

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA:**  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**  
**INGENIERA E INGENIERO DE SISTEMAS**

**TEMA:**  
**ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED GEON, PARA**  
**PRUEBAS DE TRANSMISIÓN DE SERVICIOS TRIPLE PLAY (VOZ, VIDEOS**  
**STREAMING Y DATOS) EN EL BARRIO PUEBLO UNIDO ALTO.**

**AUTORES:**  
**MAYRA DEL CARMEN GARCÍA BARRAGÁN**  
**JUAN CARLOS GALLARDO MORALES**

**TUTOR:**  
**DANIEL GIOVANNY DÍAZ ORTIZ**

**Quito, julio 2017**

## CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR

Nosotros, Mayra del Carmen García Barragán, con documento de identificación N° 1720204690, y Juan Carlos Gallardo Morales, con documento de identificación N° 1714295951, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titulación sobre los derechos patrimoniales en virtud que somos autores del trabajo de titulación con el tema: “Estudio, diseño e implementación de una red GEPON, para pruebas de transmisión de servicios Triple Play (voz, videos streaming y datos) en el barrio Pueblo Unido Alto”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIEROS DE SISTEMAS en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.


En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada.

En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....  
MAYRA DEL CARMEN  
GARCÍA BARRAGÁN

CI: 1720204690



.....  
JUAN CARLOS  
GALLARDO MORALES

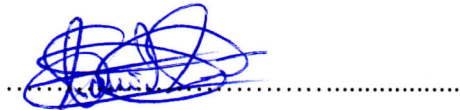
CI: 1714295951

Quito, julio del 2017

## DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico, con el tema: ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED GEPON, PARA PRUEBAS DE TRANSMISIÓN DE SERVICIOS TRIPLE PLAY (VOZ, VIDEOS STREAMING Y DATOS) EN EL BARRIO PUEBLO UNIDO ALTO, realizado por Mayra del Carmen García Barragán y Juan Carlos Gallardo Morales, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, julio 2017



DANIEL GIOVANNY DÍAZ ORTIZ

CI: 171697550-1

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él se ha logrado concluir la carrera.

A mis padres Rene García y Galudh Barragán, porque ellos me brindaron su apoyo, sus consejos y amor incondicional.

A mi amado esposo Danny Alcívar y mi amada hija Daira Alcívar por ser parte importante de mi vida y por estar a mi lado en cada momento siempre apoyándome.

A mi compañero Juan Gallardo que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino.

Mayra García B.

Este proyecto técnico está dedicado a mis padres Luis Gallardo y Hilda Morales, que son las personas que siempre han estado a mi lado para apoyarme e impulsar mi crecimiento profesional y personal en todo este tiempo, a mi compañera Mayra García que juntos sacamos adelante este Proyecto.

Juan Carlos Gallardo M.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana por haber contribuido en nuestra formación profesional y personal, a nuestro tutor de proyecto de titulación Ing. Daniel Díaz, por habernos orientado y motivado para poder realizar nuestro trabajo.

También agradecemos a todos los docentes que participaron como guía en la culminación del Proyecto.

Y un agradecimiento especial al Ing. Danny Alcívar Gerente de la Empresa Dynacom que nos brindó su apoyo, conocimiento y facilitó la tecnología para la implementación del proyecto.

Mayra García B.

Juan Carlos Gallardo M.

## ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Antecedentes</b> .....	1
<b>Objetivo general</b> .....	3
<b>Objetivos específicos</b> .....	3
<b>Marco metodológico</b> .....	4
<b>CAPÍTULO I</b> .....	5
1.1.Marco referencial o institucional .....	5
1.2.Marco teórico .....	6
1.2.1.Fibra óptica.....	6
1.2.1.1.Fibra Monomodo y Multimodo.....	7
1.2.1.2.Ventajas y desventajas de fibra monomodo y multimodo.....	9
1.2.2.Ancho de banda .....	11
1.2.3.Atenuación.....	12
1.2.4.Multiplexación de datos.....	13
1.2.5.Topologías de red .....	14
1.2.5.1.Árbol .....	15
1.2.5.2.Bus .....	16
1.2.5.3.Anillo .....	17
1.2.6.PON, red óptica pasiva (Passive Óptical Network).....	18
1.2.6.1.Tipos de redes PON .....	20
1.2.7.Arquitectura GEAPON .....	22
1.2.7.1.OLT (Optical Line Terminal) .....	23
1.2.7.2.ONT (Optical Network Terminal) .....	24
1.2.7.3.OND (Optical Distribution Network).....	24
1.2.7.4.Splitter .....	25
1.2.7.5.ONU (Optic Network Unit) .....	25
1.2.8.Arquitectura FTTX.....	26
1.2.8.1.Fibra hasta el hogar, FTTH (Fiber To The Home) .....	27
1.2.8.2.Fibra hasta el edificio, FTTB (Fiber To The Building).....	28
1.2.8.3.Fibra hasta la manzana, FTTC (Fiber To The Curb).....	28
1.2.8.4.Fibra hasta el nodo, FTTN (Fiber To The Node).....	29

1.2.9.Servicios triple play.....	31
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>34</b>
2.Diseño .....	34
2.1.Factibilidad del Proyecto .....	34
2.1.1.Estudio del sector Pueblo Unido Alto.....	34
2.1.2.Estudio Técnico .....	39
2.1.3.Estudio Económico .....	39
2.1.3.1.Costo Nodo Principal Sector Pueblo Unido Alto. ....	39
2.1.3.2.Costo Red Troncal Sector Pueblo Unido Alto .....	40
2.1.3.3.Costo Red de Distribución Por Cliente Pueblo Unido Alto .....	41
2.1.3.4.Costo Red de Acceso Por Cliente .....	41
2.1.3.5.Arrendamiento de Postes.....	42
2.2.Diseño de la red GEAPON .....	44
2.2.1.Equipos a usar .....	45
2.2.2.Fibra óptica a usar .....	50
2.2.3.Tipo de red a utilizarse en el diseño.....	52
2.2.4.Topología de la red.....	52
2.2.5.Análisis del sector seleccionado .....	54
2.2.6.Ubicación de la OLT.....	57
2.2.7.Ubicación de los splitters.....	57
2.2.8.Ubicación de los splitters secundarios y ONUs en cada punto de prueba .....	58
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>63</b>
3.Construcción .....	62
3.1.Configuración Hardware y Software Red GEAPON.....	62
3.2.Plan de Qos (Quality of service) .....	63
3.3.Configuración del OLT MA680T .....	64
3.4.Configuración de Vlans en el OLT .....	66
3.5.Adhiriendo la tabla de tráfico para cada servicio.....	68
3.6.Adhiriendo el perfil DBA.....	68
3.7.Adhiriendo los perfiles para las ONTs.....	69
3.7.1.Perfil Corporativo.....	69
3.7.2.Perfil Home. ....	70
3.8.Adhiriendo los servicios de internet y pots (telefonía) a cada perfil del ONT .....	71

3.9.Configuración de Servicios de VOIP .....	73
3.10.Configuración de Servicios de IPTV .....	74
3.11.Configuración de los ONTs .....	74
3.12.Configuración de la Central Telefónica GrandStream .....	76
3.13.Configuración del servicio de IPTV .....	78
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>80</b>
4.Pruebas y Resultados .....	80
4.1.Pruebas de Ancho de banda con el plan CORP100MB .....	80
4.2.Pruebas de telefonía. ....	83
4.3.Pruebas de Video Streaming .....	89
4.4.Análisis de Resultados. ....	91
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>93</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>94</b>
<b>LISTA DE REFERENCIAS</b> .....	<b>96</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Velocidades de transmisión de fibra multimodo.....	8
Tabla 2. Ventajas y desventajas de Fibra Monomodo y Multimodo. ....	9
Tabla 3. Plan básico triple play (Aguilar León, 2016).....	11
Tabla 4. Normas de coeficiente de pérdida o atenuación (Perez, 2005).....	13
Tabla 5. Comparación tecnologías PON.....	20
Tabla 6. Cuadro comparativo de modelos FFTX.....	30
Tabla 7. Anchos de banda para distintas aplicaciones en abonados. ....	33
Tabla 8. Costo Materiales Nodo Principal Sector Pueblo Unido Alto.....	40
Tabla 9. Costos Materiales Red Troncal Sector Pueblo Unido Alto.....	40
Tabla 10. Costos Materiales Red Distribución Sector Pueblo Unido Alto.....	41
Tabla 11. Costos Materiales Red de Acceso Sector Pueblo Unido Alto. ....	41
Tabla 12. Costo Instalación Red FTTH Por Cliente. ....	42
Tabla 13. Costos Arrendamiento Postes Sector Pueblo Unido Alto.....	42
Tabla 14. Costos Valores Iniciales Inversión.....	43
Tabla 15. Costo Inversión Por Cliente.....	43
Tabla 16. Factibilidad Económica Sector Pueblo Unido Alto. ....	44
Tabla 17. Especificaciones Técnicas del Huawei OLT MA5608T (Huawei, 2016) .....	46
Tabla 18. Elementos de la Red Óptica de Distribución. ....	48
Tabla 19. Especificaciones del ONT Huawei HG8326 (Huawei, 2016) .....	50
Tabla 20. Pérdidas en un enlace de FO.....	60
Tabla 21. Pérdidas para el cálculo de presupuesto Óptico (Blue IT by Luis Camana, 2015). .....	61
Tabla 22. QoS (Calidad de Servicio) Para el Plan Corporativo.....	63
Tabla 23. QoS (Calidad de Servicio) Para el Plan Home. ....	64
Tabla 24. Tabla de los comandos utilizados para analizar los diferentes tráfico. ....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la fibra (Energytel, 2013) .....	7
Figura 2. Mecanismo de multiplexación en GEPON (Huawei, 2013).....	13
Figura 3. Principio bajada de datos en multiplexación WDM (Huawei, 2013).....	14
Figura 4. Principio subida de datos en multiplexación WDM(Huawei, 2013).....	14
Figura 5. Topología en árbol.....	15
Figura 6. Topología en bus .....	16
Figura 7. Topología en anillo.....	17
Figura 8. Red lógica PON (Red Óptica Pasiva).....	19
Figura 9. Red Física PON (Red Óptica Pasiva).....	20
Figura 10. Modelo de referencia red GEPON.....	23
Figura 11. Red FTTX.....	26
Figura 12. Esquema FTTH.....	27
Figura 13. Esquema FTTB.....	28
Figura 14. Esquema FTTC.....	29
Figura 15. Esquema FTTN.....	30
Figura 16. Servicios Triple Play.....	32
Figura 17. Pregunta 1.....	34
Figura 18. Pregunta 2.....	35
Figura 19. Pregunta 3.....	36
Figura 20. Pregunta 4.....	36
Figura 21. Pregunta 5.....	37
Figura 22. Pregunta 6.....	37
Figura 23. Pregunta 7.....	38
Figura 24.Huawei GPON OLT MA5680T .....	45
Figura 25. Huawei GPON ONU HG8326 .....	49
Figura 26.Fibra Óptica Connection de 4 hilos.....	51
Figura 27. Especificaciones de la Fibra Óptica Monomodo Connection 1 .....	51
Figura 28. Especificaciones de la Fibra Óptica Monomodo ADSS LS LT-DJBKE_100 ...	52

Figura 29. Mapa de Pueblo unido Alto .....	55
Figura 30. Ubicación de la OLT .....	56
Figura 31. OLT colocada en el Rack de comunicaciones.....	56
Figura 32. Mapa de la Ubicación de la OLT.....	57
Figura 33. Mapa de la Ubicación de los Splitters. ....	58
Figura 34. Mapa de la Ubicación de los ONUs .....	59
Figura 35. Esquema de la Red GEAPON. ....	64
Figura 36. Tarjetas Activas OLT. ....	72
Figura 37. Pantalla Con Los Servicios Triple Play. ....	75
Figura 38. Configuración de las extensiones en la Central IP GrandStream. ....	76
Figura 39. Configuración de las extensiones en el ONT Huawei G8546M. ....	77
Figura 40. Configuración del SSID para IPTV en el ONT Huawei G8546M. ....	78
Figura 41. Configuración para difusión del SSID en el ONT Huawei G8546M. ....	79
Figura 42. Herramienta de Mikrotik Bandwith Test .....	80
Figura 43. Esquema de ancho de banda de la VLAN con el protocolo UDP. ....	81
Figura 44. Ping recurrente hacia el Gateway de la VLAN. ....	81
Figura 45. Figura de ancho de banda de la VLAN con el protocolo TCP. ....	82
Figura 46. Ping recurrente hacia el Gateway de la VLAN. ....	82
Figura 47. Configuración del SoftPhone Zoiper que se conectará a la central IP Grandstream. ....	83
Figura 48. Esquema Parámetros ingresados para la autenticación con la Central Telefónica Grandstream. ....	84
Figura 49. Zoiper adoptado y activo con la Extensión 1011.....	84
Figura 50. Configuración de la extensión 1010 en el ONT HUAWEI HG85469. ....	85
Figura 51. Analizador de Trafico Wireshark. ....	85
Figura 52. Tráfico filtrado del Protocolo SIP en Wireshark. ....	86
Figura 53. Ancho de banda de las llamadas en función del tiempo.....	87
Figura 54. Parámetros de LOS y JITTER.....	87
Figura 55. Total de llamadas realizadas y recibidas. ....	88
Figura 56. Duración de las Llamadas en tiempo Real. ....	88
Figura 57. Flujo de llamadas realizadas.....	89

Figura 58. Configuración del Servidor Plex. ....	89
Figura 59. Biblioteca del Servidor PLEX .....	90
Figura 60. Conexión al Servidor Plex.....	90
Figura 61. Biblioteca Multimedia y Canales Online del Servidor Plex.....	91

## **Resumen**

El proyecto titulado “Estudio, diseño e implementación de una red GEPON, para pruebas de transmisión de servicios Triple Play (voz, videos streaming y datos) en el barrio Pueblo Unido Alto” se basa en la tecnología GEPON, opción inteligente para ISP (Proveedor de Servicio de Internet) u operadores de servicio de Datos o CATV, que ofrece el servicio Triple Play, para brindar servicios a usuarios de Internet Banda Ancha, Telefonía IP y Televisión por cable, permitiendo una notable reducción de costos en los operadores que al usar la misma red en todos sus servicios, podrán ofrecer tarifas más baratas a los abonados y servicios mucho más potentes, sin restricciones de distancia y velocidad.

## **Abstract**

The project entitled "Study, design and implementation of a GEPON network for tests of transmission of Triple Play services (voice, video streaming and data) in the Pueblo Unido Alto neighborhood" is based on GEPON technology, intelligent option for ISP (Internet Service) or service providers of Data or CATV, which offers the Triple Play service, to provide services to Broadband Internet users, IP Telephony and Cable TV, allowing a significant reduction of costs in the operators that when using The same network in all its services, will be able to offer cheaper rates to the subscribers and much more powerful services, without restrictions of distance and speed.

## Introducción

### Antecedentes

Pueblo Unido Alto es un Barrio del Sur de Quito, el cual no cuenta con un servicio de internet de alta velocidad a través de fibra óptica, actualmente cuenta con el servicio de internet por radio enlace, este servicio es limitado de ancho de banda, lo que hace imposible que los usuarios cuenten con servicios de datos de alta velocidad, telefonía IP y video.

Para mejorar el servicio actual (Radio Enlace) se propone realizar un diseño e implementación de una red GEPON.

El dimensionamiento de la red se obtendrá en base al análisis del número de usuarios (Abonados) y a sus requerimientos tomando en cuenta, la transmisión de datos (Navegación Web), video streaming y voz (VOIP).

Como parte fundamental del proyecto, se va investigar las herramientas o equipos que permitan el uso de esta tecnología para definir los costos que conlleva el uso de la tecnología.

Requerimientos técnicos para implementar la red GEPON como:

**Alta velocidad en la transferencia de datos**, que implica una conexión de navegación de la web más rápida, una descarga de archivos grandes en pocos minutos, la posibilidad de hacer un backup online sin consumir demasiado ancho de banda, etc.

Ancho de banda mejorada, conectar muchos equipos a la vez sin ver limitaciones.

**Evitar interferencias, evitar problemas de bajada de la velocidad, cortes de la conexión, cruce de conversaciones por teléfono, etc.**

Mejor calidad de video y sonido, que permita mejorar la calidad de los formatos de vídeo y sonido para que las conversaciones telefónicas y las grabaciones se vean sin interferencias, ni cortes, además de una excelente calidad de imagen.

Seguridad en la red, para definir el adecuado funcionamiento de la red, se realizaran pruebas de transmisión de servicios triple play, por medio de fibra óptica, que conceda a los usuarios navegar por internet a altas velocidades también pruebas de telefonía IP y video streaming, para probar la eficiencia del canal.

Para verificar el costo y beneficio de implementar una red GEPON en el Barrio Pueblo Unido Alto, se realizará un análisis del costo de los equipos versus las ganancias que se podrían lograr en el transcurso del tiempo.

El desarrollo e implementación de esta tecnología GEPON, es la solución ideal para aquellos operadores de servicio de datos, video streaming que pretenden emigrar al modelo de Triple Play, o Triple Servicio, lo cual implica Internet Banda Ancha, seguridad en los datos de transmisión, Telefonía y TV, con la posibilidad de transportar TV digital sobre el protocolo IP (IPTV), también permite una notable reducción de costos en los operadores, que al usar la misma red para todos sus servicios, podrán ofrecer tarifas más baratas a los abonados por servicios mucho más potentes, sin restricciones de distancias y velocidad, juegos en red, etc.



### **Objetivo general**

Estudiar, diseñar e implementar una red GEPON, para realizar pruebas de transmisión de servicios triple play en el Barrio de Pueblo Unido Alto.

### **Objetivos específicos**

Investigar el número de usuarios del Barrio de Pueblo Unido Alto, para dimensionar voz, video streaming y datos de la red.

Determinar los requerimientos técnicos básicos necesarios para la implementación de la red GEPON en el Barrio Pueblo Unido Alto.

Configurar el Hardware y Software que permiten realizar pruebas de servicio triple play.

Realizar pruebas de transmisión para evaluar los servicios triple play en un escenario adaptado a la realidad mediante los PKI (Indicadores Claves de Rendimiento).

## **Marco metodológico**

Método de Investigación Documental.-Es la metodología que se va usar para el estudio, diseño e implementación de una red GEPON (solución ideal para brindar servicios Triple Play “Internet Banda Ancha, Telefonía IP y TV”).

El método de Investigación, tiene como objetivo principal conocer la tecnología GEPON, funcionamiento, equipos a usar y modo de configuración, por medio del estudio de libros y paginas online en las que países como Ecuador y otros países a nivel mundial han usado e implementado la tecnología GEPON por su eficiencia, además detallan marcas y modelos de equipos que se podría usar en el caso de implementación.

Para el diseño e implementación del proyecto, se realizará un estudio técnico que identifica el tipo de equipos o marcas que son viables para implementar la tecnología GEPON, también se ejecutará un análisis de factibilidad económica para determinar el costo beneficio del proyecto (técnica que permite valorar aspectos relacionados a la parte financiera versus las ganancias que se pueden lograr en el transcurso del tiempo) y como punto final un estudio del nicho de mercado, el cual define la cantidad de usuarios en el sector de influencia del proyecto y por medio de encuestas efectuadas a los usuarios, se podría concluir si es viable o no el diseño e implementación del proyecto.

El proyecto presenta una analogía de estudio, ya que parte de conocimientos de estructuras similares, a partir de los cuales se implementará el método, seleccionando la información adecuada.

## CAPÍTULO I

### 1.1. Marco referencial o institucional

La tecnología avanza a niveles muy acelerados, lo que significa que las redes actuales no satisfacen la demanda de velocidad de nuevos servicios de comunicación.

El acceso de banda ancha a través de fibra óptica se ve cada vez como algo necesario, para satisfacer la demanda de velocidad, GEPON (Gigabit Ethernet OverPassiveOptical Network), es la tecnología más atractiva al momento de brindar velocidades superiores al Gbps, en Internet de Alta Velocidad, videoconferencias o televisión digital, llegando directamente a hogares, oficinas y edificios, se ha visto la necesidad de profundizar el estudio de la tecnología para la implementación de la red GEPON (tipo prueba) en un sector del Sur de Quito, siendo uno de los lugares con mayor demanda de altas velocidades, para el uso del servicio de Internet.

Etisalat, empresa líder de Medio Oriente, brinda servicios de telecomunicaciones como líneas móviles, líneas fijas, internet y IPTV por cable a 14 países, pero en el año 2003 al 2009 la población se duplica, la empresa tiene problemas al emitir sus servicios por la gran demanda, Etisalat reconoce que las tecnologías ADSL, ADSL2+ y VDSL2 no satisfacen las necesidades de ancho de banda que la empresa requiere.

A finales del año 2009, Etisalat implementa la red FTTH en base a la tecnología GEPON que supera los 1.4 millones de líneas, con un alto rendimiento en sus enlaces y que tiene como resultado la red más grande del mundo (Etisalat, 2009).

CNT Corporación Nacional de Telecomunicaciones del Ecuador, es una empresa pública que brinda servicios de internet, televisión, telefonía fija y pública a nivel de todo el país, en el año 2010 la empresa brinda servicios de internet por medio de tecnología xDSL, es el servicio que trabaja a través de una red telefónica existente, en el principio los clientes se sentían satisfechos por el servicio, pero por la alta demanda de internet, el incremento de usuarios y el desarrollo de nuevas tecnologías, que transmiten a mayores velocidades de ancho de banda, provocan que el servicio sea ineficiente.

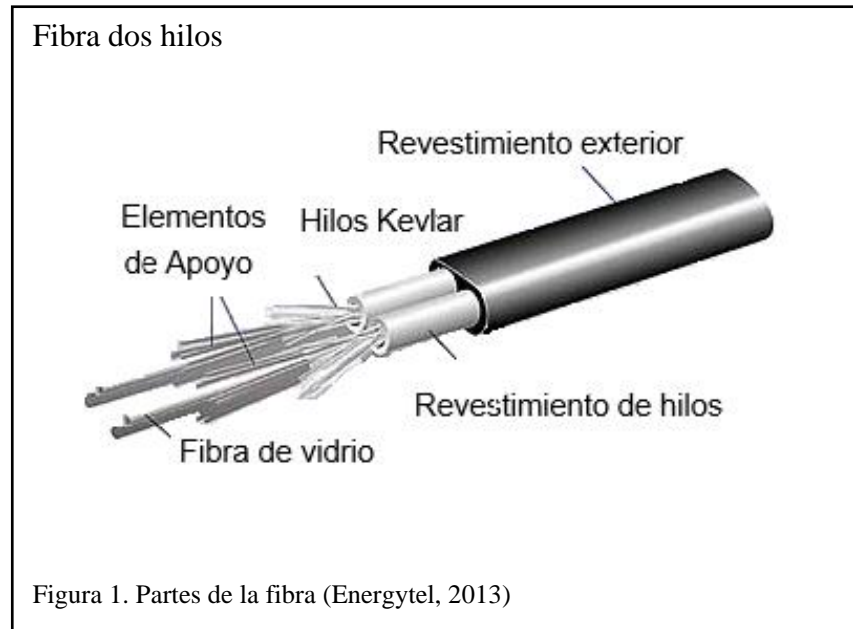
CNT toma la decisión de probar otros tipos de tecnología para mejorar el rendimiento de sus servicios, en el año 2012 implementa el servicio triple play (internet, voz y televisión) por medio de redes GEPON, que permite a la entidad trabajar con anchos de banda más elevados y brindar más servicios, telefonía fija, internet fijo, voz móvil, internet móvil y televisión (CNT, 2012).

## **1.2. Marco teórico**

### **1.2.1. Fibra óptica**

Es un medio de transmisión de datos formado por uno o más hilos de fibra de vidrio o materiales plásticos, tecnología que permite enviar gran cantidad de datos a largas distancias por medio de pulsos de luz, cada filamento de fibra consta de un núcleo central de plástico o cristal, el núcleo de fibra multimodo tiene un diámetro de 50 micras y en fibra monomodo el diámetro es de 8 a 10 micras, el núcleo está rodeado por un revestimiento de vidrio que atrapa la luz en el núcleo de la fibra, utiliza la técnica óptica llamada "reflexión

interna total", sobre el núcleo viene una cubierta delgada de plástico para proteger el revestimiento de la humedad y daños físicos (Tanenbaum & Wetherall, 2012, pág. 89)



### 1.2.2. Fibra Monomodo y Multimodo

Fibra Monomodo.- Este modelo de fibra ofrece mayor capacidad de transporte de información a grandes distancias. Tiene una banda mayor a 100 GHz x Km. Solo puede transmitir rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra, por lo que se denomina “monomodo”.

La fibra es el resultado de reducir el diámetro del núcleo (8.3 a 10 micrones). La transmisión es paralela al eje de la fibra. Las fibras monomodo cubren grandes distancias como máximo 100 km con láser de alta densidad y transporta grandes tasas de información. La fibra monomodo puede recorrer varios kilómetros de distancia sin

repetidores, también provee un ancho de banda de 100GHz /km, el costo bajo de la fibra es rentable para usarla en servicios Triple Play.

Fibra Multimodo.- Este tipo de fibra se puede propagar varios haces de luz de forma simultánea. El diámetro del núcleo de este tipo de fibras típicamente suele ser 50um o 62.5um, por lo que el acoplamiento de la luz es más sencillo que en las fibras Monomodo. Dentro de las fibras Multimodo se tiene dos tipos de fibra según su perfil de índice de refracción.

La transmisión de ancho de banda de fibras multimodo está limitada por parámetros de dispersión modal y dispersión cromática.

Utilizadas en redes LAN (redes locales), la distancia de transmisión es de 2.4 Km como máximo.

Las velocidades de transmisión de esta fibra son:

Tabla 1.  
Velocidades de transmisión de fibra multimodo.

Velocidad (Mbps)	Núcleo		
	62.5/125	50/125	10G 50/125
10/100	2 km	2 km	2 km
1000	275 mts	550 mts	1 km
10000	33 mts	82 mts	300mts

Nota: Contiene velocidades de transmisión de fibra multimodo en base al núcleo.  
Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

Este tipo de fibra es ideal para interconectar cuartos de comunicaciones e implementar áreas residenciales o redes pequeñas.

**1.2.2.1. Ventajas y desventajas de fibra monomodo y multimodo**

Tabla 2.

Ventajas y desventajas de Fibra Monomodo y Multimodo.

<b>Ventajas y Desventajas</b>	<b>Fibra Monomodo</b>	<b>Fibra Multimodo</b>
<b>Transmisión a largas distancias</b>	SI	NO
<b>Ancho de Banda Ilimitado</b>	SI	NO
<b>Utiliza laser de alta densidad que convierte la señal eléctrica en señal luminosa</b>	SI	SI
<b>Modo de propagación de una sola trayectoria, de rayo de luz</b>	SI	NO
<b>Índice de atenuación menor</b>	SI	NO

<b>Longitudes de Onda de 1310-1550 nm</b>	SI	NO
<b>Longitudes de Onda de 850-1130 nm</b>	NO	SI
<b>Costos elevados en cable de Fibra.</b>	NO	SI
<b>Equipamiento óptico económico</b>	NO	SI
<b>Alta fragilidad de las fibras</b>	SI	SI
<b>Empalmes entre fibras difícil de realizaren caso de rotura</b>	SI	SI
<b>El terminal de recepción tiene que ser energizado para la transmisión a través de fibra.</b>	SI	SI

Nota: Describe ventajas y desventajas dependiendo el tipo de fibra.  
 Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.



### 1.2.3. Ancho de banda

El ancho de banda es un parámetro fundamental de redes, que sirve para transmitir datos, se debe tomar en cuenta este parámetro al momento de brindar un servicio triple play (internet de banda ancha, televisión y telefonía).

El servicio triple play se basa en un ancho de banda de altas velocidades, que va ser posible gracias a la unión de un conjunto de tecnologías, como:

La fibra óptica que es un medio de transmisión de datos que puede administrar un ancho de banda de 10Gbps.

Red GEPON, es la red que permite la administración del servicio triple play por medio de anchos de banda elevados.

Tabla 3.  
Plan básico triple play (Aguilar León, 2016)

SERVICIO	ANCHO DE BANDA
IPTV	6Mbps
INTERNET	3Mbps
VOIP	0.050Mbps

Nota: Tabla que muestra anchos de banda en servicios de telecomunicaciones.

#### 1.2.4. Atenuación

La atenuación o pérdida de potencia, se expresa en dB o dB/Km, es un factor importante que se tiene que tomar en cuenta al momento de implementar una red GEPON ya que influye directamente en el desarrollo de transmisión óptica y esto puede ocasionar problemas en el funcionamiento de la red.

El parámetro de atenuación en redes GEPON, puede estar presente en el cable de fibra, conectores, splitters y empalmes.

Para calcular la atenuación del enlace en base a la longitud (Km) de la fibra, los estándares de redes EIA/TIA 568A y el ISO/IEC 11801 establecen la siguiente fórmula.

$$\alpha = \epsilon * L + \#C * \alpha C + \#E * \alpha E$$

Ecuación 1. Cálculo de atenuación del enlace (Perez, 2005)

$\alpha$  = Atenuación del enlace

$\epsilon$  = Coeficiente de atenuación del cable [dB/km] (Este dato es brindado por el fabricante)

L = Longitud del cable [km]

#C = Número de conectores

$\alpha C$  = Pérdida por conector [dB]

#E = Número de empalmes

$\alpha E$  = Pérdida por empalmes [dB]

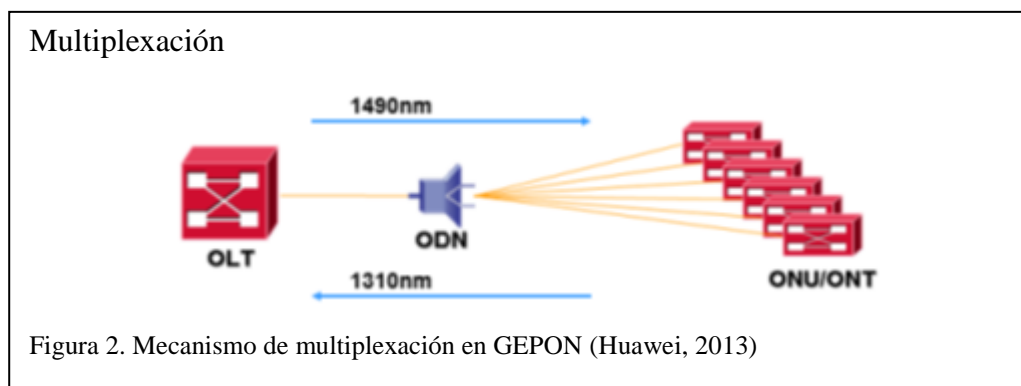
Tabla 4.  
 Normas de coeficiente de pérdida o atenuación (Perez, 2005)

TIA /EIA-568-A				
Tipo de Fibra	Longitud de onda	Coefficiencia de atenuación del cable	Pérdida por conector	Pérdida por empalme
<b>62.5/125</b>	850nm	3.75dB/km	0.75 dB	0.3 dB
<b>62.5/125</b>	1300nm	1.5dB/km	0.75 dB	0.3 dB
<b>50/125</b>	850nm	3.75dB/km	0.75 dB	0.3 dB
<b>50/125</b>	1300nm	1.5 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
<b>Monomodo</b>	1310nm	1.0 dB/km	0.75 dB	0.3 dB

Nota: Identifica normas de atenuación dependiendo el tipo de fibra.

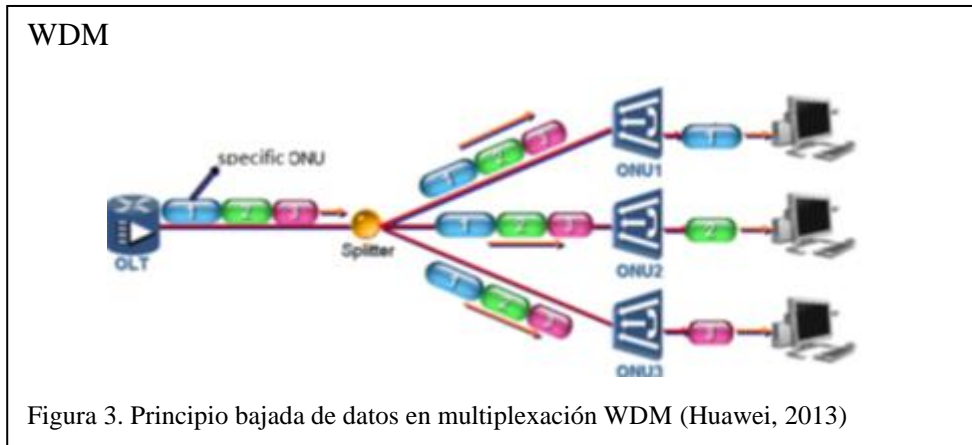
### 1.2.5. Multiplexación de datos

GEPON adopta la tecnología de Multiplexación por división de Longitud de Onda WDM (WavelengthDivisionMultiplexing) facilitando la comunicación bidireccional sobre una sola fibra.

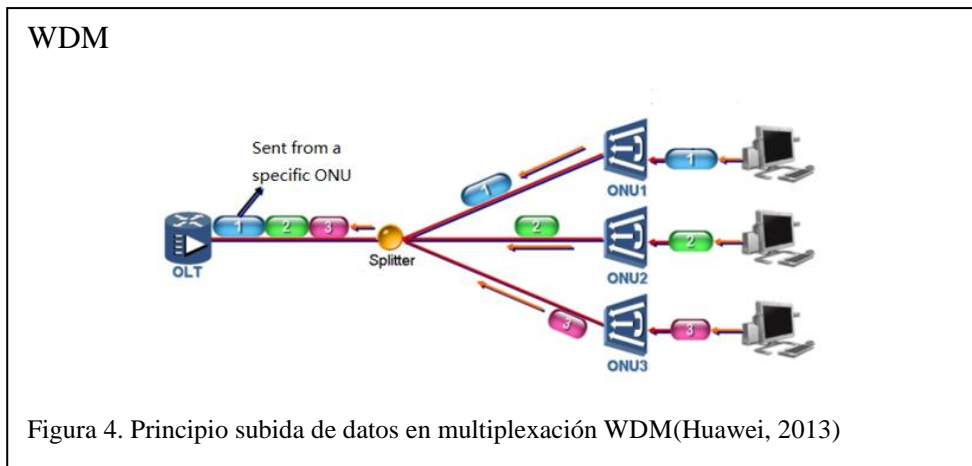


Para separar las señales ascendente/descendente de múltiples usuarios sobre una única fibra, adoptando dos mecanismos de multiplexación.

- 1) En dirección de bajada, los paquetes de datos son transmitidos en una forma de difusión (Broadcast).



- 2) En dirección de subida, los paquetes de datos son transmitidos en un modo TDMA.



### 1.2.5.1. Topologías de red

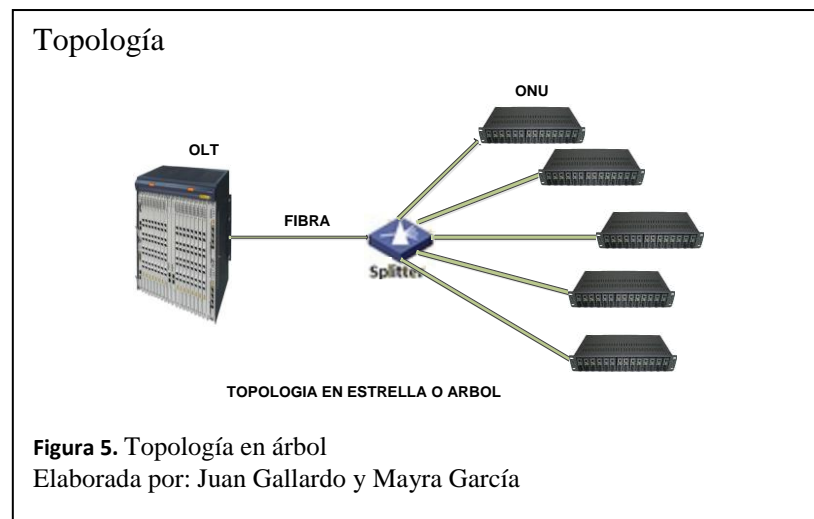
Es la conexión de forma ideal de varios nodos de fibra en la red con el adecuado uso de equipos para permitir la transmisión de datos a nivel del enlace.

A continuación se indicará las topologías más importantes en la implementación de la fibra óptica.

### 1.2.5.2. *Árbol*

Esta topología es usada en redes FTTH, debido a su costo de instalación y su eficiencia.

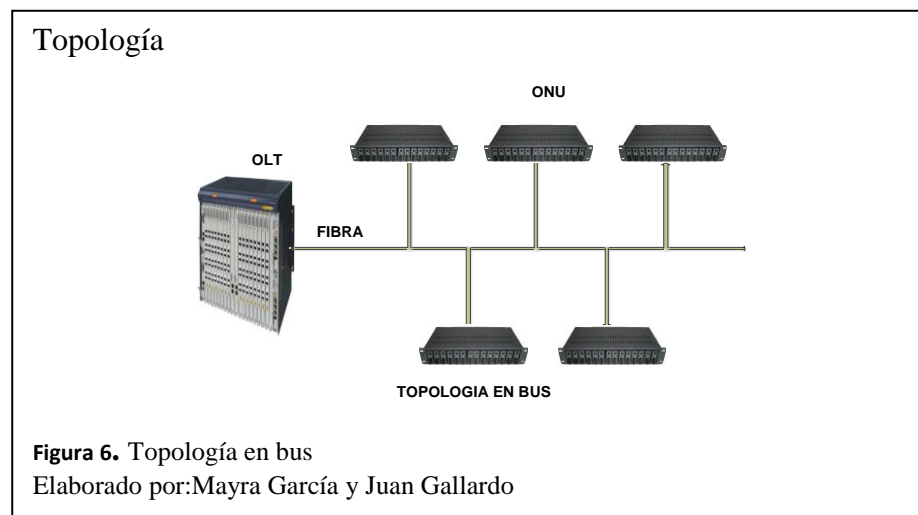
Su estructura está compuesta por la interconexión del nodo central con un divisor óptico unido con un tramo de fibra. El divisor es el encargado de racionar la señal, enviándola a sus destinatarios. Este divisor requiere unas funciones especiales para la privacidad y seguridad. En el caso de las tareas de conmutación al divisor se asignan unos intervalos de tiempo específicos para los ONTs, basándose en la demanda de ancho de banda de cada uno de estos.



En el canal ascendente se utiliza normalmente multiplicación por división de tiempo (TDM). Puede modificarse con facilidad, es decir, si crecen los abonados, la red en estrella puede dividirse en varias subredes, demostrando de esta manera la flexibilidad de la arquitectura. Pero presentan debilidades en cuanto a la fiabilidad. La rotura del tramo principal de fibra o un fallo en los Splitters supondría la caída completa del sistema. También se debe prevenir de los fallos en los amplificadores de la conexión de los puertos de los nodos de acceso originados por un fallo del láser o corte de sintonización.

### 1.2.5.3. Bus

La topología está basada en un nodo central que se conecta con otros nodos por medio de un canal en común en la red, los nodos trabajan insertando tráfico a la red en direcciones de izquierda a derecha y derecha a izquierda.



La desventaja de usar este sistema, es cuando existe una ruptura en el cable en cualquier punto de la red o se desconecta un nodo del enlace, la red deja de trabajar.

#### 1.2.5.4. Anillo

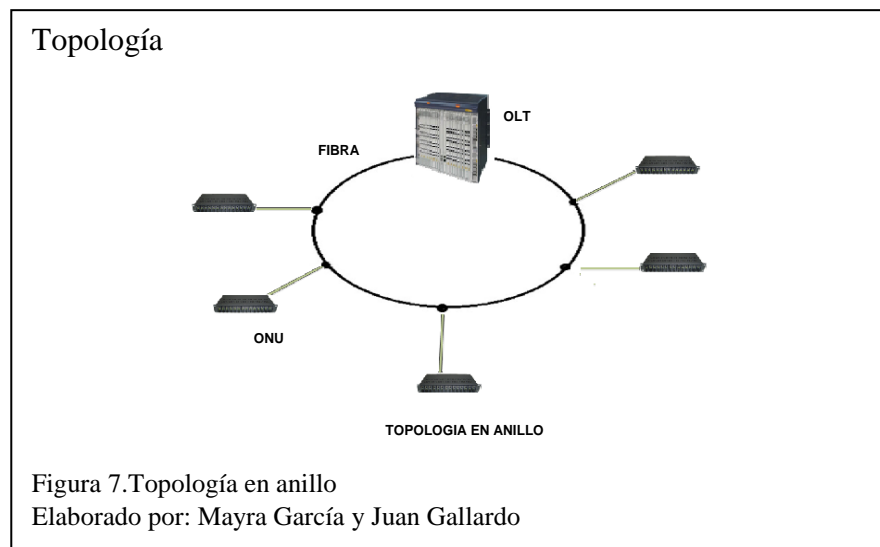
Este tipo de arquitectura es básicamente un enlace común para todos los nodos en forma de anillo. Las topologías en anillo son robustas y actualmente son las más utilizadas para las redes GEAPON ya que permite una comunicación fiable.

Los anillos para rescatar la información después de un fallo manejan dos tipos de técnicas de protección:

Protección de ruta.

Nodo de recuperación.

Desventaja de la topología anillo, costo de implementación ya que utiliza mayor cantidad de cables que otras topologías.



Este tipo de topología de fibra óptica asegura el tráfico al enviarlo por distintos cables de fibra, por si se rompe el cable principal. También se conoce de otra técnica de recuperación un poco más compleja que la anterior, y está basada en WDM. Esta consiste en enviar la información por varios cables a distintas longitudes de onda.

### **1.2.6. PON, red óptica pasiva (Passive Optical Network)**

Red óptica pasiva compuesta de elementos o equipos ópticos pasivos como divisores, que permiten enviar el tráfico por la red.

El principal elemento pasivo en una red PON es el dispositivo divisor óptico (Splitter) que es el encargado de separar y guiar el tráfico hacia los usuarios.

Una red óptica pasiva consta de los siguientes subsistemas:

Sala de equipos/Cabecera: Sitio en el que se encuentran instalados los equipos de comunicación óptica (OLT, Optical Line Terminal), El ODF (Optical Distribution Feeder) es el encargado de la conexión entre el OLT y las cajas de Distribución o NAP.

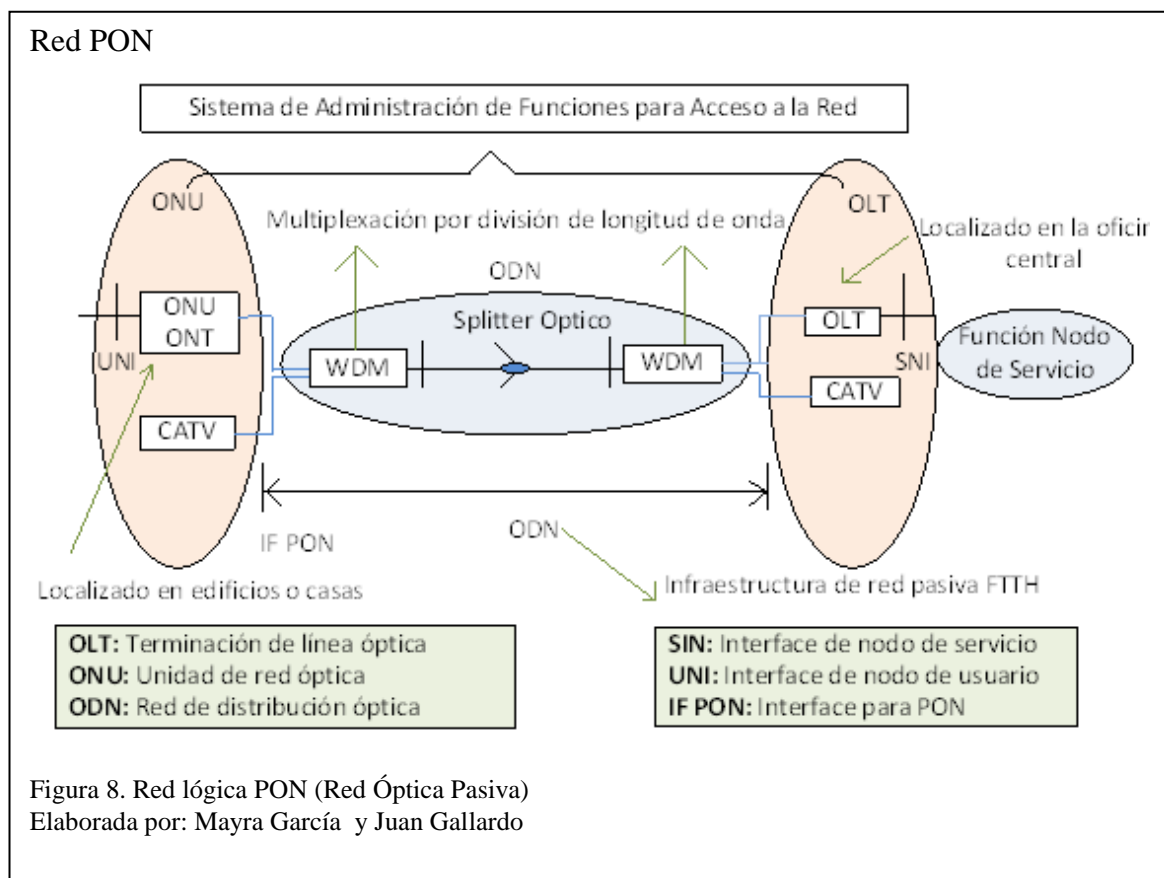
Red Óptica Troncal/Feeder: está formada por un cable óptico que lleva la señal desde la sala de equipos hasta las NAPs. Este tipo de Fibra Óptica puede ser Aérea, marítima o ir enterrada dentro de ductos y cajas de revisión.



Centros de Distribución o NAP: se encargan de contener los Splitters que llevaran la capacidad de la fibra óptica hacia los abonados.

Red Óptica de Acometida: está compuesta por cables ópticos con mensajero. Llevan la señal desde el NAP hasta la roseta óptica.

Red Interna: utiliza rosetas ópticas y pachcord de fibra óptica que se encargan de conectar al ONT.



## Diseño PON

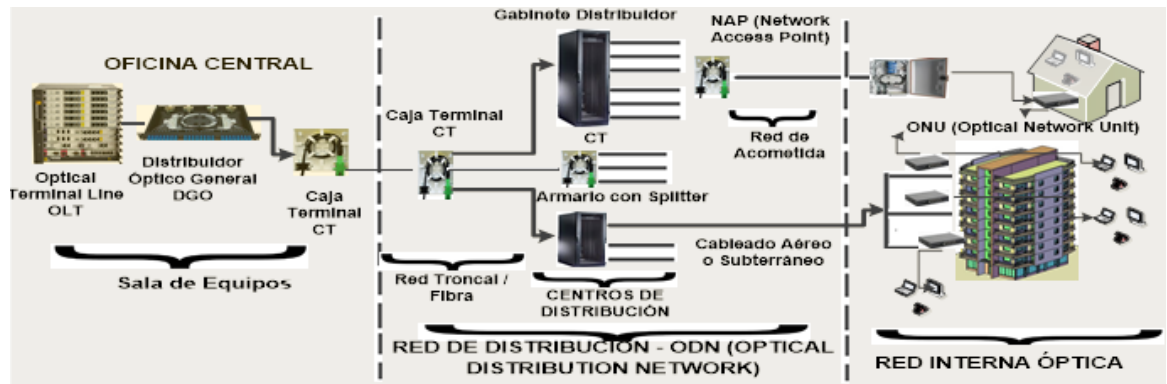


Figura 9. Red Física PON (Red Óptica Pasiva).  
Elaborada por: Mayra García y Juan Gallardo

Tabla 5.  
Comparación tecnologías PON.

Tipos	APON (Asynchronous Transfer Mode over Passive Optical Network)	BPON (Broadband PON – Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)	EPON (Ethernet Passive Optical Networks)	GEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Networks)
Estándar	ITU-T G.983	ITU-T G.983.1 a ITU-T G.983.8	IEEE 802.3	ITU-T G.984.1 a ITU-T G.984.4
Servicios	Acceso Ethernet y	Acceso Ethernet y distribución de	Acceso Ethernet y	Acceso Ethernet y distribución de

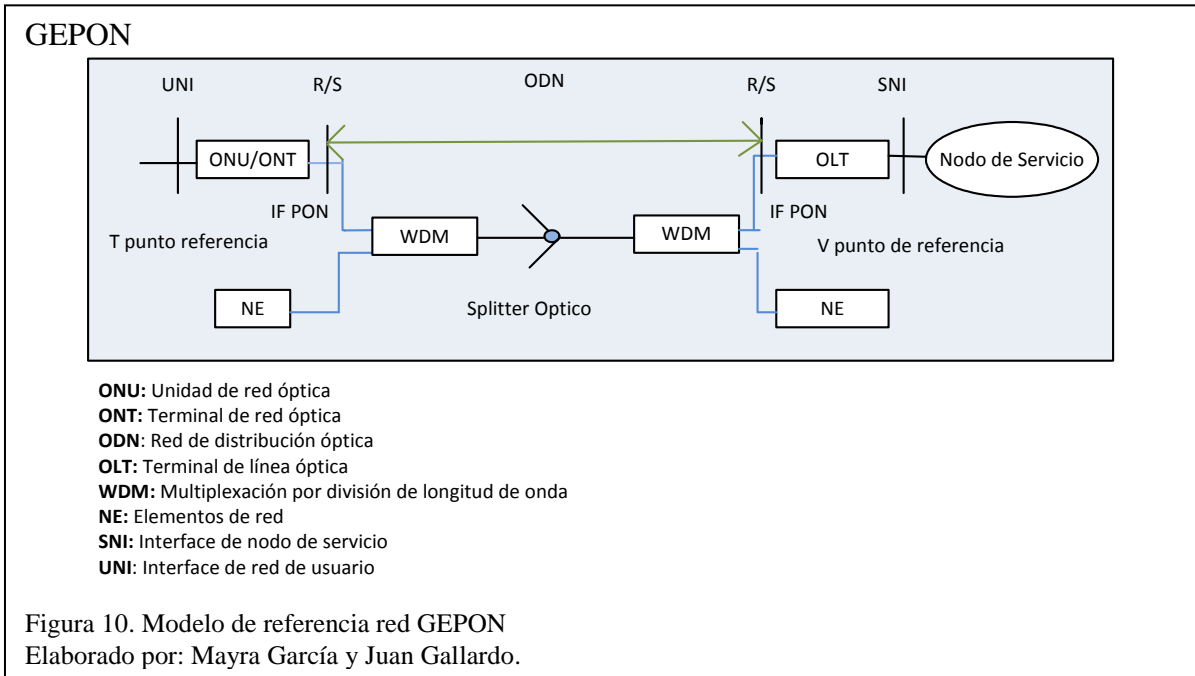
	distribución de video	video analógico	distribución de video	video
Modos de Transmisión	Asimétrico: 622Mbps en sentido descendente y 155Mbps en sentido ascendente Simétrico: 155Mbps ascendente y descendente. No provee transmisión tipo broadcast.	Simétrico: 622Mbps ascendente y descendente. Asimétrico: 622Mbps en el canal descendente y ascendente. Incorpora transmisión broadcast.	Tanto el canal ascendente como el descendente se transportan tramas de Ethernet que se divide entre el número de usuarios. Incorpora transmisión broadcast.	Simétrico: 622Mbps descendente y 1.25Gbps ascendente Asimétrico: 2.5Gbps descendente y 1.25Gbps ascendente. Incorpora transmisión broadcast.
Divisiones por Fibra	32	32	32	32 / 64
Capa de	Usa redes de capa 2 usando	Usa redes de capa 2 usando IP para	Usa redes de capa 2	Usa redes complejas de capa 2 en

Red	IP para datos, voz y video	datos, voz y video	usando IP para datos, voz y video	estructura de árbol. Basada en múltiples protocolos (ATM, TDM, WDM) que permiten servicios Triple Play
Distancias	20km	20km	20km	Permite distancias de hasta 60km sin pasar de 20km entre abonados.

Nota: Tabla comparativa de tipos de red PON.  
 Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

### 1.2.7. Arquitectura GEPON

La tecnología GEPON es la red de banda ancha utilizada como un medio óptico para conectar OLT (Optical Line Termination), ONU (Unidad de Red Óptica) y la ONT (Optical Network Termination).



### 1.2.7.1. OLT (*Optical Line Terminal*)

Línea Terminal Óptica se conecta a la red por medio de interfaces normalizadas. En el lado de distribución posee interfaces de acceso ópticas que están de conformidad con normas GEPON, velocidad binaria, balance de potencia, etc.

La OLT posee tres funciones importantes:

Función de interfaz de puerto de servicio: sirve como interfaz hacia la red de distribución óptica y además se encarga del entramado, control de acceso al medio, operación, administración y mantenimiento para la función de conexión cruzada.

Función de conexión cruzada: permite el tránsito de la información por la red, utilizando el servicio GEPON seleccionado.

Interfaz de Red de Distribución Óptica (ODN, Optical Distribution Network): Punto a través del cual la información se distribuye por la red óptica.

### ***1.2.7.2. ONT (Optical Network Terminal)***

El ONT es el dispositivo que se sitúa en la casa del usuario final donde termina la fibra óptica y ofrece las interfaces del usuario.

Existen tipos de ONTs, entre los principales se tiene:

ONT con interfaz Fast-Ethernet 10/100 que alcanzan velocidades de hasta 100Mbps, ideal para usuarios residenciales, ofreciendo servicios de TV, telefonía e internet.

ONT con interfaz de Gigabit-Ethernet que alcanzan velocidades hasta de 1Gbps usadas para servicios corporativos.

“Debido que no existe interoperabilidad total entre la OLT y ONTGEPON, los fabricantes de estas deben ser los mismos para que exista compatibilidad entre sí.” (GOMEZ BOSSANO MARIA SOL, 2012)

### ***1.2.7.3. OND (Optical Distribution Network)***

Esta red es la encargada de conectar un OLT con varios ONU's /OLT's mediante un dispositivo óptico pasivo (Splitter), usando NAPS (cajas de empalme, gabinetes, etc).

La OND está compuesta por los cables de fibras ópticas de la red Feeder o de Distribución, conectores ópticos, divisores pasivos (Splitters), atenuadores ópticos pasivos (para limitar la potencia del puerto del OLT) y empalmes (mecánicos o fusiones).

“La transmisión de la OND es bidireccional pudiéndose emplear la misma fibra para el tráfico ascendente y descendente o una fibra por separado para cada uno de ellos.”

(MOREJON GAIBOR & GOMEZ BOSSANO, 2013)

#### ***1.2.7.4. Splitter***

Los splitters son un tipo de divisor que se utiliza comúnmente en las redes ópticas pasivas debido a su funcionalidad y desempeño en estos sistemas. El splitter es un dispositivo bidireccional que tiene un hilo de entrada y múltiples hilos de salida en donde la señal óptica de entrada es dividida entre los hilos de salida, permitiendo conectar a múltiples usuarios con un solo hilo de fibra óptica.

#### ***1.2.7.5. ONU (Optic Network Unit)***

La red de acceso llega hasta el punto de delimitación, es decir, hasta el equipo activo al que se conectara cada abonado, asegurando la conexión del abonado hacia la red.

La ONU deberá cumplir con las siguientes características mínimas:

La ONU debe ser compatible con el estándar 10G-PON.

Es imprescindible que la ONU tenga un puerto óptica para conexión de la fibra óptica que llega de la red externa a la casa del abonado.

Debe contar con al menos un puerto RJ-45, un puerto RJ-11, y un puerto para la conexión de televisión que puede ser tipo F, RFA o HDMI. Esto con la finalidad de brindar los servicios de internet, voz y TV SD o HD.

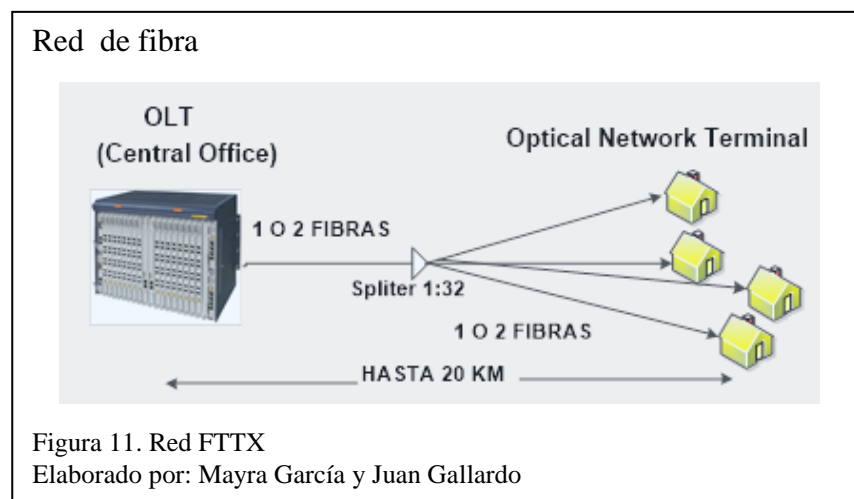
El tipo de laser transmisor de la ONU debe ser DFB, puesto que este tipo de transmisor óptico es el más eficiente para transmisiones con capacidades en el orden de los Gbps y sobre todo con fibra óptica monomodo, que a diferencia de la fibra óptica multimodo si es apta para transmisiones en el orden de los Gbps.

El detector de la ONU debe ser del tipo PIN, ya que soporta velocidades de transmisión en el orden de los Gbps.

### 1.2.8. Arquitectura FTTX

FTTX, término utilizado para renombrar redes pasivas avanzadas que transmiten grandes cantidades de datos, basadas en fibra óptica.

De una manera generalizada, en la sala de equipos o cuarto de comunicaciones la señal se divide y es transmitida a las ONTs (Optical Network Terminal), localizada en los respectivos abonados.



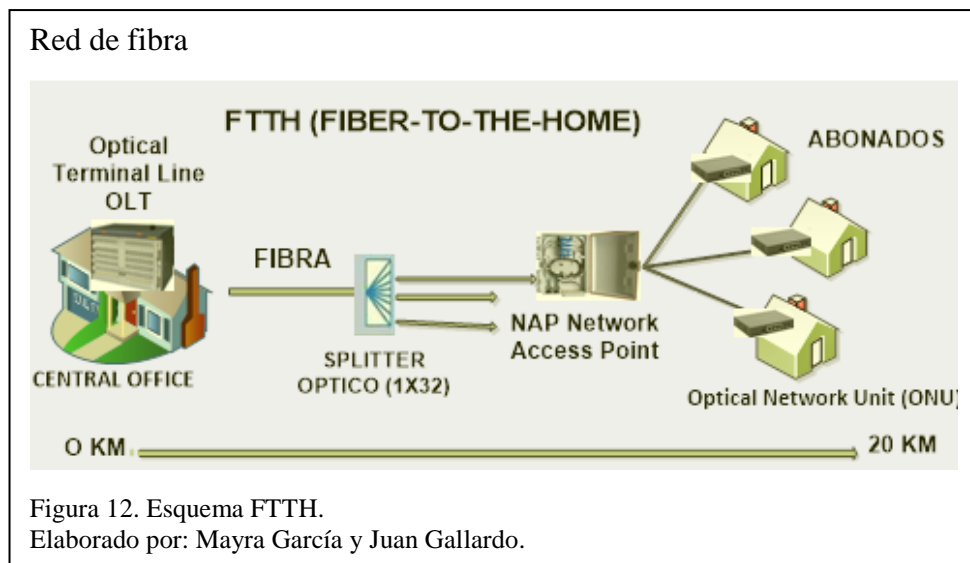


### 1.2.8.1. Fibra hasta el hogar, FTTH (FiberToThe Home)

En esta arquitectura la red óptica llega hasta la oficina o casa del abonado. Se conecta desde el cuarto de comunicaciones hasta las NAPs por medio de la Red FEEDER y desde las NAPs sale con la fibra DROP hacia los Hogares.

La tecnología FTTH es utilizada para conectar a los usuarios o abonados a la red óptica pasiva.

Esta arquitectura permite distribuir Servicios Triple Play (Datos, telefonía y TV) a los usuarios.

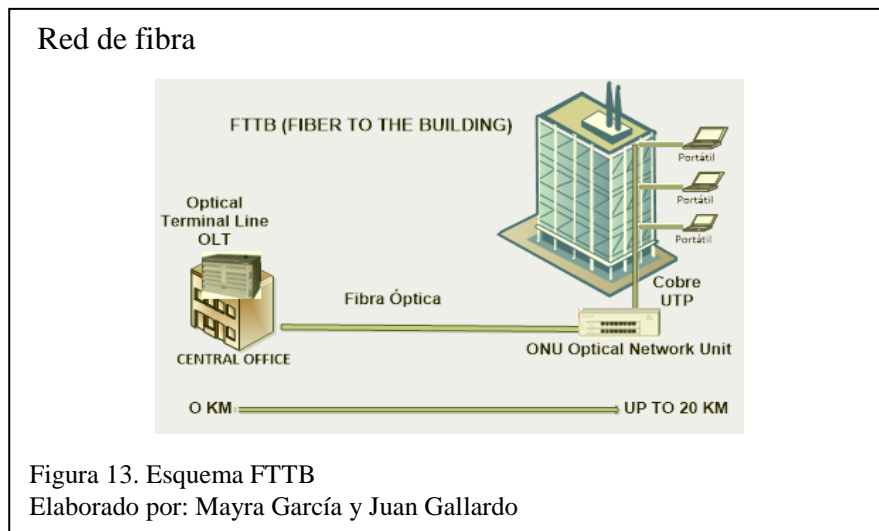


En la figura 12, la fibra sale desde la Oficina Central o cuarto de comunicaciones, se distribuye por los SPLITTERS hacia el NAP el cual las distribuye hacia las ONUs de fibra y llega hasta el interior o fachada de la misma casa oficina del abonado.

### 1.2.8.2. Fibra hasta el edificio, FTTB (*FiberToTheBuilding*)

Este tipo de arquitectura llega hasta las entradas de edificios o urbanizaciones. Desde ese punto se distribuye la red por medio de cable coaxial o cable UTP hacia los abonados.

FTTB funciona correctamente cuando los edificios o urbanizaciones tienen la red interna correctamente estructurada.

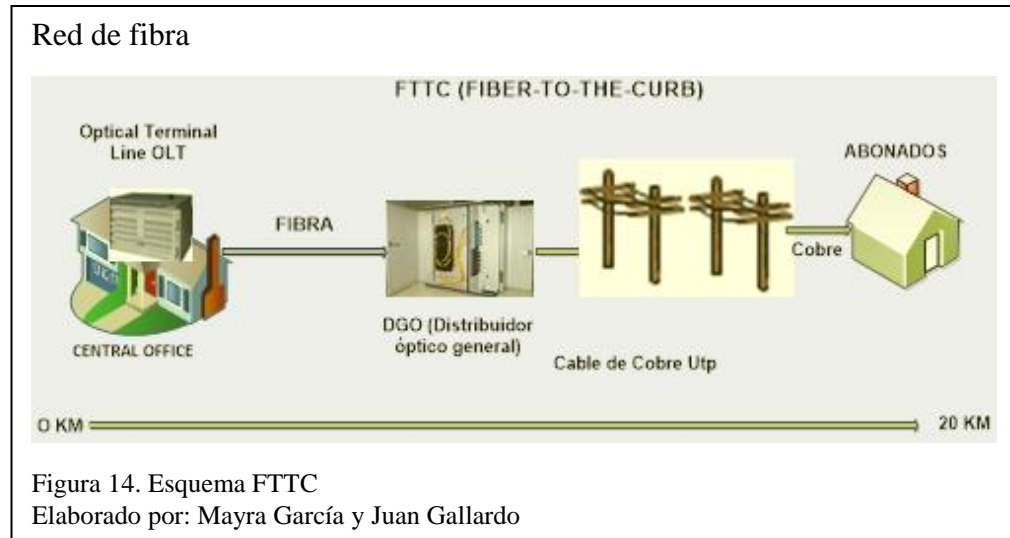


En la figura 13, la Fibra sale desde la Oficina Central o cuarto de comunicaciones, se distribuye hasta un punto de distribución intermedio en el interior del edificio, y de esta ubicación se enlaza a todas las oficinas por medio de la red interna con cable UTP hacia los usuarios.

### 1.2.8.3. Fibra hasta la manzana, FTTC (*FiberToTheCurb*)

En esta arquitectura la caja de distribución se ubica en la calle (Gabinetes de Fibra Óptica) y de ahí sale hasta los abonados con una red de cobre.

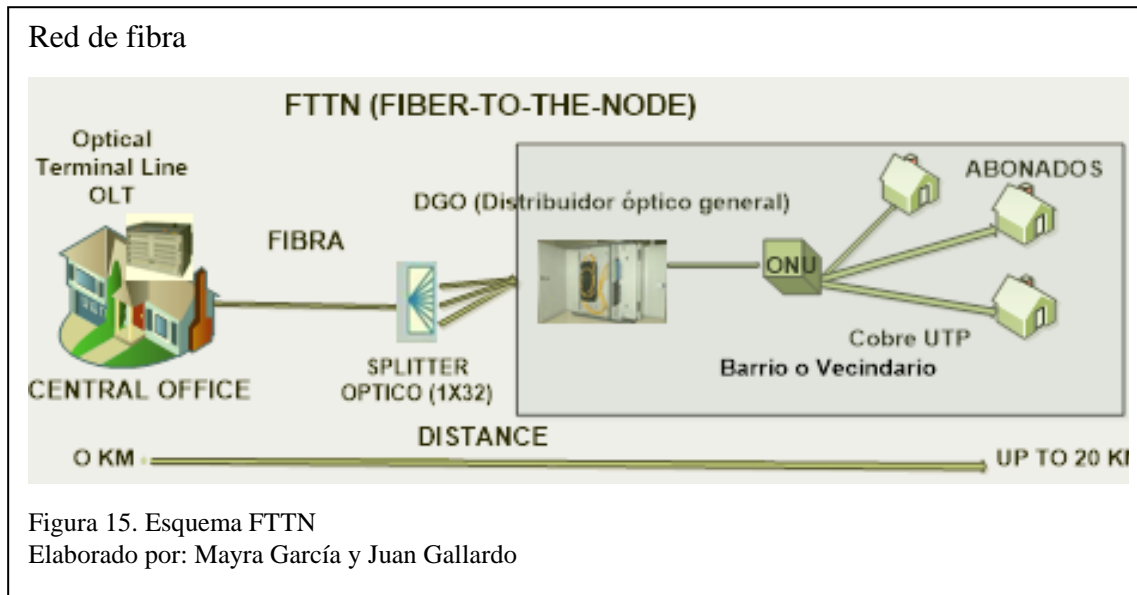
“Esto se logra mediante la instalación de “DSLAM de la calle” que actúan como un cambio pequeño cerca de la casa o negocio. El resto de la distancia entre el DSLAM y las instalaciones del cliente es de cobre, pero la distancia es lo suficientemente corto como para usar la tecnología VDSL (Very-High-bitrate línea de abonado digital.” (LLC, 2015)



En la figura 14, la Fibra sale desde la Oficina Central o cuarto de comunicaciones, se distribuye hasta un punto de distribución intermedio ubicado en los postes de las calles o cajas de distribución ubicada en las veredas, y de este punto se dirige hacia el abonado por medio de cable de Cobre UTP.

#### ***1.2.8.4. Fibra hasta el nodo, FTTN (FiberToTheNode)***

Fibra hasta el nodo (FTTN), también llamada fibra para el barrio o para las urbanizaciones. En esta arquitectura se centraliza un cuarto de comunicaciones donde estará ubicado el gabinete de fibra Óptica y de este punto se reparte hacia los hogares o abonados.



En la figura 15, la fibra sale desde la Oficina Central o cuarto de comunicaciones, se distribuye hasta un punto de distribución ubicado en el vecindario o Barrio en una caja de distribución y de este sitio se dirige hacia el abonado por medio de cable de Cobre UTP.

Tabla 6.  
Cuadro comparativo de modelos FFTX.

MODELO	FTTH	FTTB	FTTC	FTTN
<b>La fibra llega hasta el abonado por medio de unidades de Red Óptica (ONUs)</b>	SI	NO	NO	NO
<b>Anchos de Banda Soportada</b>	155.62 2 Mbps Por abonado	50 a 100 Mbps por abonado	25 a 52 Mbps Descendente y 2.6 Mbps ascendente. Por abonado	25 a 52 Mbps Descendente y 2.6 Mbps ascendente. Por abonado
<b>Utiliza medios de cobre o</b>	NO	SI	SI	SI

<b>cable coaxial para llegar desde la DGO hasta el abonado</b>				
<b>Distancia máxima</b>	20 km	20 km	1 km desde DGO	1 km desde DGO
<b>Permite brindar servicios de triple play</b>	SI	SI	SI	SI
<b>Tipo de multiplexación</b>	WDM	WDM	TDM	TDM

Nota: Tabla comparativa de tipos de modelos FFTX.  
Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

### **1.2.9. Servicios triple play**

Triple Play servicio que proporciona voz, datos y video por medio de una conexión de ancho de banda de 1.25Gbps / 2.5 Gbps, de manera que utiliza los recursos de la red para brindar uno, dos o tres servicios a la vez utilizando un equipo terminal único.

## Triple play

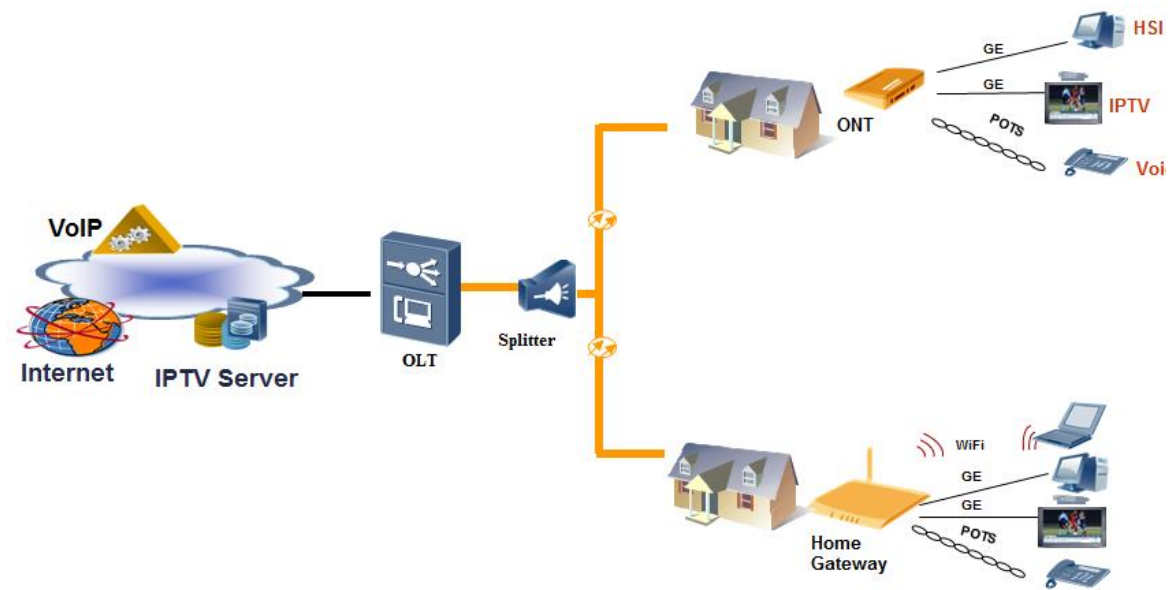


Figura 16. Servicios Triple Play.  
Elaborado por: (Huawei, 2013)

La tecnología GEPON es la opción de grandes operadores a nivel mundial, que permite la administración de servicios triple play.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT, fue una de las empresas que inicio sus servicios triple play con tecnología GEPON en nuestro país, la red tenía una capacidad de transmisión de un 1Gbps con crecimiento de 10Gbps a futuro, tuvo como resultado, un excelente servicio de internet y telefonía (CNT, corporativo.cnt.gob.ec, 2015).

Tabla 7.

Anchos de banda para distintas aplicaciones en abonados.

<b>Aplicaciones</b>	<b>Downstream</b>	<b>Upstream</b>
<b>IPTV</b>	18Mbps	1Mbps
<b>Juegos online</b>	2Mbps	2Mbps
<b>VoIP</b>	0.3 Mbps	0.3 Mbps
<b>Internet</b>	10Mbps	4 Mbps
<b>Videoconferencia</b>	2 Mbps	2 Mbps
<b>Total</b>	<b>32.3 Mbps</b>	<b>9.3 Mbps</b>

Nota: Anchos de banda para diferentes servicios.

Elaborado por:(Céspedes, 2015).

## CAPÍTULO II

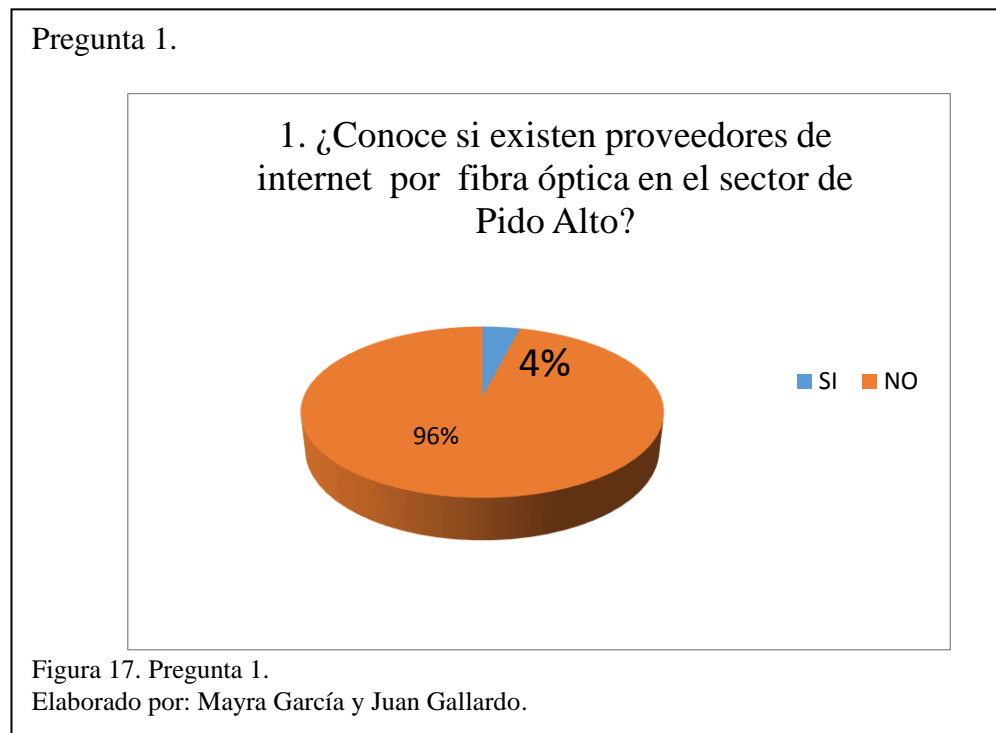
### 2.DISEÑO

#### 2.1. Factibilidad del Proyecto

El proyecto se basa en el estudio del sector para implementar la tecnología GEPON, esto se logra mediante la emisión de encuestas a los habitantes del lugar, estudio técnico, estudio legal y análisis financiero, que tiene como objetivo verificar si el proyecto es viable o no.

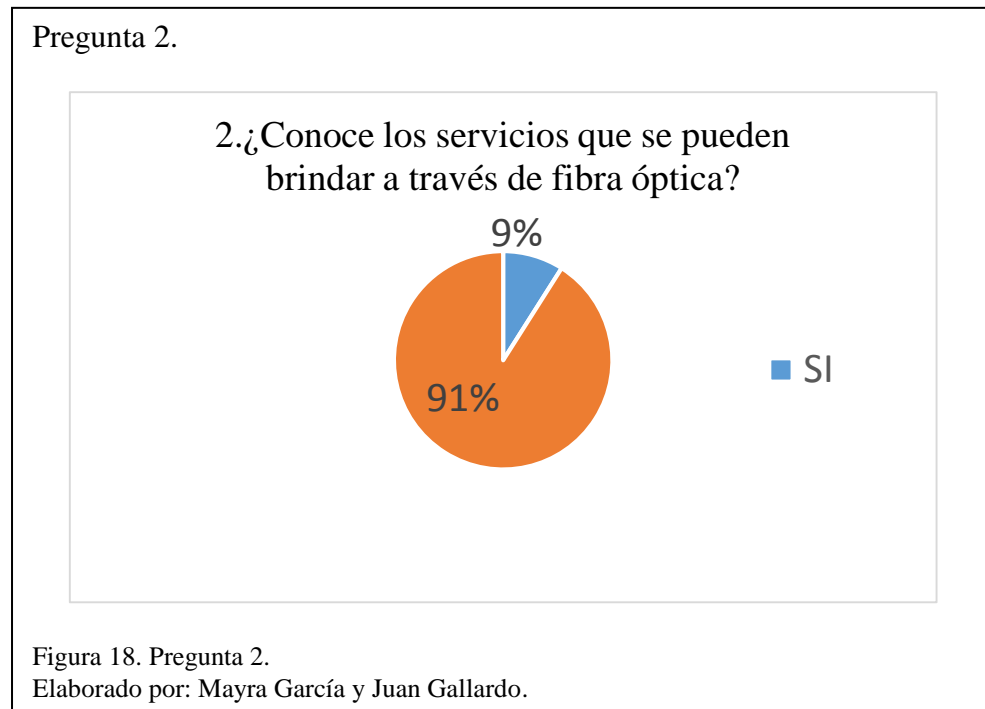
##### 2.1.1. Estudio del sector Pueblo Unido Alto

Las encuestas realizadas a los usuarios o habitantes, muestra los siguientes resultados.





De acuerdo a la pregunta: “Conoce si existen proveedores de internet por fibra óptica en el sector de Pueblo Unido Alto”, se puede verificar un porcentaje de 96% de usuarios que no conocen ningún proveedor de servicio de internet por fibra óptica en el sector de Pueblo Unido Alto. Ver Figura 17.



Un 91% de usuarios no conocen los servicios que se puede obtener de fibra óptica como internet banda ancha, telefonía IP y televisión IP. Ver Figura 18.

Pregunta 3.

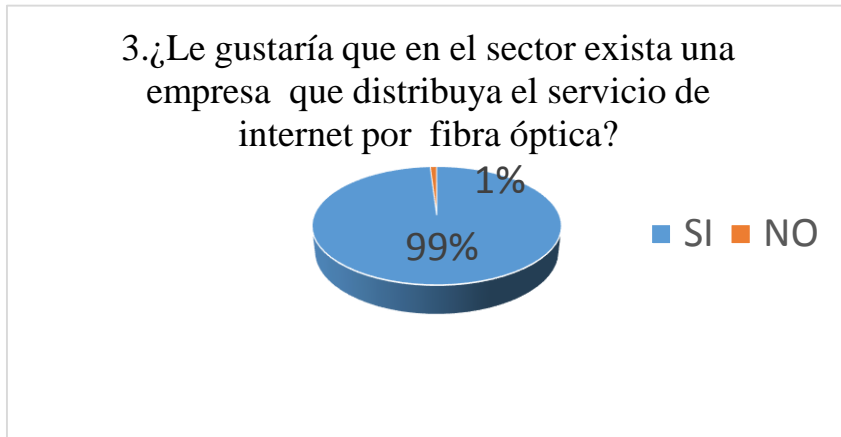


Figura 19. Pregunta 3.  
Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

De acuerdo a la pregunta: “Le gustaría que en el sector exista una empresa que distribuya el servicio de internet por fibra óptica”, con un 99% de aceptación los usuarios les agradaría un servicio de internet por fibra óptica por la velocidad de transmisión de datos.

Ver figura 19.

Pregunta 4

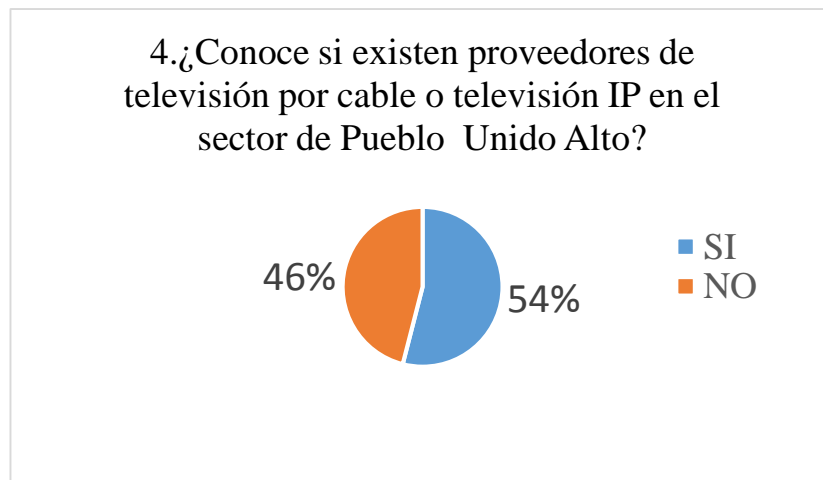
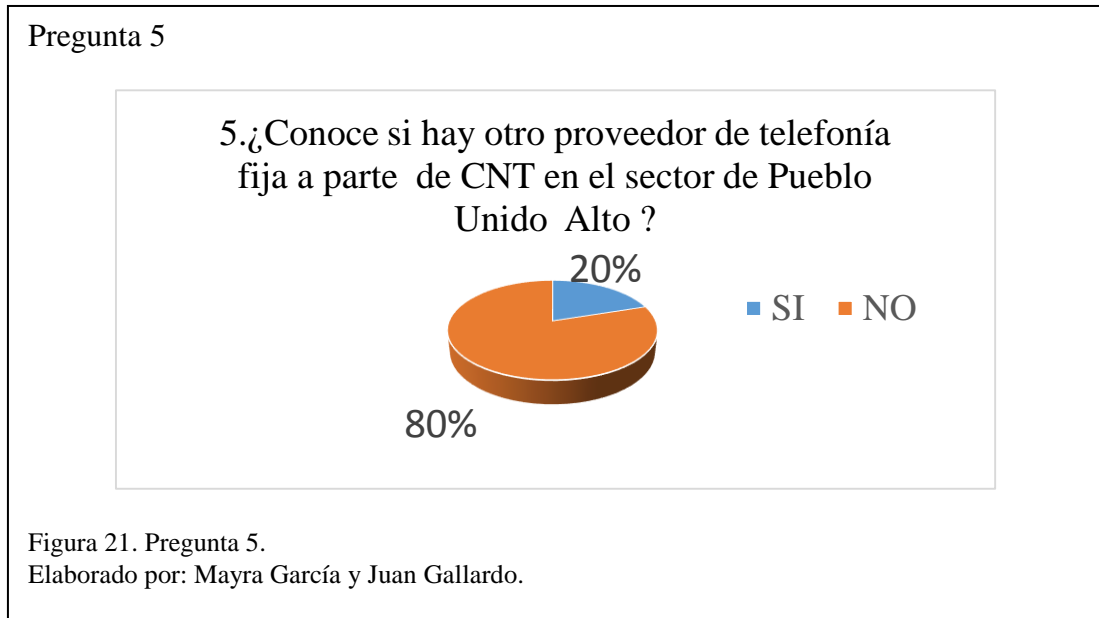
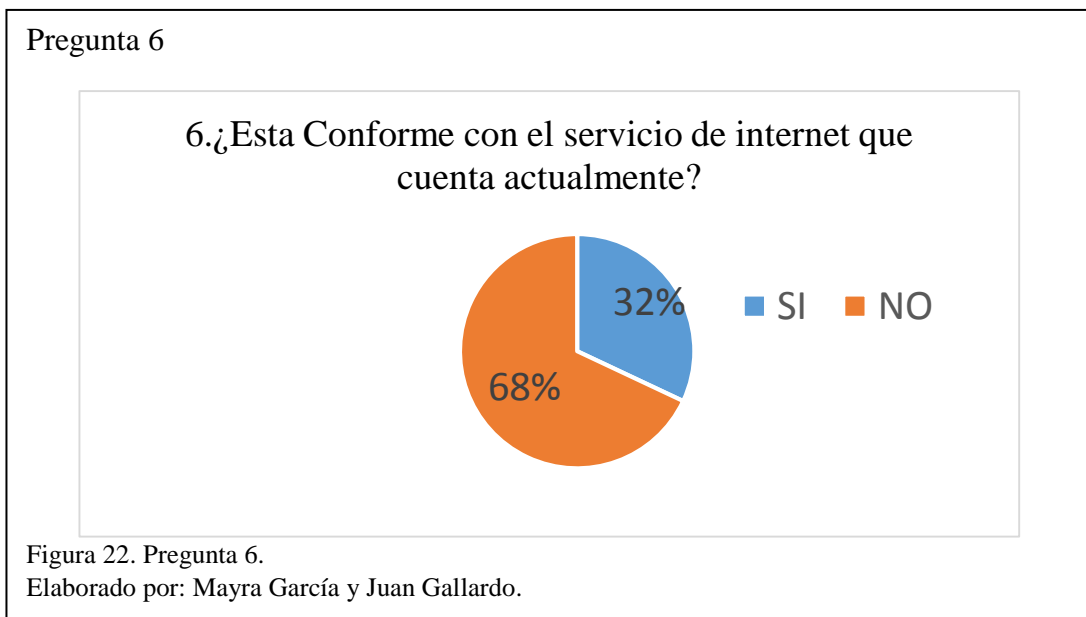


Figura 20. Pregunta 4.  
Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

El 54% de los usuarios afirman que si existen proveedores de televisión por cable y televisión IP en el sector de Pueblo Unido Alto. Ver Figura 20.

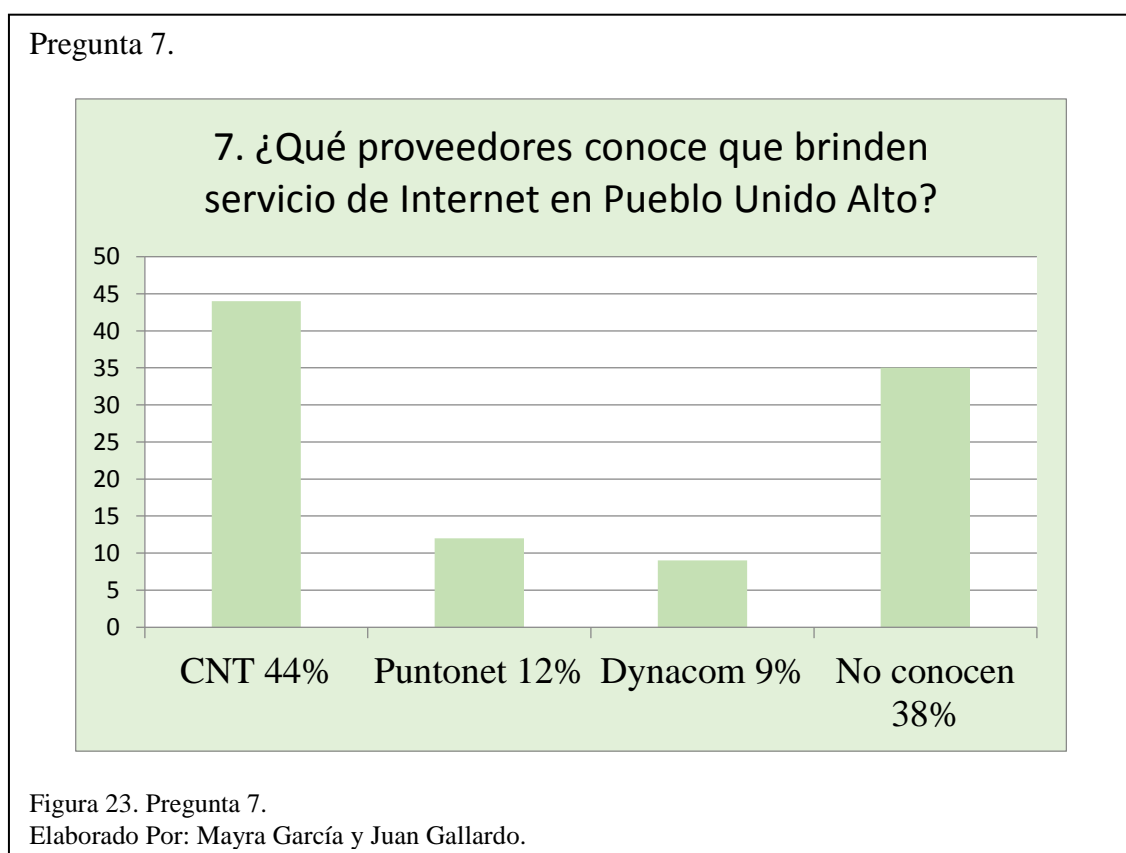


Un 80% de usuarios no tienen conocimiento de otros proveedores de internet con telefonía fija, a parte de CNT en el sector de Pueblo Unido Alto. Ver Figura 21.



El 68% de usuarios se sienten inconformes del servicio de internet que disponen al momento, por la transmisión de datos (páginas de internet se cuelgan). Ver Figura 22.

La siguiente pregunta de la encuesta muestra tipos de competencia que tiene la empresa en el sector de Pueblo Unido Alto, con porcentaje 44% lidera CNT (proveedor que brinda servicio de internet por línea telefónica o ADSL), porcentaje 12% Puntonet (servicio de internet por radio enlace), porcentaje 9% Dynacom (servicio de internet con radio enlace) y con porcentaje del 38%, usuarios que no conocen ISP's y no disponen de servicio de internet. Ver Figura 23.



De acuerdo a las encuestas realizadas en el sector de Pueblo Unido Alto, se puede concluir que podría ser viable la implementación de una tecnología basada en fibra óptica para brindar el servicio triple play.

### **2.1.2. Estudio Técnico**

Comprende el funcionamiento y operatividad del proyecto en base a los equipos que lo conforman o el servicio prestado, por esta razón se realizó una investigación sobre la tecnología más factible para el proyecto y se llegó a la conclusión, que el equipo OLT y los ONUs en la marca Huawei se usarán para la implementación de la tecnología GEPON en el sector de Pueblo Unido Alto, porque es una tecnología reconocida a nivel mundial y ya que los principales Carriers del Ecuador lo tienen como Telconet, CNT, Etapa Telecom entre otros.

### **2.1.3. Estudio Económico**

#### ***2.1.3.1. Costo Nodo Principal Sector Pueblo Unido Alto.***

Para este nodo es necesario definir como equipos activos:

Router de borde MikrotikCCR 1036-12G-4S, dispositivo encargado de la gestión de enrutamiento, control de ancho de banda y acceso mediante PPOE.

OLT Huawei MA5608T- 16 puertos GEPON clase C+, es un equipo terminal de línea óptica (Optical Line Terminal), dispositivo encargado de gestionar la comunicación óptica hacia el equipo de usuario ONT/ONU.

Tabla 8.

CostoMateriales Nodo Principal Sector Pueblo Unido Alto.

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Total</b>
<b>RouterCCR 1036-12G-4S</b>	1	\$ 1.210,00	\$ 1.210,00
<b>OLT MA5608T-16GPFD + Fuente de poder</b>	1	\$ 3.600,00	\$ 3.600,00
<b>ODF 24 puertos + conector SC/UPC + 16 pigtails + 16 patchcord SC-SC/UPC</b>	1	\$ 193,60	\$ 193,60
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5.003,6</b>

Nota: Descripción de materiales y precios en nodo principal.

Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

### **2.1.3.2. Costo Red Troncal Sector Pueblo Unido Alto**

Para la red troncal se debe considerar cierta información de la empresa eléctrica, como la distancia entre postes que oscila entre los 40m a 50m, en la tabla de costos que se describe a continuación se basa en puntos estratégicos para el tendido de fibra.

Tabla 9.

CostosMateriales Red Troncal Sector Pueblo Unido Alto

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Total</b>
<b>Fibra óptica 12 hilos ADSS (mts)</b>	730	\$1.20	\$876
<b>Fibra óptica 4 hilos DROP G657A (mts)</b>	680	\$ 0.28	\$ 190.40
<b>Herraje tipo A</b>	82	\$ 3.60	\$ 295.20
<b>Herraje tipo B de 7", uno por poste</b>	20	\$ 3.60	\$ 72.00
<b>Etiquetas</b>	300	\$ 1.00	\$ 300.00
<b>Amarras</b>	500	\$ 0.04	\$ 20.00
<b>Otros Materiales (mangas, escalera para postes....etc)</b>	2	\$ 515.00	\$ 1,030.00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$2,784</b>

Nota: Descripción de materiales y precios red troncal.

Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

### 2.1.3.3. Costo Red de Distribución Por Cliente Pueblo Unido Alto

Para implementar la red de distribución es necesario tomar en cuenta ciertos materiales.

Tabla 10.

Costos Materiales Red Distribución Sector Pueblo Unido Alto

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Total</b>
<b>NAP 16 puertos</b>	8	\$ 45	\$ 360
<b>PCL de 1 a 16 (Splitter de 1 A 16)</b>	4	\$ 57.77	\$ 231.08
<b>PCL de 1 a 8 (Splitter de 1 A 8)</b>	4	\$ 41.75	\$ 167.00
<b>Adaptador SC/UPC SM Duplex</b>	128	\$ 0.65	\$ 83.20
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 841</b>

Nota: Descripción de materiales y precios red distribución.

Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

### 2.1.3.4. Costo Red de Acceso Por Cliente

Para verificar costos de implementación de la red de acceso se deben considerar los siguientes materiales.

Tabla 11.

Costos Materiales Red de Acceso Sector Pueblo Unido Alto.

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Total</b>
<b>Fibra Óptica 2 Hilos Drop Fig. 8 G657a estimado</b>	150	\$ 0,18	\$ 27,00
<b>Roseta Óptica 1 Puerto</b>	1	\$ 2,40	\$ 2,40
<b>PatchcordSc- SC / UPS 2-3 Metros</b>	1	\$ 3,60	\$ 3,60
<b>Pigtail SC/UPC</b>	1	\$2,90	\$ 2,90
<b>Router HG8546M 4 ETH + WIFI + 1 Telf+ 1 PON</b>	1	\$ 59,00	\$ 59,00
<b>Varios: Amarras + 2 fusiones + Tubo Termo contraíble</b>	1	\$ 25,00	\$ 25,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 119,90</b>

Nota: Descripción de materiales y precios red de acceso.

Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

A continuación se verifica costos de instalación de la red FTTH (Fiber To The Home).

Tabla 12.

Costo Instalación Red FTTH Por Cliente.

Instalación Por Cliente	Personas	Horas	Valor hora	Total
<b>Red Troncal, red distribución y red de acceso</b>	3	2	\$ 2,00	\$ 12,00

Nota: Descripción de costos de instalación de red FTTH por cliente.

### *2.1.3.5. Arrendamiento de Postes*

En la red FTTH (Troncal, Distribución y Acceso), es importante el uso de postes para facilitar servicios al cliente, La empresa eléctrica impone un impuesto anual por arrendamiento por cada poste un valor de \$7, se toma como referencia puntos estratégicos en el sector.

Tabla 13.

Costos Arrendamiento Postes Sector Pueblo Unido Alto.

Arrendamiento Postes Sector Pueblo Unido Alto (Anual)	Cantidad	Precio Unidad	Total
<b>Postes Red Troncal - Red Distribución - Red Acceso</b>	102	\$ 7,00	\$714

Nota: Descripción de costos de arrendamiento por postes sector Pueblo Unido Alto.  
Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

### *2.1.3.6. Cálculo de retorno de inversión.*

Para ello se toma en cuenta ciertos valores iniciales de inversión como el nodo principal, la red troncal y el valor de registro de infraestructura de un sector que se logra mediante el amparo de un Carrier.



Tabla 14.  
Costos Valores Iniciales Inversión.

<b>Costo Inicial</b>	<b>Total</b>
<b>Nodo Principal</b>	\$ 5,003.60
<b>Red Troncal</b>	\$ 2,784
<b>Red Distribución</b>	\$ 841.00
<b>Postes Red Troncal - Red Distribución - Red Acceso (102 postes)</b>	\$ 714.00
<b>Registro de infraestructura</b>	\$ 200
	\$ 9,542.60

Nota: Descripción de valores iniciales.  
Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

Se analiza el valor de inversión por cliente.

Tabla 15.  
Costo Inversión Por Cliente

<b>Inversión Por Cliente</b>	<b>Total</b>
<b>Materiales red de acceso</b>	\$119.90
<b>Instalación</b>	\$12.00
	\$131.90

Nota: Descripción valores de inversión por cliente.  
Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

Para verificar la factibilidad del proyecto se considera el ingreso de 10 clientes por mes, en el periodo de un año se tiene 120 clientes, el valor que va cancelar el cliente por instalación es de \$85, que en 120 clientes se tiene un retorno parcial de inversión por la empresa de \$10,200.00 y por el servicio de internet un valor de \$26 cada mes, que al año genera un ingreso de \$37,440.00, pero se tiene una inversión inicial por la empresa operadora de \$9,542.6, una inversión por 120 clientes de \$15,828 y un insumo de 60 megas de internet anual para 120 clientes por el valor de \$20,160.00, como resultado se tiene un valor negativo en el primer año de \$2,109.40 por recuperar (cero ganancias).

En el año dos se tiene un incremento de 60 clientes, por ende un ingreso de instalación de \$5,100.00, esto significa una inversión para la empresa proveedora por clientes de \$7,914.00 y un ingreso anual por 180 clientes de \$56,160.00, esto genera una ganancia anual de \$20,996.60, se puede concluir que el proyecto es rentable a partir del segundo año como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16.  
Factibilidad Económica Sector Pueblo Unido Alto.

A Ñ O S	Ci en tes X A ño	In ver sion In icial	In ver sion C ien tes	M eg as I n t er n et A n ual	V al or A n ual S er v i c i o I n t er n et	I n s t al acion (\$85) X C ien te	G an an cia A n ual
1	120	\$ 9,542.60	\$ 15,828.00	\$ 20,160.00	\$ 37,440.00	\$ 10,200.00	(\$ 2,109.40)
2	180	0	\$ 7,914.00	\$ 30,240.00	\$ 56,160.00	\$ 5,100.00	\$ 23,106.00

Nota: Descripción factibilidad económica del sector.  
Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

## 2.2. Diseño de la red GE PON

Para el diseño de la red GE PON, se utilizará la tecnología FTTH, compuesta por: el OLT (Optical Line Terminal) ubicado en el cuarto de telecomunicaciones desde el cual saldrá un cable FEEDER de Fibra óptica monomodo ADSS compuesta por 12 hilos, hacia una NAP de 16 puertos que contendrá un splitter o divisor óptico de 1x16 que permite realizar la división de las diferentes rutas de los suscriptores y de este NAP saldrá los hilos de fibra óptica que se comunican con la ONU (Optical Network Unit) o ONT (Optical Network Terminal) que se encuentran ubicados en los abonados (Hogares).

### 2.2.1. Equipos a usar

La OLT (Terminal de Línea Óptica), equipo que está ubicado en el nodo central, es usada para proveer servicios como internet de alta velocidad, Voz sobre IP y Televisión por medio de IPTV, todo esto por medio de la red GEPON (Red Óptica Pasiva Ethernet Gigabyte).

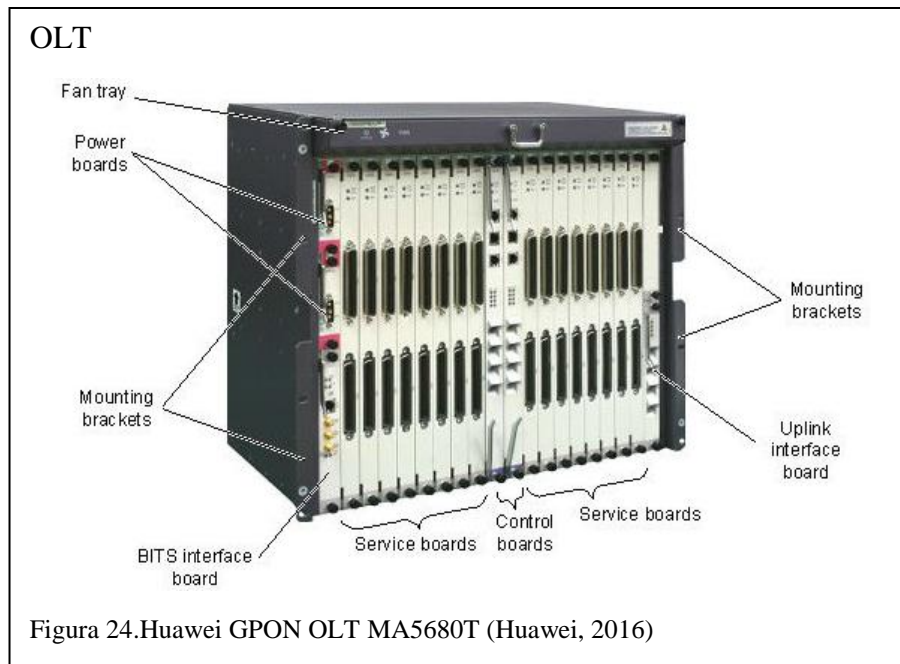


Tabla 17 .

Especificaciones Técnicas del Huawei OLT MA5608T (Huawei, 2016)

<b>Especificaciones</b>	
Especificaciones	<b>MA5608T</b>
<b>Dimensiones (altura x ancho x profundidad)</b>	88 mm x 442 mm x 233,5 mm
<b>Entorno operativo</b>	-40 °C a +65 °C                      5 % a 95 % de humedad relativa
<b>Alimentación</b>	Entrada de alimentación de -48 VCC
	Protección del suministro de energía doble
	Rango de voltaje de operación de -38,4 V a -72 V
<b>Capacidad de conmutación: bus del panel de interconexión posterior</b>	720 Gbit/s
<b>Capacidad de conmutación: tarjeta de control</b>	512 Gbit/s
<b>Capacidad de acceso</b>	8 x GPON 10 G
	32 x GPON
	96 x GE
<b>Tipo de puerto</b>	<b>Puertos de enlace ascendente:</b> puertos ópticos 10 GE y puertos ópticos/eléctricos GE.
	<b>Puertos de servicio:</b> puerto óptico GPON, puerto

	óptico FE punto a punto, puerto óptico GE punto a punto y puerto óptico Ethernet.
<b>Rendimiento del sistema</b>	Transmisión a velocidad de línea de capa 2/capa 3
	Ruta estática, RIP, OSPF y MPLS
	Esquemas de sincronización de reloj: BITS, E1, STM-1, sincronización del reloj Ethernet, 1588v2 y 1PPS + ToD
	Relación de separación máxima de 1:256
	Distancia lógica máxima entre dispositivos: 60 km




Nota: Describe especificaciones técnicas del equipo OLT.

El equipo OLT MA5680T Huawei admite una capacidad de panel de interconexión posterior de 3,2 T, una capacidad de conmutación de 960 G, 512 000 direcciones MAC y un máximo de 44 canales de acceso 10 GE o 768 puertos GE. (Huawei, 2016).

La OND (Red Óptica de Distribución), compuesta por: cables de fibra óptica, cajas de empalmes, divisores ópticos o Splitters, entre otros elementos de la planta externa.

Tabla 18.  
Elementos de la Red Óptica de Distribución.

Elementos	Descripción	Imagen
<b>ODF (Distribuidor de Fibra Óptica)</b>	Punto donde llegan los hilos de fibra óptica y permite conectar la planta externa con los equipos de acceso OLT	
<b>Splitters 1:4 1:16 1:32</b>	Dispositivos que permiten dividir la señal óptica de entrada en N ramas de salida con mínimas pérdidas.	
<b>NAP o cajas de distribución</b>	Tiene como propósito cortar el excedente de la fibra y centrar lo más posible en los sujetadores para realizar los empalmes.	
<b>Rack de comunicaciones</b>	Es donde están instalados todos los dispositivos: Servidores, routers, OLT, central Telefónica, switches, etc.	
<b>Red de fibra (troncal) FEEDER</b>	Interconecta el distribuidor (ODF) con los armarios, está constituida por cables de fibra óptica que inician de la central y se distribuyen hacia armarios de repartición.	
<b>Postes</b>	Se utilizan postes de hormigón armado de 10 y 12 metros de longitud. En la ubicación de los postes se evitara que estos queden situados cerca de puertas, ventanas, cerramientos que de alguna manera interfieran con la libre circulación y acceso de las personas a los inmuebles.	

<p><b>Herrajes tipo A de 7"</b></p>	<p>Los herrajes son piezas de acero galvanizado, que nos permiten sujetar el cable de fibra óptica aéreo al poste.</p>	
<p><b>Tensores 4-22 y tensores última milla</b></p>	<p>Se los utiliza para tensar la fibra óptica, evite que la fibra se cuelgue, y permite dar giros hacia los abonados.</p>	
<p><b>Sistemas de puesta a tierra</b></p>	<p>Se instalara sistemas de tierra en todos los armarios de comunicaciones para evitar que los equipos se quemen por variaciones eléctricas.</p>	

Nota: Tabla que muestra los elementos de una OND.  
Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

ONT (Terminal de Red Óptica) u ONU (Unidad de Red Óptica), equipo que está ubicado en los abonados o usuarios según corresponda, transforma la línea de fibra óptica en interfaces Ethernet típicas suponiendo, por lo tanto, el final de la línea de fibra.



Es el equivalente al PTR (Punto de intervención de la red) en las instalaciones telefónicas tradicionales.

Tabla 19.

Especificaciones del ONTHuawei HG8326 (Huawei, 2016)

Especificaciones	HG8326
Dimensions (H x W x D)	176 mm x 138.5 mm x 28 mm
Network-sidePorts	GPON
User-sidePorts	2 POTS + 4 GE + USB + Wi-Fi

Nota: Especificaciones técnicas ONT.

Elaborado por: Mayra García y Juan Gallardo.

### 2.2.2. Fibra óptica a usar

Puesto que las distancias son moderadas se ha escogido fibra óptica de tipo Drop-figura-8 con mensajero monomodo (single mode o SM) de 2 hilos G657A Connection para la Red de Acceso.

Esta fibra óptica G657A permite un radio de curvatura mínimo de 7.5 mm.

Una atenuación: En 1310 nm  $\leq$  0,35 dB/Km y en 1550 nm  $\leq$  0,21 dB/Km.

También se usará Fibra Óptica ADSS de 12 Hilos G652D LS para la red FEEDER principal. Este tipo de fibra aérea es resistente al medio ambiente (sol, lluvias).

Estas fibras tienen un soporte esencial debido a sus características, con este tipo de elementos se puede asegurar un tiempo de vida útil de 5 años, así como una capacidad superior de trabajo.



## Fibra óptica



Figura 26.Fibra Óptica Connection de 4 hilos(connection-cs.com, 2014).

## Especificaciones fibra monomodo

### FIBER PARAMETERS

No.	Items		Unit	Specification
				G.657A2
1	Mode Field Diameter	1310nm	μm	9.0±0.4
		1550nm	μm	10.1±0.5
2	Cladding Diameter		μm	124.8±0.7
3	Cladding Non-Circularity		%	≤0.7
4	Core-Cladding Concentricity Error		μm	≤0.5
5	Coating Diameter		μm	245±5
6	Coating Non-Circularity		%	≤6.0
7	Cladding-Coating Concentricity Error		μm	≤12.0
8	Cable Cutoff Wavelength		nm	$\lambda_{cc} \leq 1260$
9	Attenuation(max.)	1310nm	dB/km	≤0.4
		1550nm	dB/km	≤0.3
10	Macro-Bending Loss	1turn×10mm radius @1550nm	dB	≤0.75
		1turn×10mm radius @1625nm	dB	≤1.5

### CABLE PARAMETERS

Items		Specifications
Fiber Count		4
Colored Coating Fiber	Dimension	250±15μm
	Color	Blue, Orange, Green, Brown
Strength Member	Dimension	0.5mm
	Material	FRP
Self-Supporting Member	Dimension	1.2mm
	Material	Steel
Jacket	Dimension	5.2±0.2mm×2.0±0.1mm
	Material	LSZH
	Color	Black

Figura 27.Especificaciones de la Fibra Óptica Monomodo Connection 1(connection-cs.com, 2014)

## Especificaciones fibra monomodo ADSS

### Mechanical Characteristics

Storage Temperature : -40 to +80°C / Operating Temperature : -30 to +70°C

Fiber Count	LSC Part Number	Nominal* Outer diameter		Nominal* Weight		Crush Load				Minimum Bend Radius			
		[mm]	[inch]	[kg/km]	[lb/1000ft]	Short Term		Long Term		Loaded		Installed	
						[N/cm]	[lb/inch]	[N/cm]	[lb/inch]	[cm]	[inch]	[cm]	[inch]
6	LS09ADSS006-S100	11.3	0.44	96	64	220	125	110	63	22.6	8.90	11.3	4.45
12	LS09ADSS012-S100	11.3	0.44	96	64	220	125	110	63	22.6	8.90	11.3	4.45
24	LS09ADSS024-S100	11.3	0.44	96	64	220	125	110	63	22.6	8.90	11.3	4.45
36	LS09ADSS036-S100	11.3	0.44	96	64	220	125	110	63	22.6	8.90	11.3	4.45
48	LS09ADSS048-S100	12.0	0.47	105	70	220	125	110	63	24.0	9.45	12.0	4.72
72	LS09ADSS072-S100	12.0	0.47	105	70	220	125	110	63	24.0	9.45	12.0	4.72

LSC Part No. .... LS□□ADSS□□□ - S□□□

### Transmission Performance 1310nm/ 1550nm

Max. Attenuation	(dB/km)	0.35 / 0.25
Max. Dispersion	(ps/nm-km)	3.5 / 18
Max. PMD	(ps/√km)	0.2
Max. Field Diameter	(um)	92±0.4/ 105±1.0

### Transmission Performance

Standard Reel Length	4000m
----------------------	-------

\*Other Cable lengths may be available upon request

### Loading / Sag Estimation

Items	NESC Condition Code	Unit	Loading Estimation	
			Light	48-72
Fiber Counts		-	6-36	48-72
Installation	Load	kg(lb)	120 (264)	132 (290)
	Sag	m(ft)	1.0 (3.3)	1.0 (3.3)
Every Day Stress	Load	kg(lb)	111 (244)	123 (271)
	Sag	m(ft)	1.1 (3.6)	1.1 (3.6)
Max. Operating Stress	Load	kg(lb)	312 (687)	333 (733)
	Sag	m(ft)	4.0 (13.2)	3.9 (12.8)
Max. Sag	Vertical	m(ft)	2.1 (6.9)	2.1 (6.9)
	Horizontal	m(ft)	4.3 (14.1)	4.3 (14.1)
Max. Survival Wind Speed		km/hr	150	

Figura 28. Especificaciones de la Fibra Óptica Monomodo ADSS LS LT-DJBKE\_100 (Hentel.ec, 2016)

### 2.2.3. Tipo de red a utilizarse en el diseño

La red que se va usar en el sector de Pueblo Unido Alto, se basa en dos topologías que forman un mapa lógico o físico de cómo se conectan los nodos para intercambiar datos, tomando en cuenta los costos y propiedades de cada esquema.

### 2.2.4. Topología de la red

La distribución de la fibra óptica permite asegurar de cierta manera la redundancia de la red, que resulta necesaria para dar confiabilidad al usuario en el restablecimiento de la

conexión ante posibles fallos a gran escala. La redundancia debe asegurarse con la utilización de equipos adecuados para la re-conexión de forma automática o manual.

A continuación se indicará las topologías más importantes en la implementación de una fibra óptica.

Árbol.-Es el más utilizado en las redes FTTH y debido a su costo de instalación y su eficiencia. Su estructura está compuesta por la conexión interna del nodo central con un divisor óptico unido a un tramo de fibra. El divisor es el encargado de racionar la señal, enviándola a sus destinatarios. Este divisor requiere unas funciones especiales para la privacidad y seguridad. En los trabajos de conmutación al divisor se delega intervalos de tiempo específicos para los ONTs, Ver figura 5.

En el canal ascendente se utiliza normalmente multiplicación por división de tiempo (TDM). Puede modificarse con facilidad, es decir, si crecen los abonados, la red en estrella puede dividirse en varias subredes, demostrando de esta manera la flexibilidad de la arquitectura. Pero presentan debilidades en cuanto a la fiabilidad. La rotura del tramo principal de fibra o un fallo en los Splitters supondría la caída completa del sistema. También se debe prevenir de los fallos en los amplificadores de la conexión de los puertos de los nodos de acceso originados por un fallo del láser o corte de sintonización.

Anillo.-Este tipo de topología es un enlace frecuente para todos los nodos en forma del anillo. Las topologías en anillo son robustas y son la base de muchas arquitecturas LAN y WAN para conseguir una comunicación fiable.

Los anillos para rescatar la información después de un fallo manejan dos tipos de técnicas de protección:

Protección de ruta.

El enlace / nodo de recuperación.

La protección de ruta, consiste en reenviar e intercambiar información desde la OLT en el sentido contrario al sentido anterior.

El enlace / nodo de recuperación, es similar, pero en este caso el tráfico se re direcciona en el nodo/enlace donde se ha producido la rotura. Ver figura 7.

Este tipo de topología de fibra óptica asegura el tráfico al enviarlo por diferentes cables de fibra, por si se rompe el cable principal. También se conoce de otra técnica de recuperación un poco más compleja que la anterior, y está basada en WDM. Esta consiste en enviar la información por varios cables a distintas longitudes de onda.

#### **2.2.5. Análisis del sector seleccionado**

Este barrio se encuentra situado al Sur del Distrito Metropolitano de Quito, junto a la vía Simón Bolívar 3 km antes de llegar al puente de Guajaló en sentido Norte Sur.

## Sector Sur

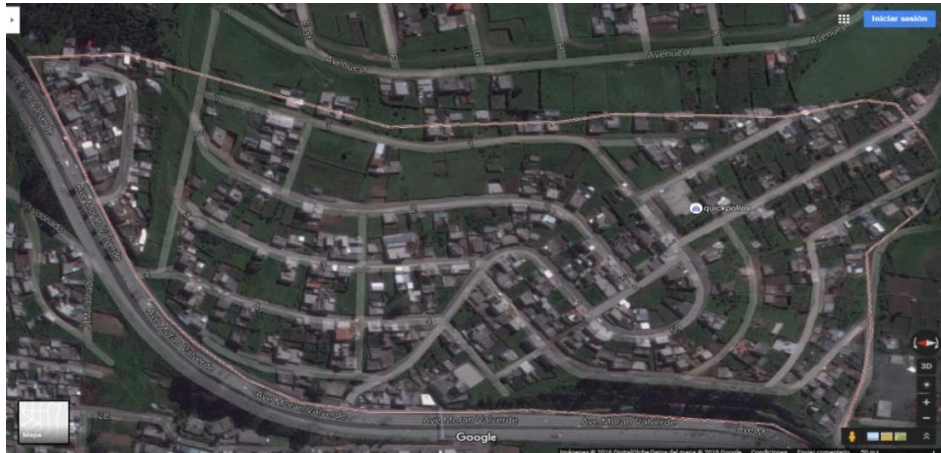


Figura 29. Mapa de Pueblo unido Alto (Google Earth , 2016)

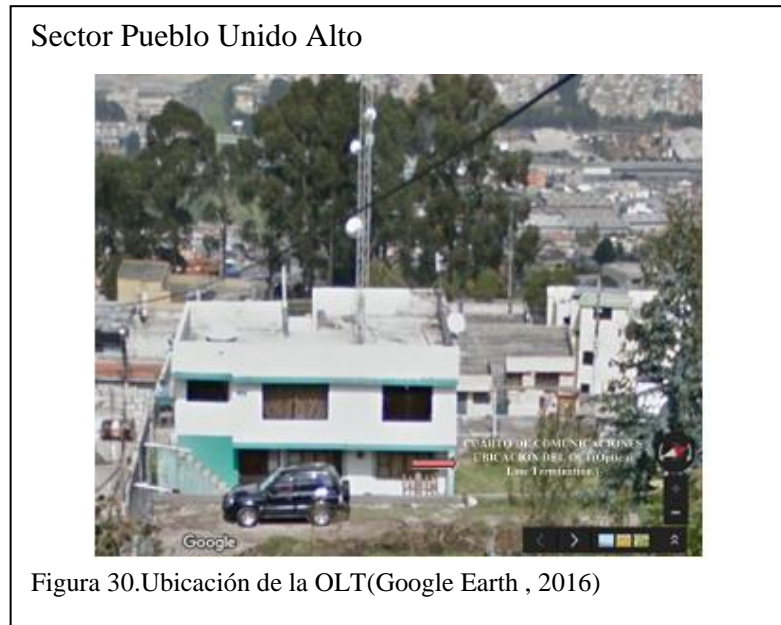
Pueblo unido alto consta con un promedio de 275 Hogares, promedio 4 habitantes por hogar y multiplicado por el número de hogares da como resultado la cantidad de 1100 habitantes promedio. (Google Earth , 2016).

Para este punto está proyectado hacer una prueba de conectividad usando Fibra Óptica para unos 3 abonados, los cuales realizaran pruebas de Internet, telefonía IP y Tv con video Streaming.

En el sector existe conexión de internet CNT por línea telefónica, también existen proveedores como Punto Net, IPlanet y Dynacom que brinda servicio de internet por radio enlace, No existen proveedores de internet con fibra Óptica.

## 2.2.6. Ubicación de la OLT

La OLT se encuentra colocada en el Rack de comunicaciones en el Barrio Pueblo Unido Alto Calle S34B-S34-98 y Calle E6H.



Desde este punto saldrá toda la Fibra Óptica hacia los abonados.



Sector



Figura 32. Mapa de la Ubicación de la OLT. (Google Earth , 2016)

### **2.2.7. Ubicación de los splitters**

Para la realización de este proyecto se escogió 3 puntos diferentes:

Se usara un nivel de Spliteo por cada punto escogido.

Se colocaran 4 NAPs o cajas de distribución colocadas en 4 puntos de Pueblo Unido Alto.

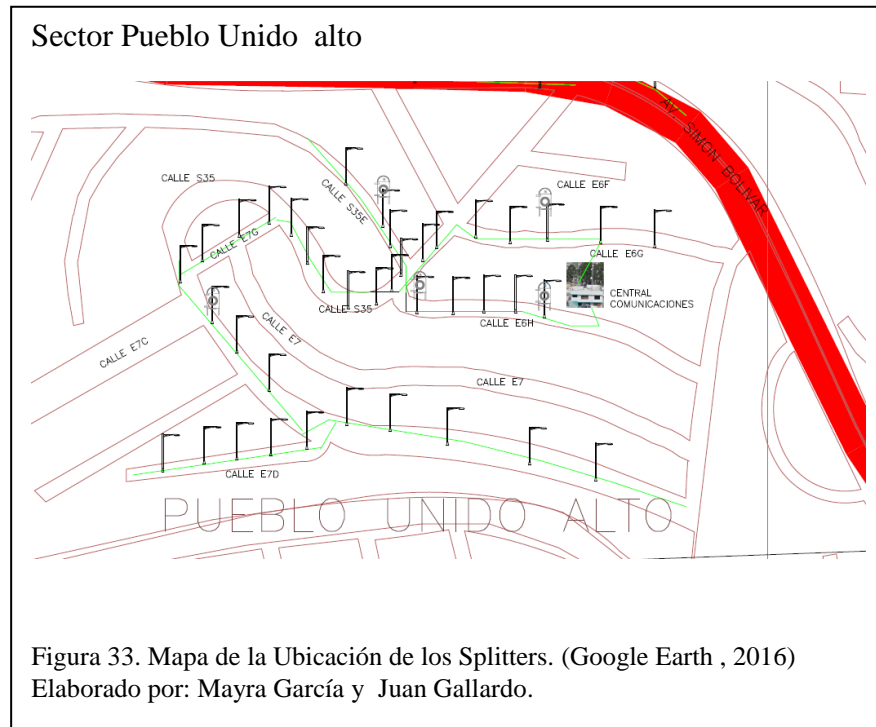
Cada caja contendrá un Spitter de 1:16.

La primera caja será ubicada en la calle E6G.

La segunda NAP se ubicara en la calle E6H y Calle S35.

La tercera caja se ubicara en la calle E7 y calle E7E.

De estas NAPs o cajas de distribución saldrán los puntos hacia los usuarios de internet.

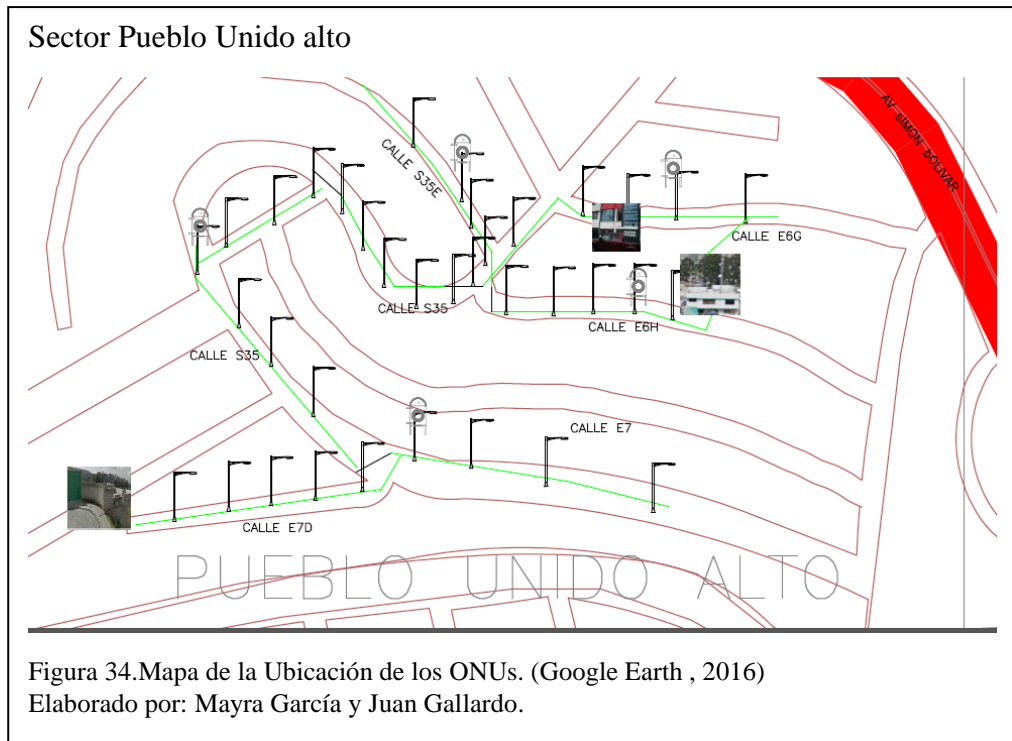


### 2.2.8. Ubicación de los splitters secundarios y ONUs en cada punto de prueba

Las ONTs uONUs se encuentran ubicados en 3 puntos:

1. El primer punto está a 145mts del cuarto de comunicaciones. En la calle E6G CASA S34-155.
2. El segundo punto se encuentra a 280 mts del cuarto de comunicaciones. En la calle S35E casa E7-10.
3. El tercer punto se encuentra a 1km del cuarto de comunicaciones. En la calle E7D Mz 105 Lote 10.





Para la conexión entre el OLT y las ONUs en los clientes se tiene que tomar en cuenta las pérdidas en FO como son:

1. Pérdida por curvatura. – Son producidas cuando una fibra es doblada con un radio más pequeño que el especificado en las características técnicas.  $20 \times$  Diámetro de la fibra Óptica.
2. Defectos de fabricación.
3. Pérdidas por conexión y empalmes
4. Perdidas por corte defectuoso
5. Suciedad de las superficies a empalmar
6. Características distintas de las fibras (Fibras de diferentes fabricantes)

7. Pérdidas que resultan de la fabricación de la fibra – Irregularidades en el proceso de fabricación, por ejemplo cambio en el diámetro del núcleo de la fibra, falta de centrado del núcleo en el revestimiento, no circularidad del núcleo y del revestimiento.

**Se tomará en cuenta el Cálculo de pérdida total de un enlace de Fibra Óptica. Ver ecuación 1, Página 12.**

Tabla 20.

Pérdidas en un enlace de FO(Blue IT by Luis Camana, 2015).

IMPLEMENTOS		PERDIDAS (db)	
<b>Cable por Km</b>		0.03 db	
<b>Splitter 1:2</b>		3.5 db	
<b>Fusión</b>		0.1 db	
<b>Conector</b>		0.5 db	
Atenuación de Splitters			
<b>1:2</b>	3.5 db	<b>1:16</b>	14.0 db
<b>1:4</b>	7.0 db	<b>1:32</b>	17.5 db
<b>1:8</b>	10.5 db		

Nota: Pérdidas en el enlace de acuerdo a los elementos usados y la distancia cubierta.

Tabla 21.

Pérdidas para el cálculo de presupuesto Óptico (Blue IT by Luis Camana, 2015).

<b>PLANTILLA PARA PRESUPUESTO ÓPTICO</b>				
<b>Elementos de la red de Red de Fibra Óptica.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Perdida típica del elemento (db)</b>	<b>Pérdida Total</b>	
<b>Conectores ITU671=0.5 db promedio</b>		0,5	0	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1 db promedio</b>		0,1	0	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.1 db promedio</b>		0,1	0	
<b>SPLITTERS</b>	1x2		3,5	0
	1x4		7	0
	1x8		10,5	0
	2x4		7,9	0
	1x16		14	0
	2x16		14,8	0
	1x32		17,5	0
	2x32		18,5	0
	1x64		21	0
<b>Longitud de Fibra (km) longitudes de Onda</b>	1310 nm		0,35	0
	1490 nm		0,3	0
	1550 nm		0,25	0
<b>Total (db)</b>			<b>0</b>	

Nota: Plantilla para el Presupuesto Óptico.

En las especificaciones del Huawei GPON OLT MA5680T indica que el umbral de pérdidas que el equipo soporta es de 28 db. Si se pasa del Umbral, el equipo ONT no se conectará al OLT.

## CAPÍTULO III

### 3.CONSTRUCCIÓN

#### 3.1. Configuración Hardware y Software Red GEAPON

Para la configuración inicial del OLT se necesita, primero un Router de Core el cual contenga las VLANs y el acceso a internet que se configuraran en el OLT.

Este Router será el encargado de dar el servicio de internet al OLT y permitirá el uso de las Vlan.

Se usará el Mikrotik CCR1036.

Se crearan VLANs en el Router:

Vlan 100 Administración.

Vlan 101 Corp100MB

Vlan 102 Home20MB

Vlan 103 VOIP

Vlan 104 IPTV

El número de Vlan dependerá de los servicios y características que tendrá la Red, se pueden crear Vlan para cada grupo de planes que tendrá el proveedor.

Ips asignadas a cada Vlan:

La Ip de la Vlan Home20Mb es: 172.16.102.254/24

La Ip de la Vlan VOIP es: 172.16.102.254/24

La Ip de la Vlan IPTV es: 172.16.102.254/24

A cada Vlan se le asigna un DHCP el cual contendrá el pool de direcciones que se entregará al abonado.

### 3.2. Plan de Qos (Quality of service)

QoS Plan: 0-6 donde 6 es la máxima prioridad para el plan Corporativo.

Tabla 22.

QoS (Calidad de Servicio) Para el Plan Corporativo.

Tipo de Servicio	Prioridad del protocolo 802.1p	Puerto GEM	T-Cont	Tipo DBA
<b>Admin</b>	6	11	4	Type 3
<b>VOIP</b>	5	12	4	Type 3
<b>IPTV</b>	3	13	4	Type 3
<b>Corp100Mb</b>	4	14	4	Type 3

Nota: Esta tabla contiene los valores de Calidad de servicio QoS para el plan Corporativo.

QoS Plan: 0-6 donde 6 es la máxima prioridad para el plan Home.

Tabla 23.

QoS (Calidad de Servicio) Para el Plan Home.

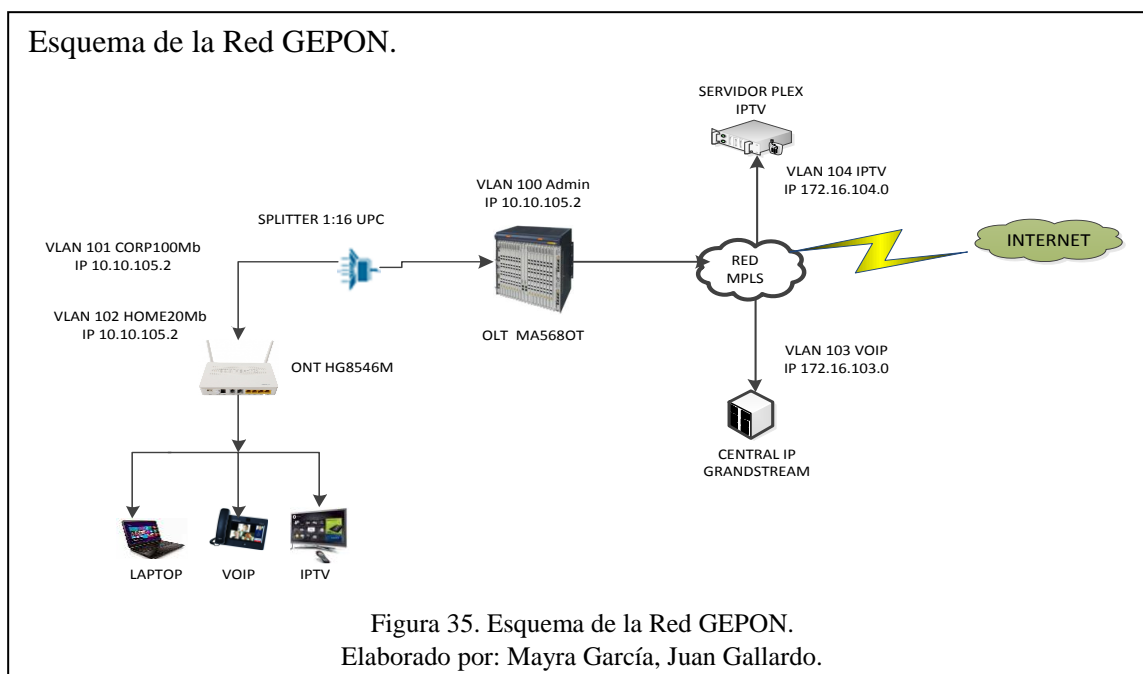
Tipo de Servicio	Prioridad del protocolo 802.1p	Puerto GEM	T-Cont	Tipo DBA
Admin	6	21	4	Type 3
VOIP	5	22	4	Type 3
IPTV	3	23	4	Type 3
Home20Mb	0	24	4	Type 3

Nota: Esta tabla contiene los valores de Calidad de servicio QoS para el plan Home.

### 3.3. Configuración del OLT MA680T

Configuración del Huawei para soporte de Datos (Internet), VoIP, Video Streaming.

Escenario de RED: Red 10.10.105.2/24 **Ip OLT 5680T-16G.**



En la Figura No. 35 Se muestra el esquema de red GEPON que utiliza direccionamiento IP y VLANs configuradas para cada servicio.

Para la configuración inicial del OLT se conectara un cable de consola RS232 a USB desde el OLT al puerto USB de la PC/Portátil.

Esta conexión permitirá ingresar al OLT y configurar una IP para acceso desde la RED.

Se usará el programa PuTTY para esta conexión.

Se escoge el puerto COM y se conecta.

Una vez ingresado al OLT se procede a configurar la IP

```
MA5680T>enable
MA5680T# config // Modo de configuracion
MA5680T(config)# interface meth0 // Ingreso a la interfaz para configurar la IP
MA5680T(config-if-meth0)# ip address 10.10.105.2 255.255.255.0
```

Una vez colocada la Ip en el OLT se guarda la configuracion. Se colocara quit para salir del modo interfaz y colocar el comando save para guardar la configuracion.

```
MA5680T(config-if-meth0)# quit
MA5680T(config)# save
```

Este comando guardara las configuraciones realizadas en la tarjeta principal y realiza un backup en la tarjeta secundaria en caso de que falle la principal.

### 3.4. Configuración de Vlans en el OLT

Se desconecta el cable serial, para el acceso al OLT la PC/Portatil se conecta a la red.

Se puede usar nuevamente el programa PuTTY para acceder al OLT, colocando la ip 10.10.105.2.

Otra manera de ingresar al OLT es por el Mikrotik con Telnet, se coloca la ip 10.10.105.2

**Usuario es:** root

**Password:** admin

Se colocará el comando `displayboard 0` para visualizar todas las tarjetas del OLT y su estado.

```
MA5680T(config)# displayboard 0
```

Indicará el estado de las tarjetas la ranura en la que se encuentran, si están activadas o desactivadas.

**H803GPFD** es la tarjeta GEPON y no se encuentra activa, está en la ranura 5

**H802SCUN** son las tarjetas Mainboard principal y backup que se encuentran en las ranuras 7 y 8 respectivamente.

**H801GICF** son las tarjetas Uplink, estas tarjetas llevan la capacidad o internet al OLT y se encuentran en las ranuras 17 y 18.

Una vez visualizadas las tarjetas se las activa confirmando cada Slot donde están colocadas.

```
MA5680T(config)#boardconfirm 0/5
```



Se tiene que desplegar la información de la tarjeta donde están slots de Uplink para visualizar en qué estado se encuentra. La posición es 0/17/0.

```
MA5680T(config)#displayboard 0/17
```

El puerto GE0 se encuentra en estado: online “en línea”, este puerto se denomina puerto troncal el cual llevará las diferentes VLANs previamente configuradas.

Una vez activados los Slots del OLT y las tarjetas activas se procede a configurar las VLANs.

Las VLANs activas y configuradas son de la 100 a la 104.

```
MA5680T(config)#vlan 100 to 104 smart
```

Seguidamente se añade la descripción de cada VLAN

```
MA5680T(config)#vlandesc 100 description Admin  
MA5680T(config)#vlandesc 101 description Corp100MB  
MA5680T(config)#vlandesc 102 description Home20MB  
MA5680T(config)#vlandesc 103 description VOIP  
MA5680T(config)#vlandesc 104 description IPTV
```

Se verifica que las vlans se crearon correctamente en el Puerto UPLINK.

```
MA5680T(config)#port vlan 100 to 104 0/17 0
```

Este comando indica las Vlans adheridas al OLT.

### 3.5. Adhiriendo la tabla de tráfico para cada servicio

Se crea la tabla de tráfico para cada servicio de internet con nombre Corp100MB con rate límite de 100Mbps y la prioridad 802.1p acorde al plan de Qos(Calidad de Servicio).

```
MA5680T(config)#traffic table ip name Admin cir off priority 6 priority-policy local-Setting
MA5680T(config)#traffic table ip name Corp100MB cir 102400 priority 4 priority-policy local-Setting
MA5680T(config)#traffic table ip name Home20MB cir 20480 priority 0 priority-policy local-Setting
MA5680T(config)#traffic table ip name VOIP cir off priority 5 priority-policy local-Setting
```

### 3.6. Adhiriendo el perfil DBA.

Ahora se creara el perfil DBA para diferentes tipos de servicios, el nombre del perfil será *ftth\_Corp\_dba* type 3 con un ancho de banda asegurado de 50Mbps y un ancho de banda máximo de 100 Mbps para el perfil CORP100MB, y *ftth\_Home\_dba* type 3 con un ancho de banda asegurado de 10 Mbps y un ancho de banda máximo de 20 Mbps para el perfil HOME20MB.

```
MA5680T(config)#dba-profile add profile-name fth_Corp_dba type3 assure 51200  
max 102400
```

```
MA5680T(config)#dba-profile add profile-name fth_Home_dba type3 assure 10240  
max 20480
```

### 3.7. Adhiriendo los perfiles para las ONTs

Se creara los perfiles que se asignaran a los ONTs dentro del cual se ejecuta el perfil DBA correspondiente a cada tipo de cliente Home o corporativo.

#### 3.7.1. Perfil Corporativo.

```
MA5680T(config)#ont-lineprofilegpon profile-name fth_Corp
```

```
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)#tcont 4 dba-profile-namefth_Corp_dba
```

#### Se crea el GEM para cada servicio

```
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem add 11 ethtcont 4
```

```
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem add 12 ethtcont 4
```

```
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem add 13 ethtcont 4
```

```
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem add 14 ethtcont 4
```

### Se crea el GEM Map para cadaVlan.

```
MA5680T(config)#ont-lineprofilegponprofile-nameftth
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem mapping 11 0 vlan 100
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem mapping 12 1 vlan 103
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem mapping 13 2 vlan 104
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem mapping 14 3 vlan 101
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# commit
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# quit
```

### 3.7.2. Perfil Home.

```
MA5680T(config)#ont-line profile gpon profile-name ftth_Home
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)#tcont 4 dba-profile-name ftth_Home_dba
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem add 21 eth tcont 4
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem add 22 eth tcont 4
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem add 23 ethtcont 4
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem add 24 ethtcont 4
MA5680T(config)#ont-line profile gpon profile-name ftth
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem mapping 21 0 vlan 100
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem mapping 22 1 vlan 103
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem mapping 23 2 vlan 104
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# gem mapping 24 3 vlan 102
```

```
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# commit
```

```
MA5680T(config-gpon-lineprofile-1)# quit
```

### 3.8. Adhiriendo los servicios de internet y pots (telefonía) a cada perfil del ONT

```
MA5680T(config)#ont-srvprofilegpon profile-name fth_home
```

```
MA5680T(config-gpon-srvprofile-1)#ont-port eth adaptive pots adaptive
```

```
MA5680T(config-gpon-srvprofile-1)#commit
```

```
MA5680T(config-gpon-srvprofile-1)#quit
```

```
MA5680T(config)#ont-srvprofilegpon profile-name fth_Corp
```

```
MA5680T(config-gpon-srvprofile-2)#ont-port eth adaptive pots adaptive
```

Una vez colocadas las VLANs, los servicios a cada Vlan hay que adoptar el ONT para eso verificamos el estado de los slots y las tarjetas.

```
MA5680T(config)#displayboard 0
```

### Tarjetas activas del OLT

```
MA5680T(config)#display board 0
-----
SlotID  BoardName  Status  :
-----
4
5      H803GPFD   Normal
6
7      H802SCUN   Standby_normal
8      H802SCUN   Active_normal
16
17     H801GICF   Normal
18     H801GICF   Normal
19
```

Figura 36. Tarjetas Activas OLT.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Como se observa en la Figura 36. Las tarjetas están activas, se procede habilitar en todos los puertos GPON la búsqueda de ONTs. Esto permite que cuando se conecte un ONT lo reconozca automáticamente sin tener que buscarlo en cada puerto.

```
MA5680T(config)#interface gpon 0/5
MA5680T(config-if-gpon-0/5)#port oont-auto-find enable
```

Una vez habilitados los puertos se procede a desplegar los equipos conectados

```
MA5680T(config-if-gpon-0/5)#display ontautofind 0
```

Se despliega la información del ONT conectado.

Se copia el serial del ONT, en este caso 485754432F18AC6D, este código sirve para adherir el ONT al OLT.

```
MA5680T(config-if-gpon-0/5)#ont add 0 1 sn-auth 485754432F18AC6D omciant-
lineprofile-nameftth_Homeont-srvprofile-name ftth_HomedescAlcivar_Jorge
```

Se verifica el estado del ONT, que se encuentre activo y online

Después de adoptar el ONT el siguiente paso es adherir los servicios de internet, VOIP e IPTV.

```
MA5680T(config)#service-port 1000 vlan 100 gpon 0/5/0 ont 1 gemport 21 multi-
serviceuser-vlan 100 inboundtraffic-table name Admin out boundtraffic-table name Admin

MA5680T(config)#service-port 1001 vlan 102 gpon 0/5/0 ont 1 gemport 24 multi-
serviceuser-vlan 102 inboundtraffic-table name Home20MB outbound traffic-table
name Home20MB

MA5680T(config)#service-port 1002 vlan 103 gpon 0/5/0 ont 1 gemport 22 multi-
serviceuser-vlan 103 inboundtraffic-table name VOIPoutboundtraffic-table name VOIP

MA5680T(config)#service-port 1003 vlan 104 gpon 0/5/0 ont 1 gemport 23 multi-
serviceuser-vlan 104 inboundtraffic-table name IPTVoutboundtraffic-table name IPTV
```

### 3.9. Configuración de Servicios de VOIP

```
MA5680T(config)#arp proxy enable

MA5680T(config)#interface vlanif 103

MA5680T(config-if-vlanif103)#arp proxy enable

MA5680T(config-if-vlanif103)#quit
```

### 3.10. Configuración de Servicios de IPTV

```
MA5680T(config)#multicastrouting-enable
MA5680T(config)#btv
MA5680T(config-btv)#igmpuseraddservice-port 3000 no-auth
MA5680T(config-btv)#multicast-vlan 104
MA5680T(config-mvlan104)#igmpversion v2
MA5680T(config-mvlan104)#igmp match modedisable
MA5680T(config-mvlan104)#igmpmulticast-vlanmemberservice-port 3000
MA5680T(config-mvlan104)#igmpmodesnooping
MA5680T(config-mvlan104)#igmpuplink-port 0/5/0
MA5680T(config-mvlan104)#quit
MA5680T(config-btv)#quit
MA5680T(config-btv)#save
```

### 3.11. Configuración de los ONTs

El ONU u ONT se lo adopta desde el OLT solo se necesita que esté conectado a la corriente eléctrica y a la fibra óptica.

Pero para configurar parámetros opcionales como WIFI tenemos que ingresar al equipo y configurarlo remotamente.

El equipo viene con la ip por defecto 192.168.100.1



Y para ingresar se puede usar como **usuario: root y password: admin** el problema es que, este usuario no tiene los privilegios necesarios, no se activan todas las opciones de configuración.

Se puede ingresar como súper usuario colocando usuario: **telecomadmin** password:**admintelecom**.

El primer icono STATUS nos indica el status del equipo, si se encuentra adoptado o desconectado del OLT.

En la Pestaña WAN, en la opción Internet al presionar este servicio se tiene que colocar la Vlan del servicio requerido, en este caso la Vlan es 102. Y habilitar el NAT.

En esta pestaña se crea los tipos de servicios IPTV con la VLAN 104, VOIP con la VLAN103.

The screenshot shows the Huawei HG8546M web management interface. The top navigation bar includes 'Status', 'WAN', 'LAN', 'IPv6', 'WLAN', 'Security', 'Route', 'Forward Rules', 'Network Application', 'Voice', and 'System Tools'. The 'WAN' tab is active, showing 'WAN Configuration'. A sidebar on the left contains 'DHCP Client Option Configuration' and 'DHCP Client Request Parameter'. The main content area displays a table of WAN connections:

Connection Name	VLAN/Priority	Protocol Type
1_INTERNET_R_VID_102	102.0	IPv4
2_VOIP_R_VID_103	103.0	IPv4
3_IPTV_R_VID_104	104.0	IPv4

Buttons for 'New' and 'Delete' are visible above the table. A yellow informational box at the top of the main content area states: 'On this page, you can configure WAN port parameters. A home gateway communicates with an upper-layer device through the WAN port. During the communication, WAN port parameters must be consistent with upper-layer device parameters.'

Figura 37. Pantalla Con Los Servicios Triple Play.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

### 3.12. Configuración de la Central Telefónica GrandStream

Por cada ONT hay que configurar una extensión SIP, en este caso es la extensión 1010 con permisos solo de llamadas internas y la extensión 1011 con permiso de llamadas nacionales.

El password SIP para conexión es: 123456abc.



Figura 38. Configuración de las extensiones en la Central IP GrandStream.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Después de crear las extensiones en la Central IP se procede a configurar VOIP en el ONT.

Los parámetros a configurar son:

*Address of the primary Proxy server: 10.10.50.6*

*Home Domain: 10.10.50.6*

*Signaling Port: se escoge el servicio de VOIP*

*Media Port: se escoge el servicio de VOIP*

Hay que habilitar el Usuario. Se aplica, se conecta un teléfono análogo a la ONT y se realizan pruebas de telefonía.

### Configuración Extensión en ONT

Basic User Parameters(SIP) New Delete

No.	URI	Registration User Name	Authentication User Name	Password	Associated POTS Port	
<input type="checkbox"/>	1	--	1010	1010	*****	1

Enable User:

URI:  (URI)

Registration User Name:  (phone number)

Associated POTS Port:

Authentication User Name:  (The length must be between 0-64.)

Password:  (The length must be between 0-64. Double-Click to select all.)

Apply Cancel


 Copyright © Huawei Technologies Co., Ltd. 2009-2016. All rights reserved.

Figura 39. Configuración de las extensiones en el ONT Huawei G8546M.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

### 3.13. Configuración del servicio de IPTV

Servicio IPTV

SSID Index	SSID Name	SSID Status	Number of Associated Devices	Broadcast SSID	Security Configuration
<input type="checkbox"/> 1	speed	Enabled	32	Enabled	Configured
<input checked="" type="checkbox"/> 2	IPTV_Plex	Disabled	32	Enabled	Configured

**SSID Configuration Details**

SSID Name:  \* (1-32 characters)

Enable SSID:

Number of Associated Devices:  \* (1-32)

Broadcast SSID:

Enable WMM:

Authentication Mode:

Encryption Mode:

WPA PreSharedKey:   Hide \* (8-63 characters or 64 hexadecimal characters)

WPA Group Key Regeneration Interval:  \*(600-86400s)

Enable WPS:

WPS Mode:

AP-PIN:


 Copyright © Huawei Technologies Co., Ltd. 2009-2016. All rights reserved.

Figura 40. Configuración del SSID para IPTV en el ONT Huawei G8546M.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Para el Servicio de IPTV se crea un nuevo SSID y se escoge el SSID que difundirá este servicio.

## SSID para IPTV

<input checked="" type="checkbox"/>	3_IPTV_R_VID_104	104/0	IPv4
<b>Basic Information</b>			
Enable WAN:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Encapsulation Mode:	<input type="radio"/> IPoE <input type="radio"/> PPPoE		
Protocol Type:	IPv4		
WAN Mode:	Route WAN		
Service Type:	IPTV		
Enable VLAN:	<input checked="" type="checkbox"/>		
VLAN ID:	104 <small>*(1-4094)</small>		
802.1p Policy:	<input checked="" type="radio"/> Use the specified value <input type="radio"/> Copy from IP precedence		
802.1p:	0		
MTU:	1500 <small>(1-1540)</small>		
Binding Options:	<input type="checkbox"/> LAN1 <input type="checkbox"/> LAN2 <input type="checkbox"/> LAN3 <input type="checkbox"/> LAN4 <input type="checkbox"/> SSID1 <input checked="" type="checkbox"/> SSID2 <input type="checkbox"/> SSID3 <input type="checkbox"/> SSID4		
<b>IPv4 Information</b>			
IP Acquisition Mode:	<input type="radio"/> Static <input checked="" type="radio"/> DHCP <input type="radio"/> PPPoE		
Enable NAT:	<input checked="" type="checkbox"/>		
NAT type:	Port-restricted cone NAT		
Vendor ID:	<input type="text"/> <small>(The vendor ID consists of 0-64 characters.)</small>		
User ID:	<input type="text"/> <small>(Option 61, ranging from 0-64)</small>		
Enable DNS Override:	<input type="checkbox"/>		
Multicast VLAN ID:	<input type="text"/> <small>(0-4094)</small>		
<input type="button" value="Apply"/> <input type="button" value="Cancel"/>			

Figura 41. Configuración para difusión del SSID en el ONT Huawei G8546M.

Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Se aplica los cambios, se conecta al SSID y se hacen pruebas de conexión hacia el servidor

PLEX.

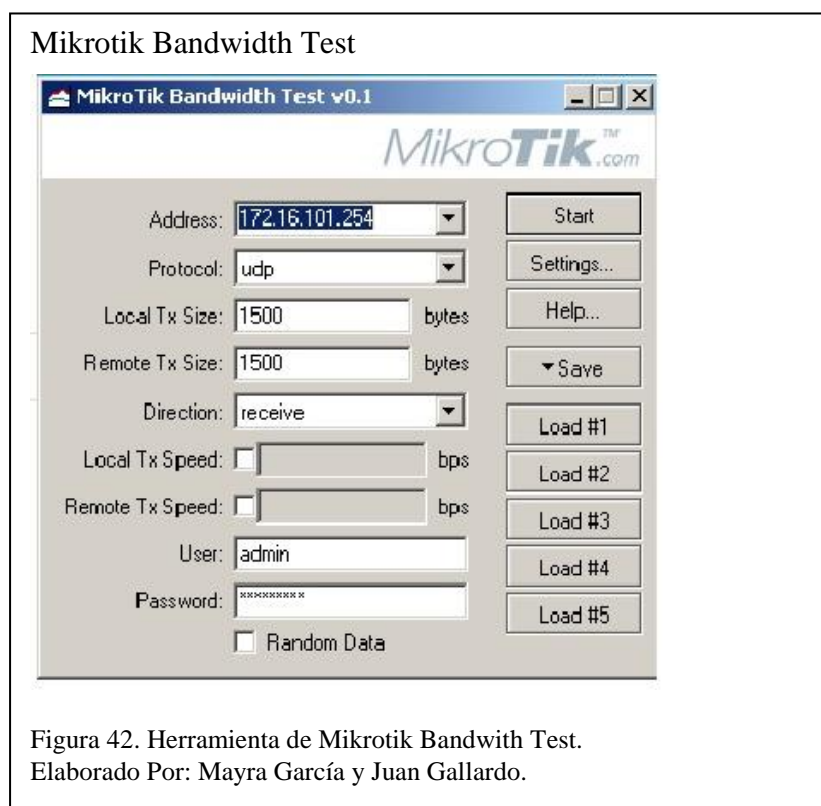
## CAPÍTULO IV

### 4.PRUEBAS Y RESULTADOS

#### 4.1. Pruebas de Ancho de banda con el plan CORP100MB

Para las pruebas de ancho de banda se usará la herramienta de MikrotikBandwidth Test.

Se coloca la ip del Gateway de la VLAN que se desea hacer el test. En este caso se coloca la IP 172.16.101.254 que corresponde a la Vlan 101 Corp100MB.



Se verifica el ancho de banda de la interfaz con el protocolo UDP.

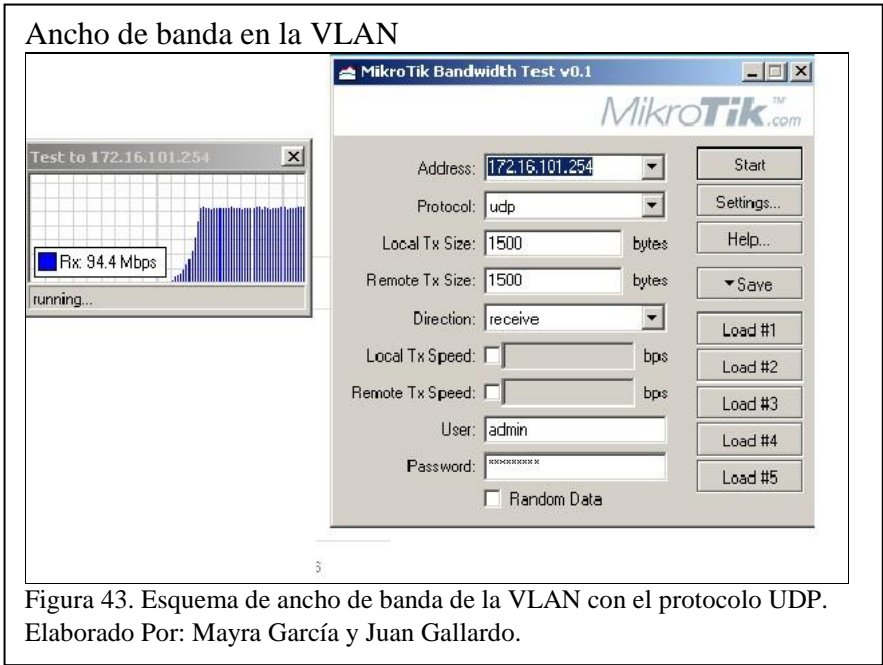


Figura 43. Esquema de ancho de banda de la VLAN con el protocolo UDP.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Se puede observar que el ancho de banda para esta Vlan es de 94.4 Mbps.

Al realizar un ping recurrente hacia el Gateway el tiempo es de 1ms, y al correr la herramienta Bandwith Test el ping se sube hasta 9Mbps, y al parar la Herramienta el ping regresa a 1ms.

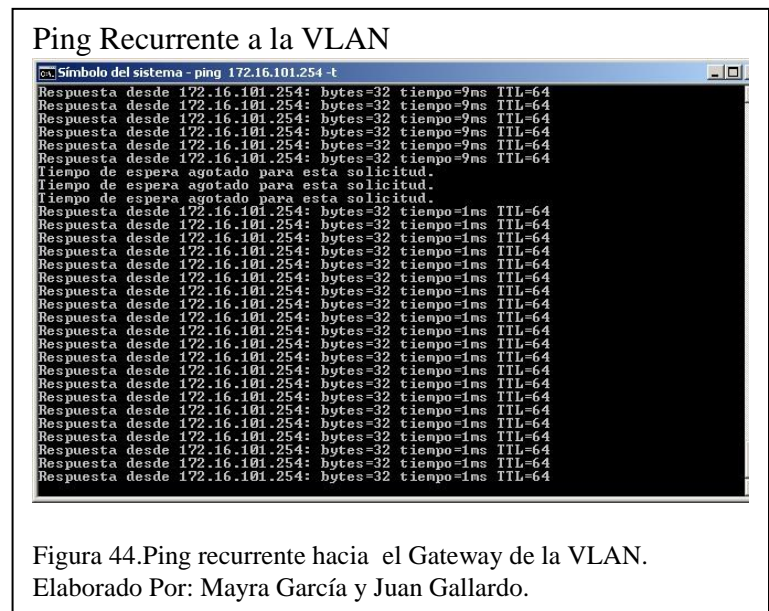
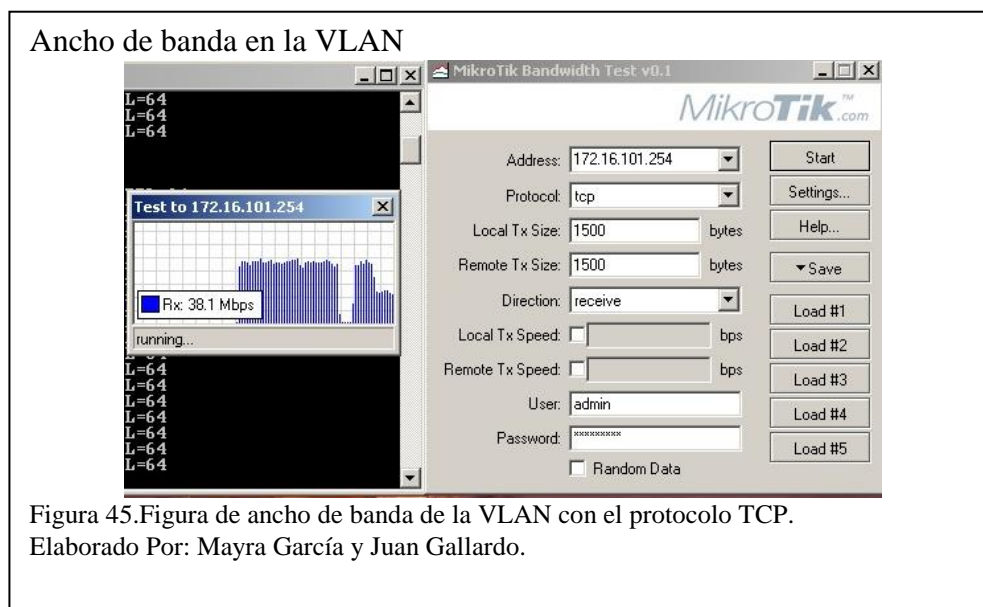
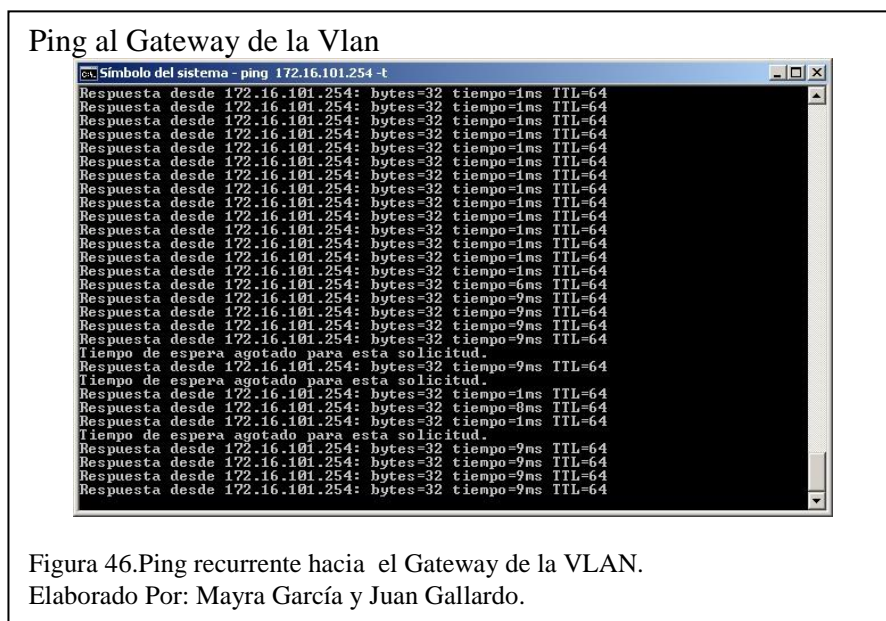


Figura 44. Ping recurrente hacia el Gateway de la VLAN.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Se realiza el mismo procedimiento con el protocolo TCP, se puede evidenciar que el ancho de banda varía y llega hasta 83Mbps.



Al realizar el ping recurrente se observa que no pasa de los 9ms con varias caídas.





De las pruebas realizadas se puede evidenciar que los tiempos de respuesta en la Fibra óptica son de 1ms y pueden llegar hasta los 9ms saturando el enlace con un ping recurrente.

#### 4.2. Pruebas de telefonía.

Para las pruebas de telefonía se usara una Central Telefónica GRANDSTREAM con dirección IP 10.10.50.6 y se crearan varias extensiones para que se conecten los Usuarios. Ext: 1010, Ext: 1011.

Estas extensiones tendrán permisos de llamadas locales e internas.

Se instalara en una portátil el Softphone ZOIPER la cual realizara llamadas hacia las extensiones de los usuarios conectados en el puerto telefónico del HUAWEI HG85469.

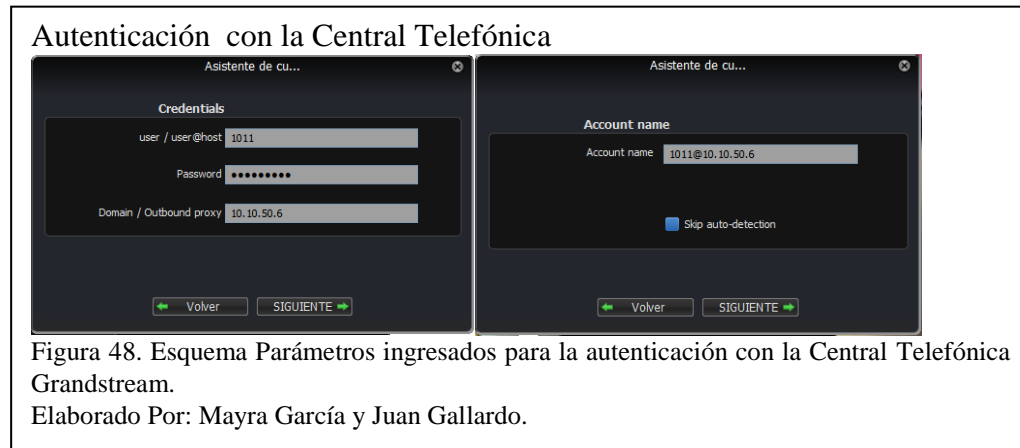


Para configurar la cuenta se ingresa los parámetros de configuración utilizados en la Central Telefónica.

Extension: 1011.

Password: 123456abc.

Domain/ Outbound proxy: 10.10.50.6.



El softphone se conecta a la central telefónica y se realizan pruebas de conexión.



En el HUAWEI HG85469 se configura la otra extensión creada ext. 1010.

## Configuración de la extensión en el ONT

Basic User Parameters(SIP) New Delete

No.	URI	Registration User Name	Authentication User Name	Password	Associated POTS Port	
<input type="checkbox"/>	1	--	1010	1010	*****	1

Enable User:

URI:  (URI)

Registration User Name:  (phone number)

Associated POTS Port:

Authentication User Name:  (The length must be between 0-64.)

Password:  (The length must be between 0-64. Double-Click to select all.)

Apply Cancel

Copyright © Huawei Technologies Co., Ltd. 2009-2016. All rights reserved.

Figura 50. Configuración de la extensión 1010 en el ONT HUAWEI HG85469.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Se medirán estos resultados con verificando el JITTER en la transmisión, para esto se usara el programa WIRESHARK.

## Analizador de Trafico.

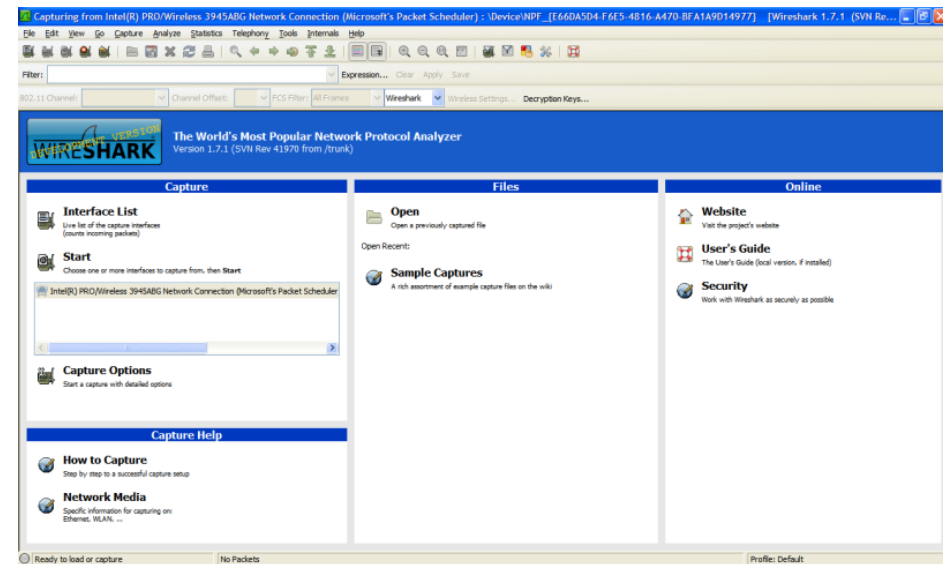


Figura 51. Analizador de Trafico Wireshark.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Una vez ejecutado el programa empieza a capturar todo el tráfico que pasa por la interfaz conectada al equipo HUAWEIHG85469.

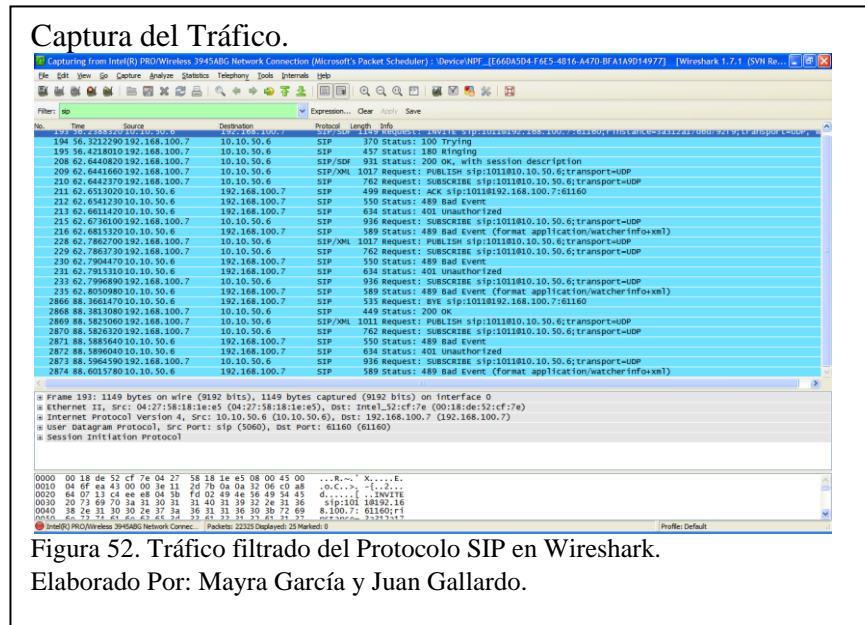


Figura 52. Tráfico filtrado del Protocolo SIP en Wireshark.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Se filtra el protocolo SIP que es el de telefonía, y se usan los comandos para analizar el tráfico total de la interfaz, el tráfico de datos y el tráfico de voz.

Comandos de los diferentes tráficos.

Tabla 24.

Tabla de los comandos utilizados para analizar los diferentes tráficos.

Descripción	Comando	Color
<b>Total de la interfaz</b>	ip.dst==10.10.50.6	Rojo
<b>Tráfico de datos</b>	not rtp and ip.dst==10.10.50.6	Verde
<b>Tráfico de voz</b>	rtp and ip.dst==10.10.50.6	Azul

Nota: parámetros utilizados para analizar los tráficos.

Tabla 24, Indica que el ancho de banda aproximado de la llamada es de 0.01Mbps, en un tiempo de 15s a 45s la primera llamada y de 50s a 70s en la segunda llamada.

Se aprecia también que el tráfico de voz abarca todo el ancho de banda consumido, igual que la interfaz.

Ancho de banda de las llamadas

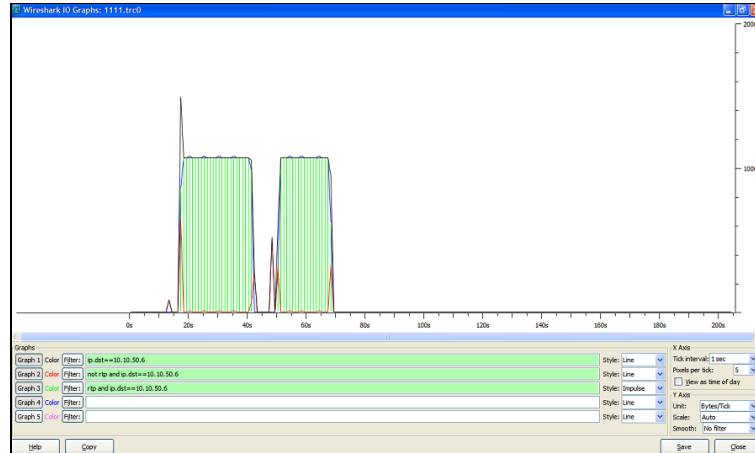


Figura 53. Ancho de banda de las llamadas en función del tiempo.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

En la pantalla RTP Streams se aprecian las llamadas con codificación G711A. Indica que no hay pérdidas de paquetes en las 2 llamadas. Al igual que el valor del Jitter en cada llamada.

Parámetros de LOS y JITTER

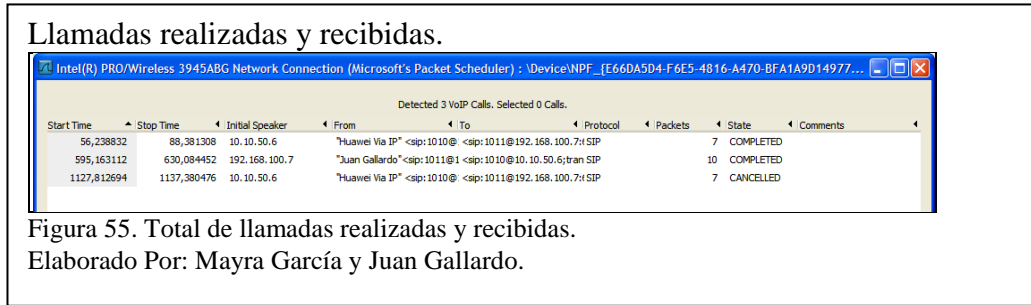
The screenshot shows the 'RTP Streams' window in Wireshark. It displays a table of detected RTP streams. The table has the following columns: Src IP addr, Src port, Dest IP addr, Dest port, SSRC, Payload, Packets, Lost, Max Delta (ms), Max Jitter (ms), Mean Jitter (ms), and Jb. The data is as follows:

Src IP addr	Src port	Dest IP addr	Dest port	SSRC	Payload	Packets	Lost	Max Delta (ms)	Max Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)	Jb
10.10.50.6	13212	192.168.100.7	8000	0x39A4F6CF	g711A	1278	2 (0.2%)	60,17	5,47	0,76	X
10.10.50.6	13154	192.168.100.7	8000	0x64781C23	g711A	1613	0 (0.0%)	124,65	12,73	2,89	
192.168.100.7	8000	10.10.50.6	13212	0x983CF954	g711A	1290	0 (0.0%)	23,51	1,13	0,72	
192.168.100.7	8000	10.10.50.6	13154	0x83CF3710	g711A	1620	0 (0.0%)	23,76	0,87	0,71	

Figura 54. Parámetros de LOS y JITTER  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

Para que la llamada sea considerada exitosa y de buena calidad el valor del Jitter tiene que ser <100ms. En la figura 54. Los valores del Jitter están dentro del rango permitido, lo que indica que la calidad de la llamada se puede considerar excelente.

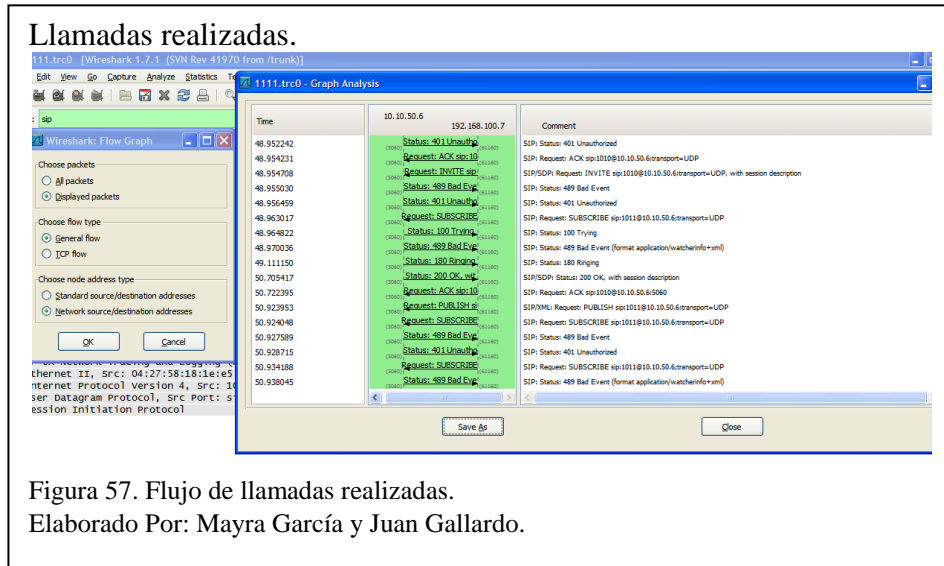
La siguiente pantalla indica las llamadas realizadas y si se completaron o se cancelaron. En este caso indica que se realizaron 2 llamadas exitosas y una llamada no se completó.



La figura 55, Indica la duración de la llamada en tiempo real, el tiempo de duración y el Jitter de la llamada.



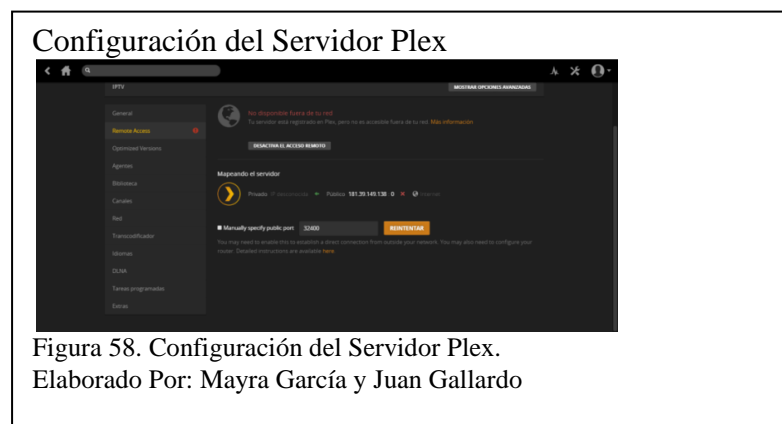
La siguiente figura indica el flujo de las llamadas, si estas fueron rechazadas o aceptadas.



Como se puede observar existen todo tipo de llamadas, aceptadas, rechazadas, no autorizadas. Y las llamadas aceptadas se conectaron sin problemas.

### 4.3. Pruebas de Video Streaming

Para las pruebas de video Streaming se instalara un servidor PLEX Local al cual se accederá a través de la red GEPON.



El Servidor Plex permite crear una base de datos multimedia, que permitirá reproducir películas, fotos y música que se encuentren almacenadas en la base de datos del servidor.



Para acceder a este servicio hay que conectarse al SSI IPTV\_PLEX y acceder a la aplicación. El servidor PLEX tiene como nombre iptv.



Se ingresa a la aplicación y se escoge lo que se desee visualizar ya sea películas, videos musicales o mirar programas online como BBC, MTV entre otros.





Figura 61. Biblioteca Multimedia y Canales Online del Servidor Plex.  
Elaborado Por: Mayra García y Juan Gallardo.

#### 4.4. Análisis de Resultados.

Al realizar las pruebas de ancho de banda con los protocolos de UDP y TCP se obtuvo que los tiempos de respuesta tanto de subida como de bajada en un hilo de fibra Óptica es de 1milisegundo y saturando el enlace tanto de subida como de bajada los tiempos de respuesta no superaron los 9milisegundos.

Al tener tiempos de respuesta menor a 9 milisegundos la navegación de internet es más eficiente y no sufre de retardos en la comunicación.

Las pruebas realizadas con el WIRESHARK en VOIP muestran que el ancho de banda utilizado en cada llamada es de 1Mbps y los valores del JITTER y Latencia entre el punto inicial y final no sobrepasan los 100ms. Según la ITU-T G114 la latencia tiene que estar en un rango menos a los 150 [ms], dado que el oído humano es capaz de detectar latencias de unos 250[ms].

En la figura 54 se aprecia que la pérdida de paquetes es de 0.2%, la latencia está por debajo de los 150 ms (Max Delta 60.17). Este resultado se considera una llamada excelente y el Jitter es de 21.71 ms (Max Jitter 5.47 ms).

Al realizar las llamadas desde la PC con el SoftPhone Zoiper hacia el teléfono conectado al Huawei HG85469 en el abonado la calidad de la voz es auditivamente entendible en el rango 5dB a 15dB, no se interrumpe la voz y no existe ruido en la comunicación.

Para IPTV el ancho de banda utilizado está en el rango de 1.5 a 8 Mb ya que entrega video HD en tiempo real. Y utiliza un estándar de compresión de video MPEG-2, MPEG-4 que son los estándares más recientes para la transmisión de video de manera eficiente.

Para las pruebas de IPTV se crea un SSID IPTV\_PLEX con ancho de banda real de 90 MB como se muestra en la figura 44. Al conectarse a la biblioteca del Servidor PLEX y entrar a la reproducción de video, este no sufre retardo o cortes en la transmisión.

Igualmente al entrar a la biblioteca de música esta se escucha sin problemas

## CONCLUSIONES

- Luego de haber realizado el estudio, diseño e implementación de la red GEPON, se concluye que: la tecnología FTTX permite obtener una mayor tasa de transferencia de datos (bps) tanto en transmisión como en recepción, así como tiempos de respuesta menores a 9 ms a través de un solo hilo de fibra, con una arquitectura de punto a multipunto.
- La tecnología GEPON, permite ofrecer al abonado servicios triple play de manera eficiente, ya que el ancho de banda que se maneja en la fibra óptica de 1.25Gb de Uplink y 2.5 Gb de download permite brindar servicios de Internet Banda Ancha de alta velocidad, Telefonía IP y TV digital usando la misma infraestructura.
- Este tipo de tecnología GEPON punto-multipunto, permite varias señales ópticas con longitudes de ondas diferentes, lo que hace posible enviar varios servicios como datos, voz y CTV, sin la necesidad de realizar modificaciones en los equipos receptores del cliente.
- Se concluye que para implementar la tecnología GEPON en el sector de Pueblo Unido Alto, el costo de inversión inicial es alto por un valor de \$9,542.6 y este valor puede recuperarse a partir del segundo o tercer año de brindar servicios a usuarios o abonados, dependiendo la cantidad de usuarios.

## RECOMENDACIONES

- Antes de cualquier instalación o tendido de fibra óptica entre postes, hay que tomar como medida de precaución cierta distancia con la red de alta tensión para evitar accidentes de alto voltaje.
- Se recomienda que al realizar la medición de potencia entre el tramo comprendido de extremo a extremo debe existir como máximo una pérdida de -25dbm para garantizar el correcto funcionamiento en la transmisión de datos.
- Se debe tomar en consideración que la distancia máxima del cable tipo drop G657 debe ser de hasta 300m en el tramo comprendido entre la caja de distribución NAP y la roseta en el extremo del usuario.
- Se recomienda usar fibra, pigtails y patchcord de preferencia del mismo fabricante para evitar pérdidas por diferencias de núcleos en el empalme o fusión.
- Se recomienda a la empresa, iniciar el proyecto de implementación lo más pronto posible ya que en el análisis económico realizado del proyecto muestra como resultado una rentabilidad aceptable que justifica la inversión.

- Al manipular la fibra óptica en los postes y en el abonado el radio de curvatura no debe de exceder el límite del fabricante, ya que una curvatura excesiva puede provocar grandes pérdidas en la transmisión.
- Es recomendable para la reserva del cable Feeder dejar 20 metros par cada 400 metros de Fibra Óptica instalada, o colocar esta reserva en un sitio donde se tenga planificado atender una demanda futura.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Aguilar León, A. (2016). *tripleplayredsdig*. Recuperado el 30 de 6 de 2016, de tripleplayredsdig:  
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://tripleplayredsdig.mex.tl/410725\\_Caracteristicas.html](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://tripleplayredsdig.mex.tl/410725_Caracteristicas.html)
- Blue IT by Luis Camana. (2015). <http://blueit.com.ec/>. Obtenido de Blueit:  
<http://blueit.com.ec/>
- CAROLINA, V. V. (Marzo de 2013). *Repositorio Digital - EPN*. Obtenido de Repositorio Digital - EPN: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5911>
- Céspedes, J. M. (12 de junio de 2015). <http://openaccess.uoc.edu>. Recuperado el 15 de 9 de 2016, de <http://openaccess.uoc.edu>:  
[http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/42667/8/jmarinmaTFC0615 memoria.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/42667/8/jmarinmaTFC0615%20memoria.pdf)
- CNT. (13 de 2 de 2012). *Ecuador inmediato*. Recuperado el 15 de 7 de 2016, de Ecuador inmediato:  
[http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=167197](http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=167197)
- CNT. (26 de febrero de 2015). *corporativo.cnt.gob.ec*. Recuperado el 15 de septiembre de 2016, de CNT: <http://corporativo.cnt.gob.ec/cnt-llega-con-tecnologia-gpon-a-varios-sectores-del-territorio-nacional>
- connection-cs.com. (2014). *connection-cs.com*. Recuperado el 28 de 07 de 2016, de connection-cs.com:  
[http://www.connection-cs.com/?m=box\\_nfo.php&id=7&sid=38#smenu](http://www.connection-cs.com/?m=box_nfo.php&id=7&sid=38#smenu)
- Energytel. (19 de 7 de 2013). *Energytel*. Recuperado el 2 de 6 de 2016, de Energytel:  
<http://energytel.typepad.com/energytel/2013/07/fibra-%C3%B3ptica-aplicada-a-redes-industriales-parte-1.html>
- Etisalat. (30 de 12 de 2009). *Huawei*. Recuperado el 15 de 6 de 2016, de Huawei:  
[http://www.huawei.com/ilink/ec/success-story/HW\\_U\\_191501?ABCG=&Product=&Operator=&Geo=&ABCG\\_index=&Product\\_index=&Operator\\_index=&Geo\\_index=&StartRow=1](http://www.huawei.com/ilink/ec/success-story/HW_U_191501?ABCG=&Product=&Operator=&Geo=&ABCG_index=&Product_index=&Operator_index=&Geo_index=&StartRow=1)
- GOMEZ BOSSANO MARIA SOL, M. G. (11 de 11 de 2012). *Repositorio de la Escuela Superior Politecnica del Chimborazo*. Obtenido de ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO GPON PARA LOS SERVICIOS DE

TELECOMUNICACIONES TRIPLE PLAY (VOZ, VIDEO Y DATOS) EN EL SECTOR ORIENTAL DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA :  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2911>

Google Earth . (28 de 07 de 2016). Recuperado el 28 de 07 de 2016, de Google Earth:  
<https://www.gogole.com.ec/intl/es/earth/>

Hentel.ec. (2016). *Hentel.ec*. Recuperado el 2016, de Hentel.com:  
<http://www.Hentel.ec/index.php/marcas>

Huawei. (16 de 12 de 2013). *gponsolution*. Recuperado el 29 de 6 de 2016, de gponsolution: [www.gponsolution.com](http://www.gponsolution.com)

Huawei, T. (2016). *Terminal de línea óptica (OLT) de la serie SmartAX MA5600T*. Recuperado el 28 de 07 de 2016, de Terminal de línea óptica (OLT) de la serie SmartAX MA5600T: <http://e.huawei.com/es/products/fixed-network/access/olt/ma5680t>

LLC, T. (2015). *FTTX*. Obtenido de FTTX: <http://sx-de-tx.wikispaces.com/FTTx>

MOREJON GAIBOR, A. P., & GOMEZ BOSSANO, M. S. (11 de noviembre de 2013). *Repositorio epoch*. Recuperado el 13 de enero de 2017, de Repositorio epoch: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2911>

Perez, P. (18 de 1 de 2005). *Universidad Técnica del Norte*. Recuperado el 30 de 6 de 2016, de Universidad Técnica del Norte: [http://www1.frm.utn.edu.ar/medidase2/varios/parametros\\_redes2.pdf](http://www1.frm.utn.edu.ar/medidase2/varios/parametros_redes2.pdf)

REGIS DANNY, V. E. (Febrero de 2013). *Repositorio Digital Universidad Internacional SEK*. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/123456789/527>

Tanenbaum, A., & Wetherall, D. (2012). Red de Computadoras Quinta Edición. En A. Tanenbaum, & D. Wetherall, *Red de Computadoras Quinta Edición* (pág. 89). Naucalpan de Juárez. Estado de Mexico: Pearson .