



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre.**

AUTOR:

Remache Casagallo, Marco Antonio

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

Alvarado Bustamante, Jimmy Salvador

Guayaquil, Ecuador

14 de septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.  
**Remache Casagallo, Marco Antonio** como requerimiento para la obtención  
del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

---

Alvarado Bustamante, Jimmy Salvador

DIRECTOR DE CARRERA

---

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Remache Casagallo, Marco Antonio**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de titulación “**Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre.**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2016

EL AUTOR

---

Remache Casagallo, Marco Antonio



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Remache Casagallo, Marco Antonio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2016

EL AUTOR

---

Remache Casagallo, Marco Antonio

# Reporte Urkund "Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre. Autor Marco Remache al 3%

Documento: [Formato Trabajo de titulación Final MARCO ANTONIO REMACHE o para revision 27 08 2016 jab v 1.docx](#) (D21519838)

Presentado: 2016-08-27 12:16 (-05:00)

Presentado por: orlandophilco\_7@hotmail.com

Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje: Tesis Marco Remache [Mostrar el mensaje completo](#)

3% de esta aprox. 29 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 2 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

- <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3635>
- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2911/1/98T00026.pdf>
- <http://docplayer.es/1678970-Facultad-de-sistemas-y-telecomunicaciones.html>
- [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6912/1/Tesis\\_t859ec.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6912/1/Tesis_t859ec.pdf)
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15059>
- <http://docplayer.es/617871-Universidad-politecnica-salesiana-sede-quito.html>

con capacidad de 8 clientes por caja. • Reserva Técnica Se esta considerando dejar 3 NAPs en reserva para posibles proyecciones a futuro en el sector que comprende el armario MT013 el cual va a estar ubicado cerca del área de influencia donde se realiza el estudio • Distancia máxima entre equipo OLT y ONT

Este diseño tiene un alcance de 5173 metros de longitud entre el OLT ubicado en la central Salitre y la ONT más lejana (NAP A1),

por lo que no presenta inconvenientes en el diseño ya que una red con estándar GPON tiene un alcance máximo de 20Km • Estándar de Fibra Óptica Los cables de fibra óptica utilizados según la normativa de la ITU-T G.652D son utilizados para el tendido de la red de fibra óptica troncal Feeder y red de distribución, mientras que los cables de fibra óptica para la red de dispersión según la normativa de la ITU-T G657A son

para la red de dispersión hacia los abonados o en el interior de los edificios

100% # 118 Activo Fuente externa: <http://190.11.245.244/bitstream/47000/1178/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.24...> 100%

OLT

La OLT (Terminal de línea óptico) es el equipo que

OLT

La olt (terminal de línea óptico) es el equipo que

Atentamente.

MSc. Orlando Philco Asqui

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a mi Padre Mariano Remache, a mi Esposa Melissa Quiñonez quien a pesar de su problema de salud siempre estuvo allí para darme una voz de aliento y ayudarme a salir adelante, a cada uno de mis hermanos que me han sabido aconsejar para poder llegar a culminar esta etapa de mi vida y así superarme y cumplir mis metas.

Además, va dedicado este trabajo académico a los estudiantes de ingeniería en Telecomunicaciones, para que puedan consultar definiciones de planta externa y su infraestructura cuando se utiliza fibra óptica y tecnología GPON.

**EL AUTOR**

Remache Casagallo, Marco Antonio

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco primeramente a Dios por haberme iluminado por el camino del bien y me ha guiado en cada paso que doy.

A cada uno de nuestros profesores por brindarnos sus conocimientos y quienes nos impulsaron a esforzarnos y perseverar para alcanzar nuestra meta más anhelada: el ser profesional y servir con nuestros conocimientos para de esta manera aportar al desarrollo del país; a mi tutor el Ing. Jimmy Alvarado quien con sus conocimientos y experiencia supo guiarme de la manera más acertada para poder llegar a finalizar este trabajo de titulación.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este Trabajo de Titulación, agradezco de forma sincera su valiosa colaboración.

**EL AUTOR**

Remache Casagallo, Marco Antonio



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**ALVARADO BUSTAMANTE, JIMMY SALVADOR.**  
TUTOR

---

**HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO.**  
DIRECTOR DE CARRERA

---

**ZAMORA CEDEÑO, NESTOR ARMANDO.**  
COORDINADOR DEL ÁREA



## Índice General

Índice de Figuras .....	XIV
Resúmen.....	XVII
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción. ....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Definición del Problema.....	3
1.4. Justificación del Problema. ....	3
1.5. Objetivos del Problema de Investigación. ....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Metodología de Investigación. ....	5
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>6</b>
2.1. Introducción. ....	6
2.2. Análisis de la situación actual de las redes de telecomunicaciones.....	7
2.3. Arquitectura de una red de planta externa de cobre. ....	9
2.3.1. Planta interna - Distribuidor.....	9
2.3.2. Planta externa. ....	10
2.4. Evolución de las redes de telecomunicaciones.....	11
2.4.1. Centrales Telefónicas.....	12
2.4.2. Nodos .....	13
2.4.3. Nodos de acceso Multiservicios MSAN (Nodos de baja capacidad).....	14
2.5. Tecnologías XDSL.....	15
2.5.1. Línea de Abonado digital de alta velocidad (HDSL).....	15
2.5.2. Línea de abonado digital simétrica (SDSL).....	16
2.5.3. Línea de abonado digital de alta velocidad simétrica (G.SHDSL).....	16
2.5.4. Línea de abonado digital asimétrica (ADSL) .....	16
2.5.5. Línea de abonado digital asimétrica (ADSL2).....	17

2.5.6.	Línea de abonado digital asimétrica (ADSL2+) .....	17
2.5.7.	Línea de abonado digital de muy alta velocidad (VDSL) .....	17
2.5.8.	Línea de abonado digital de muy alta velocidad 2 (VDSL2).....	17
2.6.	Fibra Óptica .....	18
2.5.1.	Composición y geometría de la Fibra óptica .....	18
2.5.2.	Clasificación de la Fibra óptica .....	19
2.5.3.	Normativa de Fibra Óptica .....	21
2.5.4.	Capacidad de Fibra.....	22
2.5.5.	Ventajas de la Fibra óptica.....	22
2.5.6.	Desventajas de la Fibra óptica.....	23
2.7.	Descripción de estándares de tecnologías de redes PON. ....	24
2.7.1.	APON (Asynchronous Transfer Mode over Passive Optical Network).....	24
2.7.2.	BPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha) .....	25
2.7.3.	EPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha) .....	25
2.7.4.	GPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha) .....	25
2.8.	Topología de red .....	26
2.8.1.	Configuración punto a punto.....	26
2.8.2.	Configuración punto a multipunto .....	27
2.9.	Tipos de redes de acceso por fibra óptica .....	27
2.9.1.	FTTH.- .....	27
2.9.2.	FTTB .....	28
2.9.3.	FTTC .....	28
2.9.4.	FTTN .....	28
2.10.	Descripción de la arquitectura de una red óptica de acceso .....	29
2.10.1.	Elementos activos de la red.....	29
2.10.2.	Elementos Pasivos (ODN).....	31
2.10.3.	Distribuidor o repartidor general (ODF) .....	31

2.10.4. Red Feeder (troncal).....	32
2.10.5. Distritos.....	33
2.10.6. Armarios (FDH).....	33
2.10.7. Caja de distribución óptica (NAP) .....	34
2.10.8. Caja de distribución principal (FDB) .....	35
2.10.9. Red de distribución secundaria (FDF) .....	36
2.10.10. Red de distribución .....	36
2.10.11. Red de distribución interna.....	36
2.10.12. Red de dispersión.....	36
2.10.13. Sistema de puesta a tierra .....	37
2.11. Manga de empalme .....	37
2.12. Splitter (divisores).....	38
2.13. Postes .....	38
2.14. Herrajes.....	39
2.14.1. Herraje terminal o retención .....	39
2.14.2. Herraje de suspensión o de paso .....	40
2.14.3. Herraje de brazo tipo farol .....	40
2.14.4. Preformados para fibra óptica ADSS .....	41
2.14.5. Thimble clevis.....	41
2.14.6. Herraje de pozo.....	42
2.14.7. Porta reserva galería de cables .....	43
2.14.8. Porta reserva en pozo .....	43
2.14.9. Subida a poste .....	44
2.14.10. Manguera corrugada .....	45
2.14.11. Tapón simple o guía de 38 milímetros (1 ¼ pulgada).....	46
2.14.12. Tapón ciego de 38 milímetros (1 ¼ pulgada).....	46
2.14.13. Tapón trifurcado .....	46
2.14.14. Tapón ciego 110 mm (4 pulgadas).....	47
2.15. Identificadores.....	47
2.16. Roseta óptica.....	48

2.17.	Técnicas de Multiplexación .....	49
2.17.1.	DWDM.....	49
2.17.2.	TDMA .....	49
2.17.3.	GPON.....	49
2.18.	Red MPLS .....	50
2.19.	Organismos reguladores de las Telecomunicaciones .....	50
<b>CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA CON ESTÁNDAR GPON .....</b>		<b>52</b>
3.1.	ÁREA DE COBERTURA DONDE SE LA VA A IMPLEMENTAR .....	52
3.2.	Estudio de demanda red actual de cobre .....	54
3.3.	Consideraciones para diseño de red fibra óptica .....	56
3.4.	Normas técnicas para el diseño de la ODN .....	57
3.4.1.	Diseño de la ODN.....	58
3.4.2.	Tipos de cable utilizados para construir la ODN .....	59
3.4.3.	Diseño de red troncal Feeder.....	59
3.4.4.	Diseño de la red de distribución.....	60
3.4.5.	Diseño de la red de dispersión .....	62
3.5.	Consideraciones que se deben tomar en cuenta para el diseño .....	64
3.5.1.	Niveles de splitteo .....	64
3.5.2.	Reserva Técnica .....	64
3.5.3.	Distancia máxima entre equipo OLT y ONT .....	64
3.5.4.	Estándar de Fibra Óptica .....	65
3.6.	Especificaciones técnicas de equipos activos .....	65
3.6.1.	OLT .....	65
3.6.2.	ONT.....	67
3.6.3.	Análisis de presupuesto de red respecto a la sensibilidad de los equipos.....	67
3.7.	Presupuesto de red y análisis de pérdida de la potencia.....	68
3.8.	Especificaciones para elementos de la red pasiva .....	69
3.8.1.	Fibra Óptica.....	69
3.8.2.	Splitters .....	70

3.8.3.	Empalmes y Tipos de conectores .....	70
3.8.4.	ODFs.....	72
3.9.	Memoria Técnica del proyecto MT 08 y MT 013 .....	73
3.10.	Volúmenes de Obra.....	74
3.11.	Planos .....	76
3.12.	Evaluación Financiera.....	77
<b>CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>		<b>79</b>
4.1.	Conclusiones.....	79
4.2.	Recomendaciones.....	81
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>83</b>
<b>ANEXOS 1: Red de cobre existente Salitre.....</b>		<b>88</b>

## Índice de Figuras

### Capítulo 2

Figura 2. 1: Nodo, red primaria, armario telefónico.....	8
Figura 2. 2: Componentes de una red telefónica tradicional .....	9
Figura 2. 3: Planta Interna .....	10
Figura 2. 4: Elementos de la planta externa .....	11
Figura 2. 5: Componentes de una red de telecomunicaciones .....	12
Figura 2. 6: Central Telefónica .....	13
Figura 2. 7: Nodo.....	14
Figura 2. 8: Nodo de baja capacidad Outdoor .....	15
Figura 2. 9: Distribución del espectro de frecuencia en distintas tecnologías xDSL .....	18
Figura 2. 10: Sección transversal de una fibra óptica .....	19
Figura 2. 11: Fibra monomodo, modo de propagación .....	20
Figura 2. 12: Fibra multimodo, modo de propagación.....	21
Figura 2. 13: Código de color de Fibra Óptica .....	21
Figura 2. 14: Enlace punto a punto,.....	26
Figura 2. 15: Topología de red .....	27
Figura 2. 16: Tipos de redes de acceso de Fibra óptica .....	28
Figura 2. 17: Estructura de la ODN.....	29
Figura 2. 18: Equipo OLT .....	30
Figura 2. 19: ONT.....	31
Figura 2. 20: ODF.....	32
Figura 2. 21: Red Feeder o red principal .....	33
Figura 2. 22: Armario de Fibra óptica .....	34
Figura 2. 23: NAP.....	35
Figura 2. 24: Caja de distribución principal (FDF).....	35
Figura 2. 25: Caja de distribución FDF .....	36
Figura 2. 26: Manga de empalme de fibra óptica.....	37
Figura 2. 27: Splitter - Manga porta Splitter .....	38
Figura 2. 28: Poste de hormigón.....	39
Figura 2. 29: Herraje terminal tipo A .....	40
Figura 2. 30: Herraje de suspensión tipo B.....	40
Figura 2. 31: Preformado para Cable de fibra óptica ADSS.....	41
Figura 2. 32: Thimble clevis.....	42
Figura 2. 33: Herraje instalado en pozo.....	42
Figura 2. 34: Porta reserva en galería de cables .....	43

Figura 2. 35: Porta reserva en Pozo .....	44
Figura 2. 36: Subida a poste.....	45
Figura 2. 37: Manguera corrugada .....	45
Figura 2. 38: Tapón simple.....	46
Figura 2. 39: Tapón ciego.....	46
Figura 2. 40: Tapón trifurcado .....	47
Figura 2. 41: Tapón ciego 110mm .....	47
Figura 2. 42: Identificador acrílico.....	48
Figura 2. 43: Roseta óptica.....	48

### Capítulo 3

Figura 3. 1: Cantón Salitre.....	52
Figura 3. 2: Sector escogido para Estudio técnico.....	53
Figura 3. 3: Plano red de cobre .....	53
Figura 3. 4: Mercado de telefonía fija .....	54
Figura 3. 5: Participación de operadoras en Mercado de internet fijo .....	55
Figura 3. 6: Mercado de proveedores de audio y video .....	56
Figura 3. 7: Red de acceso fibra óptica punto multipunto .....	57
Figura 3. 8: Tipos de cables de fibra óptica .....	59
Figura 3. 9: Diseño y recorrido de Red Feeder .....	60
Figura 3. 10: Cobertura de las NAPs (grupo C 1, C2).....	61
Figura 3. 11: Red de dispersión.....	63
Figura 3. 12: Equipo OLT .....	66
Figura 3. 13: Equipo ONT.....	67
Figura 3. 14: Presupuesto Óptico Esquema ODN modelo residencial .....	68
Figura 3. 15: Empalme de fibra óptica (Fusión) .....	71
Figura 3. 16: Tipos de conectores de fibra óptica .....	72
Figura 3. 17: ODF de planta externa, secuencia de armado de ODF .....	72
Figura 3. 18: Plano Red de Distribución .....	76
Figura 3. 19: Red de dispersión con sectores.....	77

## Índice de Tablas

Tabla 2. 1 Tipos de cables de Fibra óptica .....	22
Tabla 3. 1 Cantidad de abonados.....	54
Tabla 3. 2 Capacidad de cables de fibra óptica .....	58
Tabla 3. 3 Pérdida de Splitters .....	70
Tabla 3. 4 Red Feeder.....	73
Tabla 3. 5 Volúmenes de Obra de red Feeder.....	74
Tabla 3. 6 Tramos de red Feeder .....	75
Tabla 3. 7 Tramos de red de distribución.....	75
Tabla 3. 8 Presupuesto del proyecto .....	78



## Resumen

La necesidad del ser humano de comunicarse y la aparición de nuevos servicios que demandan mayor velocidad y ancho de banda, ha obligado a las empresas proveedoras de servicio de Telecomunicaciones a centrar sus esfuerzos para mejorar sus infraestructuras y de esta manera poder ofrecer servicios convergentes sobre un mismo medio de transmisión.

El presente trabajo de titulación denominado Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, pretende determinar el estudio técnico para el diseño de una red de fibra óptica, la misma que vendrá a reemplazar a la existente red obsoleta de cobre. Además permitirá brindar servicios de internet, voz y datos sobre una red única, escalable y económica; como así se elabora un presupuesto óptico el mismo que servirá para conocer la pérdida real de la red y de esta manera garantizar la calidad en los servicios que reciben los abonados. Igualmente, se analiza cada uno de los elementos que conforman la red tales como OLT, ODN, splitter, ONT los cuales son necesarios para poder operar esta red y de esta manera poder satisfacer la demanda de los servicios de Telecomunicaciones que ofrece CNT a los usuarios actuales y captar nuevos y potenciales clientes que están ubicado en el cantón Salitre, sector denominado pueblo nuevo y playa Santa Marianita, éste sector se desarrolla para a futuro ser un potencial turístico y polo de desarrollo del cantón.

**Palabras claves:** GPON, OLT, ONT, ODN, SPLITTER, FIBRA OPTICA, SERVICIO CONVERGENTE.

## **Abstract**

The human need to communicate being and the emergence of new services demanding higher speed and bandwidth has forced companies providing telecommunications service to focus their efforts to improve their infrastructure and thus be able to offer converged services on a single transmission means.

This work titration called Proposal network migration from copper to fiber optics using the GPON standard, intended to determine the technical and economic study for the design of a fiber optic network it will come to replace the existing outdated network copper and also allow providing internet services, voice and data over a single, scalable and economical network, and an optical budget it will serve to determine the actual loss of the network and thus guarantee the quality of services is made that receive subscribers, also it analyzed each of the elements of the network such as OLT, ODN, splitter, ONT which are necessary to operate this network and thus be able to meet the demand for telecommunications services offered by CNT current users and attract new and potential customers are located in the canton Salitre, area called new town and Santa Marianita beach, this sector is developed to be a future tourism potential and development center of the canton.

*Keywords:* GPON, OLT, ONT, ODN, SPLITTER, FIBER OPTIC, CONVERGENT SERVICE.

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Introducción.**

La necesidad del ser humano de comunicarse, así como la aparición de nuevos servicios que requieren mayor ancho de banda y la constante evolución de la tecnología ha obligado a las empresas de Telecomunicaciones a disponer de mejores redes de comunicación que garantice la fiabilidad de la información transportando de una manera rápida y segura; esto se consigue con la utilización de cables de fibra óptica (en lugar de cables de cobre), lo cual reduce significativamente los costes de equipos y de mantenimiento, a la vez que aumenta significativamente la calidad del servicio (QoS).

El presente proyecto se basa en la necesidad de analizar los aspectos técnicos para la viabilidad de la migración de la red de cobre a fibra óptica con estándar GPON (Gigabit Passive Optical Network), a fin de incluir servicios convergentes de internet, voz y datos por un mismo medio de transmisión, lo cual representará menos costos para el usuario final, por la calidad de los servicios brindados y mayores ganancias para el proveedor de telecomunicaciones ya que permitirá mantener a los clientes y además captar nuevos potenciales clientes, tanto masivos como corporativos.

## **1.2. Antecedentes.**

Las redes de telecomunicaciones de cobre han sido desplegadas con el único objetivo de poder transmitir voz, con el paso del tiempo la tecnología ha avanzado de manera acelerada y con ello, la demanda de nuevos servicios que requieren mayor ancho de banda, debido a que el par de cobre presenta sus limitaciones en cuanto a velocidad y ancho de banda. Por tanto, es necesario un medio de transmisión que sea capaz de soportar mayores tasas de transmisión a mayores distancias, esto se consigue gracias a las bondades de la fibra óptica, la cual tiene muchas ventajas sobre las obsoletas redes de cobre existentes.

Por lo antes mencionado, se ha considerado la necesidad de realizar un estudio basado en la propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica, usando el estándar GPON para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre, con lo cual los habitantes de ésta localidad recibirán los servicios de banda ancha adicionalmente al de voz que ellos ya disponían contribuyendo de esta manera al desarrollo del cantón mencionado.

### **1.3. Definición del Problema.**

La red obsoleta de cobre del cantón Salitre ante la demanda de nuevos servicios por parte de los usuarios, ha inducido a que los operadores de telecomunicaciones se esfuercen en aumentar su capacidad de implementar nuevas tecnologías cada cierto tiempo, lo cual implica efectuar enormes inversiones en infraestructura, plataformas y gestión de telecomunicaciones.

Las redes de telecomunicaciones de cobre históricamente han representado un alto costo de operación y mantenimiento, además de la limitante en su uso del ancho de banda y la velocidad, lo que genera descontento del usuario además de la pérdida de imagen y rentabilidad a la operadora de telefonía.

Otro de los factores que afecta a las operadoras de telefonía fija, es el constante robo de cables de cobre debido a su gran valor comercial en el mercado negro.

### **1.4. Justificación del Problema.**

La necesidad de implementar nuevos servicios y el constante crecimiento de la red, los usuarios han hecho que las empresas busquen un medio de transmisión que permita brindar nuevos servicios y mayor velocidad de transmisión a un menor costo.

La tecnología de fibra óptica sería la solución a estos problemas, gracias a la robustez que presenta y a su ancho de banda casi ilimitado, todas estas ventajas son ideales para implementar este tipo de redes ópticas con

estándar GPON siendo una solución técnica para realizar la migración en los sitios donde se dispone todavía de redes de cobre, como es el caso del cantón Salitre por ser un polo de desarrollo y además contar con un significativo atractivo turístico por su playa el cual forma parte de la cobertura de la propuesta, también para implementar en nuevas ciudadelas a ser construidas en el futuro.

## **1.5. Objetivos del Problema de Investigación.**

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

Analizar y plantear el cambio de la tecnología obsoleta de cobre a una red de fibra óptica de alta velocidad y capacidad con estándar GPON, con el fin de mejorar la calidad de los servicios convergentes de internet, voz y datos en el sector central del Cantón Salitre.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Analizar aspectos técnicos para la viabilidad de la migración de la red de cobre a red GPON, en el cantón Salitre.
- Analizar y evaluar las ventajas de una red de fibra óptica frente a la red de cobre existente.
- Planear reducción de recursos empleados en el mantenimiento de la red, lo cual reducirá costos de operación y mantenimiento.

## **1.6. Hipótesis.**

Mediante el estudio y posterior implementación de las redes ópticas pasivas de alta velocidad con capacidad de Gigabits estándar GPON (recomendación de la ITU: G.984.x GPON – G.984.2 Nivel físico – G.984.3 Transmisión – G.984.4 OMCI – G.984.5 Ampliación de bandas WDM – G.984.6 y G.984.7 GPON de largo alcance), las redes eliminarán toda clase de equipos activos desde el servidor hacia el cliente, las redes no dependerán de alimentación externa para su funcionamiento con lo cual se favorece la operación y funcionamiento en la red de acceso de la arquitectura FTTH.

## **1.7. Metodología de Investigación.**

El presente trabajo de titulación es de tipo descriptivo porque abarca factores técnicos necesarios para la migración de las redes actuales de cobre a redes de alta capacidad conocida como GPON. Asimismo, es de tipo exploratoria porque se tendrá que realizar la actividad del reconocimiento al sector donde se va a llevar a cabo el estudio de la presente propuesta, es analítico porque maneja diseños y planos porque los mismos deberán ser analizados previo replanteo para su ejecución y posterior implementación.

## **CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.1. Introducción.**

Las redes de comunicación es la parte fundamental para poder comunicar a los usuarios de una red y estas se han visto congestionadas debido al incremento de usuarios, aparición de nuevos servicios y nuevas tecnologías los cuales van a requerir mayor ancho de banda y elevadas tasas de transmisión.

Las tecnologías tradicionales de acceso por cobre a través de equipos como DSLAM, MSAN y CMTS, han estado limitados por el medio físico de transmisión, este reduce de manera significativa las velocidades y distancias a las que se pretende llegar a través de la última milla, debido a esto, hoy en día representa muy beneficiosos migrar la red tradicional de cobre hacia redes de fibra óptica que nos garantice y nos permitan alcanzar mayores tráficos de banda ancha, mayores distancias y alta disponibilidad. (Suárez Raúl, 2015)

La demanda de nuevos servicios y la correcta operatividad de las redes ópticas pasivas ODN, hace que sea indispensable contar con una infraestructura a nivel de planta externa debidamente etiquetada y ordenada en todos elementos pasivos en el que el personal técnico interactúa. Por tanto, el presente estudio técnico tiene por objeto, diseñar una red ODN en la cual se optimice el equipamiento de recursos y materiales. (Suárez Raúl, 2015)

Debido a que GPON ofrece mayor ancho de banda y distancia, economía, calidad de servicio, seguridad y además de facilitar la configuración y gestión de los servicios de manera remota, es considerado la tecnología ideal para ser implementado por las empresas de telecomunicaciones.



## **2.2. Análisis de la situación actual de las redes de telecomunicaciones**

El par de cobre fue creado con la única finalidad de brindar servicios de voz, luego con la aparición del internet, la demanda de un mayor ancho de banda es necesario, lo cual no es posible con el cobre. Surge como solución la fibra óptica el medio de transmisión más avanzado, capaz de soportar servicios de nueva generación y con lo cual se consigue mayor ancho de banda y mayores distancias de transmisión, desde la central o nodo hasta el abonado. (Yaucen & Llamuca, 2012).

En una red de telecomunicaciones la planta externa está compuesta por todos los elementos que permiten el transporte de señales entre una central telefónica o Nodo con los usuarios, está constituida por el bucle de abonados y sus elementos asociados: como cables aéreos y/o canalizados, mangas de empalmes, bobinas, ductos e infraestructura adicional como: postes, armarios de distribución, cámaras, cajas de dispersión y canalizaciones subterráneas, conociéndose a este segmento de la red como “El Acceso”, y puede estar constituida incluso por medios no guiados, como señales electromagnéticas en protocolos WI-FI, WIMAX, o medios guiados como cables coaxiales, cobre multipar o de fibra óptica. (Alvarado Byron, 2014)

El servicio provisto por una central Telefónica, Nodo de Servicio de voz, etc., es entregado por pares telefónicos de cobre que agrupados son entregados en regletas al Distribuidor de la central telefónica, estas regletas se las conoce como horizontales y están separadamente en el distribuidor, tienen terminación en las regletas verticales que van hacia la planta externa (Regletas primarias) que agrupando pares telefónicos ordenados y numerados en capacidades corresponden a los requerimientos de una determinada zona en la planta externa a la cual

van a proveer servicio, y que se conoce como ruta de cable, desde el cual se extraen capacidades menores hasta completarla, distribuyendo las mismas geográficamente en su recorrido en áreas geográficas, los cuales son conocidas como Distritos, cuya terminación de los grupos de pares distribuidos son implementados en el Armario telefónico. De esta manera se establece un enlace físico entre el distribuidor y el sector cercano, donde se proveerá el servicio conocido como Red Primaria. (Alvarado Byron, 2014)



Figura 2.1: Nodo, red primaria, armario telefónico  
Fuente: El Autor

Desde el armario telefónico y con terminaciones agrupadas en regletas, los cuales se las ordena, numera y nombra codificadamente, se establecen enlaces de pares hasta el sitio más cercano al usuario, dicha terminación se la conoce como red secundaria, desde el cual se puede conectar con cable neopreno de dos hilos hasta el equipo terminal en la casa del usuario, lo que se conoce como línea de abonado. Pudiendo desde una central telefónica o nodo de servicio tener diferentes rutas de cable para dar cobertura al sector aledaño a la central telefónica que se conoce como Área de Central. (Alvarado Byron, 2014)

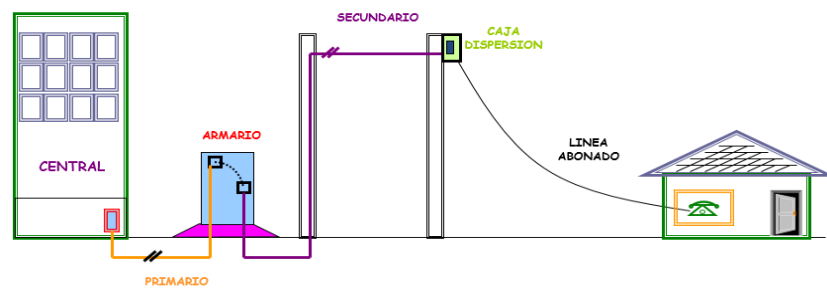


Figura 2. 2: Componentes de una red telefónica tradicional  
Fuente: (Zambrano Carlos, 2010)

### 2.3. Arquitectura de una red de planta externa de cobre.

La planta externa es la parte que extiende desde el distribuidor hacia la calle, ésta puede ser de manera canalizada por tuberías de PVC, o aéreo por postería, Sin embargo, para ello se deberá utilizar elementos de sujeción conocido como herrajes, los cuales deberán ser instalados en los postes para que de esta manera poder realizar el montaje de los cables y otros elementos tales como, cajas de dispersión, entre otros.

#### 2.3.1. Planta interna - Distribuidor

La planta interna está ubicada por lo general, en la central telefónica o Nodo y es la parte que se encargará de realizar la conmutación de los circuitos o de paquetes para establecer la conexión con los abonados.

Por lo general está compuesto por:

- Sala de conmutación
- Sala de transmisiones
- Sala de energía o de Fuerza
- Sala de MDF o distribuidor principal
- Centro de prueba, etc.



Figura 2.3: Planta Interna  
Fuente: El Autor

### 2.3.2. Planta externa.

Se denomina como planta externa al conjunto de elementos, los cuales están desplegados desde la central o nodo principal hacia la calle y sirve para poder establecer un enlace físico entre el distribuidor y el equipo terminal que está ubicado en el abonado.

La planta externa se compone de:

- Red Primaria
- Red Secundaria
- Acometida de Abonado
- Distritos Telefónicos
- Infraestructura civil, etc.

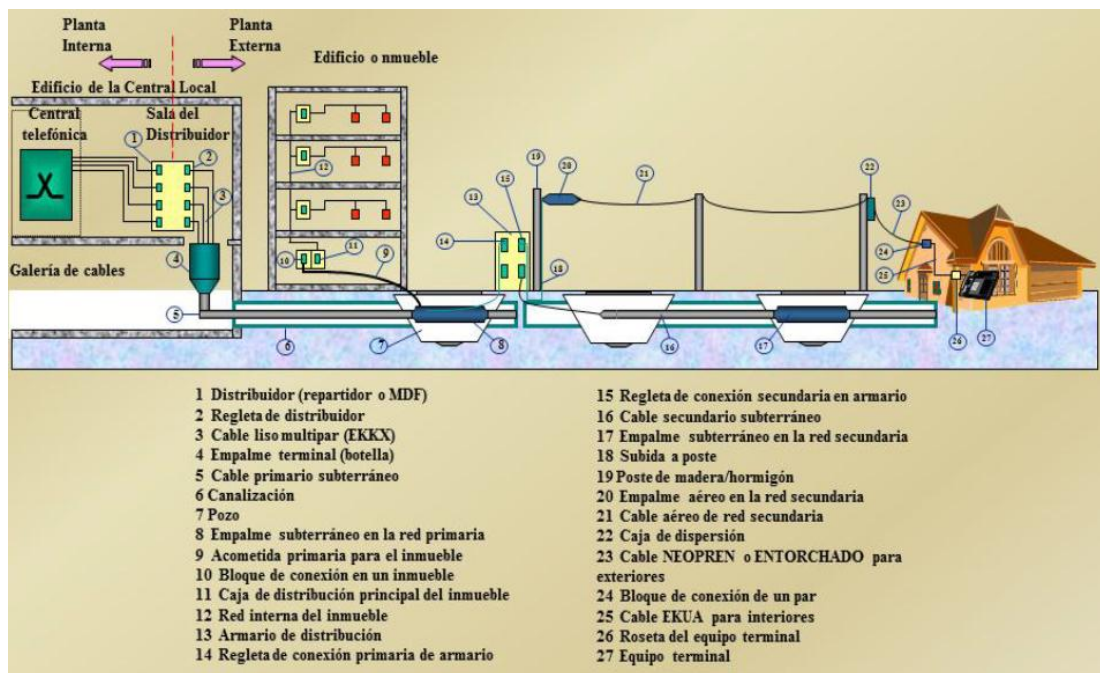


Figura 2.4: Elementos de la planta externa  
Fuente: (CNT E. P, 2015)

## 2.4. Evolución de las redes de telecomunicaciones.

Las redes de telecomunicaciones han ido evolucionando conforme al paso del tiempo, esto es desde las señales analógicas hasta las señales digitales de hoy en día, lo cual ha obligado a las empresas de telecomunicaciones a efectuar enormes inversiones para poder asegurar y brindar los servicios convergentes sobre una red única, económica y escalable.

### Componentes de una red de telecomunicaciones:

**Equipo terminal del cliente.-** Equipo situado en las instalaciones del cliente para aprovechar los servicios de telecomunicaciones (Teléfono, pc, Tv etc.)

**Acceso.-** La forma de conectar las instalaciones del cliente con las de la empresa proveedora del servicio (actualmente fibra óptica)

**Equipos de conmutación (softswitch).**- Los equipos responsables de establecer la comunicación entre los clientes, con capacidad para manejar servicios convergentes ATM/IP.

**Transporte.**- La forma de conectar a los elementos de conmutación entre sí.

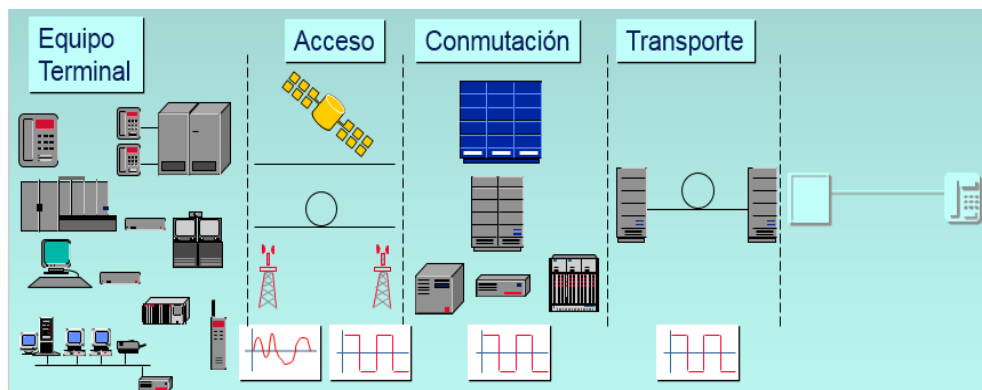


Figura 2.5: Componentes de una red de telecomunicaciones  
Fuente: (Grupo Asercom, 2014)

### 2.4.1. Centrales Telefónicas

Está conformada por la integración de todos los nodos de interconexión de transmisiones, mediante plataformas que pueden ser vía radio o fibra óptica, y que corresponden a centros terminales y/o repetidores; los mismos que están estructurados en enlaces analógicos y digitales o la combinación de ambos, dependiendo de la necesidad de los servicios que se requiera. (Zambrano Carlos, 2010)



Figura 2.6: Central Telefónica  
Fuente: El Autor

#### **2.4.2. Nodos**

Centros de servicios, generalmente permiten la conexión de clientes a los servicios que provee la red, y que están desplegados para ser más eficientes al ser extendidos por Fibra Óptica o de manera inalámbrica, hasta sitios cercanos al usuario. (Alvarado Byron, 2014)



Figura 2.7: Nodo

Fuente: El Autor

### **2.4.3. Nodos de acceso Multiservicios MSAN (Nodos de baja capacidad)**

El Nodo MSAN de baja capacidad de usuarios (100 a 500), se encuentra en un sitio cerca al abonado y permite integrar los servicios de telefonía e internet en un solo equipo para enviarlo a través de un medio de transmisión como el par de cobre telefónico. (Ruiz Alejandro, 2013)





Figura 2.8: Nodo de baja capacidad Outdoor

Fuente: El Autor

## 2.5. Tecnologías XDSL.

La red de cobre fue creada para ofrecer servicio de voz dentro del rango de frecuencia de 300 y 3400Hz, con la aparición del internet se hacía necesario transportar este tipo de tráfico sobre la red telefónica, por lo que se tenía que adaptar las redes telefónicas para poder ofrecer los servicios de banda ancha a los usuarios, debido a esto surge la evolución de la tecnología XDSL

### 2.5.1. Línea de Abonado digital de alta velocidad (HDSL)

Esta tecnología, *High Data Rate Digital Subscriber Line*, es una mejora de las normas T1, en Estados Unidos y Japón que siguen la normativa ANSI, y E1 en prácticamente el resto del mundo donde se sigue la normativa ETSI. Estos enlaces alcanzaban velocidades de 1,544 Mbps en el caso de los T1 y 2,048 Mbps en el caso de los E1. Los enlaces de este tipo para servicios de uso residencial presentaban una serie de inconvenientes, entre los que estaba

la necesidad del uso de repetidores que se colocaban cada kilómetro aproximadamente, lo que hacía que estas líneas resultaran demasiado caras para su implementación. (Fernández, Helena, 2013)

### **2.5.2. Línea de abonado digital simétrica (SDSL)**

Con esta tecnología, *Symmetric Digital Subscriber Line*, que es una evolución del HDSL con la cual se consigue las mismas velocidades, también simétricas que con HDSL pero con la diferencia que se usa un único par de cobre. Usa el mismo código de línea, 2B1Q, la ventaja respecto a HDSL es el uso de un único par, no superándolo ni en velocidad ni en distancia alcanzada. (Fernández Helena, 2013)

### **2.5.3. Línea de abonado digital de alta velocidad simétrica (G.SHDSL)**

El diseño de SHDSL, *Single-pair High-speed Digital Subscriber Line*, pretendía solventar los inconvenientes que el HDSL y SDSL generaban.

El G.SHDSL proporciona un servicio simétrico de hasta 2,3 Mbps utilizando únicamente un par de abonado y ofrece la posibilidad de obtener el doble de velocidad sobre cuatro hilos en lugar de dos, usando dos pares de abonado, llegando de esta manera a velocidades de 4,624 Mbps. Las distancias máximas que alcanza están entre los tres y los seis kilómetros. (Fernández Helena, 2013)

### **2.5.4. Línea de abonado digital asimétrica (ADSL)**

El ADSL, *Asymmetric Digital Subscriber Line*, y las posteriores versiones mejoradas, es la más extendida en el mercado residencial de todas las tecnologías DSL. Debido a que es una tecnología asimétrica que proporciona mucho más caudal en el canal descendente de la red hacia el usuario que, en ascendente, del usuario a la red.

Ofrece una capacidad de bajada hacia el usuario (*downstream*) de hasta 8 Mbps, y de subida desde el usuario hacia la red (*upstream*) de hasta

1 Mbps, con un solo par de cobre a una distancia máxima de hasta 4Km. (Fernández Helena, 2013)

#### **2.5.5. Línea de abonado digital asimétrica (ADSL2)**

Las novedades en ADSL2 respecto al ADSL están destinadas a mejorar el rendimiento y la interoperabilidad. Entre los cambios hay mejoras en la velocidad máxima que ofrece, las distancias alcanzadas, la adaptación de la velocidad y el consumo. (Fernández Helena, 2013)

#### **2.5.6. Línea de abonado digital asimétrica (ADSL2+)**

Con ADSL2+ se dobla la velocidad que se puede alcanzar con ADSL, llegando a los 20 Mbps en bajada. Las mejoras en la velocidad tanto del ADSL2 como del ADSL2+ se deben a la utilización de un mayor ancho de banda para la transmisión. El margen de frecuencias en el que operan los módems ADSL va desde los 25 KHz hasta 1,1 MHz, en ADSL2+ el margen superior se amplía hasta los 2,2 MHz. (Fernández Helena, 2013)

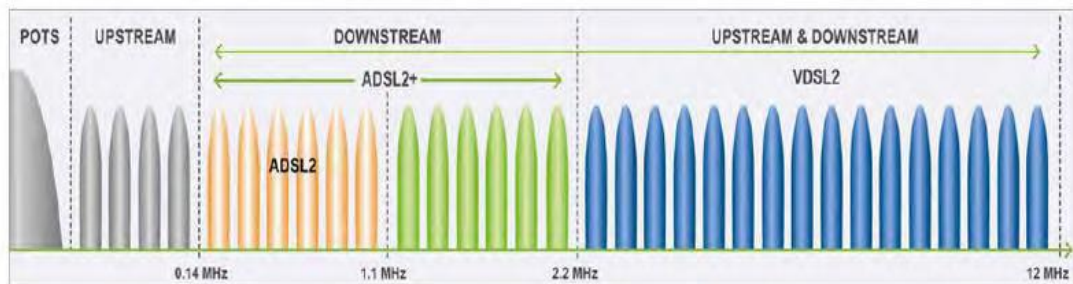
#### **2.5.7. Línea de abonado digital de muy alta velocidad (VDSL)**

Esta tecnología, *Very High Speed Digital Subscriber Line*, permite la transmisión de datos de alta velocidad sobre pares de cobre de corto alcance, puede ser tanto simétrico o asimétrico con lo que se obtiene la transmisión de hasta varias decenas de Mbps pero con una distancia muy reducida de solo a ciento de metros de la central telefónica o nodo. (Fernández Helena, 2013)

#### **2.5.8. Línea de abonado digital de muy alta velocidad 2 (VDSL2)**

El VDSL2, *Very High Speed Digital Subscriber Line 2*, es la norma de Comunicaciones DSL más reciente. Fue diseñado para poder soportar servicios que requieren gran ancho de banda y para alcanzar velocidades

superiores a 100Mbps, la transmisión puede ser simétrica o asimétrica. (Fernández Helena, 2013)



**Figura 2.9: Distribución del espectro de frecuencia en distintas tecnologías xDSL**

Fuente: (Fernández Helena, 2013)

## 2.6. Fibra Óptica.

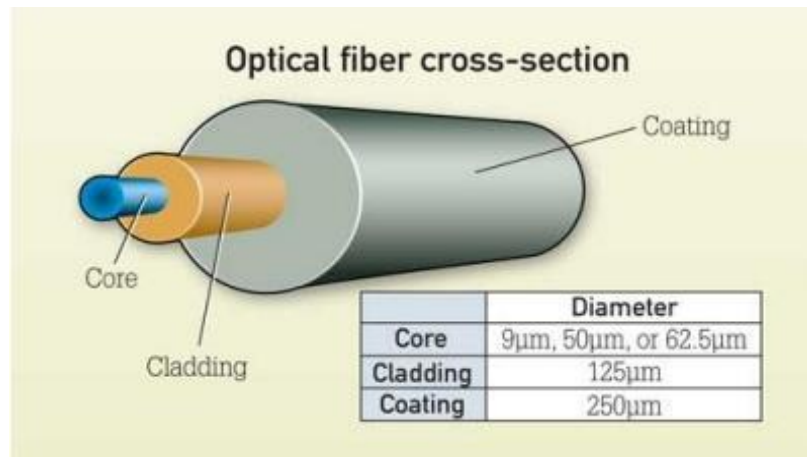
La fibra óptica es considerada como el mejor medio de transmisión de información digital (voz, datos y vídeo), debido a su alta capacidad de transmisión, baja atenuación e inmunidad a radiaciones electromagnéticas y frente al ruido, por estas características es utilizado en enlaces que requieren grandes distancias, alta velocidad de transmisión y gran ancho de banda.

### 2.5.1. Composición y geometría de la Fibra óptica

**Núcleo.-** Es la sección conductora formada por un cilindro de vidrio, cuyo índice de refracción es mayor a la parte exterior por donde va a viajar la señal luminosa

**Revestimiento.-** Es el forro exterior el cual envuelve al núcleo de la fibra óptica, su función es asegurar la conducción de la luz en el interior del núcleo.

**Recubrimiento.-** Envoltura de material de plástico que protege mecánicamente a las dos anteriores.



**Figura 2.10: Sección transversal de una fibra óptica**

Fuente: (Maguire Valerie, 2010)

## 2.5.2. Clasificación de la Fibra óptica

### Por el Material dieléctrico

- Fibra óptica de silicio
- Fibra óptica de vidrio multicompuesto
- Fibra óptica plástica

### Por el modo de propagación

- Fibra óptica monomodo (SM)

Es aquella fibra en la cual el diámetro de su núcleo es muy pequeño, esto permite la transmisión de un solo modo de propagación, lo que da como resultado un aumento considerable en la capacidad de la fibra. Este tipo de fibras son utilizadas en enlaces que requieren gran capacidad de transmisión y están situados a largas distancias. (Criollo Luis, 2015)

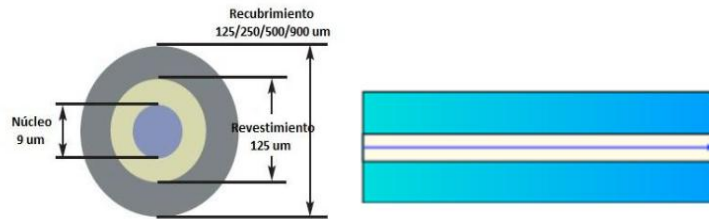


Figura 2.11: Fibra monomodo, modo de propagación

Fuente: (Yaroslav Marchukov, 2011)

### ➤ Fibra óptica multimodo

El diámetro del núcleo de esta fibra es mucho más grande que el de la fibra monomodo, por lo tanto, permite enviar múltiples modos con diferentes ángulos de incidencia, es decir, cada haz de luz tiene diferente modo de propagación. Esta característica genera una limitación en la transmisión de la información por lo que son utilizadas en enlaces de baja velocidad y corto alcance. Por el diámetro de su núcleo, estas fibras soportan fuentes de luz no tan precisas, por lo tanto, son más baratas y simples de utilizar. (Criollo Luis, 2015)

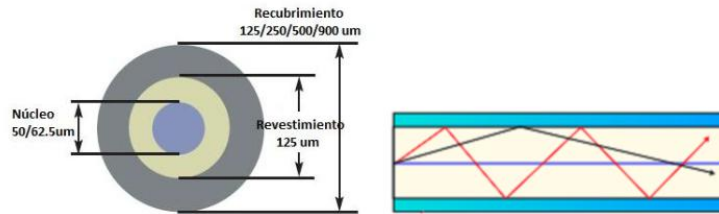


Figura 2.12: Fibra multimodo, modo de propagación

Fuente: (Yaroslav Marchukov, 2011)

### 2.5.3. Normativa de Fibra Óptica

Los cables de fibra óptica para Feeder y Distribución deberán cumplir la norma ITU-T G.652D. (Suarez, 2015).

Los cables de fibra óptica para Dispersión y Distribución Interna deberán cumplir la norma ITU-T G.657.A1 o G.657.A2.

A continuación, se muestra la identificación de los hilos del cable de fibra óptica en función de la Norma TIA/EIA 598:

**Código de color de la fibra óptica para  
Tubo holgado, Tubo estrecho(TIA/EIA-598)**

Posición	Colores
1	Azul
2	Anaranjado
3	Verde
4	Café
5	Plateado (Gris)
6	Bianco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa (Rosado)
12	Aqua (Celeste)

Figura 2.13: Código de color de Fibra Óptica

Fuente: (CNT E. P, 2015)

#### 2.5.4. Capacidad de Fibra

En la Tabla 2.1 se muestra la capacidad de los cables en las diferentes partes de la red de fibra óptica.

Tabla 2. 1 Tipos de cables de Fibra óptica

CAPACIDAD DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA		
Aplicación	Capacidad	Tipo
Feeder	288, 144 hilos	Ducto (G652D)
Distribución	96, 72, 48, 24, 12 HILOS	ADSS o DUCTO (G652D)
Dispersión	2 hilos	ADDS, Ducto o FIG 8 (657.A1 o G.657.A2)
Distribución Interna	48, 24, 12 hilos	Ducto LSZH(G.657.A1 o G.657.A2 )

Fuente : CNT E. P, (2015) (Suarez, 2015).

#### 2.5.5. Ventajas de la Fibra óptica

**Posee un gran ancho de banda.-** Debido a la gran capacidad de transmisión, lo que permite enviar varios pulsos de luz en diferentes longitud de onda dentro de una misma fibra óptica, es decir puede transmitir miles de conversaciones simultáneamente, siempre y cuando se utilicen los equipos de trasmisión adecuados para ello.

**Baja atenuación.-** La fibra óptica es un medio de trasmisión que posee la más baja atenuación, lo cual permite transmitir señales a cientos de



kilómetros sin necesidad de utilizar repetidores o regeneradores lo cual es beneficioso ya que aumenta la confiabilidad y la economía de los equipos.

**Peso y tamaño reducido.-** El diámetro de una fibra es del tamaño de un cabello humano, por lo que en comparación con un cable de cobre es relativamente liviano.

**Disponibilidad de materia prima de fibra óptica.-** Debido a que el principal componente para su fabricación es el dióxido de silicio y es uno de los recursos más abundantes en la superficie terrestre, lo cual ha contribuido a su bajo costo.

**Alta confiabilidad.-** La fibra óptica trasmite luz y no se ve afectada por otras radiaciones o interferencias electromagnéticas, lo cual constituye que es un medio de transmisión muy seguro y la información contenida será de alta calidad y sin degradación.

**Costos de mantenimientos.-** Reducción en los costos de mantenimiento de una red de fibra óptica en comparación a una red de cobre. Además, los cables de Fibra Óptica por estar constituido por vidrio no tienen valor comercial si son sustraídos por personas.

#### **2.5.6. Desventajas de la Fibra óptica**

**Conversión óptica – eléctrica. -** Antes de insertar una señal luminosa en una fibra óptica, la señal eléctrica debe convertirse al espectro luminoso para lo cual se necesita de equipos activos (Conversores), que realicen esta función en ambos extremos de la fibra óptica.

**Caminos Homogéneos.-** Se necesita de un camino físico recto para evitar realizar curvaturas pronunciadas a lo largo del recorrido de la instalación de la fibra óptica y de esta manera evitar atenuación de la señal.

**Reparaciones.-** Cuando se produce un corte en un cable de fibra óptica se deberá tener un personal altamente capacitado para realizar las fusiones (uniones de cable de fibra óptica) de este tipo de cable, ya que requieren de mucha técnica, precisión y rapidez.

## **2.7. Descripción de estándares de tecnologías de redes PON.**

Una red PON es aquella que está compuesta por elementos pasivos desde la central hasta el usuario, la ventaja de este tipo de redes es que ofrece mayor ancho de banda a los abonados, gracias a la gran capacidad de transmisión de las fibras óptica. El elemento principal pasivo de una red PON es el divisor óptico o Splitter, que es el que se encarga de separar la señal y guiar el tráfico hacia los diferentes usuarios de la red.

Existen varios tipos de redes PON, las mismas que han ido evolucionando con el pasar del tiempo y las cuales las describiremos a continuación:

### **2.7.1. APON (Asynchronous Transfer Mode over Passive Optical Network)**

Fue la primera red bajo la recomendación ITU-T G.983 que definió la FSAN (*Full Service Access Network*, red de acceso de servicio completo), APON basa su enlace descendente de transmisión en ráfagas de células ATM

(*Asynchronous Transfer Mode*), con una velocidad máxima de 155 Mbps que luego fue aumentado a 622Mbps. (Ramos María, 2016)

### **2.7.2. BPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)**

Las redes BPON (Banda Ancha de Redes Ópticas Pasivas), surge luego de la evolución de las redes APON, dado la limitación de la velocidad de la misma. Se basa en el estándar APON y ha sido ratificada en la recomendación ITU-T G.983, con la diferencia que puede soportar otros estándares de banda ancha y ofrece servicios como acceso Ethernet o distribución de video. Alcanza una velocidad de 155 Mbps fijos, tanto en el canal ascendente como en el canal descendente pero fue modificado para admitir tráfico asimétrico que alcanza 622 Mbps en el canal descendente y en el canal ascendente 155 Mbps. (Suarez, 2015). También admite tráfico simétrico en donde el canal descendente y el canal ascendente alcanzan 622 Mbps, pero su principal desventaja es que su costo es muy elevado y tiene limitaciones técnicas. (Vallejo Regis, 2013)

### **2.7.3. EPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)**

Especificaciones realizadas por el grupo de trabajo EFM (Ethernet in the First Mile), constituido por la IEEE a diferencia de las redes estandarizadas por la UIT. Aprovecha las ventajas de la tecnología de fibra óptica de redes PON y aplica a Ethernet. El estándar EPON se desarrolla bajo la norma IEEE 802.3 (Valencia Adriana, 2016)

### **2.7.4. GPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)**

Estandarizada por ITU-T y denominada Gigabit-capable PON (GPON), fue aprobada en 2003 - 2004 y ha sido normalizada bajo las recomendaciones G.984.1, G984.2, G.984.3 y G.984. Es un estándar de las redes PON que alcanza una velocidad superior a 1 Gbps, soporta varias tasas de velocidad con el mismo protocolo, incluyendo velocidades simétricas de 622 Mbps, 1.25

Gbps, y asimétricas de 2.5 Gbps en el enlace descendente y 1.25 Gbps en el ascendente (Suarez, 2015).

Tiene un alcance máximo de 20 km; GPON usa multiplexación WDM (*Wavelength División Multiplexing*) la cual le permite que la información viaje tanto ascendente como descendente por la misma fibra óptica. (Vallejo Regis, 2013).

## 2.8. Topología de red

Existen varios tipos de topología de red, pero describiremos las más importantes:

### 2.8.1. Configuración punto a punto

Los enlaces punto a punto son enlaces altamente confiables pero su costo de operación es muy elevado, debido a que se necesitan de 2 equipos conversores Ópticos – eléctricos (Conocido como espejos), que debe ser instalados tanto en cliente como en central. Consiste en la conexión directa desde la central telefónica hacia el abonado sin derivaciones de la señal, es de comunicación bidireccional utilizando distintas longitudes de ondas para cada dirección de comunicación.

A continuación se muestra la topología de red punto a punto, donde se puede apreciar las líneas dedicadas que salen de la central hasta el abonado final.

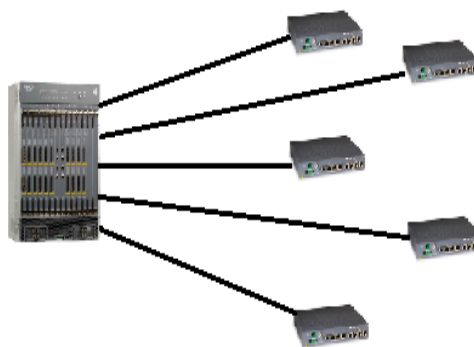


Figura 2.14: Enlace punto a punto

Fuente: (Yaroslav Marchukov, 2011)

## 2.8.2. Configuración punto a multipunto

Conocida como red PON (*Passive Optical Network*), se utiliza comúnmente en la arquitectura FTTH; su principal ventaja es que disminuye considerablemente su precio de instalación, su configuración es básicamente la interconexión desde el nodo o central por medio de un Splitter a través de un enlace de fibra óptica.

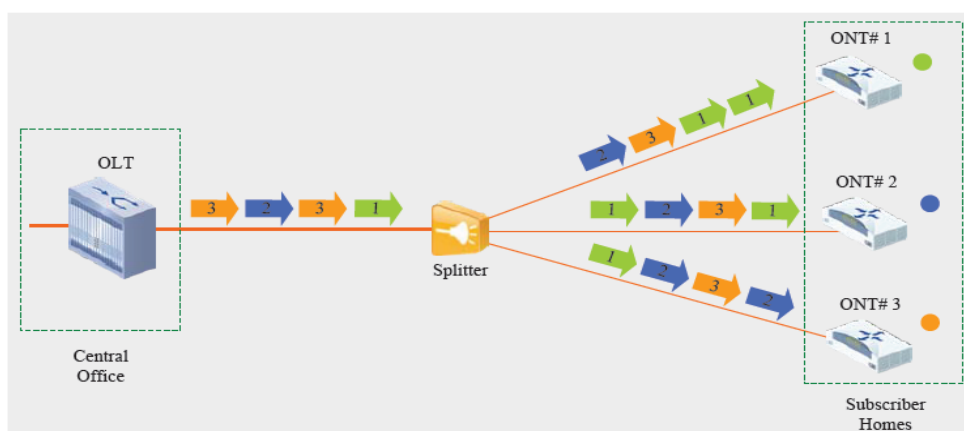


Figura 2.15: Topología de red

Fuente: CNT E. P, (2015)

## 2.9. Tipos de redes de acceso por fibra óptica

Para que una red funcione de una manera eficiente y proporcione servicios de calidad a los usuarios, debe existir una correcta topología de red la que deberá ser de la manera más sencilla, dependiendo en donde va a ser empleado la tecnología de telecomunicaciones FTTx (Fiber to the X); son redes de banda ancha, es decir, que tienen una gran capacidad para transportar datos.

### 2.9.1. FTTH.-

FTTH (Fiber-to-the-home): la fibra llega al interior o a la fachada de la vivienda del cliente.

### 2.9.2. FTTB

FTTB (Fiber-to-the-building o Fiber-to-the-basement): el proveedor de servicio llega hasta el cuarto de telecomunicaciones del edificio. A partir de este punto se llega hasta el usuario normalmente utilizando par de cobre.

### 2.9.3. FTTC

FTTC (Fiber-to-the-curb): Fibra Óptica desde la central hasta el cuarto de telecomunicaciones o hasta la acera. En este caso la cabina se encuentra más próxima al usuario, a una distancia entre 300 y 600 metros.

### 2.9.4. FTTN

FTTN (Fiber-to-the-node): el tramo de fibra termina en una cabina situada en la calle de entre 1,5 a 3 km del usuario.

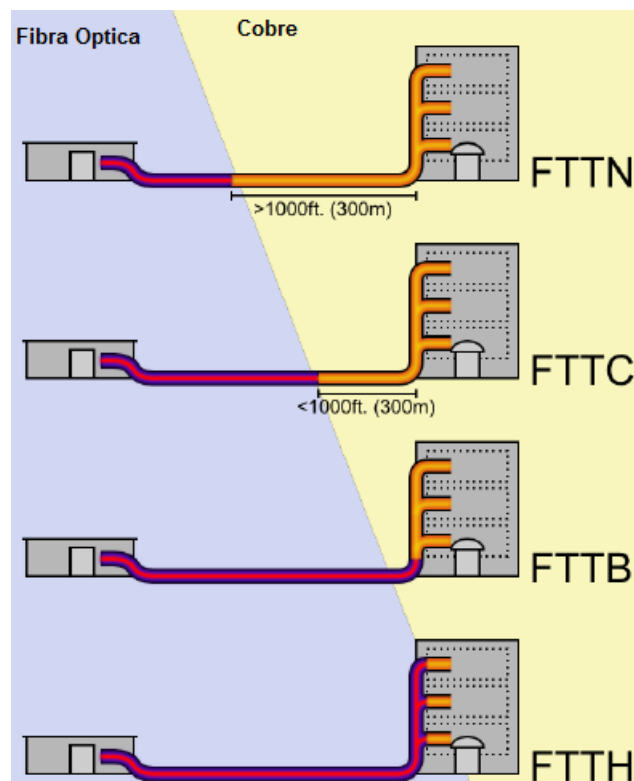


Figura 2.16: Tipos de redes de acceso de Fibra óptica  
Fuente: Furukawa, (2012)

## 2.10. Descripción de la arquitectura de una red óptica de acceso

**ODN.-** es el conjunto de elementos pasivos que interconectan un equipo final (ONT) con la central local (OLT). Empieza desde el cliente final, transitando la red de dispersión, la red de distribución y la red Feeder (troncal), instaladas en forma aérea o canalizada. Se deberá tener en cuenta un presupuesto óptico de máximo 25 dB, desde el equipo activo OLT hasta la ONT instalada en el usuario. (CNT E. P, 2015), (Suarez, 2015).

### Elementos de la ODN

- Repartidor distribuidor principal (ODF)
- Armario
- Mangas
- Splitter
- NAP

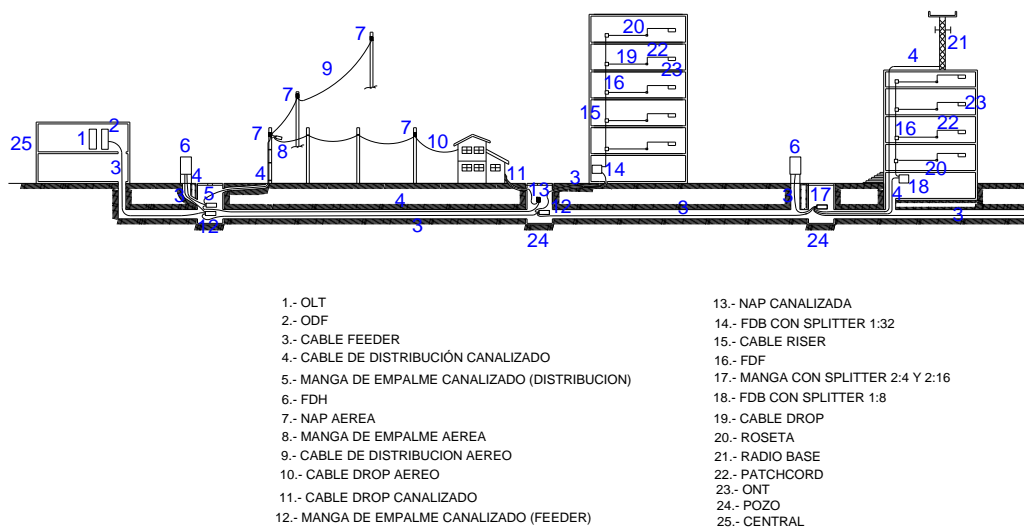


Figura 2.17: Estructura de la ODN

Fuente: CNT E. P, (2015)

### 2.10.1. Elementos activos de la red

**OLT.-** OLT es un elemento activo de la red, está ubicado en el nodo o central del cual parten las redes de fibra óptica (ODN) hacia los usuarios. Los OLT tienen una capacidad para dar servicio a miles de usuarios

conectados al servicio que se desea prestar. Una de las funciones más importantes que desempeña el OLT, es de hacer las veces de enrutador para ofrecer todos los servicios demandados por el usuario, tales como servicios de Internet de alta velocidad, Voz sobre IP y Televisión por medio de IPTV, todo esto a través del GPON (Red Óptica con Capacidad Gigabit). (Suarez, 2015), (Gómez María & Morejón Adriana, 2012)

OLT es un elemento activo del cual parten las redes de fibra óptica hacia los usuarios, los OLT tienen una capacidad para dar servicio a miles de consumidores conectados al servicio que se desea prestar (CHAVEZ RAQUEL, 2010)



Figura 2.18: Equipo OLT

Fuente: El Autor

**ONT.-** Es el elemento activo de la red de fibra óptica, está ubicada en la vivienda del abonado, su función principal es receptor los datos o servicios contratados por el cliente y transmitir los datos desde el usuario hacia la OLT.





Figura 2.19: ONT  
Fuente: El Autor

### **2.10.2. Elementos Pasivos (ODN)**

- Repartidor o distribuidor principal (ODF). (Suarez, 2015).
- Armarios
- Mangas
- Splitters (divisores)
- NAP (Network Access Point)

### **2.10.3. Distribuidor o repartidor general (ODF)**

Punto donde llegan los hilos de fibra óptica y permite conectar la planta externa con los equipos de acceso (OLT). (CNT E. P, 2015)



Figura 2.20: ODF  
Fuente: El Autor

#### **2.10.4. Red Feeder (troncal)**

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. Generalmente van por canalización en subductos, es la parte troncal de la red. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.21: Red Feeder o red principal  
Fuente: El Autor

### **2.10.5. Distritos**

Son las zonas en las que se divide una ciudad geográficamente en función de la red. Cada zona tiene su armario. También se habla de zonas directas en donde el ODF (más una manga), reemplazan al armario. (CNT E. P, 2015), (Suarez, 2015).

### **2.10.6. Armarios (FDH)**

Están ubicados en un determinado punto del sector y es el sitio de enlace entre la red de Feeder y la red de distribución por medio de Splitters de 1xn. Permiten en forma independiente, el aumento de red Feeder y de red de distribución. (CNT E. P, 2015), (Suarez, 2015).



Figura 2.22: Armario de Fibra óptica  
Fuente: El Autor

### **2.10.7. Caja de distribución óptica (NAP)**

Es un punto de conexión entre la red de distribución y las conexiones individuales de cada abonado. Adicionalmente son puntos de corte para trabajos de operación y mantenimiento (Yaucen & Llamuca, 2012), (CNT E. P, 2015).



Figura 2.23: NAP  
Fuente: El Autor

### 2.10.8. Caja de distribución principal (FDB)

La caja de distribución principal FDB, se utiliza al ingreso de edificios o en urbanizaciones para interconectar la red principal (red Feeder) con la red de distribución interna de cada inmueble.

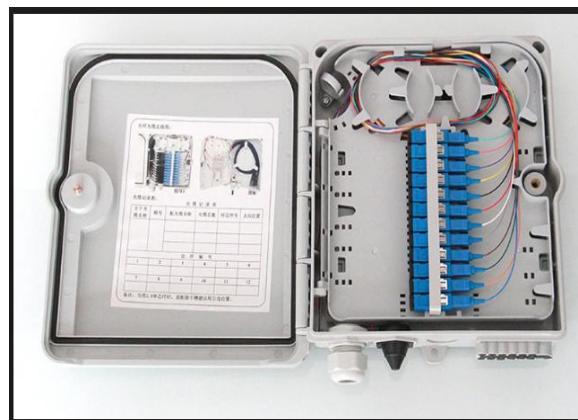


Figura 2.24: Caja de distribución principal (FDF)  
Fuente: El Autor

### **2.10.9. Red de distribución secundaria (FDF)**

La caja de distribución secundaria FDF, se utiliza para interconectar la red de distribución con la red de dispersión en el interior de los edificios.

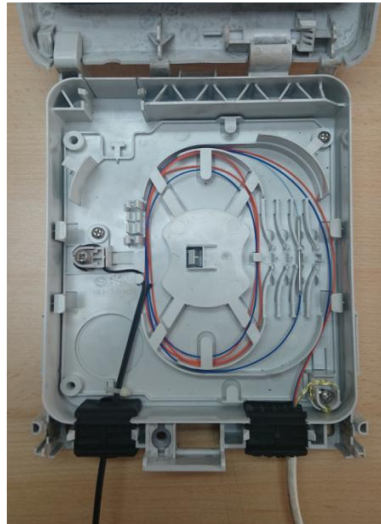


Figura 2.25: Caja de distribución FDF  
Fuente: El Autor

### **2.10.10. Red de distribución**

Es la red que une el armario de distribución (FDH) y las cajas de distribución (NAP). Además está constituida por Splitters, cables de fibra óptica aéreos, murales, subterráneos, empalmes y cajas de distribución.

### **2.10.11. Red de distribución interna**

Es la red que une la caja de distribución principal (FDB) y la caja de distribución secundaria (FDF).

### **2.10.12. Red de dispersión**

Son los cables de fibra óptica que van desde la caja de distribución óptica (NAP) sea esta de manera canalizada o aéreo hasta la roseta óptica.

Ésta se divide en dos tramos, el primero hasta un punto de transición (FDF) y luego continúa con un cable interior en el cliente final, terminando en la roseta.

### 2.10.13. Sistema de puesta a tierra

Se instalará sistemas de tierra en todos los armarios los cuales deben cumplir con una resistencia máxima  $5 \Omega$  (Ohmios). (CNT E. P, 2015)

### 2.11. Manga de empalme

Las mangas que se usan son de cierre mecánico, con la posibilidad de intervenir a su interior algunas veces. El sistema de sellado es con gel reticulado para que se logre un cierre hermético del empalme, sirve para proteger las fusiones o uniones del cable de fibra óptica y protegerlo. Existen diferentes modelos y de distintos fabricantes, se utilizará dependiendo de los requerimientos que el enlace requiera (CNT E.P, 2014), (Suarez, 2015).

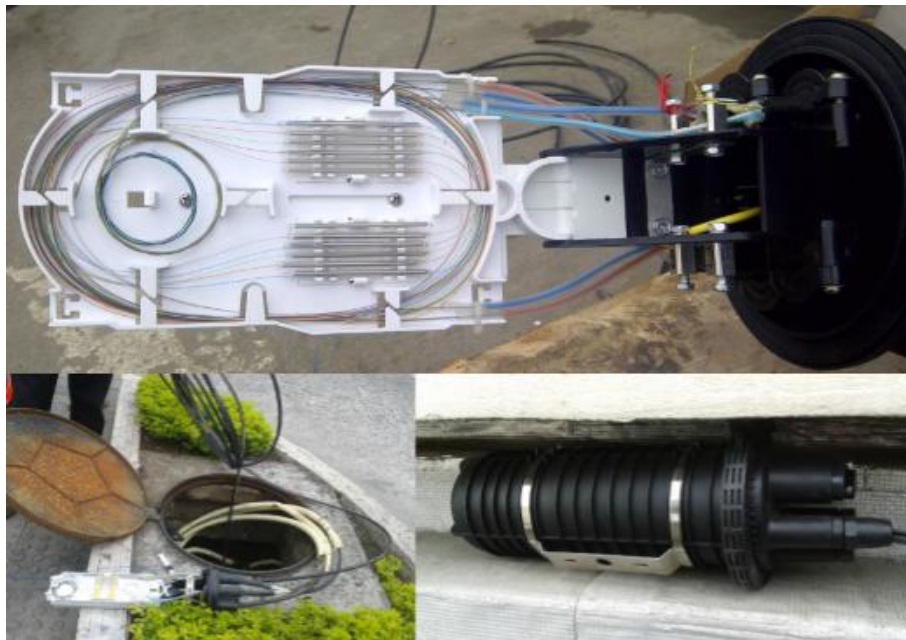


Figura 2.26: Manga de empalme de fibra óptica  
Fuente: El Autor

## 2.12. Splitter (divisores)

Son dispositivos pasivos que no necesitan de una fuente de luz externa, únicamente añaden pérdidas ya que dividen la potencia de entrada, es decir, que permiten la derivación de la señal óptica a su ingreso hacia dos o más fibras distintas a sus salidas. La necesidad de distribución de múltiples señales los hace fundamentales en las nuevas redes FTTH. (BARRERA RÓMULO, 2010)



Figura 2.27: Splitter - Manga porta Splitter  
Fuente: El Autor

## 2.13. Postes

Se utilizan postes de hormigón armado de 10 y 12 metros de longitud y son proyectados dependiendo de la geografía del terreno y del vano del cable que será instalado.

En la ubicación de los postes se evitará que estos queden situados cerca a puertas, ventanas, cerramientos, estacionamientos o que de alguna manera interfieran con la libre circulación y acceso de las personas a los inmuebles.



La ubicación de los postes cerca de las esquinas no será menor de 2 metros en relación con el ángulo formado por el cruce de calles o avenidas y terminación de aceras. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.28: Poste de hormigón  
Fuente: El Autor

## 2.14. Herrajes

Los herrajes son piezas de acero galvanizado, que nos permiten sujetar el cable de fibra óptica aéreo al poste.

### 2.14.1. Herraje terminal o retención

Se lo denomina Herraje de terminal o herraje tipo A. Se lo emplea:

- En la instalación de la caja de distribución (NAP).
- En caso de un empalme aéreo.
- Cuando el tendido del cable de fibra óptica aéreo presente un cambio de trayectoria.
- En las subidas a poste.
- En donde se tengan reservas de cable de fibra óptica.

- La distancia máxima entre dos herrajes tipo A no debe superar el vano máximo del cable de fibra óptica establecido por el fabricante.

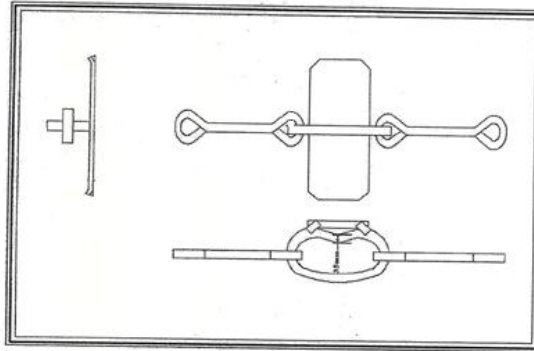


Figura 2.29: Herraje terminal tipo A  
Fuente: (CNT E. P, 2015)

#### 2.14.2. Herraje de suspensión o de paso

Se lo denomina como herraje tipo B. Se instala cuando existen trayectorias rectas, revisando que en cada herraje de paso se instale un herraje terminal, siempre y cuando no se supere el vano máximo del cable de fibra óptica establecido por el fabricante. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.30: Herraje de suspensión tipo B  
Fuente: (CNT E. P, 2015)

#### 2.14.3. Herraje de brazo tipo farol

El herraje tipo brazo farol puede medir desde 0,50 m hasta 1,50 m. Se lo utiliza para retirar el cable de posibles obstáculos o complicaciones en la ruta de instalación del cable. Dependiendo de la dirección del cable y de la

tensión a ser soportada por el herraje se suelda un herraje tipo A o tipo B al brazo farol. (CNT E. P, 2015)

#### 2.14.4. Preformados para fibra óptica ADSS

Son utilizados para sostener la fibra óptica tipo ADSS en el Herraje tipo A, a través de unos guardacabos especiales llamados *Thimble Clevis* (en vanos superiores a 100 metros), que protegen la zona del lazo de la retención.

Cada preformado tiene una gama de diámetro de aplicación, la misma que dependerá del diámetro exterior del cable de fibra óptica utilizado. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.31: Preformado para Cable de fibra óptica ADSS  
Fuente: El Autor

#### 2.14.5. Thimble clevis

El *Thimble Clevis* es una especie de guardacabos mediante el cual se engancha el preformado al brazo extensor del herraje de retención y debe ser utilizado siempre que se supere vanos de 100 metros. (CNT E. P, 2015)

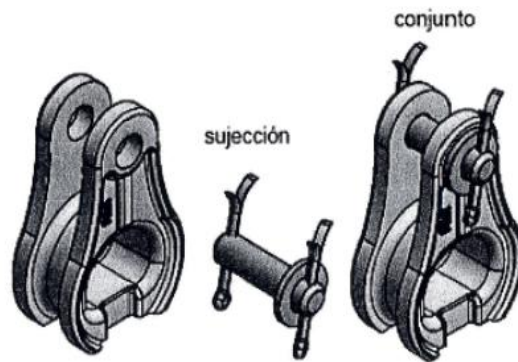


Figura 2.32: Thimble clevis  
Fuente: CNT E. P, (2015)

#### 2.14.6. Herraje de pozo

Se encuentra dentro de las cámaras o pozos de revisión de la red de canalización; pues se lo instala a un metro encima del nivel del suelo del pozo sobre una pared lateral y es donde se colocan las mangas de empalme. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.33: Herraje instalado en pozo  
Fuente: El Autor

#### **2.14.7. Porta reserva galería de cables**

Permite la fijación y organización apropiada de las reservas de cable de fibra óptica (30 metros), proyectada en la central. Se proyecta una porta reserva por nodo.

Debe estar ubicado en un lugar dentro de la estación, que garantice el buen estado de la fibra óptica. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.34: Porta reserva en galería de cables  
Fuente: El Autor

#### **2.14.8. Porta reserva en pozo**

Permite la fijación y organización adecuada de las reservas de cables de fibra óptica proyectadas cada 400 metros. La reserva de 20 metros de fibra óptica se la forma y sujeta alrededor de la losa del pozo. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.35: Porta reserva en Pozo  
Fuente: El Autor

#### **2.14.9. Subida a poste**

Está formada por un conducto galvanizado de 5 metros de distancia y 51 mm (2 pulgadas) de diámetro. Brinda protección frente a probables averías originadas en el trayecto de la subida del cable entre el pozo al poste. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.36: Subida a poste  
Fuente: El Autor

#### 2.14.10. Manguera corrugada

Se emplea para recubrir y proteger el cable de fibra óptica al momento de guiarla por la estructura del pozo (salvo en los que se coloque reserva o empalme), recorrido en túneles hasta el rack del ODF. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.37: Manguera corrugada  
Fuente: El Autor

**2.14.11. Tapón simple o guía de 38 milímetros (1 ¼ pulgada)**

Sirve para sellar en presencia de fibra alrededor del monoducto.



Figura 2.38: Tapón simple  
Fuente: El Autor

**2.14.12. Tapón ciego de 38 milímetros (1 ¼ pulgada)**

Utilizado para obturar los subductos de 36 mm de diámetro externo libres.



Figura 2.39: Tapón ciego  
Fuente: El Autor

**2.14.13. Tapón trifurcado**

Se usa para fijar subductos de 36 mm de diámetro externo con ductos de 110 mm (4 pulgadas) de PVC (canalización).





Figura 2.40: Tapón trifurcado  
Fuente: El Autor

#### **2.14.14. Tapón ciego 110 mm (4 pulgadas)**

Se usa para fijar ductos de 110 milímetros (4 pulgadas) de PVC (canalización) libres. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.41: Tapón ciego 110mm  
Fuente: El Autor

#### **2.15. Identificadores**

Sirven para identificar los diferentes tipos de cables de fibra óptica, sean estos aéreos y/o canalizados. Se deben considerar un identificador por poste y uno al ingreso del pozo. En caso de tener reservas de cable en pozo, considerar una al ingreso y una a la salida del mismo. También se deberá

considerar un identificador en el interior del cliente, el mismo que deberá ir junto a la roseta óptica. (CNT E. P, 2015)



Figura 2.42: Identificador acrílico  
Fuente: El Autor

## 2.16. Roseta óptica

Es el punto final de conexión entre la red de dispersión de fibra óptica con el equipo activo ONT situado en el abonado. (Fernández Santiago, 2010)



Figura 2.43: Roseta óptica  
Fuente: El Autor

## **2.17. Técnicas de Multiplexación**

Debido a la gran demanda de capacidad para transportar información, se ha visto en la necesidad de encontrar formas de aprovechar de la manera más eficiente la capacidad de transmisión de la fibra óptica, entre las técnicas más utilizadas están:

### **2.17.1. DWDM**

Esta técnica permite aumentar la capacidad de transmisión de una manera más eficiente y económica, los sistemas DWDM tienen la particularidad de que combinan varias señales sobre una misma fibra óptica, cada una de las señales deberán tener una longitud de onda de manera diferente para que se pueda transmitir de manera simultáneamente. (Calle Bricelda, 2010)

### **2.17.2. TDMA**

TDMA (*Time División Múltiple Access*) es una técnica de multiplexación que aseguran la transmisión sin colisiones desde la ONT hasta la OLT. Además, mediante TDMA sólo se transmite cuando sea necesario, por lo cual, no sufre de la ineficiencia de las tecnologías TDM, donde el período temporal para transmitir es fijo e independiente de que se tengan datos o no disponibles. (Yaucen Betty & Llamuca Marco, 2012)

### **2.17.3. GPON**

Gigabit PON es un estándar de las redes PON, que surge en el año 2004. Actualmente es una de las tecnologías más avanzadas para la transmisión de datos de alta capacidad, estas redes ofrecen el servicio de triple Play (Voz, Datos, Videos). Las velocidades de transmisión que ofrecen este estándar en orden asimétrico son de 2.44Gbps para el canal de bajada

*downstream* y 1.25Gbps para el canal de subida *upstream*. (Albuja José & Eras Hugo, 2014)

## **2.18. Red MPLS**

MPLS (*Multiprotocol Label Switching*).- Es un protocolo diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes. Puede ser utilizado para transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz y de paquetes IP. Es el equipo en donde se conecta la OLT para poder entregar los servicios. (CRISTHIAN AÑAZCO, 2015)

## **2.19. Organismos reguladores de las Telecomunicaciones**

Los dos organismos más importantes para la regulación y control de las telecomunicaciones en el país son:

- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL). Tiene entre sus funciones el control del espectro radioeléctrico, el cual es considerado como un recurso natural limitado, perteneciente al dominio público del Estado, es inalienable e imprescriptible. (ARCOTEL, 2016)
- Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL). Entre sus funciones están ser el órgano rector del desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación en el Ecuador, emitir políticas, generar planes y realizar el seguimientos y evaluación de su implementación, coordinar acciones con los sectores estratégicos para de esta manera garantizar el acceso igualitario a los servicios de telecomunicaciones y promover su uso efectivo, eficiente y eficaz con el fin de contribuir al desarrollo de la población y

garantizar el avance hacia la sociedad de la información. Y con ello contribuir al desarrollo del país. (MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES, 2016)

## CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA CON ESTÁNDAR GPON

### 3.1. ÁREA DE COBERTURA DONDE SE LA VA A IMPLEMENTAR

El presente proyecto se basa en la necesidad de analizar los aspectos técnicos para la viabilidad de la migración de la red de cobre a fibra óptica con estándar GPON (*Gigabit Passive Optical Network*), a fin de incluir servicios convergentes de internet, voz y datos por un mismo medio de transmisión, el área de cobertura donde se implementará es el cantón Salitre de la provincia del Guayas, ubicado al Noroeste de la Provincia del Guayas, está limitado de esta manera: Al Norte con la Parroquia Antonio Sotomayor y el cantón Palestina; al Sur, con Juan B. Aguirre, Samborondón y el río Babahoyo, al Este, con Baba y Vinces de la provincia de los Ríos; y al Oeste con los cantones Daule y Santa Lucía.

Posee una superficie de 400km<sup>2</sup> y una población de 57402 habitantes aproximadamente, según el último censo de población realizado por el INEN en el año 2010.

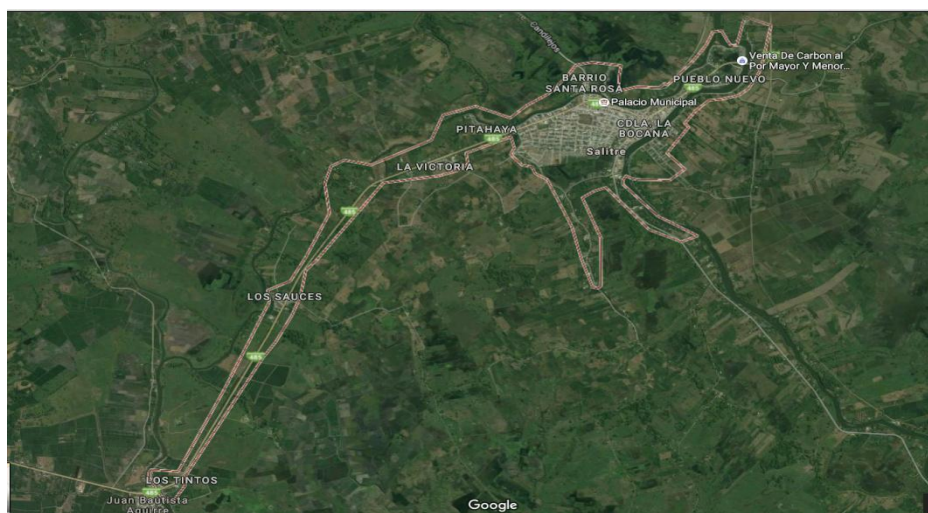


Figura 3.1: Cantón Salitre  
Fuente: El Autor

Gracias a la tecnología y la herramienta que disponemos Google earth, se señala el área específica donde se va a realizar el estudio técnico, que es el sector denominado pueblo “nuevo”, el cual se encuentra junto a su principal atractivo turístico que posee éste cantón: la playa Santa Marianita.



Figura 3.2: Sector escogido para estudio técnico  
Fuente: El Autor



Figura 3.3: Plano red de cobre  
Fuente: El Autor

### 3.2. Estudio de demanda red actual de cobre

Se realizó un Censo en el sector donde se va a realizar la migración de las redes de Cobre a fibra óptica y se recopiló cada uno de los datos que fue arrojando dicho estudio. Además, se pudo evidenciar posibles clientes potenciales los cuales solicitaran los servicios proporcionados por la CNT

Los datos obtenidos en el censo son los siguientes:

**Tabla 3. 1 Cantidad de abonados**

Tipos de servicio prestado por operadora CNT	Cantidad de abonados
Telefonía	819
Internet	242
DTH	232

Fuente: El Autor

De acuerdo a datos proporcionado por ARCOTEL en su página Web, se puede evidenciar el número de abonados que posee CNT, tanto en telefonía fija, internet fijo y Tv digital. Se observa que CNT cuenta con el 86% del mercado de telefonía fija, tal como se indica a continuación:

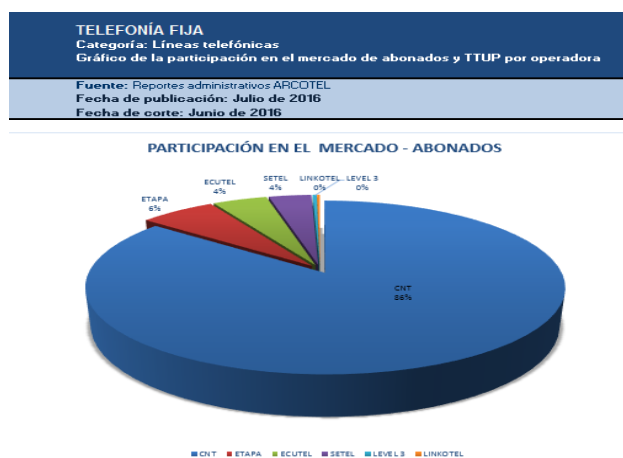


Figura 3.4: Mercado de telefonía fija  
Fuente: ARCOTEL, (2016)



Del mismo modo se muestra los datos con el porcentaje que tiene CNT. E.P en el mercado para la prestación de servicio de internet en el hogar, siendo el mayor proveedor con un 55% de cliente, dejando por debajo a empresas reconocidas como CLARO y Telconet, Tv Cable y otras operadoras.

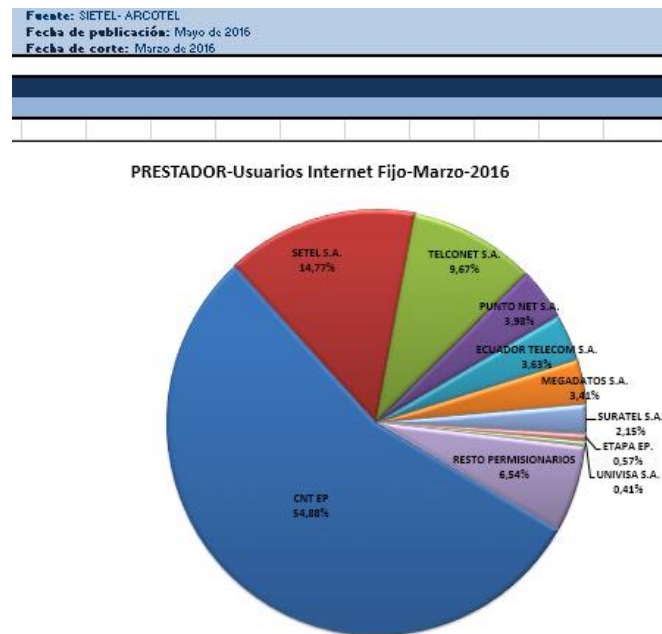


Figura 3.5: Participación de operadoras en Mercado de internet fijo  
 Fuente: ARCOTEL, (2016)

Para el servicio de Tv digital que actualmente CNT presta a los usuarios, se puede observar de acuerdo a datos de la ARCOTEL que cuenta con un 28 % del mercado, este servicio por DTH (*Direct to Home*) que consiste en instalar una antena receptora de señales en el hogar.

Fuente : SIETEL - ARCOTEL  
 Fecha de publicación: Julio de 2016  
 Fecha de corte: Junio de 2016

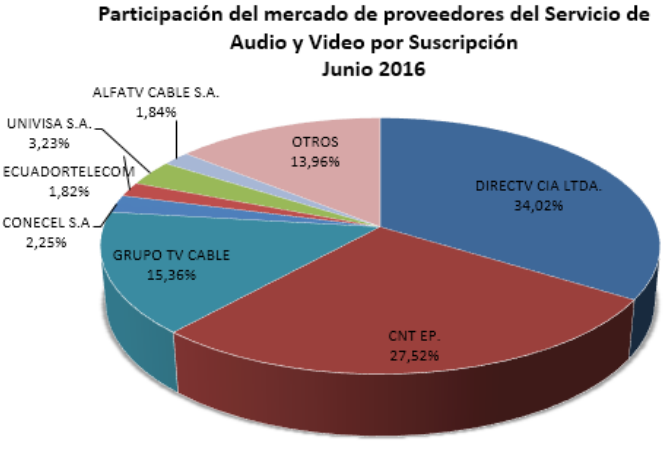


Figura 3.6: Mercado de proveedores de audio y video  
 Fuente: ARCOTEL, (2016)

Con los datos antes descritos podemos corroborar lo siguiente:

La penetración de fibra óptica ha crecido notablemente desde el año 2006, en el que apenas se tenían 3.500 km tendidos, frente a los aproximadamente 60.000 km que se reportaron en el 2015, lo cual indudablemente aportó en el crecimiento de casi 7 veces en las suscripciones de banda ancha fija en el período 2006-2015. (MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES, 2016)

**3.3. Consideraciones para diseño de red fibra óptica**

Debido a que Salitre es considerado un Cantón netamente agrícola y ganadero; además de ser un polo de desarrollo y atractivo turístico por sus playas de agua dulce, las mismas que atraen cientos de turistas que buscan salir de la rutina y el estrés de la ciudad. Igualmente, las nuevas viviendas o ciudadelas que se extienden a lo largo del sector que ha considerado para

implementar este tipo de redes con estándar GPON, lo cual obviamente contribuirá al desarrollo económico de este cantón y además se colocará con una tecnología al nivel de las principales ciudades del Ecuador.

El tipo de topología a utilizar en la red de fibra óptica GPON, es la de tipo punto multipunto, debido a que es una topología fácil de instalar y es económica, y lo más destacado de este tipo de red es que a lo largo de toda su planta externa no posee equipos activos.

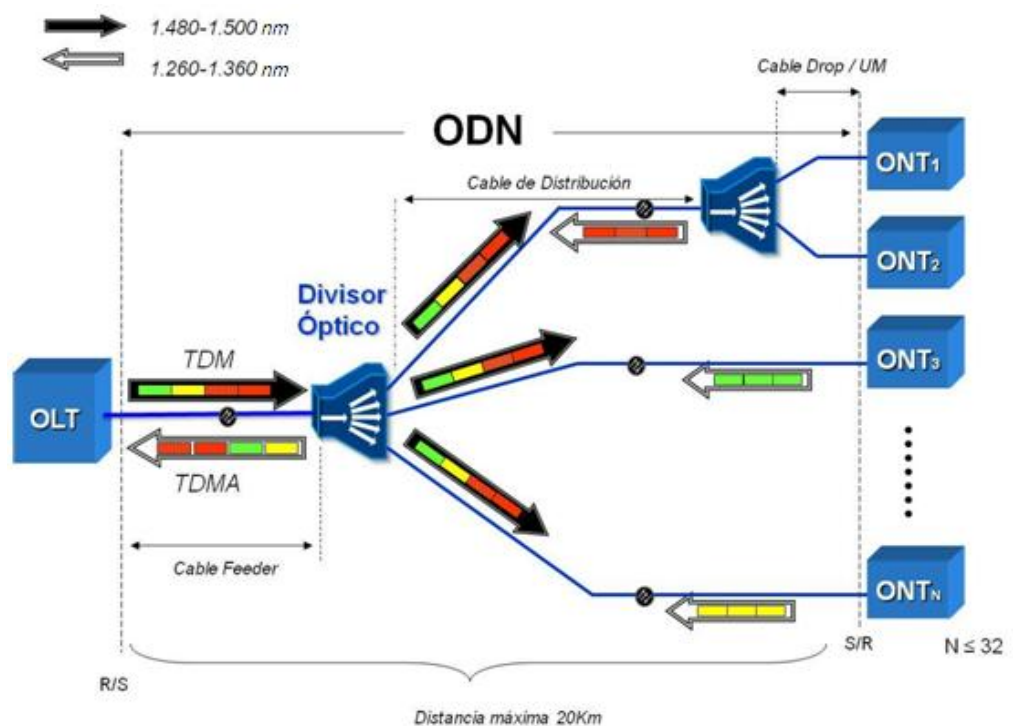


Figura 3.7: Red de acceso fibra óptica punto multipunto  
Fuente: CNT E. P, (2015)

### 3.4. Normas técnicas para el diseño de la ODN

Para poder realizar los diseños de redes GPON se debe contar con la normativa de diseño y construcción de una ODN de acuerdo a la normativa que posee CNT E.P.

Normativa técnico de diseño de planta externa con fibra óptica.

Normativa técnica de diseño construcción y fiscalización de la ODN año 2015.

### 3.4.1. Diseño de la ODN

Para asegurar un buen funcionamiento de la red GPON, el diseño de distribución óptica debe ser basado en el resultado del análisis de la demanda realizado mediante el censo, esto ayudará a asegurar el diseño y de esta manera se pueda abastecer los requerimientos del cliente, según se vaya captando el mayor número de abonados con el pasar del tiempo. Para facilitar el trabajo se recomienda dividir el diseño en las etapas que se detallan a continuación:

- Verificación y reconocimiento de la infraestructura existente (Canalización, pozos, postes existentes)
- Diseño de la red troncal de Fibra óptica FEEDER (de preferencia debe ser canalizado)
- Diseño de la red de distribución (Puede ser canalizado o aéreo)
- Diseño de red de dispersión (Puede ser canalizado o aéreo)

De acuerdo a las normativas vigentes del año 2015 de la CNT E.P., los cables de fibra óptica tanto para la construcción de la red FEEDER como para la red de distribución deben cumplir con la norma ITU-T G.652D y los cables para la construcción de la red de dispersión deben cumplir con la norma ITU-T G657A, las capacidades de los cables de fibra óptica se muestran a continuación:

**Tabla 3. 2 Capacidad de cables de fibra óptica**

CAPACIDAD DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA		
APLICACIÓN	CAPACIDAD	TIPO
FEEDER	288, 144 hilos.	DUCTO (G.652D)
DISTRIBUCIÓN	96, 72, 48, 24, 12 hilos.	ADSS o DUCTO (G.652D)
DISPERSIÓN	2 hilos.	ADDS, DUCTO o FIG. 8 (G.657.A1 o G.657.A2)
DISTRIBUCIÓN INTERNA	48, 24, 12 hilos.	DUCTO LSZH (G.657.A1 o G.657.A2)

Fuente: CNT E. P, (2015) (Suarez, 2015)

### 3.4.2. Tipos de cable utilizados para construir la ODN

Los tipos de cable de Fibra óptica a utilizar en el diseño de ODN, es muy importante. A continuación, se detalla los tipos de cables más utilizados.








NOMBRE / IMAGEN	DESCRIPCION	APLICACION	CAPACIDAD
<b>LOOSE TUBE</b> (tubo holgado) 	Las fibras se encuentran dentro de un buffer (tubo de plástico), de manera holgada. Los buffers se encuentran alrededor de un elemento central.	Redes acometidas canalizadas, aéreas con sujeción y directamente enterrada.	Manejan altas capacidades de cables. (6 a 96 hilos)
<b>CENTRAL LOOSE TUBE</b> 	Contienen un solo buffer central.	Recomendados para redes acometidas canalizadas	Manejan bajas capacidades de cables hasta 12 hilos.
<b>AEREO – ADS</b> 	Puede ser tipo loose tube o central loose tube. No tiene partes metálicas.	Se utiliza para tendidos aéreo.	Manejan altas capacidades de cables. (6 a 96 hilos)
<b>AEREO – FIGURA 8</b> 	Su nombre se debe a su forma física. Consta de un mensajero de acero pegado al cable. (cubierto por la misma chaqueta)	Se utiliza para tendidos aéreo.	Manejan altas capacidades de cables. (6 a 96 hilos)
<b>CABLE PLANO</b> 	Es de forma ovalada-plana, fácil manipuleo, liviano. Suele ser tipo central loose tube.	Se utiliza para acometidas.	Bajas capacidad de cables hasta 24 fibras
<b>PATCHCORDS</b> 	Se constituye por un hilo de fibra con una chaqueta de 2 mm y 2 conectores en los extremos.	Los patchords conectan el ODF con el equipo activo (uso interior).	2 fibras
<b>PIGTAILS</b> 	El pigtail es un hilo de fibra con una cubierta de 900 $\mu\text{m}$ , sus longitudes son variables y pueden tener cualquier tipo de adaptador.	Se fusiona con un hilo del cable de fibra óptica y conectarse a un adaptador del ODF, tienen conector solo en uno de sus extremos.	1 fibra

Figura 3.8: Tipos de cables de fibra óptica  
Fuente: CNT E. P, (2015)

### 3.4.3. Diseño de red troncal Feeder

Debido a que este va a ser la red principal, la misma que se conectará desde la central telefónica donde va a estar alojada la OLT hacia los armarios, mangas porta Splitter, fusiones etc. Es conveniente escoger la ruta más óptima y que sea de preferencia de manera canalizada, para esto se considerará la canalización telefónica existente y de ser necesario se construirá canalización telefónica nueva. La capacidad del cable a utilizar es de 288h y se va a utilizar 24 puerto ópticos de la OLT a implementar en la central Salitre. Se necesitará un total de 2.341 mts de cable de fibra óptica de

288 h canalizados, medidos desde el central Salitre donde se ubicará la OLT hasta el armario MT13, el mismo que estará ubicado en el área del proyecto.

En la figura 3.9 se puede identificar la ruta que traza la red del Feeder, ésta se encuentra marcado con línea de color azul.

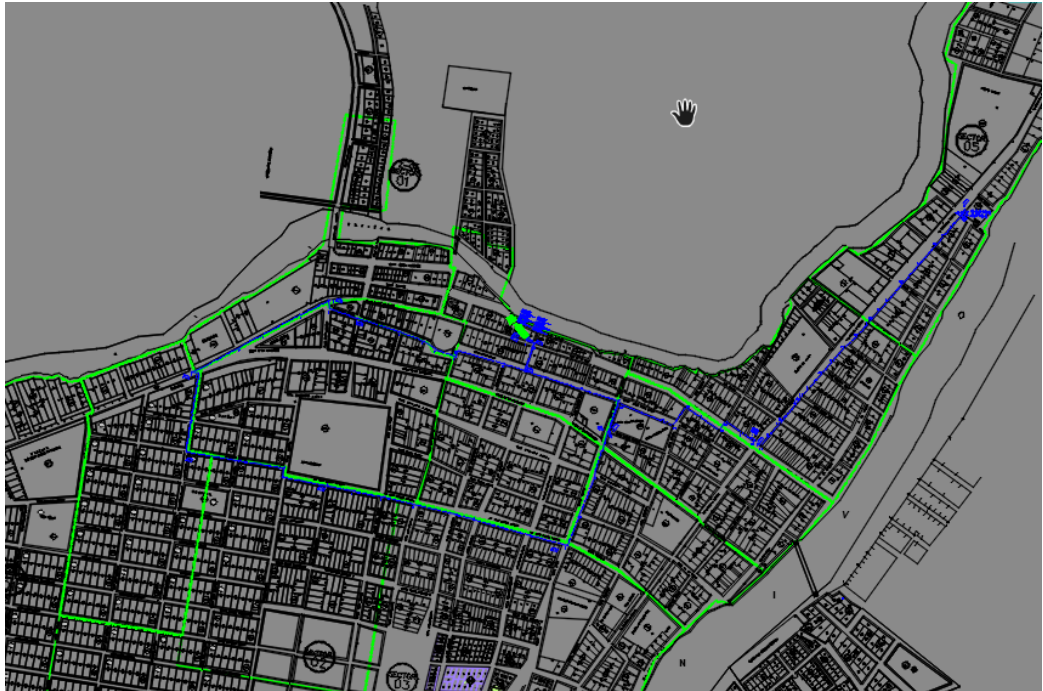


Figura 3.9: Diseño y recorrido de Red Feeder

Fuente: El Autor

#### 3.4.4. Diseño de la red de distribución

Para este tipo de diseño se utilizarán cables de fibra óptica de diferentes capacidades 6H, 12H, 24H, 48H ITU-G652D ADSS.

Existen 2 niveles de splitteo de 1:4 que es luego de salir de la manga de distribución del cable principal de la red Feeder, luego el segundo nivel de splitteo de 1:8 está ubicado en las cajas de dispersión o NAP.

Para una mejor distribución de la proyección de la red en el área a intervenir se deberán considerar varios aspectos, tales como:

- Inspección del área donde se va implementar el proyecto.

- Inspección de canalización existente, vías o ductos existentes, cruces de calle, subidas a poste etc.
- Inspección de la postería existente, sea telefónica o eléctrica.
- La proyección de las redes de distribución, Armarios, mangas Porta Splitter, deberán ser considerados para ubicar en lugares estratégicos.
- Las NAP, red de dispersión deberán ser consideradas lo más cerca posible del abonado.

Los domicilios y predios a cubrir deben hacerse en grupos de máximo 8 abonados, ya que en este proyecto se utilizarán cajas de distribución ópticas con un Splitter 1:8 cada una.



Figura 3.10: Cobertura de las NAPs (grupo C 1, C2)  
Fuente: El Autor

Para el diseño del tendido de distribución de las cajas ópticas, se debe utilizar un máximo de cables de 12, 24, 48, hilos ya sean estos aéreos o canalizados, debido a que esto está estipulado por normativa para la implementación de redes GPON.

Para iniciar con el diseño del tendido del cable de fibra óptica de la red de distribución se ubicarán las cajas más lejanas en cada área a cubrir y luego

se ira determinando una ruta, la misma que ira conectando cada una de las cajas de manera secuencial (A-B-C-D, etc.) hasta llegar a la manga de distribución Principal la cual estará conectada a la red troncal o red Feeder y esta a su vez estará conectada al OLT ubicado en la central.

Al realizar la conexión desde la manga de distribución óptica hacia las cajas ópticas de distribución NAPs se deben considerar aspectos, tales como:

- La disponibilidad de la postería existente sea esta telefónica o eléctrica y en caso de ser necesario la instalación de nuevos postes para el tendido de la fibra óptica e instalación de las NAP
- Que el tendido de los cables de fibra óptica no cruce por avenidas de alto tránsito vehicular para de esta manera evitar que sean arrancados por camiones etc.
- Los tendidos de los cables de fibra óptica no crucen por edificaciones, construcciones de viviendas, terrenos vacíos, áreas verdes o parques.

#### **3.4.5. Diseño de la red de dispersión**

En base a la Normativa Técnica de Diseño de construcción de Planta Externa de Fibra Óptica, podemos definir a la red de dispersión como la red que se encuentra en el área de influencia de una caja de distribución óptica.

Para realizar el diseño de la red de dispersión se debe considerar una distancia máxima de 300 metros desde la NAP hasta el abonado. El cableado de acometida en el caso de ser aéreo no debe cruzar por vías principales o carreteras con gran cantidad de tráfico vehicular, en caso de



ser así se deberá instalar la caja de Distribución Óptica (NAP) en el otro extremo de la vía principal. Al ingresar el levantamiento de información de los elementos de planta externa a la planimetría geo referenciada, se deben graficar los perímetros de las áreas de dispersión que serán cubiertas por las NAPs, las cuales deberá estar plenamente identificado en los planos, las NAP se instalaran en postes, mural o en áreas que sean regeneradas deberán ser instalado en mini postes los mismos que deberán estar plenamente identificados con su respectiva simbología para una correcta optimización de la red.

En el momento de elaborar la planimetría de la red de dispersión se deberá utilizar la simbología contenida en las Normas de Dibujo facilitadas por la CNT E.P.



Figura 3.11: Red de dispersión  
Fuente: El Autor

Dichos símbolos son ingresados en los planos mediante el software AutoCAD sobre un mapa o plano del sector en donde deberán estar plenamente delimitados cada uno de los predios.

### **3.5. Consideraciones que se deben tomar en cuenta para el diseño**

#### **3.5.1. Niveles de splitteo**

Para este diseño se utilizó dos niveles de splitteo:

- a. El primer nivel de splitteo está ubicado en las mangas canalizadas de la red de distribución y es de 1:4 y para el segundo nivel de splitteo que está ubicado en las cajas ópticas de distribución NAPs se consideró de 1: 8
- b. Con estos dos niveles de splitteo se consigue repartir a un grupo de 4 cajas (A1, A2, A3, A4) y luego a cada una de las NAPs con capacidad de 8 clientes por caja.

#### **3.5.2. Reserva Técnica**

Se está considerando dejar 3 NAPs en reserva para posibles proyecciones a futuro en el sector que comprende el armario MT013 el cual va a estar ubicado cerca del área de influencia donde se realiza el estudio

#### **3.5.3. Distancia máxima entre equipo OLT y ONT**

Este diseño tiene un alcance de 5173 metros de longitud entre el OLT, ubicado en la central Salitre y la ONT más lejana (NAP A1), por lo que no presenta inconvenientes en el diseño ya que una red con estándar GPON tiene un alcance máximo de 20Km.

### **3.5.4. Estándar de Fibra Óptica**

Los cables de fibra óptica utilizados según la normativa de la ITU-T G.652D, son utilizados para el tendido de la red de fibra óptica troncal Feeder y red de distribución, mientras que los cables de fibra óptica para la red de dispersión según la normativa de la ITU-T G657A, son para la red de dispersión hacia los abonados o en el interior de los edificios

### **3.6. Especificaciones técnicas de equipos activos**

#### **3.6.1. OLT**

La OLT (Terminal de línea óptico) es el equipo que permite interconectar la red ODN con la red MPLS, para el caso de la CNT E. P, a través de las puertas de Uplink, que en un principio tienen una capacidad de 1Gbps.

Las puertas de uplink agrupan el tráfico de todas las ONT's que se configuren que van a traficar por ésta vía la puerta PON asociada. Las OLT's a su vez son las encargadas de administrar y sincronizar el tráfico que va hacia las ONT's en modalidad TDM; tráfico que se transmite por la red ODN y se replica por todas las puertas de los splitter que estén asociados a la puerta PON. Así mismo, la OLT es la encargada de gestionar, sincronizar y administrar el tráfico que viene desde las ONT's en modo TDMA. Ráfagas de tráfico sincronizado que permite compartir el canal de retorno por varias ONT's.

Las especificaciones técnicas mínimas se describen a continuación:

Los SmartAX MA5600T, son productos de acceso óptico integrados de la red óptica pasiva gigabit (GPON).

Esta serie cuenta con el primer terminal de línea óptica (OLT) de agregación de la industria; integra capacidades ultra elevadas de agregación y conmutación, 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.

Disminuye los costes de operación y mantenimiento (O&M) gracias a versiones de software para los tres modelos que son totalmente compatibles con tarjetas de servicio, y reduce las cantidades de stock requeridas para los repuestos.



Figura 3.12: Equipo OLT  
Fuente: El Autor

### 3.6.2. ONT

Elemento ubicado en la vivienda del abonado a donde llega la fibra óptica y ofrece varias interfaces de usuario, las mismas que han evolucionado desde el fast Ethernet al gigabit Ethernet, siendo las velocidades proporcionadas a los clientes. (Vizcaíno Luis, 2015)

Las especificaciones mínimas se describen a continuación:

Adaptador de poder 100-240V AC, 50 – 60 Hz

Temperatura de operación máximo 0 a 40°C

Pose 4 puertos Ethernet, 2 puertos telefónicos, 1 puerto USB, Wi-Fi



Figura 3.13: Equipo ONT

Fuente: El Autor

### 3.6.3. Análisis de presupuesto de red respecto a la sensibilidad de los equipos

El correspondiente análisis de potencias permitirá conocer si la señal que se transmite va a ser la adecuada para evitar daños y sobrecargas de potencias en los equipos, tenemos entre el rango de 20 a 24 dB como caso ideal y como caso crítico respectivamente lo cual cumple con las especificaciones de la sensibilidad de OLT y ONT de acuerdo a los productos

fabricados por la empresa Huawei, lo cual provee los equipos para el presente proyecto.

### 3.7. Presupuesto de red y análisis de pérdida de la potencia

El presupuesto de red deberá ser inferior a los 25 dB tomando en consideración todos los elementos de la red, y tomando como referencia desde la OLT ubicada en la central Salitre hacia la ONT más distante, para de esta manera poder garantizar que no haya problemas de potencia en la red y poder ofrecer calidad en los servicios que proporcionara la CNT.

**PLANILLA PARA PRESUPUESTO ÓPTICO**

CAJA DE DISTRIBUCIÓN OPTICA (NAP): 3901.FT01\_MT13\_A1\_G1  
MARGEN DE ATENUACION MAXIMO ESTABLECIDO: 25 dB

Elementos de la Red de Fibra Optica	A1			G1			
	Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Perdida (dB)	Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Perdida (dB)	
Connectors (mated) ITU671±0.5dB	7	0,50	3,50	7	0,50	3,50	
Fusion splices ITU751±0.1db average	8	0,10	0,80	8	0,10	0,80	
Mechanical Splices ITU 751±0.1dB average		0,20	0,00		0,20	0,00	
Splitters	1x2	3,50	0,00		3,50	0,00	
	1x4	1	7,00	1	7,00	7,00	
	1x8	1	10,50	1	10,50	10,50	
	1x16		14,00		14,00	0,00	
	1x32		17,50		17,50	0,00	
	1x64		21,00		21,30	0,00	
	2X4		7,90	0,00		7,90	0,00
	2X8		11,50	0,00		11,50	0,00
	2X16		14,80	0,00		14,80	0,00
	2X32		18,50	0,00		18,50	0,00
Fibras - Longitudes de Onda	2X64		21,30		21,30	0,00	
	1310nm	3,1254915	0,35	1,09	2,2231715	0,35	
	1490nm		0,30	0,00		0,30	
1550nm		0,25	0,00		0,25	0,00	
<b>GRAND TOTAL (dB)</b>			<b>22,89</b>			<b>22,58</b>	

Figura 3.14: Presupuesto Óptico Esquema ODN modelo residencial  
Fuente: CNT E. P, (2015)

Para realizar el cálculo del presupuesto de potencia Óptica se deberá contar el número total de conectores y fusiones que se utilizarán en todo el recorrido de la red; tal como se muestra en la figura 3.14. Pues, los puntos

verdes representan los conectores y los puntos rojos las fusiones, también hay que tener en cuenta la distancia máxima que existe entre el equipo OLT ubicado en la central Salitre y la ONT que deberá estar ubicada en la NAP más distante y por último el factor de Splitter (en este caso 2 niveles de splitteo) que se utilizará para la construcción de la red.

### **3.8. Especificaciones para elementos de la red pasiva**

#### **3.8.1. Fibra Óptica**

La ITU – T estandariza los tipos de fibras ópticas como monomodo y multimodo, también se consideran ciertas limitaciones debido a los siguientes factores:

- Atenuación (dB/Km)
- Dispersión cromática (CD)
- Polarización del modo de dispersión (PMD)

Cuanto mayor es la tasa de transmisión, menor es la tolerancia a estos factores. Las características ópticas, geométricas y de transmisión de fibras monomodo utilizadas en los sistemas de comunicación de larga distancia en la actualidad, generalmente emplean las fibras definidas por los estándares ITU- T G.652D, G.655 y G657A se deberá escoger un tipo de fibra óptica homologado, deberá ser de tipo monomodo (Single Mode Fiber o SMF), que cumpla con el estándar antes mencionado, ya que permite trabajar en las ventanas de 1310 a 1625 nm.

### 3.8.2. Splitters

Existen varios tipos de Splitter en el mercado, los cuales son utilizados de acuerdo a las necesidades de los diseños de las redes ópticas Pasivas.

Los tipos de Splitter a utilizarse en el presente proyecto serán de 1:4 y de 1:8 por ajustarse a las necesidades con respecto al costo beneficio.

**Tabla 3. 3 Pérdida de Splitters**

<b>Tipo Splitter</b>	<b>Atenuación (dB)</b>
1:2	3,5
1:4	7,0
2:4	7,9
1:8	10,5
1:16	14,0
2:16	14,8
1:32	17,5
2:32	18,5
1:64	21,0

Fuente: El Autor

### 3.8.3. Empalmes y Tipos de conectores

Los empalmes se consideran como el punto de unión de dos fibras ópticas para permitir el paso de una señal de luz y que esta se propague por este medio de transmisión con la menor pérdida posible.

Los empalmes por fusión son utilizados actualmente por su baja pérdida.





Figura 3.15: Empalme de fibra óptica (Fusión)  
Fuente: El Autor

Los empalmes mecánicos casi ya no se los utiliza debido a su alta pérdida.

Los conectores ópticos son elementos cuya función principal es la de conectar los hilos de fibra óptica que vienen de la calle (ODN) con un equipo activo, puede ser transmisor o receptor. Cuando se va utilizar este tipo de conectores se deberá tener en cuenta varios parámetros, ya que cada uno posee sus propias características, pues, el rendimiento no va ser el mismo si no se utiliza adecuadamente. Los tipos de conectores más comunes son los de férula cerámica, que son estándar para fibras Multi-modo (62.5/125micras o 50/125micras) y Mono-modo (8-9/125micras), como LC, FC, ST, MTRJ etc. los cuales deben cumplir todos los estándares internacionales (ANSI/EIA/TIA, ISO, etc.)

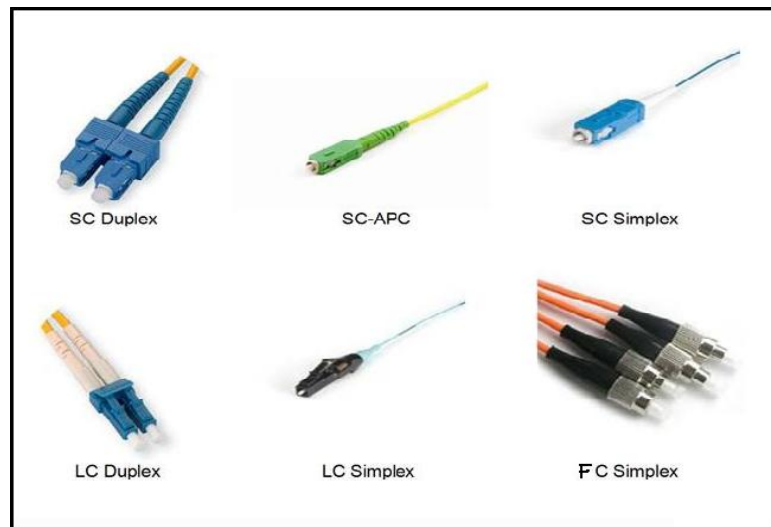


Figura 3.16: Tipos de conectores de fibra óptica  
Fuente: El Autor

### 3.8.4. ODFs

Un distribuidor de fibra óptica permite interconectar, derivar los cables de fibra óptica (Feeder) en un rack de planta interna a un rack de planta externa.

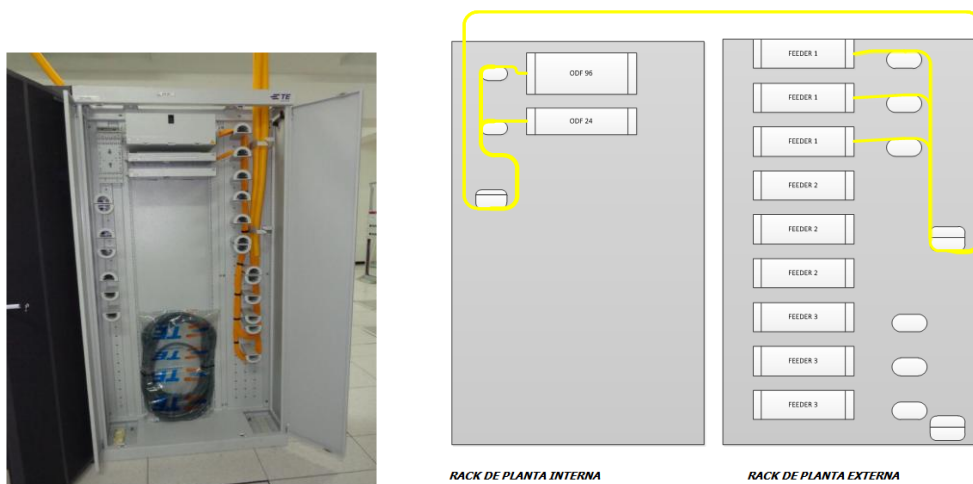


Figura 3.17: ODF de planta externa, secuencia de armado de ODF  
Fuente: El Autor

### 3.9. Memoria Técnica del proyecto MT 08 y MT 013

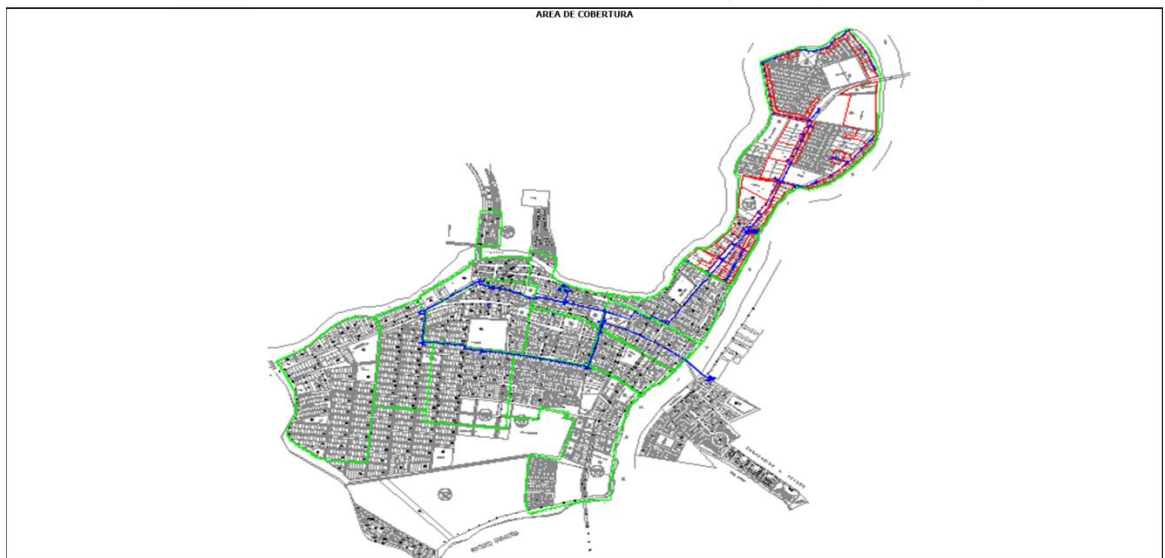
A continuación, se describen los presupuestos y los volúmenes de los sectores involucrados en el proyecto MT08 y MT 013, la información completa se la adjunta en los ANEXOS.

**Tabla 3. 4 Red Feeder**

**MEMORIA TÉCNICA**

Central/AMG: **SALITRE**  
 FEEDER: **3901.FT01\_00\_00(288)**  
 Capacidad red feeder: **288**  
 Canalización: **3,53 Km vía**  
 Zona: **1**

Numero de Pozos: **39,00**  
 Número Armarios: **0,00**  
 Número de Subidas de Fibra Óptica: **5,00**  
 Capacidad hilos distribución : **17,00**  
 Fibra Óptica Feeder Km/Cable: **3,70**  
 Fibra Óptica Distribución Km/Cable: **12,54**



DISTRITO	CAPACIDAD FEEDER / DISTRIBUCION			
	CAPACIDAD	BUFER FEEDER	HILOS SPLITTERS	CAPACIDAD PROYECTO
3901.FT01_MT13	11/352	FT_01_00_00 (288)(1..11)	1..11	11/352
3901.FT01_MT08	13/416	FT_01_00_00 (288)(1..12)(13..24)	12..24	13/416
<b>TOTAL</b>	<b>24/768</b>	<b>FT_01_00_00 (288)(1..24)</b>	<b>1..24</b>	<b>24/768</b>

Fuente: El Autor



Tabla 3. 6 Tramos de red Feeder

RED DE FEEDER TRAMOS DE RED									
CENTRAL SALITRE ZONA: 1									
DETALLE DE LONGITUDES DE CABLES									
OLT	TIPO DE CABLE	FIBRA DISTRIBUCION	MEDIDA LINEAL	SUBIDA A POSTE	RESERVA MANGA	SUMAN	5%	TOTAL	
3 9 0 1	CABLE AÉREO ADSS F.O. MONOMODO G.652.D 24 HILOS VANO 120 M	FT_01_01_00(24)(1.17)	803,82	26,00	60,00	989,82	49,50	1.039,32	
		FT_01_03_00(24)(1.17)	243,66		60,00	303,66	15,20	318,86	
						SUMAN		1.358,18	
	CABLE CANALIZADO 288 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	FT_01_00_00(288)(1.288)	1.990,15		240,00	2.230,15	111,50	2.341,65	
					0,00	0,00	0,00		
						SUMAN		2.341,65	

Fuente: El Autor

Tabla 3. 7 Tramos de red de distribución

RED DE DISTRIBUCION TRAMOS DE RED									
CENTRAL: SALITRE ZONA: 1									
DETALLE DE LONGITUDES DE CABLES									
DISTRITO	TIPO DE CABLE	FIBRA DISTRIBUCION	MEDIDA LINEAL	RESERVA CAJA	SUBIDA A POSTE	RESERVA MANGA	SUMAN	5%	TOTAL
M T 3	CABLE AÉREO ADSS F.O. MONOMODO G.652.D 6 HILOS VANO 120 M	FD_01_01_00(6)(1)	60,99	7,00			67,99	3,00	70,99
		FD_01_02_00(6)(1.4)	335,06	26,50			361,56	18,10	379,66
		FD_02_01_00(6)(1)	65,23	7,00			72,23	3,60	75,83
		FD_02_02_00(6)(1.6)	268,40	20,00			288,40	14,40	302,80
		FD_03_01_00(6)(1.2)	161,20	13,50			174,70	8,70	183,40
							0,00	0,00	0,00
							SUMAN		1.012,68
	CABLE AÉREO ADSS F.O. MONOMODO G.652.D 12 HILOS VANO 120 M	FD_02_00_00(12)(1.12)	712,42	49,00	13,00	15,00	789,42	39,50	828,92
		FD_03_00_00(12)(1.8)	277,70	29,50	13,00	15,00	335,20	16,80	352,00
							SUMAN		1.180,92
	CABLE AÉREO ADSS F.O. MONOMODO G.652.D 24 HILOS VANO 120 M	FD_01_00_00(24)(1.22)	1513,34	107,50	13,00	15,00	1.648,84	82,40	1.731,24
							0,00	0,00	0,00
						SUMAN		1.731,24	

Fuente: El Autor

### 3.11. Planos

Red de Distribución del área a intervenir

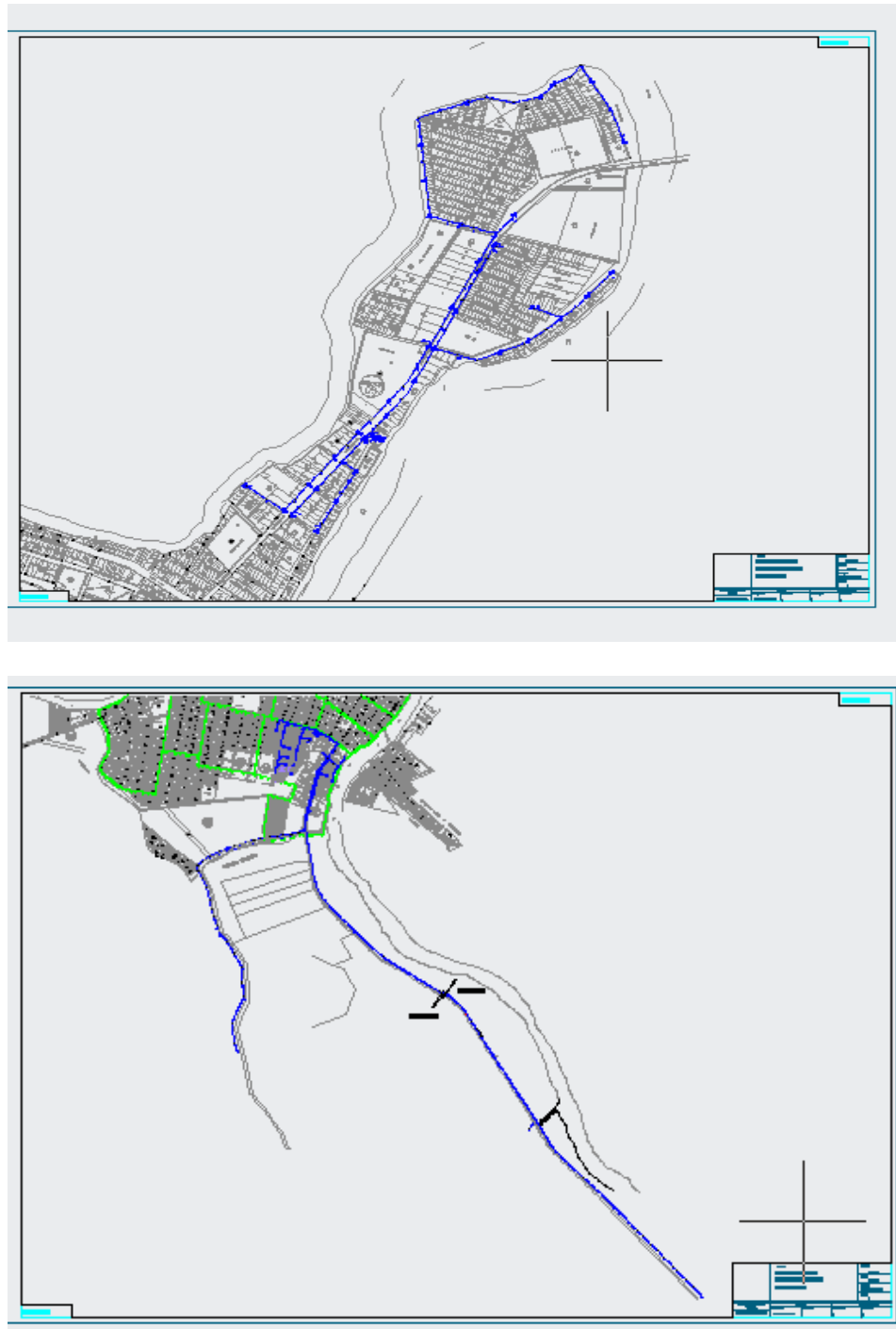


Figura 3.18: Plano Red de Distribución  
Fuente: El Autor

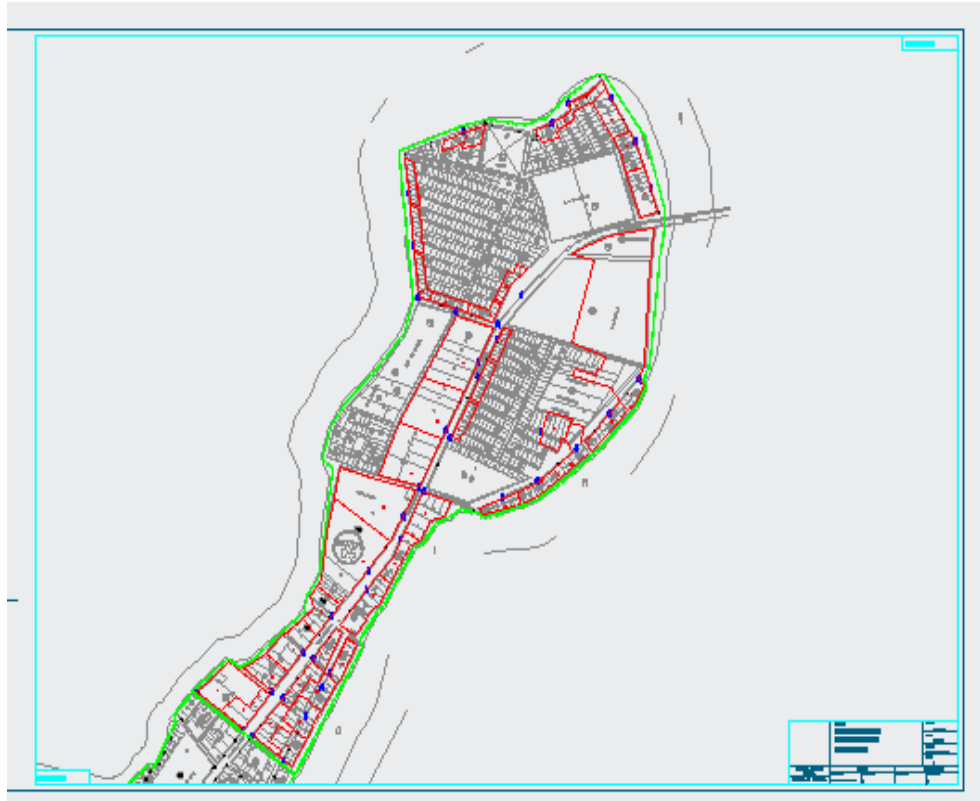


Figura 3.19: Red de dispersión con sectores  
Fuente: El Autor

### 3.12. Evaluación Financiera

Debido a que se está considerando realizar la migración de 2 sectores del cantón Salitre como es el Armario MT 08 y MT 013, que implica los sectores ya antes mencionados, y debido a que existirán a futuro la creación de nuevos distritos de fibra óptica para la migración de los sectores aledaños, en este proyecto se está considerando la construcción de canalización para que la red Feeder vaya de manera subterránea, existe una canalización la misma que no se encuentra en buenas condiciones. Además, se incluyen subidas de postes, bases hormigón para armario, construcción de canalización etc., lo cual se suma al monto total del valor de la obra.

A continuación, se puede observar los costos totales del proyecto.

**Tabla 3. 8 Presupuesto del proyecto**

1.	PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONSTRUCCION.	
	Red feeder.....USD:	46.914,37
	Red distribución.....USD:	96.231,77
	Red Dispersión.....USD:	42.062,76
	Canalización.....USD:	134.760,66
	<b>TOTAL.....USD:</b>	<b>319.969,56</b>
	PROYECTISTAS:	MARCO REMACHE

Fuente: El Autor

Basado en la red Feeder y de acuerdo a los datos recopilado, se puede indicar que para la implementación de 24 Puertos PON que se necesitaría para este proyecto, el costo de cada puerto PON incluido el chasis OLT y los ODFs de planta externa y planta interna, estaría costando alrededor de \$1500 cada uno, como este proyecto va a utilizar 24 puertos pon, es decir, 3 tarjetas OLT lo cual implicaría un costo adicional de \$36000 por la implementación del Equipo OLT que estará ubicado en la central Salitre.



## **CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **4.1. Conclusiones.**

- Las redes de Fibra Óptica ofrecen servicios convergentes sobre un mismo medio de transmisión; además presentan atenuaciones menores con respecto a las redes de cobre.
- La distancia máxima de transmisión sin producir pérdida de señal, es de 20Km.
- Asimismo de mejorar el ancho de banda, la velocidad de transmisión lo cual es muy beneficioso ya que con esto se obtiene servicios de calidad lo cual obviamente contribuirá al desarrollo de este cantón. Pues, al tener este tipo de redes los pone a la altura de las principales ciudades del Ecuador y del mundo.
- La fibra óptica es inmune a las interferencias electromagnéticas por lo que se lo considera como uno de los mejores medios de transmisión.
- La Red PON es una tecnología que implementa una arquitectura de punto a multipunto, en el que sin alimentar los divisores de fibra óptica permite que una sola fibra óptica pueda servir a múltiples puntos finales, tales como clientes, sin desplegar fibras individuales de provisión entre el hub/distribuidor y el cliente.
- EPON y GPON son versiones de las redes ópticas pasivas (PON). Estas redes de corto recorrido de cable de fibra óptica, se utilizan para acceder a Internet, voz sobre protocolo de Internet (VoIP), y la transmisión de televisión digital en las áreas metropolitanas.

- Otros usos incluyen conexiones de *backhaul* de estaciones base celulares, puntos de acceso Wi-Fi y sistemas de antenas distribuidas incluso (DAS). Las principales diferencias entre ellos se encuentran en los protocolos utilizados para las comunicaciones de *downstream* y *upstream*.
- Mientras que una red óptica activa (AON) puede cubrir un rango de alrededor de 100 kilómetros, una red PON se limita típicamente a los tendidos de cable de fibra de hasta 20 km. La red PON también se conocen como fibra para las redes del hogar (FTTH).
- GPON tiene velocidades de 2,5 Gbps *downstream* y 1,25 Gbps en *upstream*. Soporta señales TDM completa, ATM y Ethernet.

## 4.2. Recomendaciones.

- Debido a que Salitre es un cantón que posee un nivel freático alto, se recomienda que las mangas de fibra óptica de distribución que se ubicarán en las cámaras telefónicas deben quedar herméticamente cerradas.
- Las mangas porta Splitters del primer nivel de splitteo, se recomienda dejarlo en armarios ubicados sobre la acera para poder protegerlos contra la humedad y futuros problemas que se pudieran presentar.
- Se recomienda dejar correctamente etiquetado todos los cables, sean estos de la red Feeder, red de distribución, red de dispersión para que de esta manera sea fácilmente de identificar en caso de existir algún daño en la red.
- Los equipos ONT que están ubicado en las viviendas de los abonados, deben estar instalados en un lugar donde no pueda ser manipulado fácilmente por cualquier persona, ya que si el Patch cord de fibra óptica que conecta la roseta óptica con el equipo activo ONT excede el radio de curvatura, este puede ser un caso de típico de atenuación que implicara la pérdida del servicio que el cliente recibe de parte del proveedor.

- Se recomienda para el cantón Salitre a corto plazo que se implemente 10-Gigabit (XGPON/10G-PON), está soportará la demanda de vídeo y servicios de televisión digital de alta definición.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuja José, & Eras Hugo. (2014). *Diseño de una ODN para una red GPON en la localidad de Loja-Noroccidente, Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E. P.* Universidad Técnica particular de Loja, Loja. Recuperado a partir de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10881/1/Albuja%20Narvaez%20Jose%20Alberto,%20Eras%20Almeida%20Hugo%20Javier.pdf>
- Alvarado Byron. (2014). *Despliegue de Nodos de Acceso Multiservicios MSAN en el Área de Central, como solución a la eliminación del cable multipar en la Red Primaria.* Recuperado a partir de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1701/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-30.pdf>
- ARCOTEL. (2016). Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones |. Recuperado a partir de <http://www.arcotel.gob.ec>
- BARRERA RÓMULO. (2010). *RED DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DE LA EMPRESA PUNTONET S.A EN LA CIUDAD DE AMBATO*". UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO. Recuperado a partir de [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6912/1/Tesis\\_t859ec.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6912/1/Tesis_t859ec.pdf)
- Calle Bricelda. (2010). *Diseño de una red GPON para la implementación en la ciudad de Guayaquil, estudio de viabilidad técnico, económico y legal.* Recuperado a partir de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2368/11/UPS-GT000131.pdf>

- CHAVEZ RAQUEL. (2010). “*ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED GPON (Gigabit Passive Optical Networks) EN EL SECTOR CENTRO DE RIOBAMBA PARA LA CNT EP-CHIMBORAZO*”. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO. Recuperado a partir de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/827/1/UNACH-EC-IET-2010-0005.pdf>
- CNT E. P., (2015). *NORMATIVA TECNICA DE DISEÑO DE PLANTA EXTERNA CON FIBRA ÓPTICA ODN – OPTICAL DISTRIBUTION NETWORK*.
- Criollo Luis. (2015). *DISEÑO DE UNA RED CONVERGENTE DE FIBRA ÓPTICA PARA INTERCONECTAR LOS CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS (MAESTRIA)*. Recuperado a partir de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8078/TESIS%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CRISTHIAN AÑAZCO. (2015). *DISEÑO BASICO DE REDES DE ACCESO FTTH UTILIZANDO EL ESTÁNDAR GPON (MAESTRIA)*. Recuperado a partir de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/516/1/T-UCSG-POS-MTEL-10.pdf>
- Fernández Helena. (2013). *EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS xDSL*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado a partir de [http://oa.upm.es/22126/1/PFC\\_HELENA\\_FERNANDEZ\\_VICENTE\\_a.pdf](http://oa.upm.es/22126/1/PFC_HELENA_FERNANDEZ_VICENTE_a.pdf)

- Fernández Santiago. (2010). Código de colores en fibras ópticas. Recuperado a partir de <http://marismas-emtt.blogspot.com/2010/06/codigo-de-colores-en-fibras-opticas.html>
- Furukawa. (2012). Furukawa. Recuperado el 26 de agosto de 2016, a partir de <http://www.furukawa.com.br/ar/soluciones/ftth-1295.html>
- Gómez María, & Morejón Adriana. (2012). *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.* Recuperado a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2911/1/98T00026.pdf>
- Grupo Asercom. (2014). Accesorios y Servicios Computacionales. Recuperado a partir de <http://www.grupoasercom.com/nosotros/>
- Maguire Valerie. (2010). Optical fiber cabling and component specification considerations. Recuperado el 15 de agosto de 2016, a partir de <http://www.cablinginstall.com/articles/print/volume-18/issue-6/features/optical-fiber-cabling.html>
- MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES. (2016). PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN DEL ECUADOR 2016-2021. Recuperado el 7 de agosto de 2016, a partir de <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/06/PLAN-TTI-2016-2021.pdf>
- Ramos María. (2016). *DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO FTTH-GPON PARA UNA URBANIZACION EN LA PARROQUIA CUMBAYÁ CON SERVICIO TRIPLE PLAY.*

- Ruiz Alejandro. (2013). *Implementación de una Central Telefónica, nodo Yahuarcocha para la empresa CNT-EP con el fin de brindar servicios de telecomunicaciones triple Play (voz, video y datos) al sector mencionado*. Recuperado a partir de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2674>
- Suárez Raúl. (2015). *Diseño de una red de fibra óptica inteligente IODN para el Centro Comercial Plaza Lagos de Samborondón*. (Thesis). Recuperado a partir de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3635>
- Valencia Adriana. (2016). *Elaboración de una guía procedimental para las pruebas de aceptación de fibra óptica instalada en una red de acceso GEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) FTTH* (Thesis). Quito, 2016. Recuperado a partir de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15059>
- Vallejo Regis. (2013). *Diseño de una red de última milla con tecnología GPON para la parroquia Cumbayá en el Distrito Metropolitano de Quito* (Thesis). Universidad Internacional SEK. Recuperado a partir de <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/527>
- Vizcaíno Luis. (2015). *DISEÑO DE UNA RED GPON EN EL NODO CARANQUI PARA EL SECTOR 19 DE ENERO DE LA CIUDAD DE IBARRA, BASADO EN EL ESTÁNDAR ITU-T G.984, PARA CNT EP.*". Universidad Tecnica del Norte. Recuperado a partir de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4621/1/04%20RED%20068%20TESIS.pdf>
- Yaroslav Marchukov. (2011). *Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH*". Recuperado a partir de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13413/memoria.pdf?sequence=1>



Yaucen Betty, & Llamuca Marco. (2012). *ESTUDIO Y ANALISIS DE FACTIBILIDAD DE LAS DISTINTAS TECNOLOGÍAS CDMA 450, WDM, GPON Y WIMAX, PROPUESTAS PARA EL SECTOR NOROCCIDENTAL DE RIOBAMBA.*

Recuperado a partir de

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/738/1/UNACH-EC-IET-2012-0004.pdf>

Zambrano Carlos. (2010). *Clases de Conmutación Telefónica.*

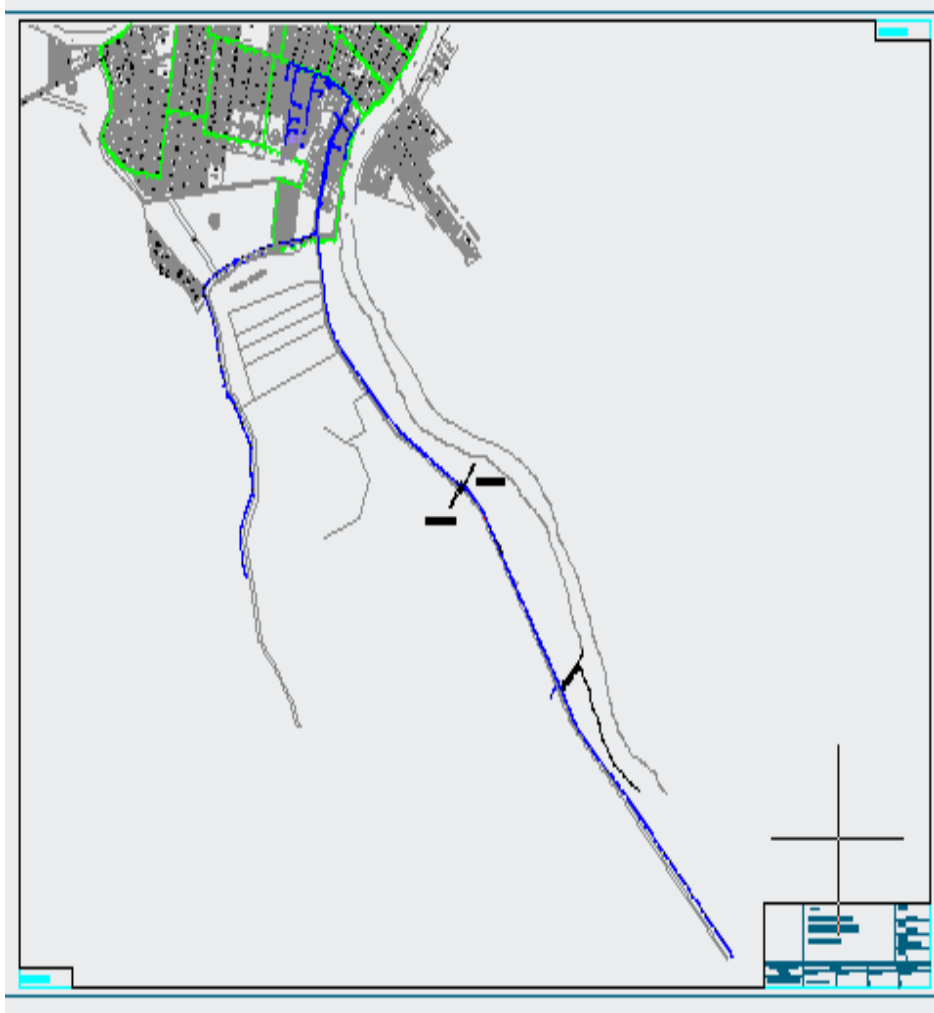
**ANEXOS 1: Red de cobre existente Salitre.**



## Red de distribución MT013



## Red de distribución MT08







190	FO190	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X8) CONECTORIZADO	U	142,42	147,24	152,07
191	FO191	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X16) CONECTORIZADO	U	253,25	261,83	270,41
192	FO192	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X32) CONECTORIZADO	U	789,00	815,75	842,49
193	FO193	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X64) CONECTORIZADO	U	1014,99	1043,39	1083,80
194	FO194	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X4) CONECTORIZADO	U	168,41	174,11	179,82
195	FO195	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X8) CONECTORIZADO	U	221,77	229,29	236,81
196	FO196	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X16) CONECTORIZADO	U	371,22	383,81	396,39
197	FO197	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X32) CONECTORIZADO	U	964,42	997,11	1029,80
198	FO198	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X64) CONECTORIZADO	U	1923,64	1988,85	2054,06
199	FO199	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER MODULAR (1X32) CONECTORIZADO EN ARMARIO	U	1106,20	1143,70	1181,19
200	FO200	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	2,27	2,34	2,42
201	FO201	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	2,50	2,59	2,67
202	FO202	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	2,74	2,83	2,92
203	FO203	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	3,03	3,14	3,24
204	FO204	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	4,25	4,39	4,54
205	FO205	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 6 HILOS G. 652 D VANO 80 METROS	m	2,17	2,24	2,32
206	FO206	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 12 HILOS G. 652 D VANO 80 METROS	m	2,41	2,49	2,57
207	FO207	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 24 HILOS G. 652 D VANO 80 METROS	m	2,64	2,73	2,82
208	FO208	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 48 HILOS G. 652 D VANO 80 METROS	m	3,41	3,53	3,64
209	FO209	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 72 HILOS G. 652 D VANO 80 METROS	m	3,85	3,98	4,11
210	FO210	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 96 HILOS G. 652 D VANO 80 METROS	m	4,21	4,36	4,50
211	FO211	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 144 HILOS G. 652 D VANO 80 METROS	m	5,06	5,23	5,41
212	FO212	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 6 HILOS G. 652 D VANO 120 METROS	m	2,23	2,31	2,38
213	FO213	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 12 HILOS G. 652 D VANO 120 METROS	m	2,47	2,55	2,63
214	FO214	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 24 HILOS G. 652 D VANO 120 METROS	m	2,70	2,79	2,88
215	FO215	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 48 HILOS G. 652 D VANO 120 METROS	m	3,50	3,62	3,74
216	FO216	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 72 HILOS G. 652 D VANO 120 METROS	m	3,91	4,04	4,17
217	FO217	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 96 HILOS G. 652 D VANO 120 METROS	m	4,27	4,42	4,56
218	FO218	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO DE 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 3mm	m	1,43	1,48	1,52
219	FO219	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO DE 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657 A1 (DROP PLANO 2 x 5 mm)	m	1,31	1,35	1,40
220	FO220	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO DE 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 6mm	m	1,43	1,54	1,59
221	FO221	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO DE 4 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 6mm	m	1,52	1,57	1,63
222	FO222	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 6mm	m	1,49	1,54	1,59
223	FO223	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 2 FIBRAS ÓPTICAS CON RECUBRIMIENTO CIRCULAR 6 mm G. 657A1 DRC	m	1,43	1,48	1,53
224	FO224	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 4 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 6mm	m	1,54	1,59	1,64
225	FO225	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652 D	m	2,11	2,18	2,26
226	FO226	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652 D	m	2,47	2,55	2,63
227	FO227	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652 D	m	2,70	2,79	2,89
228	FO228	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652 D	m	3,26	3,37	3,48
229	FO229	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 72 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652 D	m	3,70	3,82	3,95
230	FO230	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652 D	m	4,14	4,28	4,42
231	FO231	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 144 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652 D	m	5,00	5,17	5,34
232	FO232	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 288 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652 D	m	6,04	6,25	6,45
233	FO233	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 2 FIBRAS ÓPTICAS OM2	m	6,37	6,59	6,80
234	FO234	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 6 FIBRAS ÓPTICAS OM2	m	7,32	7,56	7,81
235	FO235	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 12 FIBRAS ÓPTICAS OM2	m	9,46	9,78	10,11
236	FO236	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 2 FIBRAS ÓPTICAS OM3	m	8,60	8,89	9,19
237	FO237	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 6 FIBRAS ÓPTICAS OM3	m	10,89	11,26	11,63
238	FO238	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 12 FIBRAS ÓPTICAS OM3	m	14,17	14,65	15,13
239	FO239	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE PARA INTERIOR 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657 A2 (DROP PLANO 2 x 3 mm)	m	1,53	1,59	1,64
240	FO240	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE PARA INTERIOR 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 4,5mm	m	1,65	1,71	1,76
241	FO241	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE RISER 24 HILOS FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1	m	4,87	5,04	5,20
242	FO242	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE RISER 48 HILOS FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1	m	8,93	9,24	9,54
243	FO243	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER DE 1/2 SCI/APC PARA RACK DE 19"	U	340,12	351,65	363,18
244	FO244	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER DE 2/2 SCI/APC PARA RACK DE 19"	U	468,32	484,81	500,71
245	FO245	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER DE 1/32 SCI/APC PARA RACK DE 19"	U	1353,88	1399,78	1445,67
246	FO246	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER DE 1/64 SCI/APC PARA RACK DE 19"	U	1993,73	2061,31	2128,89
247	FO247	TRANSPORTE DE MATERIAL, CAMION 3.5 TONELADAS HASTA 300 KILOMETROS	KM	0,97	1,00	1,04
248	FO248	TRANSPORTE DE MATERIAL, CAMION 6 A 7 TONELADAS HASTA 300 KILOMETROS	KM	1,15	1,19	1,23
249	FO249	TRANSPORTE DE MATERIAL, CAMION 10 A 12 TONELADAS HASTA 300 KILOMETROS	KM	1,55	1,60	1,65
250	FO250	INSTALACIÓN DE PORTA RESERVAS DE FIBRA EN GALERIA DE CABLES	U	28,76	29,74	30,71
251	FO251	INSTALACIÓN DE PORTA RESERVAS FIBRA OPTICA POZO	U	17,16	17,74	18,32
252	FO252	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA CONSOLA 1,50 M	U	37,04	38,30	39,56
253	FO253	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA CONSOLA 1,20 M	U	30,20	31,22	32,25
254	FO254	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA CONSOLA 0,80 M	U	23,43	24,23	25,02
255	FO255	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA CONSOLA 0,20 M	U	12,93	13,37	13,81
256	FO256	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO CONSOLA 6 PORTA CABLES DE FO	U	30,43	31,46	32,49
257	FO257	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO CONSOLA TIPO BANDEJA	U	22,37	23,13	23,89
258	FO258	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO CONSOLA 3 PORTACABLES EN MEDIDAS (2 DE 2" Y 1 DE 1 1/2")	U	25,39	26,25	27,11
259	FO259	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO CONSOLA 3 PORTACABLES DE 2 1/2"	U	24,80	25,64	26,48
260	FO260	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO HERRAJE PORTA EMPALME	U	14,74	15,24	15,74
261	FO261	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA RESERVAS 3 CANALES DE FO	U	19,69	20,36	21,03
262	FO262	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO TUBO PARA SUBIDA PORTE O ACOPLE DE MANGUERA	U	23,76	24,57	25,38
263	FO263	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA RESERVAS 5 CANALES DE FO	U	29,52	30,52	31,52



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **REMACHE CASAGALLO, MARCO ANTONIO** con C.C: # 0918838640 autor del Trabajo de Titulación: **Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre**

Previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de Septiembre de 2016

---

REMACHE CASAGALLO, MARCO ANTONIO

C.C: 0918838640





Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre		
<b>AUTOR(ES)</b>	MARCO ANTONIO REMACHE CASAGALLO		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. JIMMY SALVADOR ALVARADO BUSTAMANTE		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	14 de Septiembre de 2016	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	111
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Planta Externa, análisis y diseño de una red de fibra óptica		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	GPON, OLT, ONT, ODN, SPLITTER, FIBRA ÓPTICA, SERVICIO CONVERGENTE		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>La necesidad del ser humano de comunicarse y la aparición de nuevos servicios que demandan mayor velocidad y ancho de banda ha obligado a las empresas proveedoras de servicio de Telecomunicaciones a centrar sus esfuerzos para mejorar sus infraestructuras y de esta manera poder ofrecer servicios convergentes sobre un mismo medio de transmisión.</p> <p>El presente documento denominado Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, pretende determinar el estudio técnico para el diseño de una red de fibra óptica la misma que vendrá a reemplazar a la existente red obsoleta de cobre y además permitirá brindar servicios de internet, voz y datos sobre una red única, escalable y económica, además se elabora un presupuesto óptico el mismo que servirá para conocer la pérdida real de la red y de esta manera garantizar la calidad en los servicios que reciben los abonados, también se analiza cada uno de los elementos que conforman la red tales como OLT, ODN, splitter, ONT los cuales son necesarios para poder operar esta red y de esta manera poder satisfacer la demanda de los servicios de Telecomunicaciones que ofrece CNT a los usuarios actuales y captar nuevos y potenciales clientes que están ubicado en el cantón Salitre, sector denominado pueblo nuevo y playa Santa Marianita, este sector se desarrolla para a futuro ser un potencial turístico y polo de desarrollo del cantón.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO AUTOR/ES:</b>	<b>CON</b>	<b>Teléfono:</b> +593-4-2033047 +593-9-96541220	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:mremache3@hotmail.com">mremache3@hotmail.com</a>
<b>CONTACTO INSTITUCIÓN:</b>	<b>CON LA</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez Edwin Fernando	
<b>COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>DEL</b>	<b>Teléfono:</b> +593-9-68366762	
		<b>E-mail:</b> <a href="mailto:edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec">edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec</a>	
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			