7	0	14	7
ZS-21	0	5	4	0	6	4	ZS-49	0	15	0	0	16	0
ZS-22	0	5	5	0	6	5	ZS-50	0	15	1	0	16	1
ZS-23	0	5	6	0	6	6	ZS-51	0	15	2	0	16	2
ZS-24	0	5	7	0	6	7	ZS-52	0	15	3	0	16	3
ZS-25	0	7	0	0	8	0	ZS-53	0	15	4	0	16	4
ZS-26	0	7	1	0	8	1	ZS-54	0	15	5	0	16	5
ZS-27	0	7	2	0	8	2	ZS-55	0	15	6	0	16	6
ZS-28	0	7	3	0	8	3	ZS-56	0	15	7	0	16	7

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés



Figura 1-4: Distribución de zonas de servicio con su respectivo respaldo en el rack de la OLT.
Fuente: CNT E.P,2012

En la Tabla 2-4 se observa los valores de Transmisión y Recepción de cada ONT correspondiente a la zona de servicio ZS-28 en donde la OLT 0 es por ser la única instalada por el momento en el sector de Izamba, posición de tarjeta 7 es por la séptima tarjeta de servicio colocada en el rack de la OLT, Puerto 3 es el puerto habilitado para brindar el servicio GPON, finalmente Identificador ONT es la etiqueta de cada ONT instalada. La pestaña de Identificador ONT no indica una secuencia lógica del 0 al 31 debido a que esa etiqueta fue creada anteriormente de esa manera, pero sin embargo hay que tener claro que la división de la señal óptica es de 1:32.

Tabla 2-4: Potencias de Tx y Rx de cada una de las ONT instaladas en F02_10 puerto GPON 3.

Potencias de Transmisión y Recepción en dBm puerto 3 GPON					
OLT	Posición tarjeta	Puerto GPON	Identificador ONT	Potencia de Transmisión Óptica (dBm)	Potencia de Recepción Óptica (dBm)
0	7	3	0	2,21	-18,57
0	7	3	1	2,18	-17,49
0	7	3	2	2,14	-17,54
0	7	3	4	2,31	-18,72
0	7	3	5	2,29	-16,19
0	7	3	6	2,3	-16,25
0	7	3	7	2,17	-17,77
0	7	3	8	2,21	-15,62
0	7	3	9	2,26	-15,84
0	7	3	10	2,22	-17,32
0	7	3	11	2,21	-18,44
0	7	3	13	2,27	-19,43
0	7	3	14	2,26	-16,74
0	7	3	15	2,1	-15,37
0	7	3	16	2,3	-17,04
0	7	3	17	2,17	-16,79
0	7	3	18	2,16	-17,16
0	7	3	19	2,21	-18,56
0	7	3	20	2,19	-23,86
0	7	3	22	2,16	-17,03
0	7	3	23	2,24	-17,9
0	7	3	24	2,11	-16,81
0	7	3	25	1,86	-17,75
0	7	3	26	2,11	-27,21
0	7	3	27	1,95	-17,03
0	7	3	28	1,95	-15,97
0	7	3	29	2,22	-19,35
0	7	3	31	2,23	-17,9
0	7	3	32	2,16	-18,86

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Holguer Manjarrés

En la Tabla 3-4 se observa los valores de Transmisión y Recepción de cada ONT correspondiente a la zona de servicio ZS-29 en donde la OLT 0 es la única instalada en el sector de Izamba, posición de tarjeta 7 es por la séptima tarjeta de servicio colocada en el rack de la OLT, Puerto 4 es el puerto habilitado para brindar el servicio GPON, finalmente Identificador ONT es la etiqueta de cada ONT instalada.

Tabla 3-4: Potencias de Tx y Rx de cada una de las ONT instaladas en F02_10 puerto GPON4.

Potencias de Transmisión y Recepción en dBm puerto 4 GPON					
OLT	Posición tarjeta	Puerto GPON	Identificador ONT	Potencia de Transmisión Óptica (dBm)	Potencia de Recepción Óptica (dBm)
0	7	4	0	2,27	-15,76
0	7	4	1	2,1	-17,93
0	7	4	2	2,21	-15,78
0	7	4	3	2,21	-16,45
0	7	4	4	2,29	-16,11
0	7	4	5	2,16	-15,08
0	7	4	6	2	-18,06
0	7	4	7	2,21	-24,48
0	7	4	8	2,3	-16,75
0	7	4	9	2,27	-14,94
0	7	4	10	2,15	-17,07
0	7	4	11	2,18	-18,21
0	7	4	12	2,17	-14,78
0	7	4	13	2,21	-14,88
0	7	4	14	2,19	-14,8
0	7	4	15	2,14	-15,13
0	7	4	16	2,27	-16,88
0	7	4	17	2,26	-15,97
0	7	4	18	2,1	-17,01
0	7	4	19	2,3	-16,96
0	7	4	20	2,26	-15,07
0	7	4	21	2,16	-17,1
0	7	4	22	2,26	-15,86
0	7	4	23	2,26	-17,01
0	7	4	24	2,15	-15,18
0	7	4	26	2,15	-14,75
0	7	4	27	2,18	-15,83
0	7	4	28	2,21	-15,57
0	7	4	29	2,86	-17,39
0	7	4	30	2,13	-16,04
0	7	4	31	2,2	-17,64
0	7	4	32	2,1	-15,73

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Holguer Manjarrés

En la Tabla 4-4 se observa los valores de Transmisión y Recepción de cada ONT correspondiente a la zona de servicio ZS-34 en donde la OLT 0 es por ser la única instalada por el momento en el

sector de Izamba, posición de tarjeta 11 es por la onceava tarjeta de servicio colocada en el rack de la OLT, Puerto 1 es el puerto habilitado para brindar el servicio GPON, finalmente Identificador ONT es la etiqueta de cada ONT instalada.

Tabla 4-4: Potencias de Tx y Rx de cada una de las ONT instaladas en F02_10 puerto 1.

Potencias de Transmisión y Recepción en dBm					
OLT	Posición tarjeta	Puerto GPON	Identificador ONT	Potencia de Transmisión Óptica (dBm)	Potencia de Recepción Óptica (dBm)
0	11	1	0	2,21	-16,12

Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Holguer Manjarrés

Los datos de las tablas 2-4,3-4 y 4-4 se ingresaron en el software Optisystem versión 14.2.0.703 dedicado al diseño de Software Ópticos y en el que se evaluó la red óptica instalada, que observa parámetros de desempeño de la red a través de múltiples analizadores como por ejemplo diagrama de ojo, y analizador de BER.

4.2 Diagrama de bloques de la Red GPON

En la figura 2-4 se identifica las etapas por donde se transmite la longitud de onda desde el bloque de transmisión OLT (Optical Line Terminal) hacia la red feeder o red de alimentación, dicha red interconecta al distribuidor con la planta externa para proceder a dividir la señal óptica mediante un splitter de 1:32 por cada hilo de alimentación ubicado en el FDH o Armario ubicado en la calzada de la vía principal.

Finalmente se brinda el servicio a cada una de las 32 ONTs ubicada donde los abonados, hasta aquí se ha cumplido el proceso de subida de información anteriormente explicado, ahora es tarea de la ONT ocupar la ventana de 1310nm para el downstream. El proceso se realiza millones de veces ocupando la multiplexación TDMA.

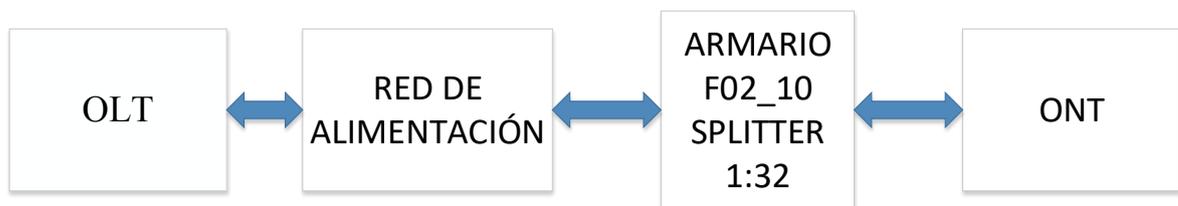


Figura 2-4: Diagrama de bloques de simulación.

Fuente: Realizado por Holguer M.

4.3 Simulación

4.3.1 Diagrama de flujo de la Red GPON

En relación a la Figura 3-4 el diagrama de flujo de la red GPON describe la secuencia que debe seguirse para la simulación de la red óptica. Se configura la ventana de 1490nm upstream para el transmisor seguido de la distancia de 6 km especificada en el Anexo N°6 literal 3.2.1, después que la señal óptica es dividida a través del splitter 1:32 según el modelo de casas masivo se ingresa las potencias de transmisión y recepción de las tablas 2-4,3-4 y 4-4 entonces si dichas potencias cumplen con la potencia establecida con la normativa CNT pasa a un fotodetector para la conversión óptica-eléctrica y su posterior presentación del diagrama de BER y diagrama de OJO. Caso contrario se debe ingresar la potencia dentro del rango admitido y continuar con el proceso establecido.

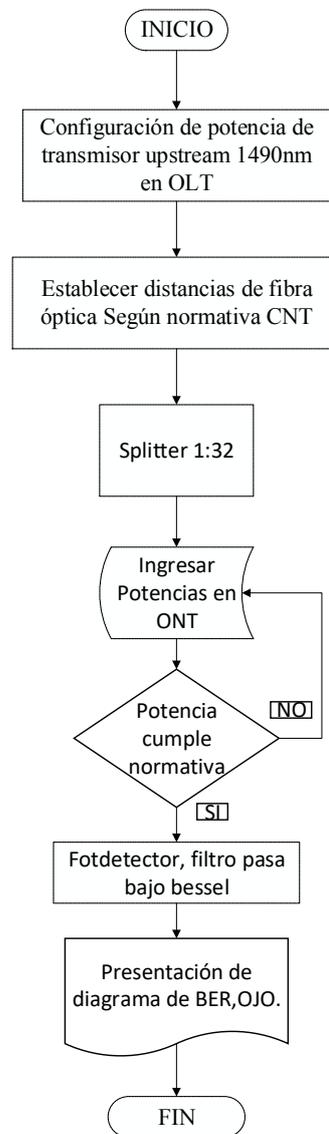


Figura 3-4: Diagrama de flujo de simulación.

Fuente: Realizado por Holguer M.

4.3.2 Simulación de la red óptica en Optisystem

Se ha creado diferentes subsistemas para la simulación.

4.3.2.1 Subsistema de transmisión OLT

En la Figura 4-4 la parte de transmisión se encuentra formado por un transmisor óptico no retorno a cero (NRZ) configurado a 1490nm que con una amplificación ramán es multiplexada a través de un Ideal Mux.

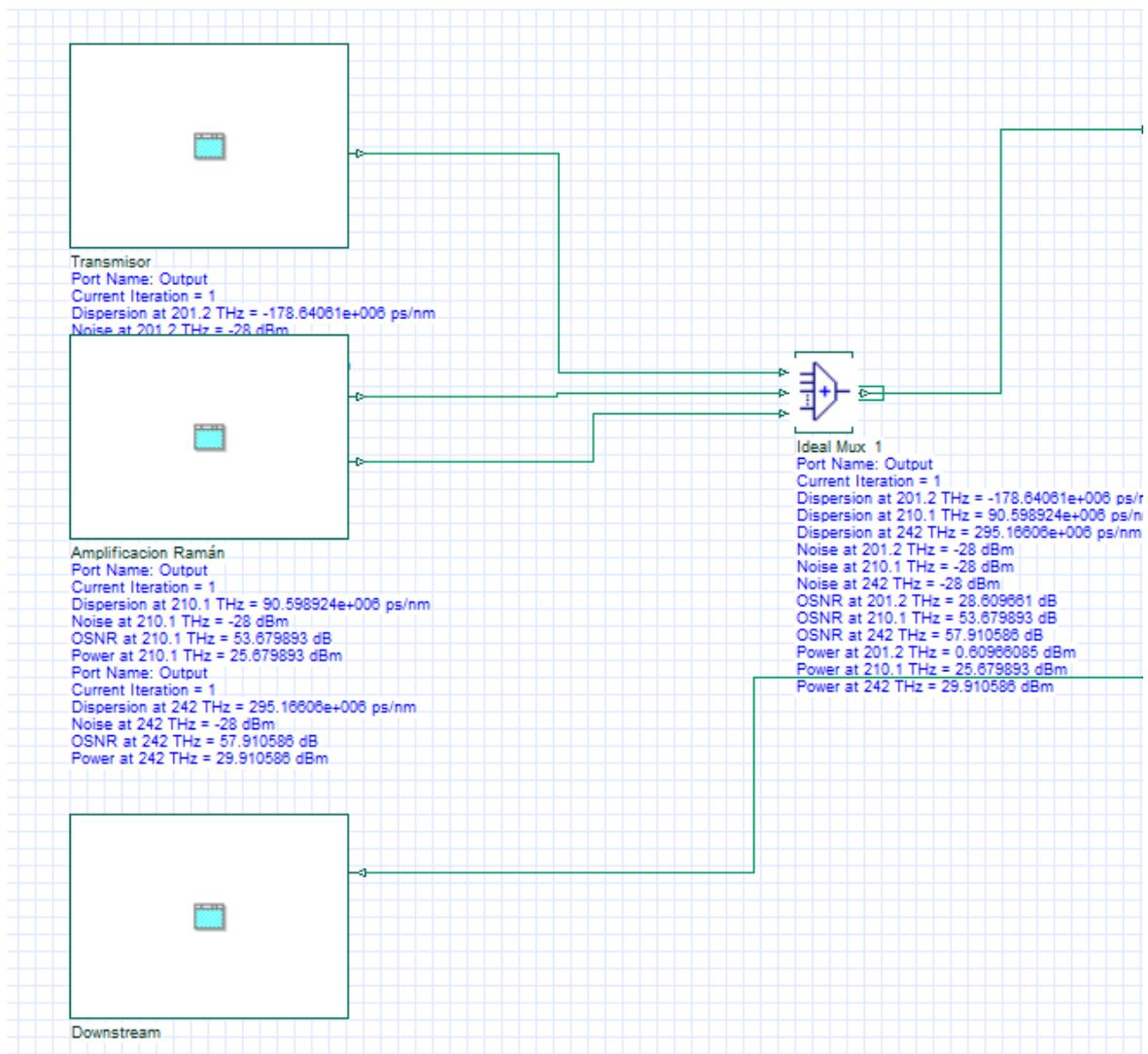


Figura 4-4: Diagrama de transmisión OLT.

Fuente: Realizado por Holguer M.

4.3.2.2 Subsistema de la red feeder

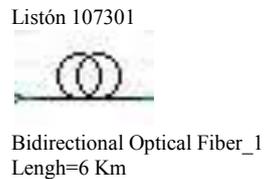


Figura 5-4: Red Feeder.
Fuente: Optisystem

En la Figura 5-4 se visualiza uno de los listones o bien conocidos como hilos feeder formados por fibra óptica bidireccional ITU-T G652 que se conectaran a cada splitter para su debida división de haz de luces, según normativa CNT E.P (Anexo N°6) la distancia debe poseer como máximo 6 Km.

La nomenclatura del listón 107301 indica que es 1 por ser el primer rack, 07 la séptima tarjeta de aquel rack, el numero 3 es porque se ocupa el tercer puerto de la séptima tarjeta y 01 es el primer splitter.

4.3.2.3 Subsistema del Splitter

En la Figura 6-4 muestra el subsistema que se compone de un filtro butterworth para una ventana de 1490nm con una anchura de 5nm colocado para el puerto de entrada del splitter de 1:32, a su vez se ocupa un optical delay de 1ms según ITU T G 984.2 a la salida.

Conjuntamente se trabaja con un optical attenuator de 2dB valor entero cerrado proveniente de la tabla 5-4 para la longitud de onda de 1310 nm.

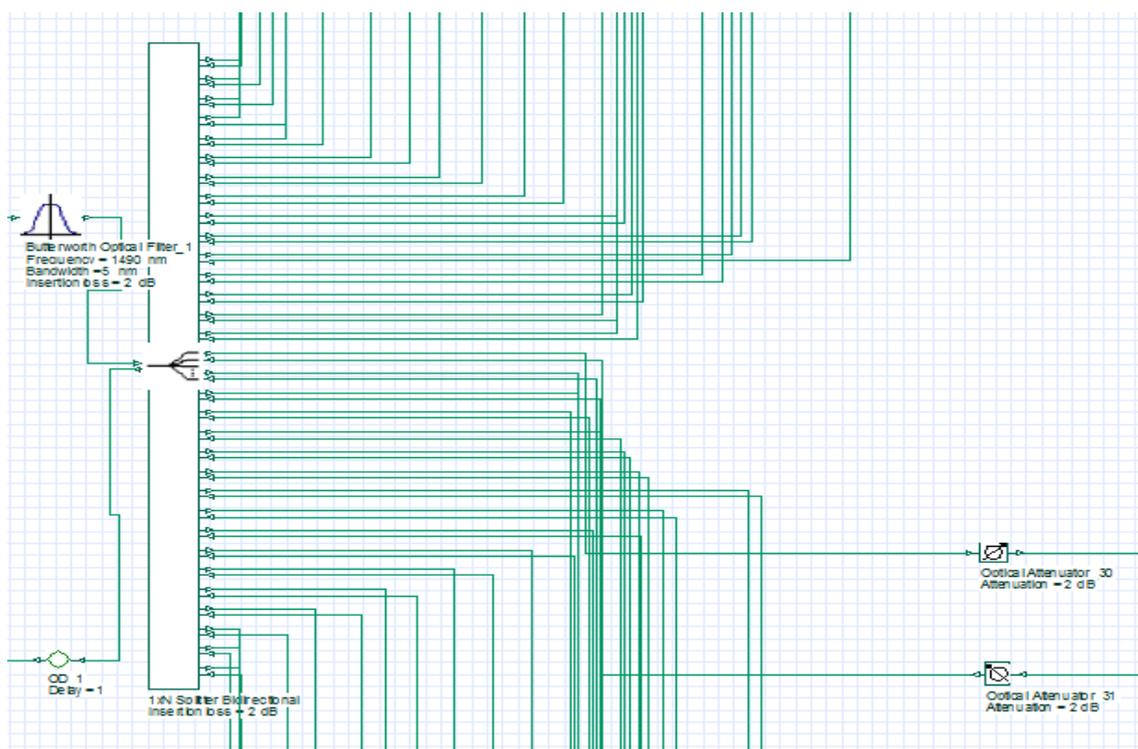


Figura 6-4: Diagrama de transmisión OLT.

Fuente: Realizado por Holguer M.

4.3.2.4 Subsistema del ONT

En la figura 8-4 el diagrama de ONT está compuesto por un fotodetector PIN que recibe la señal óptica atenuada, y que es filtrada por Filtro Bessel para poder visualizarse el factor Q así como el diagrama de ojo.

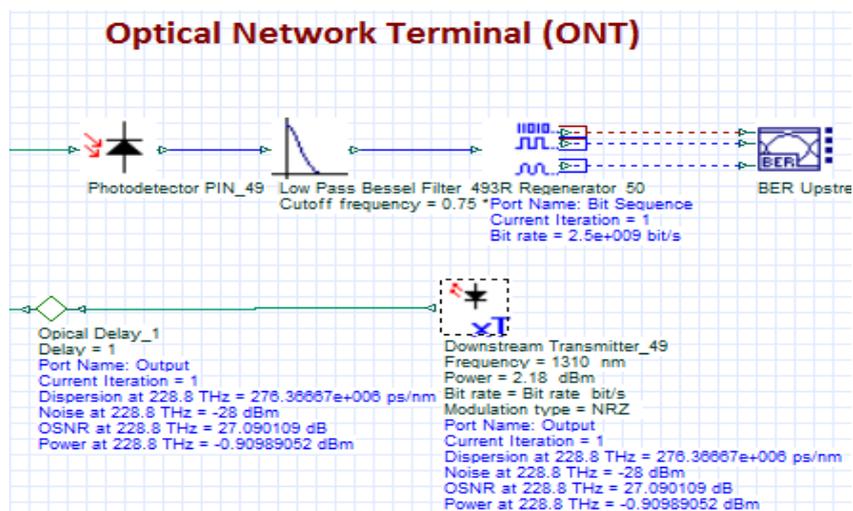


Figura 7-4: Diagrama de Recepción ONT.

Fuente: Realizado por Holguer M.

En el Figura 8-4 se observa la simulación en el programa optisystem de nuestra red GPON implementada en el distrito F02_10 que consta con un bloque transmisor OLT , una red alimentadora o red feeder que ocupa tres hilos y tres splitter para dividir la señal de 1:32 por cada uno y de tal manera alimentar a cada ONT.

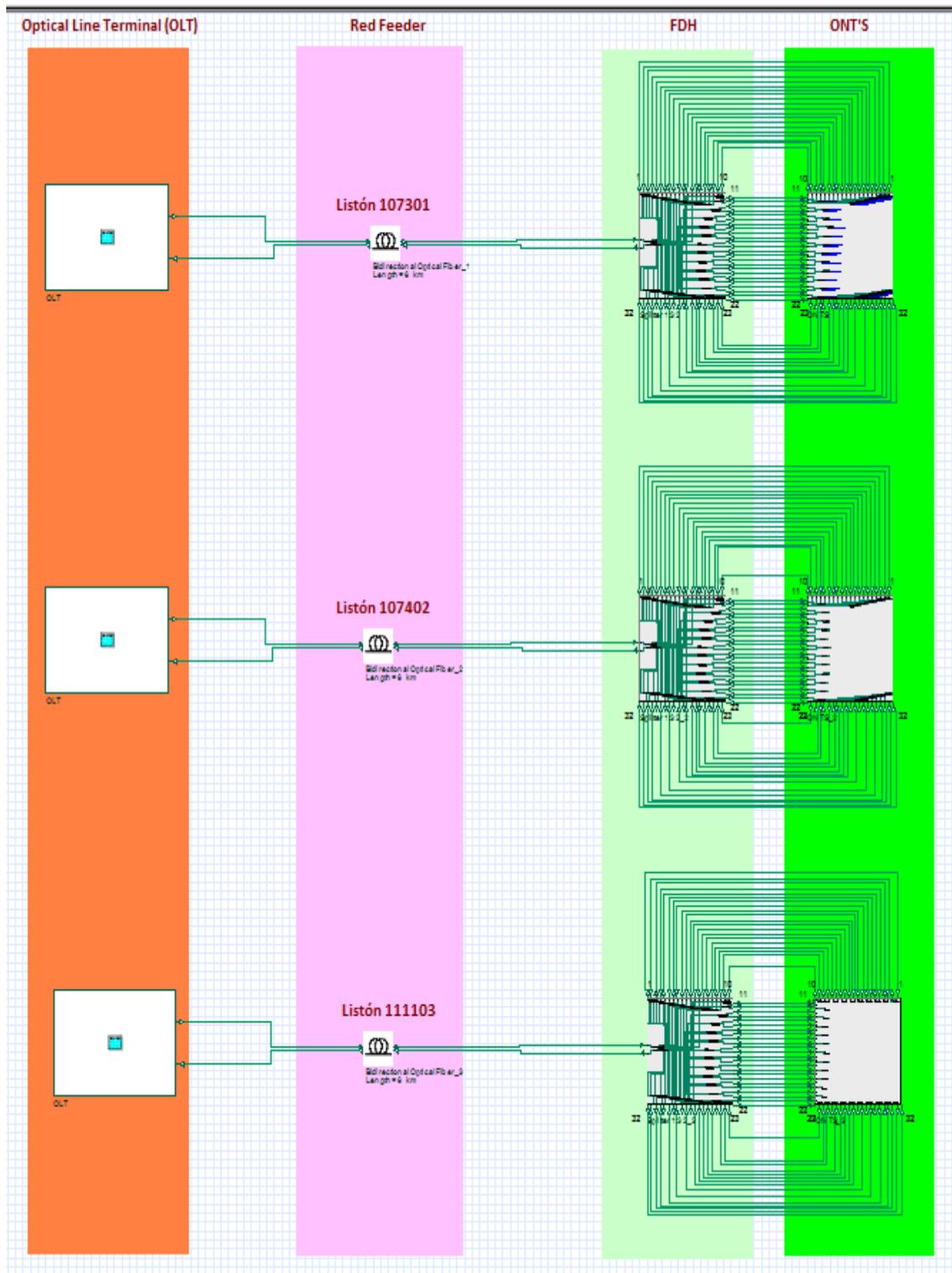


Figura 8-4: Diagrama de bloques de simulación en Optisystem.

Fuente: Realizado por Holguer M.

4.4 Resultados de Simulación

Los siguientes resultados a presentarse son la respuesta a la simulación de la red óptica del distrito F02_10 de Izamba en el que se analiza el factor de calidad, el bit error ratio (BER) y el diagrama de ojo.

4.4.1 Factor Q y Bit Error Ratio (BER)

El factor Q indica el comportamiento del sistema a través de distintos factores como atenuación, dispersión, efectos lineales no lineales y ruidos. Dicho comportamiento se ve reflejado principalmente en el parámetro BER.

EL BER es una relación de los bits correctamente recibidos vs los bits erróneos. Esta relación está orientada a cifrado y descifrado del mensaje.

En las siguientes imágenes se pone como ejemplo a la ONT 0 conectada al hilo 1 y la ONT 34 conectada al hilo 31 del splitter 01 que corresponde a la primera y última ONT respectivamente. Los demás splitters con sus ONTs presentan valores similares por lo que solamente ejemplificaremos la ONT 0 y la ONT 32.

En la Figura 9-4 podemos observar un factor de calidad de 23.03 y el mínimo BER de $9.612e-118$ del correspondiente a la ONT 0

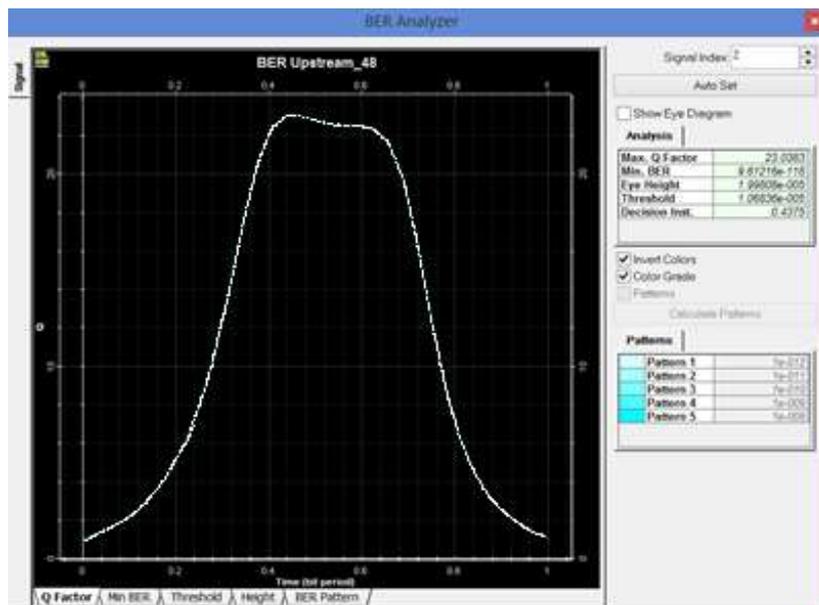


Figura 9-4: Analizador de BER ONT 0 feeder 1.

Fuente: Realizado por Holguer M.

En la Figura 10-4 podemos observar el factor de calidad de 20.19 y el mínimo BER de 4.96×10^{-91} del hilo 31 del splitter uno que corresponde a la ONT 34

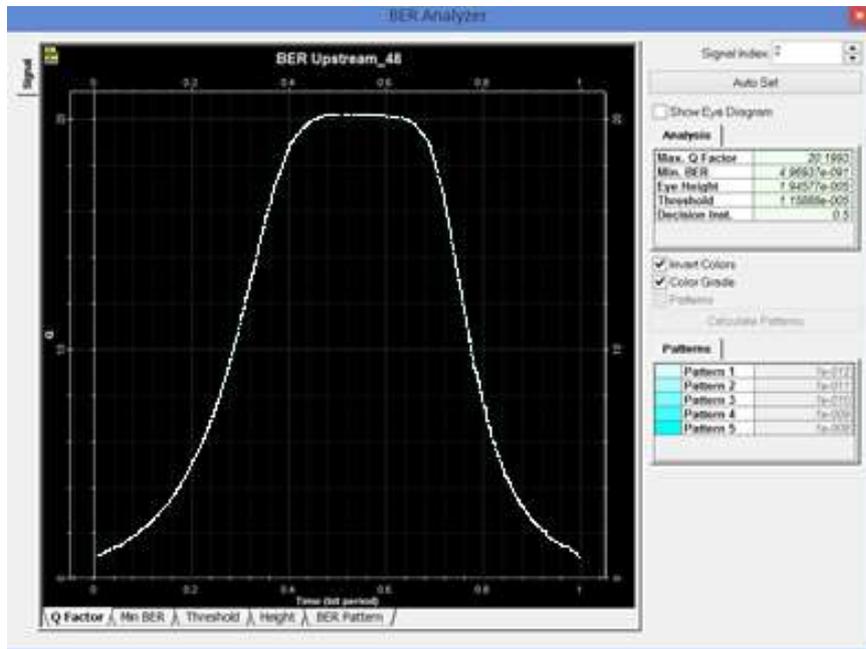


Figura 10-4: Analizador de BER ONT 32 feeder 1.
Fuente: Realizado por Holguer M.-

4.4.2 Diagrama del Ojo

El diagrama del Ojo está diseñado para mostrar las diferentes combinaciones de ceros y unos en un determinado tiempo y con cantidad de bits establecidos, visualizando propagaciones de pulsos a través de la Fibra Óptica.

La Figura 11-4 muestra el diagrama del ojo y las diferentes combinaciones de 0 y 1 de la ONT 0 del splitter 1.

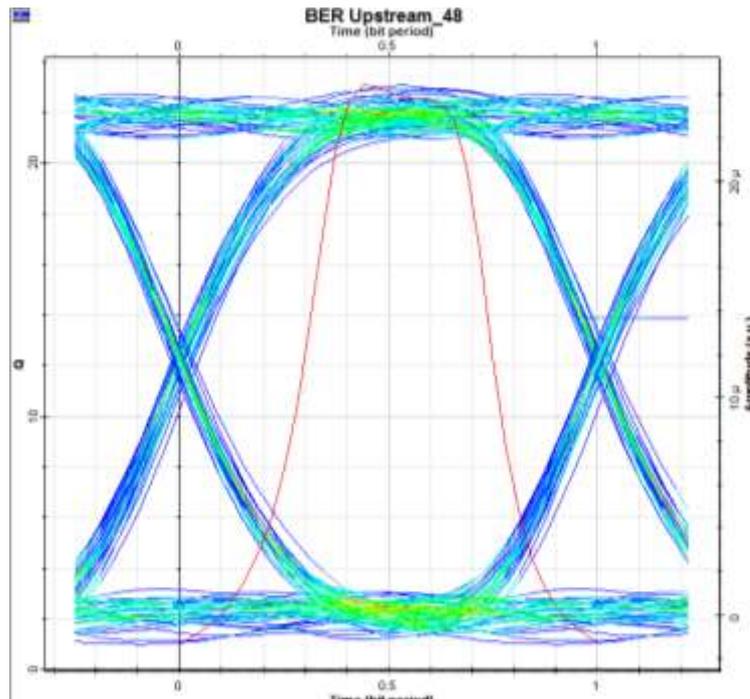


Figura 11-4: Diagrama de OJO ONT 0 feeder 1.

Fuente: Realizado por Holguer M.

La Figura 12-4 muestra el diagrama del ojo y las diferentes combinaciones de 0 y 1 de la ONT 32 del splitter 1.

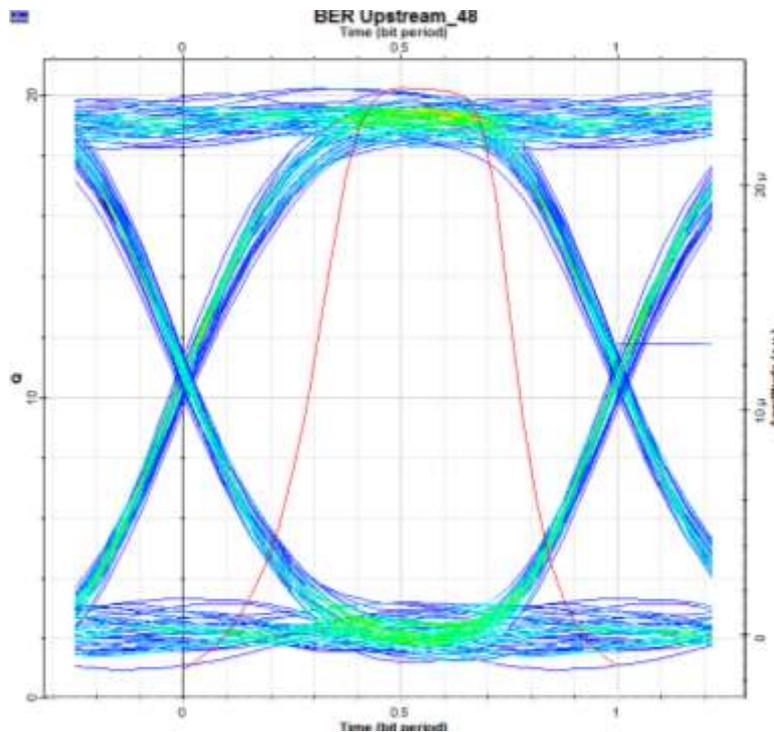


Figura 12-4: Diagrama de OJO ONT 32 feeder 1.

Fuente: Realizado por Holguer M.

4.5 Evaluación de Parámetros Ópticos bajo normativa CNT

4.5.1 Situación actual

El sector comprendido entre las calles Gabriel Román y Rafael Darquéa situado en la parroquia de Izamba, donde se implementó el proyecto de fibra óptica era un sector limítrofe y sufría de anchos de banda reducidos debido a la distancia mayor a 3 kilómetros desde la central telefónica en tecnología xDSL sobre cobre. Por tal motivo se optó por implementar una red GPON que brinda capacidades altas de transmisiones.

4.5.2 Red GPON distrito F02_10

La red GPON para el distrito 10 de Izamba consta de la red de alimentación y la red de distribución canalizada mientras que para la red de dispersión puede ser canalizada como aérea dependiendo de su uso.

4.5.2.1 Red feeder

La CNT E. P consta con una red de alimentación tipo G652D de 1-12 hilos con una distancia de 44.20 mts contando con una reserva de 15mts canalizado que parte desde la OLT hasta la manga troncalizada ubicada en el pozo más cercano hasta el distrito F02_10, que a partir del mismo se deriva la red de distribución. Como se puede ver en la figura 13-4.



Figura 13-4: Red de alimentación del distrito F02_10.

Fuente: Realizado por Holguer M.

4.5.2.2 Red de distribución.

La red de distribución esta integrada por un cables de fibra óptica aérea tipo G652D con un total de 4385.70 mts integrando a las series A, B, C, D, E y F. En la figura 11-4 se observa unas de las NAP pertenecientes a la serie A, B y C.



Figura 14-4: Red de alimentación del distrito.

Fuente: Realizado por Holguer M.

4.5.2.3 Red de dispersión.

Para la red de dispersión se ocupó un cable drop de dos hilos (azul-tomate) tipo G657A desde la NAP hacia una roseta óptica ubicada donde el cliente. Del cable drop se ocupó por normativa el hilo azul fusionado a un pigtail dentro de dicha roseta, para su posterior conexión a la ONT mediante un patch cord SC-APC.

4.5.3 Presupuesto Óptico

La incorporación de elementos a la red GPON representa atenuaciones dentro de las cuales se encuentran los splitters dependiendo de la división de la señal óptica, conectores mecánicos, fusiones y la fibra óptica en si dependiendo de la ventana óptica a ocuparse. La Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P posee varios modelos de diseño de la red de distribución óptica como son:

- Modelo Masivo Casas
- Modelo Edificios
- Modelo Móvil 3G y 4G. Véase Anexo 6

La figura 15-4 se aprecia el modelo de red GPON implementado para masivos/casas del sector de Izamba Distrito F02_10

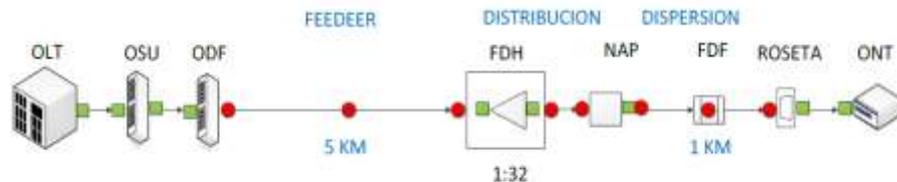


Figura 15-4: Modelo de GPON Masivos/Casas.
Fuente: CNT E.P,2015

En la tabla 5-4 presenta un total de presupuesto óptico de 23.38 dB de atenuación correspondiente a la última NAP de toda la red (NAP A1) dicha atenuación se encuentra dentro del rango admitido por la CNT E.P según Anexo N°4. Según la recomendación ITU-T G671 define que las atenuaciones para cada conector óptico tienen un máximo de 0.5dB, es por lo que la totalidad de la pérdida ocupando 8 conectores nos da 4dB, al mismo tiempo en la recomendación ITU T G751 indica que para los empalmes de fusión tienen una pérdida de 0.10dB por cada uno, de tal modo que obtenemos 0.70dB.

Dado que el modelo Masivo/Casas ocupa un splitter 1:32 como se observa en el Anexo N.º 6 literal 3.2.1 obtenemos una pérdida por división de señal óptica de 17.50dB y dado que se ha ocupado 3.38Km de Fibra Óptica desde el FDH hasta la NAP multiplicamos por 0.35dB/Km obteniendo 1.18dB. En conclusión, todas las sumas de las pérdidas totales nos dan un valor de 23.38 dB.

Tabla 5-4 Presupuesto Óptico de la NAP más distante A1.

PLANILLA PARA PRESUPUESTO ÓPTICO

CAJA DE DISTRIBUCIÓN OPTICA (NAP):
MARGEN DE ATENUACION MAXIMO
ESTABLECIDO:

2088.FT02_10_A1

25 dB

Elementos de la Red de Fibra Optica		A1		
		Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Perdida (dB)
Connectors (mated) ITU671=0.5dB		8,00	0,50	4,00
Fusion splices ITU751=0.1db average		7,00	0,10	0,70
Mechanical Splices ITU 751=0.1dB average		0	0,20	0,00
Splitters	1x2	0	3,50	0,00
	1x4	0	7,00	0,00
	1x8	0	10,50	0,00
	1x16	0	14,00	0,00
	1x32	1	17,50	17,50
	1x64	0	21,00	0,00
	2X4	0	7,90	0,00
	2X8	0	11,50	0,00
	2X16	0	14,80	0,00
	2X32	0	18,50	0,00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	3,38	0,35	1,18
	1490nm	0	0,30	0,00
	1550nm	0	0,25	0,00
GRAND TOTAL (dB)				23,38

Fuente: CNT E. P

Realizado por: Holguer Manjarrés

De igual manera se procede a presentar en la tabla 6-4 el presupuesto óptico de las NAP terminales de cada serie B1= 23.35 dB, D1= 23.33dB, E1=23.35dB y F1=23.28dB.

Tabla 6-4 Presupuesto Óptico de las NAPS terminales B1, D1, E1, F1.

PLANILLA PARA PRESUPUESTO ÓPTICO

Elementos de la Red de Fibra Optica	B1			D1			E1			F1		
	Cantidad	Perdida de elemento Tipica (dB)	Total Perdida (dB)	Cantidad	Perdida de elemento Tipica (dB)	Total Perdida (dB)	Cantidad	Perdida de elemento Tipica (dB)	Total Perdida (dB)	Cantidad	Perdida de elemento Tipica (dB)	Total Perdida (dB)
Connectors (mated) ITU671=0.5Db	8,00	0,50	4,00	8,00	0,50	4,00	8,00	0,50	4,00	8,00	0,50	4,00
Fusion splices ITU751=0.1db average	7,00	0,10	0,70	7,00	0,10	0,70	7,00	0,10	0,70	7,00	0,10	0,70
Mechanical Splices ITU 751=0.1dB average	0	0,20	0,00	0	0,20	0,00	0	0,20	0,00	0	0,20	0,00
Splitters	0	0	3,50	0,00	0	3,50	0,00	0	3,50	0,00	0	3,50
	0	0	7,00	0,00	0	7,00	0,00	0	7,00	0,00	0	7,00
	0	0	10,50	0,00	0	10,50	0,00	0	10,50	0,00	0	10,50
	0	0	14,00	0,00	0	14,00	0,00	0	14,00	0,00	0	14,00
	1x32	1	17,50	17,50	1	17,50	17,50	1	17,50	17,50	1	17,50
	1x64	0	21,00	0,00	0	21,00	0,00	0	21,00	0,00	0	21,00
	2X4	0	7,90	0,00	0	7,90	0,00	0	7,90	0,00	0	7,90
	2X8	0	11,50	0,00	0	11,50	0,00	0	11,50	0,00	0	11,50
	2X16	0	14,80	0,00	0	14,80	0,00	0	14,80	0,00	0	14,80
2X32	0	18,50	0,00	0	18,50	0,00	0	18,50	0,00	0	18,50	
2X64	0	21,30	0,00	0	21,30	0,00	0	21,30	0,00	0	21,30	
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	3,29	0,35	1,15	3,22	0,35	1,13	3,29	0,35	1,15	3,10	0,35
	1490nm		0,30	0,00	0	0,30	0,00	0	0,30	0,00	0	0,30
	1550nm		0,25	0,00	0	0,25	0,00	0	0,25	0,00	0	0,25
GRAND TOTAL (dB)			23,35			23,33			23,35			23,28

Fuente: CNT E. P

Realizado por: Holguer Manjarrés

4.5.4 Balance óptico según Normativa CNT

Mediante la fórmula del cálculo de balance de potencias nosotros podemos comprobar que las ONT instaladas y funcionando cumplen con parámetros ópticos óptimos y que se está cumpliendo la normativa implantada por la CNT cuyo rango de potencias se encuentra entre -13 y -25 dB. Véase Anexo N° 5.

La inecuación del cálculo del balance óptico es:

$$Prx \leq Ptx - \alpha Total$$

Donde:

Prx: Sensibilidad mínima de recepción.

Ptx: Potencia del transmisor óptico.

αTotal: Perdidas totales.

En referencia a αTotal se ocupa el parámetro de recepción óptica de la tabla 2-4,3-4 y 4-4. En la tabla 7-4,8-4 y 9-4 ningún balance produce un desequilibrio en la inecuación.

Tabla 7-4 Inecuación del Balance Óptico.

<i>Prx ≤ Ptx - αTotal</i>				
Prx	≤	Ptx	-	αTotal
-25 dB	≤	3,71	-	-18,57 dB
-25 dB	≤	-14,86 dB		

Fuente: CNT E. P

Realizado por: Holguer Manjarrés.

Tabla 8-4 Inecuación del Balance Óptico del splitter 1.

ONT ID	Splitter 1		
0	-25 dB	≡	-14,86 dB
1	-25 dB	≡	-13,78 dB
2	-25 dB	≡	-13,83 dB
4	-25 dB	≡	-15,01 dB
5	-25 dB	≡	-12,48 dB
6	-25 dB	≡	-12,54 dB
7	-25 dB	≡	-14,06 dB
8	-25 dB	≡	-11,91 dB
9	-25 dB	≡	-12,13 dB
10	-25 dB	≡	-13,61 dB
11	-25 dB	≡	-14,73 dB
13	-25 dB	≡	-15,72 dB
14	-25 dB	≡	-13,03 dB
15	-25 dB	≡	-11,66 dB
16	-25 dB	≡	-13,33 dB
17	-25 dB	≡	-13,08 dB
18	-25 dB	≡	-13,45 dB
19	-25 dB	≡	-14,85 dB
20	-25 dB	≡	-20,15 dB
22	-25 dB	≡	-13,32 dB
23	-25 dB	≡	-14,19 dB
24	-25 dB	≡	-13,1 dB
25	-25 dB	≡	-14,04 dB
26	-25 dB	≡	-23,5 dB
27	-25 dB	≡	-13,32 dB
28	-25 dB	≡	-12,26 dB
29	-25 dB	≡	-15,64 dB
30	-25 dB	≡	-14,19 dB
31	-25 dB	≡	-15,15 dB

Fuente: CNT E. P

Realizado por: Holguer Manjarrés.

Tabla 9-4 Inecuación del Balance Óptico del splitter 2.

ONT ID	Splitter 2		
0	-25 dB	≤	-12,05 dB
1	-25 dB	≤	-14,22 dB
2	-25 dB	≤	-12,07 dB
3	-25 dB	≤	-12,74 dB
4	-25 dB	≤	-12,4 dB
5	-25 dB	≤	-11,37 dB
6	-25 dB	≤	-14,35 dB
7	-25 dB	≤	-20,77 dB
8	-25 dB	≤	-13,04 dB
9	-25 dB	≤	-11,23 dB
10	-25 dB	≤	-13,36 dB
11	-25 dB	≤	-14,5 dB
12	-25 dB	≤	-11,07 dB
13	-25 dB	≤	-11,17 dB
14	-25 dB	≤	-11,09 dB
15	-25 dB	≤	-11,42 dB
16	-25 dB	≤	-13,17 dB
17	-25 dB	≤	-12,26 dB
18	-25 dB	≤	-13,3 dB
19	-25 dB	≤	-13,25 dB
20	-25 dB	≤	-11,36 dB
21	-25 dB	≤	-13,39 dB
22	-25 dB	≤	-12,15 dB
23	-25 dB	≤	-13,3 dB
24	-25 dB	≤	-11,47 dB
25	-25 dB	≤	-11,04 dB
26	-25 dB	≤	-12,12 dB
27	-25 dB	≤	-11,86 dB
28	-25 dB	≤	-13,68 dB
29	-25 dB	≤	-12,33 dB
30	-25 dB	≤	-13,93 dB
31	-25 dB	≤	-12,02 dB

Fuente: CNT E. P

Realizado por: Holguer Manjarrés.

Tabla 10-4 Inecuación del Balance Óptico del splitter 3.

ONT ID	Splitter 3		
0	-25 dB	≤	-12,41 dB

Fuente: CNT E. P

Realizado por: Holguer Manjarrés.

4.5.5 Trafico Promedio De La Red

El trafico cursado que se consume a través de la red se puede calcular por cada uno de los splitters instalados y es expresado mediante de la media aritmética o bien conocida como promedio, aquella que es obtenida con la suma de todos los valores dividida para el número de elementos existentes. En las tablas 11-4,12-4 y 13-4 se presenta cada ONT con sus respectivos anchos de banda contratados por cada cliente en cada splitter. Los anchos de banda de 4x2 y 5x2 megas representan migraciones de cobre a fibra óptica con el mismo costo mientras que los planes a partir de 10x5 megas son servicios nuevos contratados.

Tabla 11-4 Tráfico cursado por el splitter 1.

ONT ID	DOWNSTREAM (Mbps)	UPSTREAM (Mbps)
0	10	5
1	4	2
2	5	2
4	10	5
5	10	5
6	10	5
7	10	5
8	10	5
9	10	5
10	5	2
11	10	5
12	10	5
13	10	5
14	10	5
15	10	5
16	10	5
17	4	2
18	10	5
19	5	2
20	10	5
21	10	5
22	5	2
23	5	2
24	10	5
25	10	5
26	10	5
27	10	5
28	10	5
29	10	5
31	10	5
32	10	5
TRAFICO PROMEDIO SPLITTER 1	8,806451613	4,322580645

Fuente: CNT E.P

Realizado por: Holguer Manjarrés

Tabla 12-4 Tráfico cursado por el splitter 2.

ONT ID	DOWNSTREAM(Megas)	UPSTREAM(Megas)
0	10	5
1	10	5
2	10	5
3	10	5
4	10	5
5	10	5
6	10	5
7	10	5
8	10	5
9	10	5
10	10	5
11	10	5
12	10	5
13	10	5
14	10	5
15	10	5
16	10	5
17	5	2
18	10	5
19	10	5
20	10	5
21	10	5
22	10	5
23	10	5
24	10	5
26	5	2
27	10	5
28	10	5
29	10	5
30	5	2
31	10	5
32	5	2
TRAFICO PROMEDIO SPLITTER 2	9,375	4,625

Fuente: CNT E. P

Realizado por: Holguer Manjarrés.

Tabla 13-4 Tráfico cursado por el splliter 3.

ONT ID	DOWNSTREAM(Megas)	UPSTREAM(Megas)
0	10	5
TRAFICO PROMEDIO SPLITTER 3	10	5

Fuente: CNT E. P

Realizado por: Holguer Manjarrés.

4.5.6 Ancho de banda

El ancho de banda óptimo para satisfacer las necesidades de los clientes por cada splitter viene expresado de la siguiente manera respondiendo a la siguiente ecuación:

$$\text{Ancho de Banda} = \frac{\text{velocidad de downstream}}{N (\text{numero de hilos por splitter})}$$

Para GPON en CNT E.P se ocupa un upstream de 1.2 Gigas y para downstream 2.5 gigas.

Tanto para los tres splitter ocupados en el distrito F02_10 se tiene como resultado:

$$\begin{aligned} \text{Ancho de banda splitter 1} &= 2.5 \text{ gigas} / 32 \text{ hilos} \\ &= 78.12 \text{ Mbps} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ancho de banda splitter 2} &= 2.5 \text{ gigas} / 32 \text{ hilos} \\ &= 78.12 \text{ Mbps} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ancho de banda splitter 3} &= 2.5 \text{ gigas} / 32 \text{ hilos} \\ &= 78.12 \text{ Mbps} \end{aligned}$$

Para cada uno de los anchos de banda calculados satisfacen las necesidades de cada splitter de una manera óptima, teniendo en cuenta que el tráfico cursado en los tres splitter tiene una media de 9, lo que significa que dichos tráficos cursados son soportados eficientemente teniendo una capacidad disponible adicional.

CONCLUSIONES

- El análisis fundamenta teóricamente las variables objeto de estudio mediante el soporte de documentos como; libros, artículos científicos y normativas acerca del tema. Donde se encuentra información detallada y explicada que facilita la comprensión de la investigación.
- En el diagnóstico de la situación actual FTTH para determinar la satisfacción del servicio brindado de acuerdo a normativa CNT se obtuvo valores óptimos en el presupuesto óptico cumpliendo esos parámetros con lo estipulado, además con la ayuda de una herramienta Optisystem se pudo obtener valores de BER menores a $1 \cdot 10^{-9}$ y mediante la representación del diagrama del ojo combinaciones de ceros y unos dándonos valores oscilantes de 20 ± 3 respecto a la calidad de servicio. Por otro lado, conjuntamente se utilizó una encuesta, la misma que tuvo su correcto análisis e interpretación de resultados.
- Al obtener las mediciones y presentar nuestro presupuesto óptico podemos ratificar que dicho valor a pesar de nuestras atenuaciones se encuentra en valores menores a -25dB como es el caso de la NAP A1 que al ser la última caja de toda la red presenta una atenuación de -23.38 dB lo que corrobora el rango establecido según la normativa CNT E.P Anexo N°5.
- Se comprueba que las ONT instaladas y funcionando cumplen con parámetros ópticos óptimos y que se está cumpliendo la normativa implantada por la CNT cuyo rango de potencias se encuentra entre -13 y -25 dB. Véase Anexo N°5
- Se concluye que el ancho de banda calculado de 78.12Mbps para cada splitter con una división de 1:32 puede soportar el tráfico cursado de la máxima media aritmética calculada que vendría a ser del tercer splittter de estudio dándonos un valor de 10 Mbps lo que conlleva a garantizar un ancho óptimo para los clientes.
- Finalmente se concluye que la evaluación de la red GPON para la parroquia Izamba F02_10 es flexible, viable, confiable y dota de un excelente servicio de internet, voz y video.

RECOMENDACIONES

- La CNT E.P posee diversos modelos masivos estipulados desde 48 clientes hasta 96 clientes para brindar los servicios de telecomunicaciones a los clientes, de igual manera para urbanizaciones, edificios, modelos corporativos, parques industriales y hasta para la parte móvil ya sea 3G o 4G de tal manera se recomienda realizar un análisis minucioso para conocer qué modelo se acoplaría.
- Realizar un control periódico para medir los niveles de calidad acerca del servicio de voz, video y datos, con la ayuda de un instrumento que permita obtener resultados reales del servicio, que facilite generar un registro de criterios y por ende verificar en que aspectos se puede mejorar, cuales se debe mantener y cuales eliminar, para mayor satisfacción de los usuarios.
- Generar investigaciones con empresas dedicadas al servicio de internet para mejorar la situación en la cual se encuentran, y evaluar la satisfacción de los usuarios con el servicio prestado, logrando crear un mercado competitivo y de calidad dentro de la región.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Abreu, M.; Castagna, A.; Cristiani, y P. Zunino, P.** (2009). *Características Generales De Una Red De Fibra Óptica Al Hogar (Ftth)*. (1^{ra} Ed.). España. ISSN 1510-7450.
2. **Ali, H. y Saiful I.** (2015). *GPON as a Solution of Bandwidth Sharing for Triple Play with High Performance and Low Cost*. (Vol. 10). Bangladesh. ISBN: 978-1-922069-69-6.
3. **Behar, D. (2008)**. *Introducción a la metodología de la investigación*. (1^{era} Ed.). España: Shalom. ISBN 978-959-212-783-7.
4. **Communication Experiments**. (1^{era} Ed.). China: Academy Publisher. ISBN 978-952-5726-10-7
5. **Díaz, M., Escalona, M., Castro, D., León, A., Ramírez, M. (2013)**. *Metodología de la investigación*. (1 Ed.). México: Trillas. ISBN 978-607-17-1467-1
6. **Duck, M. y Red, R.** (2003). *Data Communications and Computer Networks for Computer Scientists and Engineers* (2^{da} Ed.). England: Pearson Education Limited. ISBN-13: 978-0-13-093047-
7. **Durán, F.; Mondragón, M. y Sánchez, M.** (2008). *Redes cableadas e inalámbricas para transmisión de datos*. (12^{va} Ed.). México: Científica. ISSN: 1665-0654
8. **Forouzan, B.** (2007). *Data Communications and Networking*. (4^{ta} Ed.). New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-296775-7
9. **Gallego, L. y Reyes, E.** (2014). *Análisis Y Evaluación De Parámetros De Una Red GPON*. (1^{ra} Ed.). Colombia: Revista Colombiana de Tecnología Avanzada. ISSN: 1692-7257
10. **Hernández, S.; Fernández, C. y Baptista, L.** (2013). *Metodología de la investigación*. (6^{ta} Ed.). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. ISBN: 978-1-4562-2396-0
11. **Horváth, T.; Kočí, L.; Jurčík, M.; Filka, M.** (2015). *Coexistence GPON, NG-PON, and CATV systems*. (Vol. 21). Czech Republic. ISSN: 2231-5381

12. **Kumar, A. y Singhal, A.** (2013) *Simulative performance evaluation of Gpon and Wdmpon*. (2^{da} Ed.). India: MNK Publications. ISSN (Online):2278-5299
13. **Lallukka, S. y Raatikainen, P** (2006). *Passive Optical Networks Transport concepts*. (3^{ra} Ed.). Finland: Vtt Publications. ISBN 951-38-6707-2
14. **Lam, C. (2007).** *Passive Optical Networks Principles and Practice*. (1st Ed.). London: Acid-Free Paper. ISBN: 978-0-12-373853-0
15. **López, M.; Moschin, E.; Rudge, F.** (2009) *Estudio Comparativo De Redes GPON y EPON*. (1^{ra} Ed.). Brasil: ISSN 0122-1701
16. **Mohd N.; Jamaludin, Z. y Adbullah, F.** (2013). *Optisystem: An Alternative To Optoelectronics And Fiber Optics Teaching E-Laboratory*. (Vol. 1). Malaysia: AESS Publications. ISSN(e): 2224-4441
17. **Orphanoudakis, T.; Leligou, H. y Angelopoulos, J.** (2008). *Next Generation Ethernet Access Networks: GPON vs. EPON*. (Vol. 7). Greece. ISSN: 1790-5117
18. **Park, J.; Mackay, S. y Wright, E.** (2003). *Practical Data Communications for Instrumentation and Control* (1st Ed.). Great Britain: Newnes. ISBN 07506 57979
19. **Ravdeep, A.; Mukul S. y Gurjeet K.** (2014). *Innovative Trends in Applied Physical, Chemical, Mathematical Sciences and Emerging Energy Technology for Sustainable Development*. (1st Ed.). India: Excellent Publishing House. ISBN: 978-93-83083-71-8
20. **Stalling, W.** (2007). *Data And Computer Communications* (8va Ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall. ISBN: 0-13-243310-9
21. **Sumanpreet; Dewra, S.** (2014). *A review on Gigabit Passive Optical Network (GPON)*. (3^{er} Vol.). India: ISSN (Online) : 2278-1021
22. **Tanenbaum, A. y Wetherall, D.** (2011). *Computer Network*. Estados Unidos: Pearson. ISBN-10: 0-13-212695-8

23. **Yang, X. y Tang, H.** (2010). *The Application of OptiSystem in Optical Fiber*

24. **Zin, A.; Idrus, S. y Zulkifli, N.** (2011). *The Characterization of Radio-over-Fiber Employed GPON Architecture for Wireless Distribution Network.* (Vol. 1) Malaysia: ISSN: 2010-3700

ANEXOS

Anexo A: Encuesta realizada a los abonados pertenecientes al distrito F02_10 Izamba



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ENCUESTA DIRIGIDA A LOS USUARIOS DEL SECTOR IZAMBA

Objetivo del instrumento: Evaluar la calidad del servicio prestado por la red de distribución óptica utilizada en el estándar GPON G984 para determinar el nivel de satisfacción de los usuarios del sector de Izamba de la ciudad de Ambato.

INSTRUCCIONES: Escriba una X la opción deseada.

1. En su hogar, ¿dispone usted de conexión a internet por fibra óptica?

- Si
- No

2. El costo del servicio de internet por fibra óptica es:

- \$ 15 - \$ 21
- \$ 22 - \$ 25
- mayor a \$ 26

3. La velocidad percibida de su paquete de internet por fibra óptica contratado es:

- Buena
- Regular
- De mala calidad

4. Califique en la siguiente escala del 1 al 5 donde 1 es largo y 5 es corto, como fue su proceso de instalación del servicio de internet por fibra óptica.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

5. La calidad de instalación del cable de fibra óptica en su domicilio fue:

- Excelente
- Buena
- Regular
- Mala

6. ¿Hace un año atrás su apreciación acerca del servicio de internet por fibra óptica recibido era?

- Mejor que la actual
- Igual que la actual
- Peor que la actual

7. ¿Cómo cree Ud. ¿Que sería su apreciación acerca del servicio de internet por fibra óptica en el siguiente año?

- Mejor que la actual
- Igual que la actual
- Peor que la actual

8. ¿Cuántos equipos tienen conexión al servicio de Internet por fibra óptica en su hogar?

Respuesta múltiple

- 1 PC (Computadora de Escritorio)
- Más de 1 PC (Computadora de Escritorio)
- 1 Computadora portátil (Laptop)
- Más de una computadora portátil
- 1 equipo celular
- Más de 1 equipo celular
- Otro, ¿cuál?

.....
.....

9. Realiza Ud. ¿Algún tipo de prueba para verificar la velocidad de conexión que le entrega?

- Si, al menos una vez al mes
- Si, solo cuando nota problemas de velocidad
- No

10. ¿En qué tipo de aplicaciones Ud. Siente que la velocidad de su conexión al servicio internet por fibra óptica no es la contratada?

- Simplemente cuando navega
- Juegos
- Cuando baja archivos (música, películas u otros)
- Cuando “chatea”
- Cuando realiza video/audio llamadas
- Otras

.....

11. ¿Preferentemente en qué horario(s) se le presentan los problemas de lentitud?

- Cualquier hora
- En horario laboral (8h00 a 18h00)
- De 18h00 a 22h00
- De 22h00 a 8h00
- No presenta problemas de lentitud

12. ¿Ha tenido usted algún problema con el servicio de internet en los últimos dos meses?

- Si
- No

13. ¿Reclamó o pidió alguna solución acerca de su servicio de internet, ya sea en alguna sucursal o por teléfono?

- Si ———▶ Pasar a la siguiente pregunta
- No ———▶ Pasar a la pregunta 16

14. ¿En qué consistió el reclamo?

- Cobran periodos en que no hubo servicio.
- Lentitud, saturación, mala conexión.
- La velocidad no es la contratada.
- El servicio se corta, se cae, no funciona.

15. ¿Cómo diría Ud. ¿Que fue solucionado este reclamo?

- Fue totalmente solucionado
- Fue solucionado en gran parte
- Intentaron solucionarlo, pero no lo lograron
- Ni siquiera intentaron solucionarlo

Fin de la encuesta

16. ¿Por qué razón no efectuó el reclamo?

- Desinformación acerca de los derechos
- Se requiere tiempo para realizar el tramite
- No tengo como probar el problema o falla
- Otra, ¿cuál?

.....
.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!



Huawei SmartAX MA5600T

Global First All-in-one Access Platform



HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.





Huawei SmartAX MA5600T

Global First All-in-one Access Platform

SmartAX MA5600T is the global first OLT which integrates the functionality of aggregation switch and edge router. It can provide high density GPON, 10GPON and Ethernet P2P optical access, triple-play service, TDM/ATM/Ethernet leased line services for business customers and mobile backhaul with high reliability and high precision clock, and high density GE/10GE interfaces for cascading remote access equipments. MA5600T helps to simplify network architecture, to improve network reliability and lower TCO essentially.

There are three types of frame of MA5600T series product. The large frame has 16 service slots while the middle frame (which named MA5603T) has 6 service slots, the small frame (which named MA5608T) has 2 service slots. The service card and software are all compatible between MA5600T, MA5603T and MA5608T.



MA5600T



MA5603T

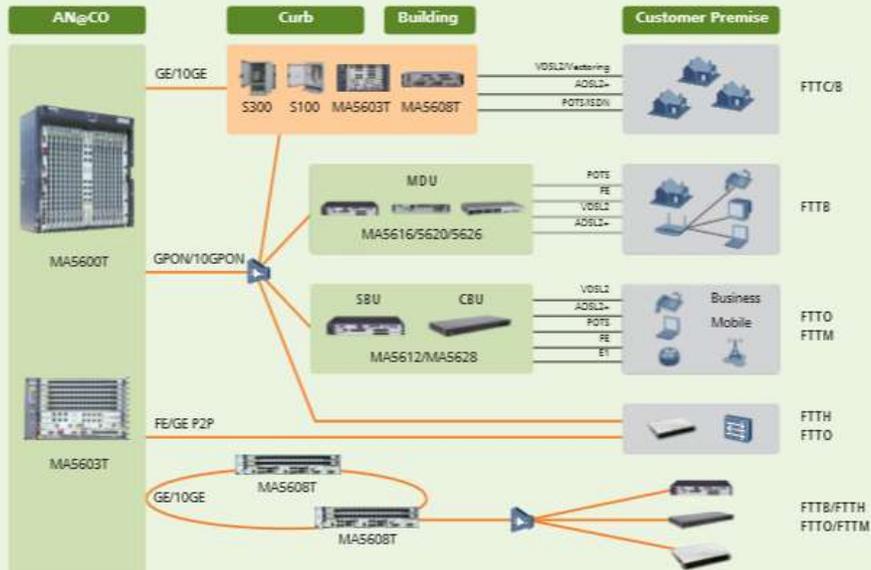


MA5608T

- 2006, global first T-bit OLT for commercial deployment, and IEC InfoVision Award for creative in access platform
- 2008, global first "10G PON ready" OLT, enable FTTx seamless evolution
- 2009, global first access and aggregation Integrated OLT, simplify network architecture
- 2010, global first "IPv6 ready" (phase 2 enhanced) access device certificated by IPv6 forum.
- 2011, 40G PON prototype release
- 2012, 16-port GPON and 10GPON commercial deployment



Typical MA5600T Access Network



Features

Access and Aggregation Integrated

- Large aggregation capacity, 3.2T bit/s backplane capacity, 1920G bit/s switch capacity, 512K MAC addresses
- High density GE/10GE interfaces for cascading, up to 128*10GE or 768*GE interfaces, no need for additional investment of aggregation switches
- High reliability networking support direct connection to the BRAS, ONU dual-homing to two OLTs for redundancy and hitless software upgrade function

Any Access

- High performance IPTV service, more ISP access
- H-QoS support 4-level QoS guarantees OLT wholesale
- Traditional E1 service access, Native TDM or CESoP for traditional E1 service of enterprise and mobile base station access
- E2E high reliability guarantees business customers and mobile backhaul, BFD/LAG/MSTP/RRPP/Smart Link for uplink redundancy and Type B/Type C/Type C dual-homing for fiber protection

- E-LAN function for local traffic inter-connection, meet the requirements of enterprise and campus network

Green

- With the unique GPON chipsets, the maximum power consumption of the 16-port GPON line card is only 50W, 30% less than industry.
- With the unique energy-saving bus, the idle service card and idle service port can be powered off.

Smooth Evolution

- Smooth evolution from GPON to NGPON with the integrated platform
- Smooth evolution from IPv4 to IPv6 with IPv4/IPv6 dual-stack, support IPv6 MLD

Technical Specifications

System Performance

- 3.2T bit/s backplane capacity, 1920G bit/s switch capacity, 512K MAC addresses
- Line speed L2/L3 switching
- Static route/RIP/OSPF/MPLS
- TDM private line service with Native TDM or CESoP
- BITS/E1/STM-1/Ethernet Synchronization/IEEE 1588v2/1PPS+ToD

GPON Line Card

- 8/16*port per card with pluggable SFP optical module (Class B+ or Class C+/C++ are optional)
- Up to 1:128 splitting ratio
- Bidirectional FEC
- ONU-based and queue-based traffic shaping
- Rogue ONT detection and isolation
- Type B / Type C protection and Type C dual-homing
- Optical power meter (can support ± 1 dB precision)
- eOTDR (1:8 splitting ratio)

10G GPON Line Card

- 8*port per card with pluggable SFP+ optical module
- Up to 1:128 splitting ratio (N1)
- Bidirectional FEC
- Rogue ONT detection and isolation
- Type B / Type C protection and Type C dual-homing
- Coexist with GPON

Ethernet P2P Line Card

- 48 port per card with CSFP optical module, 768 ports per shelf
- Port-based and queue-based traffic shaping
- Single fiber double direction access, 100Mbit/s or 1000Mbit/s per port
- DHCP Option 82 relay agent and PPPoE relay agent
- Ethernet OAM
- Ethernet synchronization

Dimensions

(Width*Depth*Height)

- MA5600T Chassis (10U) :
530mm×275.8mm×447.2 mm
- MA5603T Chassis (6U) :
442mm×283.2mm×263.9mm
- MA5608T Chassis (2U) :
442mm×233.5 mm×88.1mm

Running Environment

- MA5600T Ambient working temperature : -25℃ to +55℃
- MA5603T/MA5608T Ambient working temperature : -40℃ to +65℃

Power Supply

- MA5600T/MA5603T : -48 V or -60 V DC powering via redundant power feeds, working voltage range: -38.4 V to -72 V
- MA5608T supports both DC / AC power supply mode, and supports dual power protection and battery backup while using the AC power supply.

Copyright © Huawei Technologies Co., Ltd. 2015. All rights reserved.

General Disclaimer

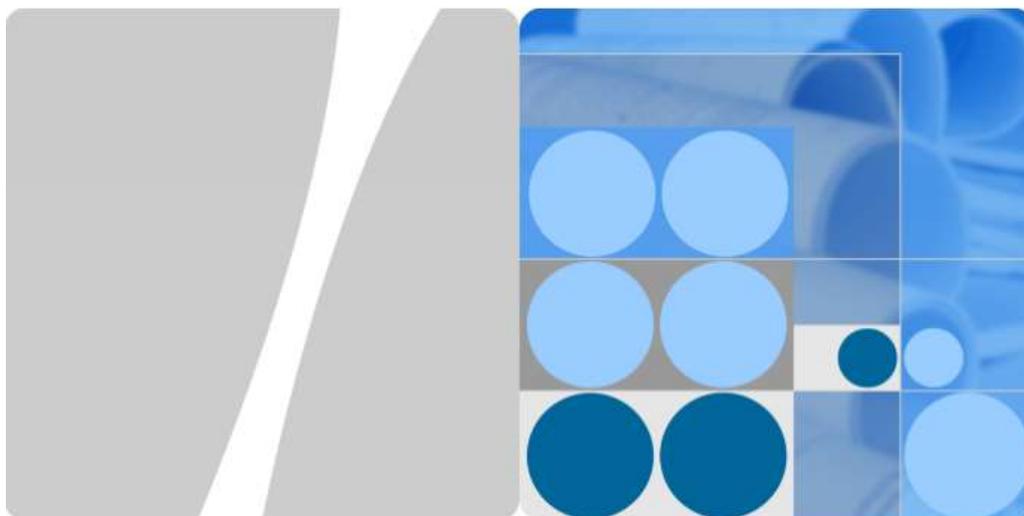
THE INFORMATION IN THIS DOCUMENT MAY CONTAIN PREDICTIVE STATEMENTS INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, STATEMENTS REGARDING THE FUTURE FINANCIAL AND OPERATING RESULTS, FUTURE PRODUCT PORTFOLIO, NEW TECHNOLOGY, ETC. THERE ARE A NUMBER OF FACTORS THAT COULD CAUSE ACTUAL RESULTS AND DEVELOPMENTS TO DIFFER MATERIALLY FROM THOSE EXPRESSED OR IMPLIED IN THE PREDICTIVE STATEMENTS. THEREFORE, SUCH INFORMATION IS PROVIDED FOR REFERENCE PURPOSE ONLY AND CONSTITUTES NEITHER AN OFFER NOR AN ACCEPTANCE. HUAWEI MAY CHANGE THE INFORMATION AT ANY TIME WITHOUT NOTICE.

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

Huawei Industrial Base
Bantian Longgang
Shenzhen 518129, P.R. China
Tel: +86-755-28780808

Version No.: M3-028708-20151228-C-1.0

www.huawei.com



**EchoLife ONT GPON Terminal
HG8245H
Product Description**

Issue 01
Date 2013-05-20

5 Port Specifications

Introduced the interface indicators parameter of the ONT.

5.1 GPON Port Specifications

Introduced the GPON interfaces indicators of the ONT.

5.2 GE Port Specifications

This topic describes the specifications and standards compliance of Gigabit Ethernet (GE) ports.

5.3 POTS port

This section describes the specifications and standards for the plain old telephone service (POTS) port supported by the ONT.

5.4 USB Port

This topic introduces the specifications of the USB port on the ONT.

5.5 Wireless Network Access

This topic introduces the wireless network access indicators of the ONT.

5.1 GPON Port Specifications

Introduced the GPON interfaces indicators of the ONT.

Table 5-1 GPON port specifications

Parameter	Specifications
Transmission rate	Rx: 2.488 Gbit/s Tx: 1.244 Gbit/s
Connector	SC/APC
Maximum reach	20 km
Standard compliance	ITU-T G.984.2 CLASS B+
Center wavelength	Tx: 1310 nm

Parameter	Specifications
	Rx: 1490 nm
Tx optical power	0.5 dBm to 5.0 dBm
Extinction ratio	> 10 dB
Minimum receiver sensitivity	-27 dBm
Maximum overload optical power	-8 dBm

5.2 GE Port Specifications

This topic describes the specifications and standards compliance of Gigabit Ethernet (GE) ports.

Table 5-2 Specifications of a GE port

Parameter	Specifications
Connector type	RJ45
Port rate	10 Mbit/s, 100 Mbit/s, or 1000 Mbit/s
Maximum transmission distance	100 m
Working mode	Auto-adaptive 10 Mbit/s, 100 Mbit/s or 1000 Mbit/s
Cable specifications	Category 5 UTP
Compliant standard	IEEE 802.3i IEEE 802.3u IEEE 802.3ab

5.3 POTS port

This section describes the specifications and standards for the plain old telephone service (POTS) port supported by the ONT.

Table 5-3 POTS Port Specifications

Parameter	Specifications
Connector type	RJ11
Transmission rate	64 kbit/s
Cable type	Twisted pair

Parameter	Specifications
Line coding	Pulse code modulation (PCM)
Frame protocol	Time division multiplexing (TDM)
Standard compliance	ITU-T Q.551 ITU-T Q.552

5.4 USB Port

This topic introduces the specifications of the USB port on the ONT.

Table 5-4 Specifications of the USB port

Parameter	Specification
Transmission rate	480 Mbit/s
Support type	USB 2.0 HOST and USB 1.1

5.5 Wireless Network Access

This topic introduces the wireless network access indicators of the ONT.

Table 5-5 Wireless network access indicators

Parameter	Indicator
Standards compliance	802.11b/g/n
Specification	<ul style="list-style-type: none"> • 4 SSIDs • 13 working channels • Automatic rate adjustment • Transmit power adjustment
Authentication	Open system and shared key
Encryption	<ul style="list-style-type: none"> • 64-bit and 128-bit WEP encryption • WPA-PSK, WPA2-PSK, WPA, WPA2, AES, and TKIP

A Smarter Way for Your Broadband Life

Huawei HG8245H , an intelligent routing-type ONT

Smart
service

Smart
interconnection

Smart O&M



○ Device Parameters

Dimensions (H x W x D)	176 mm x 138.5 mm x 28 mm (without an external antenna)
Weight	about 500 g
Operating temperature	0°C to +40°C
Operating humidity	5% RH to 95% RH (non-condensing)
Power adapter input	100–240 V AC, 50–60 Hz
System power supply	11–14 V DC, 2 A
Static power consumption	5 W
Maximum power consumption	15.5 W
Ports	2POTS+4GE+Wi-Fi+USB
Indicators	POWER/PON/LOS/LAN/TEL/USB /WLAN/WPS

○ Interface Parameters

GPON Port	<ul style="list-style-type: none"> • Class B+ • Receiver sensitivity: -27 dBm • Wavelengths: US 1310 nm, DS 1490 nm • WBF • Flexible mapping between GEM Port and TCONT • GPON: consistent with the SN or password authentication defined in G.984.3 • Bi-directional FEC • SR-DBA and NSR-DBA
Ethernet Port	<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet port-based VLAN tags and tag removal • 1:1 VLAN, N:1 VLAN, or VLAN transparent transmission • QinQ VLAN • Limit on the number of learned MAC addresses • MAC address learning
POTS Port	<ul style="list-style-type: none"> • Maximum REN: 4 • G.711A/μ, G.729a/b and G.722 encoding/decoding • T.30/T.38/G.711 fax mode • DTMF • Emergency calls (with the SIP protocol)
USB Port	<ul style="list-style-type: none"> • USB2.0 • FTP-based network storage
WLAN	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11 b/g/n • 2 x 2 MIMO • Antenna gain: 2 dBi • WMM • Multiple SSIDs • WPS

○ Product Function

Smart interconnection

- Smart Wi-Fi coverage (V300R015C10)
- SIP/H.248 auto-negotiation
- Any port any service
- Parental control (V300R015C00)
- L2/L3(IPv4) forwarding: 1G uplink, 2G downlink

Smart service

- Smart Wi-Fi sharing:
 - Portal/802.1x authentication (V300R015C10)
 - SoftGRE-based sharing (V300R015C10)
- Association of one account with two POTS ports

Smart O&M

- IPTV video quality diagnosis (V300R015C10)
- Variable-length OMCI messages
- Active/Passive rogue ONT detection and isolation
- Call emulation, and circuit test and loop-line test
- PPPoE/DHCP simulation testing
- WLAN emulation

Layer 3 Features

- PPPoE/Static IP/DHCP
- NAT/NAPT
- Port forwarding
- ALG, UPnP
- DDNS/DNS server/DNS client
- IPv6/IPv4 dual stack, and DS-Lite
- Static/Default routes
- Multiple services on one WAN port

Multicast

- IGMP v2/v3 proxy(V300R015C00)/snooping
- MLD v1/v2 snooping
- Multicast services through Wi-Fi

QoS

- Ethernet port rate limitation
- 802.1p priority
- SP/WRR/SP+WRR
- Broadcast packet rate limitation

Security

- SPI firewall
- Filtering based on MAC/IP/URL addresses

Common O&M

- OMCI/Web UI/TR069
- Dual-system software backup and rollback

Power Saving

- Dynamic power saving
- Indicator power saving
- Scheduled Wi-Fi shutdown (V300R015C00)



Anexo D: Atenuación máxima admitida por CNT E.P

	INSTRUCTIVO DE INSTALACIONES PARA CLIENTES FINALES EN REDES FTTH – GPON			
	Responsable: Gerencia de Ingeniería e Implementación	Fecha: 13/03/2015	Versión: 1.0	Página Número: 1 de 111



**NORMATIVA DE INSTALACIONES PARA CLIENTES
FINALES EN REDES FTTH – GPON**

	INSTRUCTIVO DE INSTALACIONES PARA CLIENTES FINALES EN REDES FTTH – GPON		
	Responsable: Gerencia de Ingeniería e Implementación	Fecha: 13/03/2015	Versión: 1.0

ELEMENTO		Atenuación típica Att(dB)
Conectores (mated) ITU671=0.5dB		0.50
Empalmes de fusión ITU751=0.1db promedio		0.10
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1dB promedio		0.10
Splitters	1x2	3.50
	1x4	7.00
	1x8	10.50
	1x16	14.00
	1x32	17.50
	1x64	21.00
Fibras longitudes de onda	1310nm	0.35
	1490nm	0.30
	1550nm	0.25

Tabla 1: Valores para la atenuación

Para la red GPON se considera una atenuación máxima de 25 dB, desde la OLT hasta la ONT, por lo cual se debe tomar en cuenta al momento de realizar la instalación de cliente final la medición de la potencia óptica en el puerto de la NAP (Network Access Point) y en la roseta óptica, para que no supere el rango establecido. Los valores típicos de potencia que genera la OLT y los umbrales de funcionamiento se detallan a continuación:

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]

Anexo E: Valores optimos Gpon según normativa CNT E.P

	PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DE INTERNET FIJO, TELEFONÍA FIJA Y DTH PARA EL SEGMENTO MASIVO			
	Responsable: Gerencia Coordinadora de Operación y Mantenimiento	Fecha: Marzo 2016	Versión 2.0	Página Numero 6 de 21

- Datos de Red Feeder, Distribución y Dispersión.
- Usuario y contraseña del servicio a instalarse.

3.2.9. El Personal Técnico deberá realizar la siguiente medición, considerando que los valores optimo se describen a continuación:

Parámetro	ROSETA ÓPTICA
Potencia	-13 dBm -25dBm

Tabla 2.- Mediciones de la Red GPON.

Los datos obtenidos deben registrarse de manera clara en la orden de instalación:

- 3.2.10. El Personal Técnico debe utilizar los materiales, equipos e implementos de seguridad en todo momento durante la ejecución del trabajo.
- 3.2.11. Una vez concretada la cita con el Cliente y ejecutadas las mediciones respectivas, el Personal Técnico debe realizar el patcheo en el FDH (cuando se trate de una red flexible).
- 3.2.12. El Personal Técnico acudirá a la dirección indicada en la orden de instalación del servicio y previo a dar inicio al proceso de instalación, constatará que los datos de la persona que receptorá el servicio, coincida con los indicados en la orden de instalación.
- 3.2.13. El Personal Técnico procederá con la instalación del cable drop desde la NAP hasta la roseta óptica y configuración del equipo terminal ONT.
- 3.2.14. Una vez finalizada la instalación se verifica que el servicio se encuentra funcionando correctamente conjuntamente con el Cliente, se registra en la orden de instalación el material utilizado.
- 3.2.15. Se procede con la firma de la orden de instalación por parte del Cliente y del Técnico. El Técnico debe verificar que la firma de la persona que recibe el servicio, coincida con el de la cedula presentada.
- 3.2.16. El Técnico debe legalizar la orden de instalación en línea a través de:
- Smartphone.
 - Llamada telefónica al Asistente de Zona quien legalizará la orden al momento de la llamada.
- 3.2.16.1. Las herramientas dotadas por la empresa al Personal Técnico para la legalización en línea de las órdenes de instalación son de uso obligatorio.
- 3.2.16.2. La legalización de las órdenes deben realizarse una vez finalizado el trabajo en el domicilio del Cliente, ya sean realizadas por personal de CNT o proveedores.
- 3.2.17. El Asistente de Zona receptorá las órdenes de instalación cumplidas por el Personal Técnico y verificará que todas las instalaciones ejecutadas se encuentren legalizadas y si existe cambio en los elementos de red originalmente asignados deberá actualizarlos en el sistema transaccional.

[Handwritten signature]

Anexo F: Modelos de la red GPON FTTH

	INSTRUCTIVO DE INSTALACIONES PARA CLIENTES FINALES EN REDES FTTH – GPON		
	Responsable: Gerencia de Ingeniería e Implementación	Fecha: 13/03/2015	Versión: 1.0

3.2 MODELOS GENERALES DE LA RED GPON FTTH

Dentro de la Normativa de Diseño de ODN FTTH, se tienen establecidos varios modelos de despliegue de la ODN, dentro de los cuales se tienen:

3.2.1 MODELO MASIVO CASAS

Dentro de este modelo la red de dispersión se considera desde los puertos de salida de la NAP (Caja de distribución óptica), el conector mecánico en campo, el cable Drop para exterior, la caja de transición (FDF) que se instala en el ingreso al cliente, el cable Drop para interior y la roseta óptica.

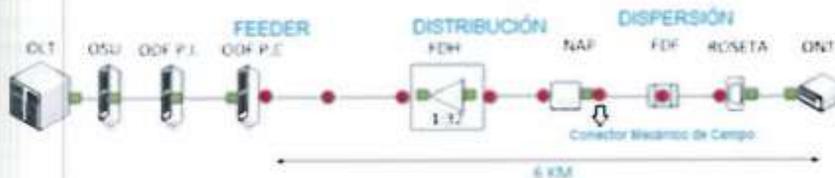


Figura 2: Modelo masivo casas

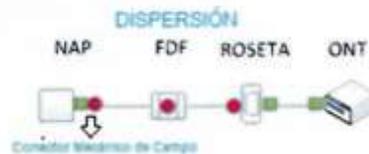


Figura 3: Red de dispersión

3.2.2 MODELO EDIFICIOS

En este modelo la red de dispersión comprende desde la fusión que se realiza en la FDF, el cable Drop para interior y la roseta óptica.

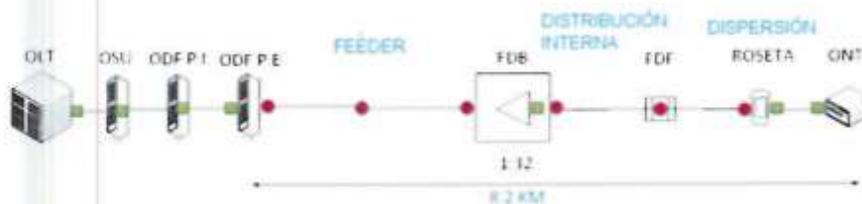


Figura 4: Modelo masivo edificios splitter conectado en FDB

	INSTRUCTIVO DE INSTALACIONES PARA CLIENTES FINALES EN REDES FTTH – GPON			
	Responsable: Gerencia de Ingeniería e Implementación	Fecha: 13/03/2015	Versión: 1.0	Página Número: 8 de 111



Figura 5: Red de dispersión en edificios con splitter conectorizado

Para el caso de edificios que cuentan con splitter fusionado, la red de dispersión comprende desde el puerto de salida de la FDF, conector mecánico en campo, cable Drop para interior y la roseta óptica.

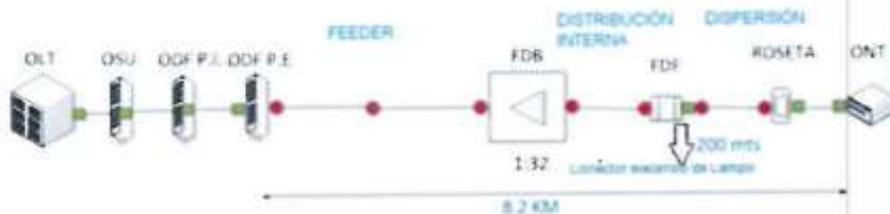


Figura 6: Modelo masivo edificios splitter fusionada en FDB

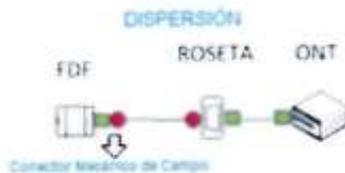
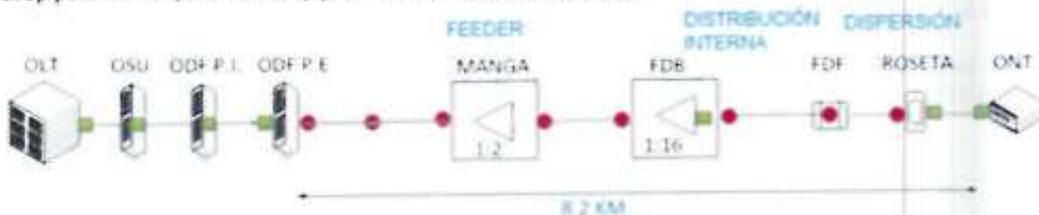


Figura 7: Red de dispersión en edificios con splitter fusionado

Para modelos de edificios que tienen doble nivel de splitteo se tienen dos casos:

- Splitter en manga y en FDB

En este caso la red de dispersión se considera desde la fusión entre los hilos del cable riser y el cable Drop para interiores, el cable Drop para interiores y la roseta óptica.



	INSTRUCTIVO DE INSTALACIONES PARA CLIENTES FINALES EN REDES FTTH – GPON		
	Responsable: Gerencia de Ingeniería e Implementación	Fecha: 13/03/2015	Versión: 1.0

Figura 8: Modelo masivo edificios doble splitteo en manga y FDB

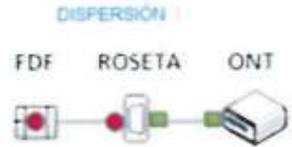


Figura 9: Red de dispersión en edificios con doble nivel de splitteo en manga y FDB

- Splitter en FDB y FDF

En este caso la red de dispersión se considera desde la fusión entre el hilo de salida del splitter 1:8y el cable Drop para interior, el cable Drop para interiores y la roseta óptica.

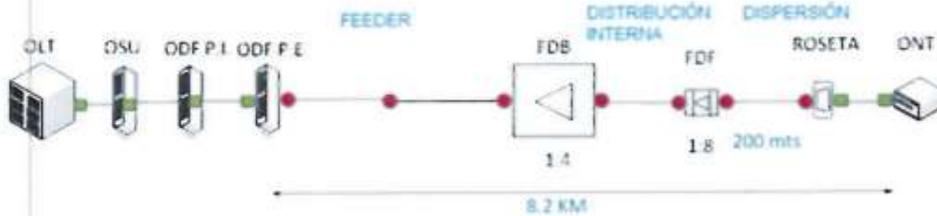


Figura10: Modelo masivo edificios doble splitteo en manga y FDB

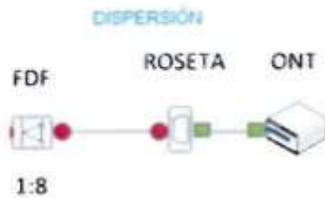


Figura 11: Red de dispersión en edificios con doble nivel de splitteo en FDB y FDF

3.2.3 MODELO MÓVIL 3G Y 4G

La red de dispersión se considera desde la fusión en la manga de distribución, el cable de planta externa y el ODF.

	INSTRUCTIVO DE INSTALACIONES PARA CLIENTES FINALES EN REDES FTTH – GPON		
	Responsable: Gerencia de Ingeniería e Implementación	Fecha: 13/03/2015	Versión: 1.0

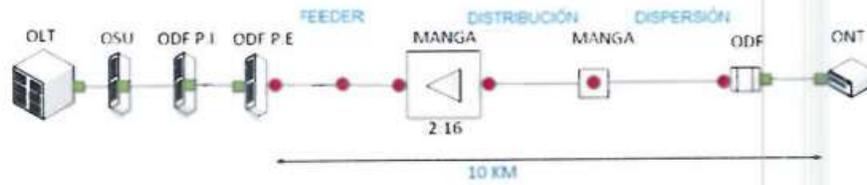
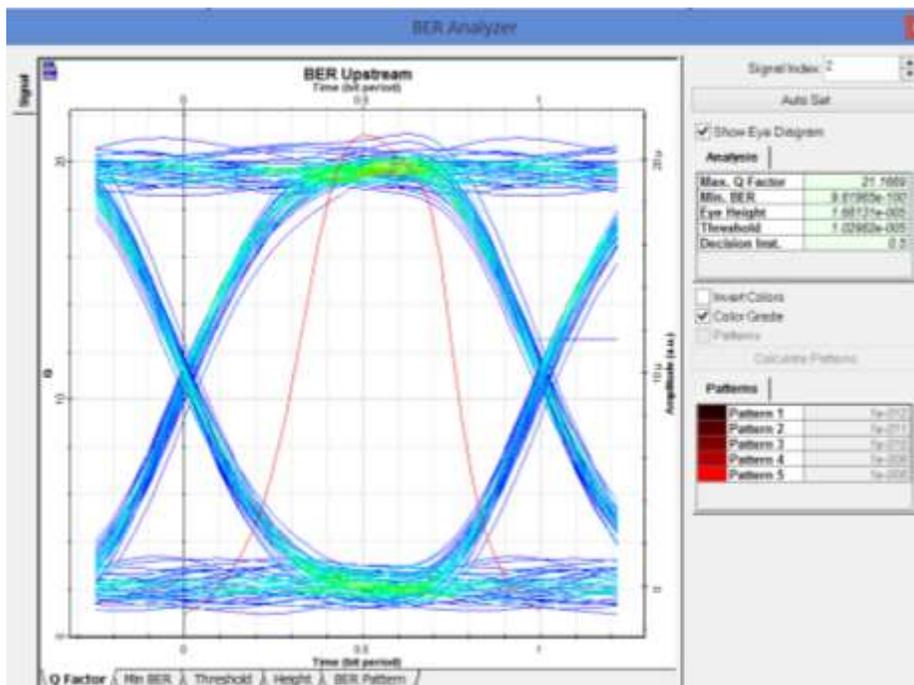
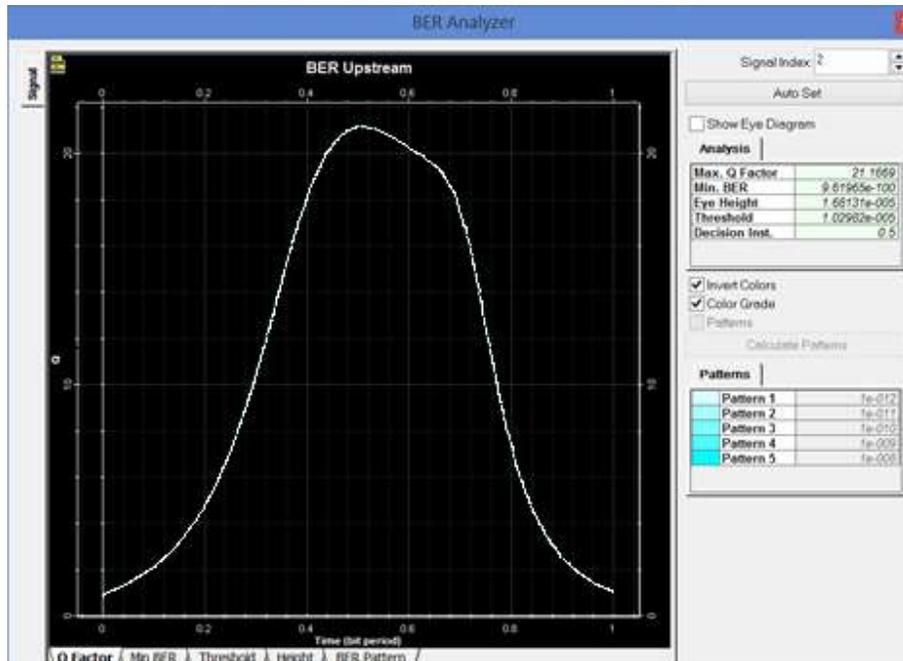


Figura 12: Modelo móvil 3G y 4G

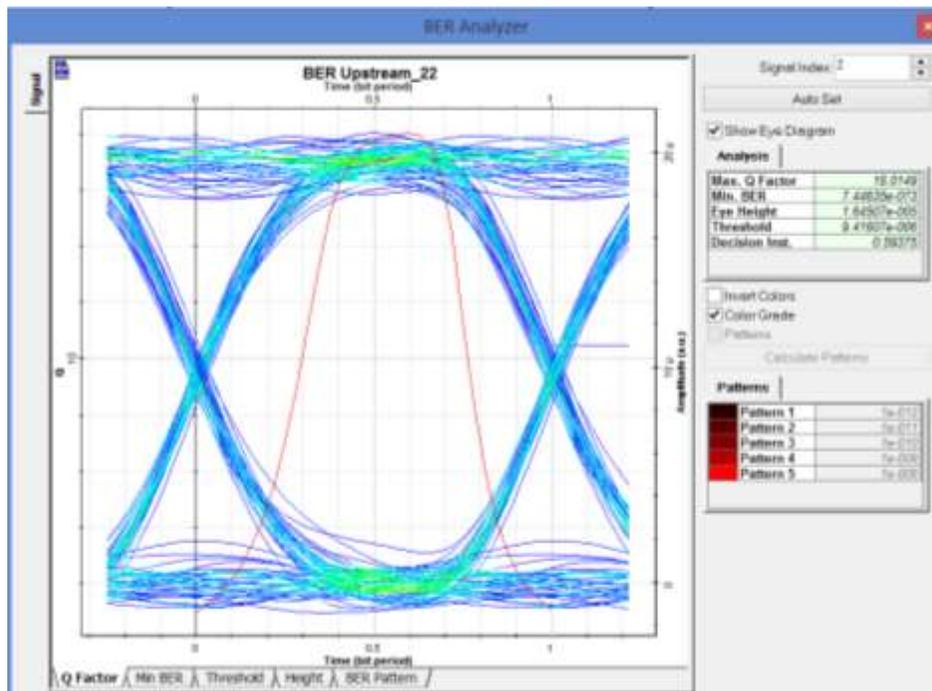
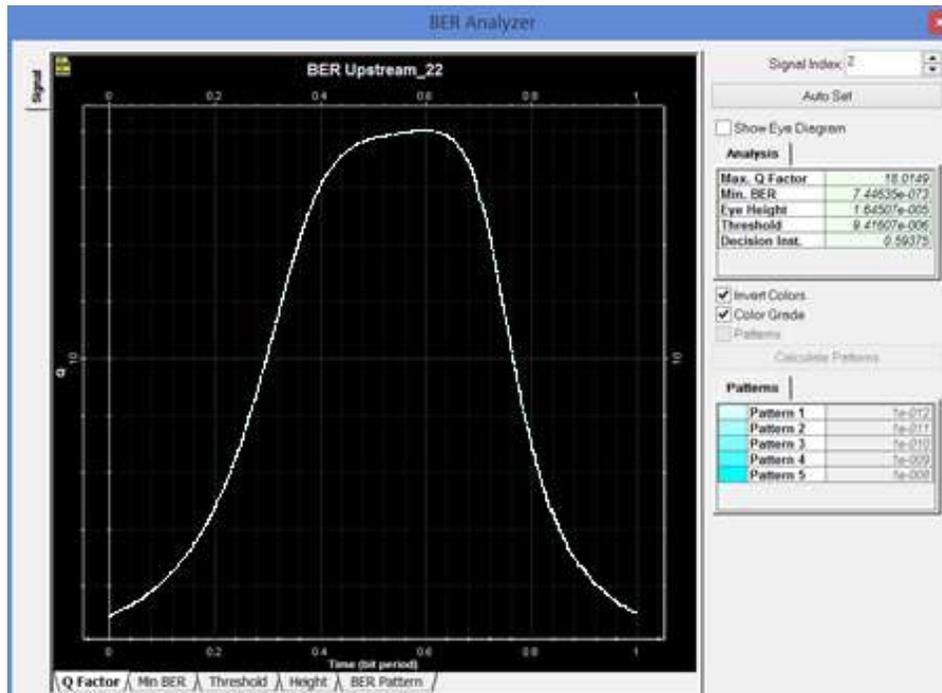


Figura 13: Red de dispersión en modelo móvil 3G y 4G.

Anexo G: Ejemplos de simulación ONT 0 splitter 2



Anexo H: Ejemplos de simulación ONT 31 splitter 2



Anexo I: Ejemplos de simulación ONT 0 splitter 3

