



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

TÍTULO:

**DISEÑO DE UNA RED GPON FTTB PARA LA BASE NAVAL SUR DE LA
CIUDAD DE GUAYAQUIL**

AUTOR:

GUAMÁN CHACHA KLEBER FERNANDO

Previa a la obtención del Título:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

ING. NÉSTOR ARMANDO ZAMORA CEDEÑO

M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

2015



**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 Guamán Chacha Kleber Fernando, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero en Telecomunicaciones.

Guayaquil, a los 12 días del mes de octubre del año 2015

TUTOR

ING. NÉSTOR ARMANDO ZAMORA CEDEÑO

M.Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

ING. MIGUEL ARMANDO HERAS SÁNCHEZ

M.Sc.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

**YO, GUAMÁN CHACHA KLEBER FERNANDO
DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación “DISEÑO DE UNA RED GPON FTTB PARA LA BASE NAVAL SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL” previa a la obtención del Título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme a las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 12 días del mes de octubre del año 2015

EL AUTOR

Guamán Chacha Kleber Fernando



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

YO, GUAMÁN CHACHA KLEBER FERNANDO

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del trabajo de titulación: “DISEÑO DE UNA RED GPON FTTB PARA LA BASE NAVAL SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 12 días del mes de octubre del año 2015

EL AUTOR:

Guamán Chacha Kleber Fernando

DEDICATORIA

Este presente trabajo de investigación para mi titulación como Ingeniero en Telecomunicaciones se lo dedico a mis padres, hermanos, amigos, novia, y profesores; pero, sobre todo al Ingeniero Néstor Zamora por su ayuda y aportaciones dadas, y uno en especial a mi Dios por darme fortaleza, ánimo y sabiduría para alcanzar tan añorada meta en mi vida.

Guamán Chacha Kleber Fernando

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a mi Dios, por las incondicionales bendiciones derramadas en mi vida a la hora de elaborar mi trabajo de investigación, al brindarme mucha sabiduría, paciencia, pero, sobre todo por permitirme seguir con éxito una de mis metas.

A mis padres, gracias por su apoyo incondicional por el sacrificio que hicieron día a día, el mismo que facilitó mi recorrido de preparación profesional. Además de ser los pilares fundamentales de mi vida y en mi meta a alcanzar, para lograr alcanzar tan anhelado sueño.

Así mismo gratifico a mis amigos verdaderos, y uno en especial a mi novia, retribuyo también mis palabras al personal de docentes que supieron guiarme y ayudarme en mi trabajo de titulación, pero, sobre todo uno en especial a mi tutor por sus conocimientos, informaciones, guías, paciencia, y tiempo brindado.

Guamán Chacha Kleber Fernando

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVI
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3 OBJETIVO GENERAL	19
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.6 HIPÓTESIS	22
1.7 METODOLOGÍA	23
CAPÍTULO 2: RED GPON Y TECNOLOGÍA FTTB	25
2.1 Introducción.....	25
2.2 Red GPON	28
2.3 Tecnología FTTB.....	31
2.4 Medios de transmisión que utiliza la tecnología FTTB	33
2.4.1 Fibra Óptica.....	35
2.4.1.1 Generalidades	35
2.4.1.2 Ventajas y desventajas de la fibra óptica.....	36
2.4.1.3 Refracción, índice de refracción y ley de Snell.....	38

2.4.1.4	<i>Configuración de fibra óptica</i>	40
2.4.1.5	<i>Fibra Monomodo de Índice Escalonado</i>	40
2.4.1.6	<i>Fibra Multimodo de Índice Escalonado</i>	40
2.4.1.7	<i>Fibra Multimodo de Índice Gradual</i>	41
2.5	Red de Telecomunicaciones	42
2.5.1	Generalidades	42
2.5.1.1	<i>Proveedores</i>	43
2.5.1.2	<i>Sistema de Transporte</i>	43
2.5.1.3	<i>Usuarios</i>	44
2.5.2	Cabecera	44
2.5.2.1	<i>Sistema de procesado</i>	46
2.5.2.2	<i>Sistema de control de acceso</i>	46
2.5.2.3	<i>Multiplexación</i>	46
2.5.2.4	<i>Moduladores</i>	46
2.5.2.5	<i>Elementos de transmisión</i>	47
2.5.3	La Red de Acceso	47
2.5.3.1	<i>La arquitectura de la red</i>	47
2.5.3.1.1	Red de Distribución.....	47
2.5.3.1.2	Red de reparto.	48
2.5.3.1.3	OLT (Optical Line Terminal – Terminación de Línea Óptica):	48
2.5.3.1.4	ODN (Divisor Óptico Pasivo - Splitter):.....	49
2.5.3.1.5	ONT (Optical Network Terminal – Terminal de Red Óptica):.....	49
2.5.3.1.6	ONU (Optical Network Unit – Unidad de Red Óptica):.....	50
2.6	Redes Ópticas Pasivas (PON)	50
2.6.1	Generalidades	50

2.6.2 Ethernet PON (EPON)	51
2.6.3 ATM PON (APON)	52
2.6.4 Broadband PON (BPON)	52
2.6.5 GIGABIT PON (GPON).....	52
2.7 La Arquitectura FTTB	53
2.7.1 Generalidades	53
2.7.2 Principales Arquitecturas de FTTB	54
<i>2.7.2.1 FTTN (Fiber to the Neighborhood).....</i>	<i>54</i>
<i>2.7.2.2 FTTC (Fiber to the Curb).....</i>	<i>54</i>
<i>2.7.2.3 FTTB (Fiber to the Building).....</i>	<i>55</i>
<i>2.7.2.4 FTTA (Fiber to the Antenna)</i>	<i>55</i>
<i>2.7.2.5 FTTH (Fiber to the Home).....</i>	<i>55</i>
<i>2.7.2.6 FTTP (Fiber to the Premises).....</i>	<i>56</i>
2.7.3 Elementos Básicos de la Arquitectura FTTB	56
2.8 Infraestructura de una Red GPON	57
2.9 Topologías de Redes Ópticas Pasivas en Gigabit (GPON)	58
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO	
DE LA RED GPON FTTB EN LA BASE NAVAL SUR DE LA CIUDAD DE	
GUAYAQUIL.....	59
3.1 Metodología constructiva	59
3.1.1 Tendido de redes de fibra óptica.....	60
<i>3.1.1.1 Herrajes de sujeción para cables de fibra óptica.</i>	<i>63</i>
<i>3.1.1.2 Preformados de retención o terminales.....</i>	<i>70</i>
<i>3.1.1.3 Lazos de expansión.....</i>	<i>72</i>
<i>3.1.1.4 Tendido de redes de fibra óptica canalizada</i>	<i>74</i>

3.1.1.5 Pruebas de aceptación de redes de fibra óptica.	80
CAPÍTULO 4: DISEÑO TÉCNICO Y ANÁLISIS DEL PROYECTO.....	87
4.1 Reseña histórica de la actual red de BASUIL	87
4.2 Análisis del diseño de una nueva Red Gpon FTTB.....	88
4.3 Consideraciones del diseño de la Red Gpon con FTTB.....	89
4.3.1 Alcance:	89
4.3.2 Zona de servicio:	90
4.3.3 Usuarios o Abonados:	91
4.3.4 Determinación del índice de penetración del internet	93
4.3.5 Número total de usuarios del servicio de banda ancha	94
4.3.6 Proyección de crecimiento de la demanda	94
4.5 Diseño de la Red GPON FTTB	95
4.5.1 Desarrollo del Diseño Lógico.....	96
4.5.2 Desarrollo del Diseño Físico	97
4.5.2.1 Selección de la Zona	97
4.5.2.2 Ubicación del Terminal de Línea Óptica (OLT).....	100
4.5.2.3 Selección del tipo de la fibra óptica.....	101
4.5.2.4. Selección y ubicación de los Splitters para la F.O.....	108
4.5.2.5 Cálculo de la Capacidad de la Red GPON FTTB.....	112
4.5.2.6 Selección de la Tecnología apropiada para el diseño de nuestra Red	114
4.6 Equipos a utilizar	116
4.7 Distribución de los componentes y elementos.....	118
4.8 Propuesta del diseño de la Red GPON FTTB	119
4.9 Simulación del diseño de la Red GPON con estándar FTTB.....	122

4.9.1 Estadísticas.....	124
4.9.2 Implantación del Diseño de la Red GPON en AutoCAD.....	125
4.9.3 Análisis de todos los resultados obtenidos	125
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE INVERSIÓN Y ANÁLISIS DE	
RENTABILIDAD.....	126
5.1 Servicios que se ofrecen a los usuarios de la Base Naval Sur	126
5.1.1 Internet, un servicio de primera necesidad para los militares.....	126
5.1.2 Empresas que brindan los servicios de internet en la ciudad de	
Guayaquil.....	127
5.2 Análisis de mercado del servicio de internet en los sectores	128
5.2.1 Dimensión del mercado.....	128
5.2.2 Resultados de los cálculos de la muestra.....	129
5.2.3 Análisis de todos los resultados obtenidos	130
5.3 Análisis de costos de Red GPON FTTB propuesta	132
5.3.1 Costos de la infraestructura para el diseño de la Red GPON con	
estándar FTTB	132
5.3.2 Costo total de la instalación y mano de obra, materiales y equipos	135
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	136
CONCLUSIONES:	136
RECOMENDACIONES:	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: "Tabla comparativa de las diferentes tecnologías PON"	27
Tabla 2: "Tipos de cables UTP y sus características principales"	34
Tabla 3: "Atenuación del cable STP en función de la frecuencia"	35
Tabla 4: "Características para la fibra óptica de índice escalonado"	41
Tabla 5: "Características para fibra óptica de índice gradual"	42
Tabla 6: "Principales características de las tecnologías PON"	53
Tabla 7: "Usuarios que integran la Zona Administrativa"	92
Tabla 8: "Usuarios que integran la Zona Operativa"	92
Tabla 9: "Usuarios que integran la Zona Hospitalaria"	93
Tabla 10: "Usuarios totales que integran las tres Zonas de la Base Naval Sur"	94
Tabla 11: "Atributos UIT-T G.652.D"	106
Tabla 12: "Cálculo de la propuesta de enlace de la Red Gpon FTTB, valores establecidos de las pérdidas"	123
Tabla 13: "Margen de atenuación máximo establecido para los elementos de la red óptica"	124
Tabla 14: "Demostración de la encuesta que se realizó en la áreas de la Base Naval Sur"	129
Tabla 15: "Resultados de aceptación y no aceptación de las encuestas realizadas"	131
Tabla 16: "Equipos requeridos para implementar la Red GPON FTTB Propuesta"	134

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: "Refracción de un rayo de luz al pasar por un material a otro"</i>	39
<i>Figura 2: "Red de telecomunicaciones vista en bloque"</i>	43
<i>Figura 3: "Esquema de una cabecera"</i>	45
<i>Figura 4: "Red de acceso"</i>	48
<i>Figura 5: "Topologías en PON: a) tipo árbol; b) tipo bus; c) tipo anillo; d) tipo estrella"</i>	51
<i>Figura 6: "Elementos básicos de la arquitectura FTTB"</i>	56
<i>Figura 7: "Entronque de cable a tierra"</i>	66
<i>Figura 8: "Grillete normal"</i>	67
<i>Figura 9: "Grillete revirado"</i>	67
<i>Figura 10: "Eslabón"</i>	68
<i>Figura 11: "Eslabón plano"</i>	68
<i>Figura 12: "Eslabón revirado"</i>	69
<i>Figura 13: "Pasador para bulones y tornillos"</i>	69
<i>Figura 14: "Preformado de retención"</i>	70
<i>Figura 15: "Mandril y nudo giratorio"</i>	76
<i>Figura 16: "Tendido mediante blowing"</i>	77
<i>Figura 17: "Émbolo medidor"</i>	78
<i>Figura 18: "Émbolos convencionales"</i>	78
<i>Figura 19: "Cableado submarino"</i>	80
<i>Figura 20: "Cables de referencia y bajo pruebas"</i>	85
<i>Figura 21: "Plano del diseño de la Red GPON con FTTB"</i>	96
<i>Figura 22: "Esquema Lógico de la Red Gpon FTTB"</i>	97
<i>Figura 23: "Zonas seleccionadas para el diseño de la Red Gpon FTTB"</i>	98

<i>Figura 24: "Acceso principal para ingresar a la Base Naval Sur de Guayaquil". ...</i>	98
<i>Figura 25: "Establecimiento en donde va a ir colocado la OLT del diseño".</i>	99
<i>Figura 26: "Vista del lado lateral izquierdo, el establecimiento donde va a estar colocada la OLT"</i>	99
<i>Figura 27: "Vista del lado frontal, el establecimiento en donde va a ir colocada la OLT del Diseño".</i>	100
<i>Figura 28: "Cable de fibra óptica Monomodo del tipo G.652.D".....</i>	107
<i>Figura 29: "Modelo del cable de fibra óptica Monomodo del tipo G.652.D".....</i>	108
<i>Figura 30: "Splitters que serán utilizados en el armario para la Red GPON"</i>	110
<i>Figura 31: "Splitter de 1 X 32 PLC</i>	112
<i>Figura 32: "Esquemática de Tecnología VDSL2 EN FTTB"</i>	114
<i>Figura 33: " Esquema del diseño de la solución FTTB para los usuarios de la Base Naval Sur".....</i>	115
<i>Figura 34: "Análisis de los equipos que se utilizarán en el diseño de la Red Gpon FTTB".....</i>	116
<i>Figura 35: "Equipo OLT, parte principal del diseño".....</i>	117
<i>Figura 36: " Localización actual del establecimiento en donde se va a diseñar el Red Gpon FTTB".....</i>	120
<i>Figura 37: "Localización Geográfica del Establecimiento en donde se va a Diseñar la Red Gpon FTTB para la Base Naval Sur"</i>	120
<i>Figura 38: "Esquema de la simulación del diseño de la Red GPON FTTB"</i>	123
<i>Figura 39: "Resultados obtenidos de las encuestas realizadas en la Base Naval Sur".</i>	130
<i>Figura 40: "Aceptación de la Red Gpon de estándar FTTB".....</i>	131
<i>Figura 41: "Personas que rechazan el servicio de internet con la Red GPON".....</i>	132

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es desarrollar un proyecto en el que muestre el Diseño de una Red GPON “Giga bit Capable Passive Optical Network” (Red Óptica Pasiva con capacidad de Giga bit) con tecnología FTTB “Fiber To The Building” (Fibra Hasta El Edificio), para la Base Naval Sur en la ciudad de Guayaquil, una red con acceso de banda ancha, cuya señal llegue con fibra óptica hasta el edificio, donde se va a colocar el servidor principal, el cual brindará el servicio de internet hacia todos los usuarios establecidos en los planos, y con velocidades altamente rápidas; algo a mencionar es que los servicios de ésta tecnología que ofrece son: telefonía, internet y televisión, más conocidos como triple play, todo esto sobre un mismo medio de transmisión, del cual tendrá prioridad el servicio de internet debido a que es un servicio que más prevalece y más importancia tiene la Armada del Ecuador y debido a su extensa demanda se optó por desarrollar dicha red con la tecnología antes mencionada.

A la vez se detalla todo lo referente a la Red GPON, su definición, la evolución de las redes de acceso, su tecnología, sus características, sus estándares, su arquitectura, su clasificación, sus protocolos, los servicios que brinda dicha red, sus elementos, y también los modo de operación, también se indicará el planteamiento del problema, la justificación, el alcance y los objetivos: general y específicos, para su entendimiento óptimo del presente trabajo de investigación.

ABSTRACT

The main objective of this research is to develop a project that shows the design of a GPON Network "Giga bit capable Passive Optical Network" (Passive Optical Network Giga bit) with FTTB "Fiber To The Building" technology (Fiber to the Building) for the South Naval Base in the city of Guayaquil, a network with broadband whose signal reaches with fiber to the Building where they will place the main server which will provide Internet service to all users established in the plans, and highly fast speeds; something to mention is that this technology services offered include telephony, Internet and television best known as triple play, all on the same transmission medium, which takes precedence internet service because it is a service that more It prevails and more importance is the Ecuador Navy and because of its extensive lawsuit was decided to develop this network with the aforementioned technology.

While everything about the GPON network, their definition, evolution of access networks, its technology, its features, its standards, its architecture, its classification, its protocols, the services provided by the network, describes its general and specific, for optimal understanding of this research: elements and also the mode of operation, the problem statement, justification, scope and objectives are also indicated.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones sabemos que existen, no podemos desconectarnos de ellas, podemos estar a cientos de kilómetros de distancia, pero sabemos que están allí y que podemos contar con las telecomunicaciones. Detrás de ellas hay un mundo que no conocemos, la misión, las inversiones, los beneficios, el enorme desarrollo económico asociado, gracias a ellos hoy todo está más cerca.

Dentro de las tecnologías tenemos la prestigiosa carrera de ingeniería en Telecomunicaciones, la preparación de los amantes a las telecomunicaciones ha permitido una aplicabilidad superior al 90% en el mercado mundial y en Instituciones Militares, logrando un acceso a cargos relevantes en importantes empresas, compañías, industrias y en instituciones tanto en nuestro país como en el mundo entero, donde sus conocimientos son un aporte al enfrentar los desafíos que presentan las telecomunicaciones modernas.

En la actualidad existen muchos laboratorios, equipos, sistemas, satélites, antenas, medios de transmisión basados en las telecomunicaciones y actualmente existe mucha tecnología para conocer el futuro de la industria de las comunicaciones a corta y larga distancia y sobre todo las claves para liderar el conocimiento de las telecomunicaciones en Instituciones Públicas y Privadas pero, sobre todo en las Fuerzas Armadas, en especial en la Armada del Ecuador.

Cabe recalcar que en el siglo XXI, en el mundo entero podemos tener laboratorios de optoelectrónica, de procesamiento de imágenes y señales, de sistemas de comunicaciones, de microondas y de antenas, de redes de datos, de comunicaciones inalámbricas y de comunicaciones satelitales.

Lo que más prevalece en la actualidad son: Las comunicaciones a través de internet, las comunicaciones telefónicas (Fijas-Móviles) y las comunicaciones satelitales; sobre todo para las comunicaciones a través del internet, podría decirse que va haber una mente explosiva, ya que actualmente es un fenómeno mundial y nadie va a estar exento a aquello, en la actualidad el tema de las telecomunicaciones es complejo, se mueve muchísimo y cada vez va avanzando mucho más y en pocos años serán dos o tres veces aún más.

Las Telecomunicaciones es una necesidad básica, es como alimentarse, es como la necesidad de tomar agua, la necesidad de comunicarse en la actualidad es importante y fundamental y para aquello se busca y se están preparando cientos y miles de profesionales en ésta área y no hay profesionales específicos en el área debido a que las telecomunicaciones tienen un campo gigante y complejo.

Seguir las telecomunicaciones es sobre todo investigar el análisis y la solución y como consecuencia lograr la implementación de diseños, formas, métodos, y soluciones a los problemas que enfrentamos en la era de las Tics.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la Base Naval Sur en la ciudad de Guayaquil, la red de telecomunicaciones que opera en ese recinto militar, brinda un servicio de internet de manera lenta y en ocasiones suele quedarse sin servicio, por tal motivo no suele llegar a todas las áreas donde realmente se lo requiere con mucha necesidad, éste servicio a su vez no es muy confiable, esta red de acceso también brinda internet a otras sub redes interconectadas a la red principal, como por ejemplo las redes que

internamente utilizan los Buques de Guerra de la Armada del Ecuador; (Redes Wifi-Lan), y estas a su vez trabajan con un sistema llamado Radio Enlace.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Todos los inconvenientes se deben porque, hasta la presente fecha, aún no se ha implementado una red de acceso de última tecnología, en la cual se utilice la fibra óptica como medio de transmisión y se obtenga velocidades altamente rápidas con capacidades superiores a 1 Giga bit por segundo; y así poder disfrutar de los servicios de telefonía, de internet y de televisión en un mismo medio de transmisión.

Con el Diseño de una Red GPON, con el estándar FTTB, permitirá a la Base Naval Sur de Guayaquil, tener un servicio de internet de última tecnología con una velocidad extremadamente rápida en capacidades superiores a 1 Giga Bits/s, y lo más relevante e importante es que la mencionada red brindará un servicio de internet incomparable y obviamente muy eficaz.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una red GPON, con el estándar FTTB, para la Base Naval Sur en la ciudad de Guayaquil, en beneficio de la Armada del Ecuador, usando tecnología de punta y con equipos actuales; obteniendo velocidades superiores a 1 Giga bit por segundo, para facilitar envío y recepción de la información a través de la red naval, logrando tener las tres características principales de la Armada que son: rapidez, seguridad y confianza.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos que ayudarán al cumplimiento del objetivo general son los siguientes:

- ✚ Analizar el diseño de la red de telecomunicaciones que posee actualmente la Armada del Ecuador dentro de la Base Naval Sur de la ciudad de Guayaquil.
- ✚ Revisar el diseño de una red GPON con estándar FTTB, para gestionar con las autoridades competentes el desarrollo de una nueva red de telecomunicaciones y a su vez utilizar dicha red en el lugar antes mencionado.
- ✚ Verificar el área geográfica del lugar antes mencionado, para corroborar la certeza de continuar con el diseño de una nueva red de telecomunicaciones, la cual se pretende implementar.
- ✚ Analizar el riesgo que tiene éste diseño, al quererlo implementar obviamente cumpliendo con todos los estándares requeridos por la ley.
- ✚ Investigar los problemas e inconvenientes que puede presentar dicha red. Para aquello se deberá aplicar las investigaciones y conocimientos de telecomunicaciones que se han adquirido en la universidad y en la vida diaria.
- ✚ Diseñar una red de telecomunicaciones de última generación para la Base Naval Sur en la ciudad de Guayaquil, recibiendo y enviando información a través de la web de manera rápida y segura.
- ✚ Analizar el control y monitoreo de todos los sistemas, equipos, medios de transmisión, accesorios, etc., que conformarían la nueva Red GPON FTTB.

1.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La forma más común de clasificar las investigaciones es aquella que pretende ubicarse en el tiempo (según dimensión cronológica) y distingue entre la investigación de las cosas pasadas (Histórica), de las cosas del presente (Descriptiva) y de lo que puede suceder (Experimental)

Histórica, Descriptiva y Experimental

Tradicionalmente se presentan tres tipos de investigación de los cuales surgen los diversos tipos de investigaciones que se realizan y son: Histórica, Descriptiva, Experimental. (Grajales, Tevni)

La investigación histórica trata de la experiencia pasada, describe lo que era y representa una búsqueda crítica de la verdad que sustenta los acontecimientos pasados. El investigador depende de fuentes primarias y secundarias las cuales proveen la información y a las cuáles el investigador deberá examinar cuidadosamente con el fin de determinar su confiabilidad por medio de una crítica interna y externa. En el primer caso verifica la autenticidad de un documento o vestigio y en el segundo, determina el significado y la validez de los datos que contiene el documento que se considera auténtico. (Grajales, Tevni)

La investigación descriptiva, según se mencionó, trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Esta puede incluir los siguientes tipos de estudios: Encuestas, Casos, Exploratorios, Causales, De Desarrollo, Predictivos, De Conjuntos, De Correlación.

(Grajales, Tevni)

La investigación experimental consiste en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

(Grajales, Tevni)

Una vez definido los tipos de investigación, para el presente trabajo de investigación cabe recalcar que para el desarrollo de esta tesis se utilizó en tipo de investigación descriptiva, debido a que para su efecto en esta se trabaja sobre las realidades de los hechos y a la vez se consideró el estudio de los casos de las redes actuales y las redes de última generación.

1.6 HIPÓTESIS

Con el Diseño de una Red GPON con tecnología FTTB tendremos internet a través de fibra óptica, actualmente éste diseño está a la vanguardia de las telecomunicaciones como lo es la fibra óptica, logrando tener un servicio de alta calidad con rapidez, seguridad y confianza para todos los usuarios dentro de la Base Naval Sur ubicado en la ciudad de Guayaquil, logrando así un avance óptimo y eficiente con respecto a las redes de acceso convencionales que actualmente posee la Armada del Ecuador motivo por el cual en ocasiones mencionadas redes se queda sin servicios y con frecuencias la velocidad de demasiada lenta.

1.7 METODOLOGÍA

Se denomina metodología al estudio de los métodos de investigación que luego se aplican en el ámbito científico.

La metodología de la investigación supone la sistematización, es decir, la organización de los pasos a través de los cuales se ejecutará una investigación científica. No es posible concebir la idea de “investigación” sin pensar de manera casi automática en la serie de pasos que debemos cumplir para otorgar seriedad, veracidad y cientificidad a dicha investigación. (Definición de Términos, 2015)

Cuando abordamos una investigación científica, tenemos entonces una serie de pasos ordenados, organizados y sistémicos, que pueden en algún momento sobreponerse entre uno y el anterior, o el que le sigue, pero que responde al siguiente proceso: elección de un área temática>> definición del tema general >> identificación del problema >> estado del arte o antecedentes acerca de dicho problema (en investigaciones o trabajos académicos anteriores) >> definición de la pregunta-problema (que será el eje de toda la investigación, responde al “qué investigamos” >> justificación (¿por qué ese tema y problema es pertinente de ser abordado científicamente?) >> Esquematización del proceso de investigación >> definición de objetivos (generales y específicos) >> formulación de hipótesis (supuestos que se formulan de manera previa a su constatación) >> elaboración de un marco teórico o marco de referencia teórica (donde se toman teorías, autores y se define así el marco desde donde vamos a abordar el tema) >>trabajo de campo o experimentación >> recolección de datos >> tabulación de datos >> interpretación de datos >> formulación de conclusiones. (Definición de Términos, 2015)

Existen diferentes tipos de metodologías, y responden a maneras diferentes de abordar una investigación en el área científica.

Así, encontramos dos grandes clasificaciones: métodos cuantitativos y métodos cualitativos. Los métodos cuantitativos son característicos de las ciencias naturales y exactas, porque buscan resultados numéricos, que permitan establecer estadísticas, porcentajes o variaciones numéricas.

Los métodos cualitativos son propios de las ciencias sociales y humanas, porque se centran no en la cantidad o numérico sino en la “calidad”: opiniones, experiencias, testimonios que permitan dar cuenta de actitudes, comportamientos, hábitos, etc. Sin embargo, muchas veces las ciencias sociales o humanas también se valen de métodos cuantitativos, para obtener cantidades, porcentajes o estadísticas.

Es habitual incluso que se realicen “triangulaciones de datos”, por la cual se combinan ambas tipologías de métodos. (Definición de Términos, 2015)

Por tal motivo para la presente tesis se consideró la Metodología de la Investigación Científica utilizando el Método Cualitativo.

CAPÍTULO 2: RED GPON Y TECNOLOGÍA FTTB

2.1 Introducción

Todo tendido de fibra óptica está compuesto por un sistema de red de acceso local, que puede ser activo o pasivo, y su arquitectura se puede caracterizar por ser punto a punto o punto a multipunto. Se dispone de arquitecturas que llevan la fibra óptica hasta el hogar (FTTH, fiber to the home), pasando la fibra hasta el edificio (FTTB/C fiber to the building/curb), hasta el armario (FTTC, fiber to the cabinet).

Una de las principales metas de las empresas de telecomunicaciones es poder ofrecerles a los usuarios fibra óptica hasta el final FTTH, lo que ha traído consigo la creación de una de las tecnologías con mayor importancia dentro de las redes de acceso de fibra óptica, la red GPON.

La Red Gigabit Passive Optical Networks más conocida por sus siglas en Inglés (GPON), fue lanzada al mercado en los años 2003-2004, a través del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones, la misma se caracteriza por las redes Passive Optical Network (PON) que poseen una velocidad superior a 1 Gbps.

Es vista en el mercado mundial como uno de los modelos más sugerentes para ofrecer una conexión con fibra óptica dentro de las áreas metropolitanas, la arquitectura de estas redes punto a multipunto, se fundamenta en dividir la señal óptica entre 64 abonados a través de una red de fibra óptica pasiva. El Optical Line Terminal (OLT) es el equipo central y la Optical Node Terminal (ONT) es el punto final del usuario. En los últimos años de la década del 90 PON (Passive Optical

Network) se comienza a ver por los proveedores como una de las mejores soluciones para la oferta de fibra óptica, para los usuarios residenciales.

Este fue creado punto a multipunto, muestra ahorros significativos en el establecimiento en su instalación de la fibra óptica. La tecnología PON no demanda dispositivos electrónicos u optoelectrónicas activos para que exista la conexión entre el abonado y el operador, por lo que su inversión y costos de mantenimiento se reducen significativamente.

Por lo que mientras más se abarate la fibra y los disímiles organismos regulatorios de cada nación pongan su interés cada vez más en las conexiones de las redes de fibra óptica, entonces los fabricantes y técnicos iniciarán el impulso de las tecnologías PON.

Durante la primavera del año 1995, se fundó el FSAN (Full Service Acces Network) con el objetivo de promover estándares a través de una serie de requerimientos por lo que de esta manera, se perfecciona la interoperabilidad y se aminoran los precios de todos los equipos de telecomunicación y medidas, existentes en el mundo.

Es en el 1998, que la APON (ATM PON) fue la pionera en la primera descripción concebida por el FSAN, APON esta tuvo un éxito rotundo en cuanto a todo su despliegue comercial, aunque no poseía la capacidad requerida para la oferta de vídeo. Las velocidades con las que contaba al inicio fue de 155 Mbps, posteriormente se mejoró hasta 622 Mbps. La fórmula de transmisión se encuentra basada en ATM, por lo que trae problemas a la hora de adaptar y crear provisiones para sus servicios, también la baja eficiencia para el traslado de datos. Es en el 2001, cuando el FSAN lanza al mercado BPON (Broadband PON), que es una tecnología basada en ATM,

con problemas de costos y complejidad que traen todas consigo, pero trae de novedoso una longitud de onda adicional para la transmisión de vídeos RF. A la vez que BPON se desplegaba con un rotundo éxito en Japón y los Estados Unidos, se estaba definiendo EPON Y GPON.

La EPON (Ethernet PON) se define en el año 2004 por el grupo EFM (Ethernet First Mile) del IEEE como la técnica PON como de nueva generación, que influenciada por la tecnología Gigabit Ethernet que había en el mercado hasta el momento, le permitía a los proveedores el lanzamiento al mercado de equipos con más capacidad de ancho de banda, a precios más bajos.

Tabla 1: "Tabla comparativa de las diferentes tecnologías PON"

CARACTERÍSTICAS	UIT-T BPON	UIT-T GPON	UIT-T EPON
Tasa de bit (Mbps)	Down; 1244,622,155 Up: 622, 15	Down; 2488,1244 Up: 2488,1244,622	Down; 1250 Up: 1250
Código de línea	NRZ (+scrambling)	NRZ (+scrambling)	8b/10b
Ratio de división máxima	1:32	1:28 (1:64) en la práctica.	1:32
Alcance máximo	20 Km	60 Km (con 20 Km de distancia máxima entre ONT.)	20 Km.
Estándares	Serie ITU-G 983.x	Serie ITU-G 984.x	IEEE 802.3 ah
Soporte TDM	TDM sobre ATM	TDM nativo, TDM sobre paquetes	TDM sobre paquetes
Soporte vídeo RF	No.	Sí	No
Eficacia típica (depende del servicio)	83% downstream 80% upstream	93% downstream 94% upstream	61% downstream 73% upstream
OAM	PLOAM+OMCI	PLOAM+OMCI	Ethernet OAM (+SNMP opcional)
Seguridad downstream	Churning o AES	AES	No definida

Fuente: González, Vega 2009

En el 2004 antes que EPON, concluyera la definición de GPON (Gigabit Passive Optical Network) mediante del ITU-T. El estándar incluye numerosas velocidades de línea hasta 2, 488 Gbps, simétrica y asimétrica. Con una sobrecarga cada vez menor de codificación y tiempos de guarda menores, su ancho de banda es mayor que el

EPON. Traslada tráfico de datos nativos, GPON, transporta con eficiencia otros servicios.

El único problema que presentaba esta red, era que mostraba una enorme complejidad por lo que no fue posible desarrollarla de manera comercial y que esta presentara rentabilidad con productos compatibles de la GPON, aunque en estos momentos esto ya se encuentra solucionado y son considerables los operadores que la manejan. En los momentos actuales esta tecnología se encuentra en casi todo el planeta, con excepción de algunas partes de Asia, Europa Oriental y África.

2.2 Red GPON

Sanguña Fernando (2010) define a la red GPON como: “una red de acceso con capacidad de 1 Gbps con las características propias de las redes ópticas pasivas PON, es decir, su diseño de planta externa consta de elementos pasivos, los mismos que no requieren de alimentación eléctrica para su funcionamiento y que significa, en conjunto con sus bajos niveles de mantención, en ahorros importantes en el mantenimiento de Red.” (Guevara, 2010, pág. 76)

La red GPON cuenta con diferentes tipos de arquitectura para la distribución de la información al usuario, las que dependen en gran medida de las necesidades de voz y de datos, las más extendidas para su utilización son el tendido de fibra a la casa del beneficiario (FTTH), fibra al edificio (FTTB), fibra al armario externo (FTTC) o fibra a la torre de red móvil (FTTT).

La red GPON ofrece una serie de características, entre las que se encuentran, las mencionadas por Ganoa Román Luís Alfonso y otros ():

1. Facilita la transmisión bidireccional de información en una sola fibra llamada PON, esto elimina el uso de componentes activos de fibra óptica entre OLT y ONU, disminuyendo efectivamente el costo y facilitando el mantenimiento de la red.
2. Actualmente la velocidad estandarizada por los suministradores de equipos GPON es de 2,4 Gbps en el canal de bajada y 1,2 Gbps en el de subida y gracias a estas velocidades de transferencia de datos permite ofrecer servicios como videoconferencias o televisión digital de gran calidad.
3. La abundancia de protocolos y servicios preparados para la seguridad de los datos para lo cual el método de encapsulación que emplea GPON es GEM, que permite soportar cualquier tipo de servicio Ethernet.
4. Es un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125 us. GEM se basa en el estándar GFP del ITU-T G.7041, con modificaciones menores para optimizarlas para las tecnologías PON.
5. Ofrece no solo mayor ancho de banda, que sus tecnologías predecesoras, como APON o BPON que ofrecían velocidades menores y estaban basadas en ATM.

Todo lo planteado anteriormente nos permite llegar a la conclusión de que todo esto trae consigo una gran reducción en los costos de los operadores, al no tener que realizar tantas instalaciones y a la vez mantener redes paralelas en caso de que exista más de un servicio.

El patrón GPON ha sido creado para que solamente una parte del trama GPON, se dedique al intercambio multicast, de modo tal que sea inteligible por todas las

personas que lo adquieran, esta es una de las vías utilizadas para conseguir que se envíe una única copia de cada canal, independientemente de los usuarios que se encuentren solicitándola. El uso del modelo GPON le brinda a las personas una serie de ventajas, sobre otro tipo de redes, que usan el mismo tipo de fibra óptica, y entre las más importantes se encuentran:

1. Poseen un alcance aproximado de 20 km, entre el distribuidor y el consumidor.
2. Con el uso de la misma se reduce la cantidad de tendido de fibra óptica, entre las distintas distribuidoras, así como entre los circuitos que alcanzan al consumidor.
3. El ancho de banda que se maneja es alto por los servicios que presta.
4. No requiere la necesidad de efectuar elementos activos en la red.

Las velocidades de transmisión, han provocado diferenciaciones, lo que ha traído como consecuencia los tipos de redes PON, que existen hasta el momento, aunque si se toca el tema de las velocidades estas van desde 155 Mbps, 622 Mbps, 1.25 Gbps o 2.5 Gbps.

La red GPON utiliza el ancho de banda de manera eficiente al contar con éste en los momentos en los que se hace mayor el tráfico y lo amplía a la capacidad de los usuarios de manera individual, a través de la técnica más conocida como: Asignación Dinámica del Ancho de Banda, DBA (Dynamic Bandwidth Allocation).

En la transportación de los datos se selecciona por la puesta en práctica de protocolos usados en patrones precedentes a GPON como es el caso de la ATM (Asynchronous Transfer Mode) Modo de Transferencia Asíncrona y GEM (GPON Encapsulation Method). Este método de encapsulación GPON, es el resultado de un ajuste del

estándar GFP (Generic Frame Procedure) definido en la recomendación ITU-T G.7041.

2.3 Tecnología FTTB

La tecnología FTTB (fibra hasta el edificio) es definida en el Glosario de Telecomunicaciones (2013) como: “cable de fibra óptica, transportando los datos de la red, conectados todo el camino de un proveedor de servicios de Internet a un cliente física del edificio.”

Este tipo de tecnología brinda capacidades ilimitadas de ancho de banda y también uno de los más rápidos servicios con una alta velocidad de conectividad de los datos. La FTTB, permite una diversa variedad de usos, que van desde aplicaciones en tiempo real, basadas en web, telemedicina, Volp y vídeo.

En el mundo de las telecomunicaciones, no solamente existe la fibra FTTB, también existen la FTTH (fibra hasta el hogar), FTTC (fibra hasta la casa), FTTP (fibra hasta las instalaciones) y FTTN (fibra hasta el nodo), cada una incurre en los servicios que cada una de ellas pueda ofrecer, entre los que se encuentran:

FTTP (fibra hasta las instalaciones): Es la tecnología que se utilizan los cables de fibra óptica para así poder conectar el equipo de distribución que se encuentra más cercano al usuario que se favorecerá con la conexión, directamente a la red principal de las telecomunicaciones.

El FTTH o más conocida como fibra hasta el hogar, pretende acercar la fibra óptica hasta los hogares de los consumidores, y si no se hace posible hasta el edificio donde habitan, al menos. La misma proporciona un mayor ancho de banda, la cual nos

facilitará entre otras tecnologías la IP-HDTV, o sea acceso a internet con una velocidad superior a 100 Mbps.

La FTTC o fibra hasta la acera, es la instalación y el uso del cable de fibra óptica que va de forma directa a los hogares, o cerca de estos o cualquier entorno empresarial, de igual manera ayudaría con la supresión de las líneas telefónicas, para en su lugar poner fibra óptica. La terminología fibra hasta la acera, es reconocida como la fibra óptica ya se utiliza para la mayoría de las llamadas telefónicas y el uso de internet.

La tecnología de fibra FTTB, brinda grandes capacidades de ancho de banda y por consiguiente un servicio más rápido y con mayor velocidad de conectividad de datos.

Fiber to the Business admite una amplia gama de usos que van desde las aplicaciones en tiempo real, las basadas en web, telemedicina, VoIP y vídeo.

Martínez Antonio (2013) en su artículo ¿FTTH O FTTB? Esa es la cuestión, reafirma las ventajas del FTTB.

1. Permite reutilización de infraestructuras (par de cobre, cableado Ethernet,...).
2. Aumenta la capilaridad de un único puerto GPON (16.384 usuarios frente a 128).
3. Puesta en marcha más sencilla al no requerir intervenciones en la acometida hasta el abonado.
4. Costes de terminal de abonado inferiores. Es sensiblemente más económico un router xDSL que una ONT. (Martínez, 2013, pág. s/n)

Con este tipo de tendido se puede realizar de forma cada vez mas progresiva, en menor tiempo posible y con unos costos cada vez menores, reutilizando la infraestructura de cada uno de los abonados.

2.4 Medios de transmisión que utiliza la tecnología FTTB

Los medios de transmisión utilizados en las tecnologías FTTB, son los pares de cobre, UTP, STP, FTP y la fibra óptica, los cuales se analizarán a continuación:

Pares de cobre:

En el mundo de las telecomunicaciones, los pares de cobre son uno de los medios de transmisión que más se utilizan por su bajo costo económico. Cada uno está compuesto por dos hilos que se encuentran recubiertos por un material aislante, cada cable puede llevar disímiles hilos, por eso se encuentran en 2 pares, 4 pares, 8 pares o cientos de pares (son los más utilizados en la telefonía centrales), aunque los más comunes son los dos primeros que se utilizan en aplicaciones caseras o de oficina.

En el caso de que los hilos se encuentren en una trenza, se está haciendo referencia a un par trenzado que puede ser del arquetipo UTP, FTP y STP; al momento de estar trenzado este disminuye la interferencia electromagnética que es inducida por un conductor sobre otro conductor, más conocida como interferencia de señales paralelas.

UTP (Unshield Twisted Pair):

El cable UTP, es un par trenzado no blindado, que cuenta con seis categorías, con disímiles propiedades cada una de ellas que mejoran conjuntamente aumente la numeración de cada una de las categorías, conjuntamente con la interferencia y la atenuación. La categoría 1 es la que comúnmente se utiliza en las redes telefónicas y la 2 en la transmisión de la voz y los datos soportando hasta 4 Mbps.

Cada uno de estos hilos en UTP puede ser de calibre 22 o 24 AWG (*American Wire Gauge*) y cada uno de estos cables está compuesto por 4 pares, 8 pares y más. Entre

más vueltas o trenzas por cada unidad de longitud exista entre dos hilos de cobre, las características que este tendrá serán cada vez mejores y reflejo de esto será la mayor resistencia que posean a la interferencia electromagnética y mayor ancho de banda puede obtener.

En la siguiente tabla se realiza un resumen de las principales características en lo concerniente a la frecuencia máxima que soporta y el número de vueltas por metro que están determinado según la categoría:

Tabla 2: "Tipos de cables UTP y sus características principales"

Categorías	Frecuencia Máxima (MHz)	Vueltas/Metros
3	16	10-16
4	20	16-26
5	100	26-33
5E	100	26-33
6	250	26-33

Fuente: González, Vega 2009

La atenuación se encuentra en función de la frecuencia, cuanto mayor es la frecuencia, la atenuación será mucho mayor, a mayor longitud de cable se obtendrá mayor pérdida de la señal mediante el efecto de la atenuación.

STP (Shield Twisted Pair):

Consta de un par trenzado blindado, posee 2 pares de calibres o más de calibre 22 AWG y la capucha que rodea todos los hilos está compuesta por un recubrimiento especial con el cual se impide el ruido y el quebranto de los cables, este muestra cierta ventaja ante el UTP, aunque trae como consecuencia que su costo se hace mayor.

En la tabla 3 se muestra la atenuación de un cable STP a través de diferentes frecuencias.

Tabla 3: "Atenuación del cable STP en función de la frecuencia"

Frecuencia (MHz)	Atenuación (dB/100m)
1	1.1
4	2.2
16	4.4
25	6.2
100	12.3
300	21.4

Fuente: González, Vega 2009

FTP (*Foiled Twisted Pair*):

Cuando se hace referencia al tipo de cable FTP se está hablando del par trenzado apantallado con aluminio, este está compuesto por 4 pares, sus hilos son AWG 24, el mismo necesita una conexión a tierra. Este tipo de cable se emplea en los ambientes que existan altos niveles de ruido, el costo es mucho más elevado que el UTP, su independencia es de 100 ohmios.

Su atenuación para un cable FTP con categoría 5 puede ser la misma que para un cable UTP.

2.4.1 Fibra Óptica

2.4.1.1 Generalidades

Los cables de fibra óptica se utilizan para la transmisión de información en forma de luz (visible o infrarroja), en los momentos actuales se utiliza mucho por las diversas ventajas que posee en cuanto a los otros medios como son: el par trenzado, el cable coaxial y el aire.

Las ventanas con las que más opera la fibra óptica son los 850, 1300 y 1 550 nm de distancia de onda, correspondientes a la luz infrarroja, sin que esto traiga como consecuencia que en la fibra óptica no trabaje la luz visible, ya que esta poseerá una atenuación mayor que el infrarrojo.

Para el transmisor se hace necesario tener un conversor electro-óptico, para de esta manera pasar señales eléctricas a las luminosas, mientras que en el receptor se hará necesario un conversor óptico-eléctrico para la transformación de señales ópticas a eléctricas.

2.4.1.2 Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Entre las ventajas y desventajas que posee el cable de fibra óptica Mavares Rafael y otros (2011) mencionan las siguientes:

Ventajas:

- ✚ Una banda de paso muy ancha, lo que permite flujos muy elevados (del orden del GHz).
- ✚ Pequeño tamaño, por tanto ocupa poco espacio.
- ✚ Gran flexibilidad, el radio de curvatura puede ser inferior a 1 cm, lo que facilita la instalación enormemente.
- ✚ Gran ligereza, el peso es del orden de algunos gramos por kilómetro, lo que resulta unas nueve veces menos que el de un cable convencional.
- ✚ Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas, chisporroteo.

- ✚ Gran seguridad: la intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía luminosa en recepción, además, no radia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad.
- ✚ No produce interferencias.
- ✚ Insensibilidad a los parásitos, lo que es una propiedad principalmente utilizada en los medios industriales fuertemente perturbados (por ejemplo, en los túneles del metro). Esta propiedad también permite la coexistencia por los mismos conductos de cables ópticos no metálicos con los cables de energía eléctrica.
- ✚ Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios.
- ✚ Gran resistencia mecánica (resistencia a la tracción, lo que facilita la instalación).
- ✚ Resistencia al calor, frío, corrosión.
- ✚ Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la telemetría, lo que permite detectar rápidamente el lugar y posterior reparación de la avería, simplificando la labor de mantenimiento.

La fibra óptica no solo presenta ventajas, también existen una serie de desventajas las cuales se presentan a continuación:

- ✚ La alta fragilidad de las fibras.
- ✚ Necesidad de usar transmisores y receptores más caros.

- ✚ Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
- ✚ No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios.
- ✚ La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica-óptica.
- ✚ La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.
- ✚ No existen memorias ópticas. (Mavares, 2011)

Al no transmitir energía eléctrica la fibra óptica, esto hace que se limite su aplicación donde el terminal de recepción debería ser energizado a través de una línea eléctrica. Esta energía debe proveerse a través de conductores separados, ya que las moléculas de hidrógeno se pueden difundir a través de las fibras de silicio y trae como consecuencia cambios en la atenuación. De igual manera la fibra óptica debe de tenerse alejada del agua ya que es un mecanismo importante para su corrosión.

2.4.1.3 Refracción, índice de refracción y ley de Snell

La fibra óptica es vista como uno de los fenómenos físicos que guardan más importancia en cuanto a lo relacionado con la propagación de las ondas electromagnéticas, en este caso la refracción de la luz.

Al respecto González Jorge (2009) afirma: “Un rayo de luz o en general una onda electromagnética se refracta cuando pasa de un material a otro, más concretamente cuando se propaga desde un material con cierta densidad a otro con distinta densidad. La refracción implica que una onda cambie de velocidad y dirección en el límite de

los dos materiales. Para que exista refracción la onda incidente debe llegar en forma oblicua a la superficie de separación de los dos medios.” (Velasco, 2009)

En la figura que se muestra a continuación se puede visualizar la refracción de la luz cuando un rayo pasa de un medio menos denso a uno más denso.

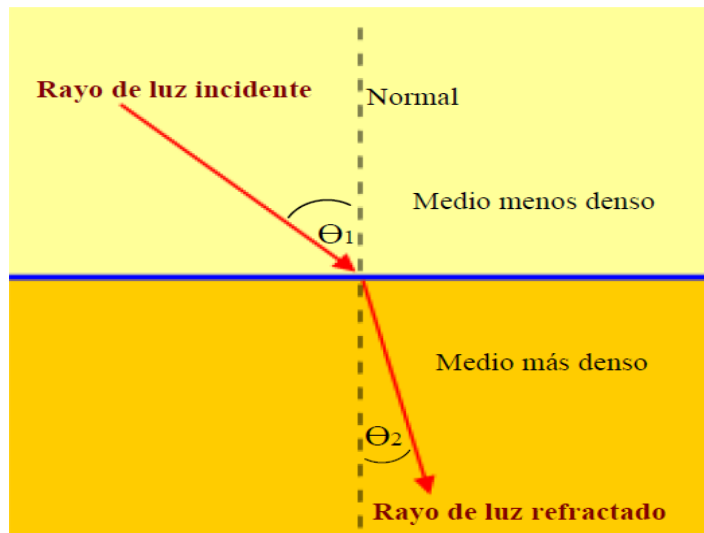


Figura 1: “Refracción de un rayo de luz al pasar por un material a otro”

Fuente: González, Vega 2009

Para determinar el índice de refracción se utiliza la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{c}{v}$$

Donde:

C: velocidad de la luz en el espacio libre ($3 \cdot 10^8$ m/s).

V: velocidad de la luz en el material.

Por lo que se puede afirmar que la ley de SNELL, se resume en la siguiente ecuación:

$$\eta_1 \cdot \text{Sen } \theta_1 = \eta_2 \cdot \text{Sen } \theta_2$$

Donde:

n_1 : es el índice de refracción en el primer material (adimensional).

n_2 : índice de refracción en el segundo material (adimensional).

θ_1 : ángulo de incidencia (grados)

θ_2 : ángulo de refracción (grados)

2.4.1.4 Configuración de fibra óptica

La fibra óptica cuenta con tres tipos de configuraciones, a las cuales Glavan Carlos (2011) hace referencia:

2.4.1.5 Fibra Monomodo de Índice Escalonado

Este tipo de fibra posee un núcleo suficientemente pequeño (normalmente entre 5 y 10 μm de diámetro) para que atraviese un solo haz de luz. El índice de refracción del núcleo de vidrio aproximadamente es de 1,5 y del revestimiento varía dependiendo el material con el que esté construido. Para longitudes de onda mayores a su longitud de onda de corte, este tipo de fibra transmite un solo modo.

2.4.1.6 Fibra Multimodo de Índice Escalonado

Esta configuración es similar a la Monomodo con la diferencia que el núcleo central es más grande (típicamente entre 50 y 100 μm de diámetro aunque puede ser de mayor longitud), lo que permite que más de un haz de luz pase por dicho núcleo y que se propaguen en forma de zigzag, no todos los haces de luz tienen la misma trayectoria y en consecuencia no todos tardan lo mismo en recorrer la longitud de la fibra.

En estas fibras, todo centro contiene un índice refractivo uniforme a todo lo largo, comúnmente su diámetro es en un núcleo de 100 μm a 500 μm .

A continuación sus características son descritas en la tabla siguiente:

Tabla 4: “Características para la fibra óptica de índice escalonado”

Parámetro	✓	Valor
Ancho de Banda (B)		100 MHz/Km
Pérdidas		5 a 20 dB/Km
Diámetro Núcleo		200 a 1000 μm
Fuente		LED
Longitud de onda		660 – 1060 nm

Fuente: González, Vega 2009

2.4.1.7 Fibra Multimodo de Índice Gradual

En estas fibras el índice de refracción varía, siendo máximo en el núcleo y disminuyendo hacia la orilla externa, el haz de luz se propaga por refracción. Un haz pasa de una zona menos densa a otra más densa cuando el rayo viaja diagonalmente desde el exterior del núcleo hacia su centro, los haces que viajan en la zona más cercana al centro recorren menos distancia que los que viajan en la zona más externa, pero los rayos que viajan más alejados al núcleo van a mayor velocidad. El núcleo tiene entre 50 y 85 μm de diámetro aunque puede ser mayor.

(Galván, 2011, págs. 21-22)

El costo de la fibra óptica solamente se justifica cuando por su alta contenido de ancho de banda y su baja atenuación son requeridos, en el caso de que en ancho de banda es bajo, la medida que se tome puede ser más costosa que el cualquier conductor de cobre.

En este tipo de fibra el núcleo presenta un índice refractivo el cual va disminuyendo de manera gradual, a través del incremento de la distancia que va desde el centro de la fibra, el diámetro de su núcleo generalmente es de 50 μm , como se muestra en la siguiente figura:

Tabla 5: “Características para fibra óptica de índice gradual”

Parámetro	Valor
Ancho de Banda (B)	4GHz/Km
Pérdidas	0,3 a 0,5 dB/Km
Diámetro Núcleo	8 a 10 μm
Fuente	Emisores específicos
Longitud de onda	1330 – 1550 nm

Fuente: González, Vega 2009

Resulta de gran importancia el escoger adecuadamente un índice de apertura extenso, para de este modo lograr transmisiones Multimodo y realizar un diseño que convergen con los ángulos de refracción.

2.5 Red de Telecomunicaciones

2.5.1 Generalidades

Cuando se habla de redes de telecomunicaciones, hay que hacer referencia a que estas están constituidas por los diferentes equipos, sistemas, medios de transmisión y de diversos cambios, con el objetivo de que toda la información pueda viajar sin dificultad de un punto a otro. En ellas se aprecian tres niveles funcionales los cuales se nombran: proveedores, sistema de transporte y los usuarios.

En la figura que a continuación se presenta, se observan los niveles funcionales que existen en una red de telecomunicaciones.



Figura 2: “Red de telecomunicaciones vista en bloque”

Fuente: González, Vega 2009

2.5.1.1 Proveedores

Los proveedores, tienen como objetivo concebir los contenidos de las multimedia, estos pueden ser transmitidos en tiempo real o pueden ser almacenados en las bases de datos, estos contenidos deben ser entregados al sistema de transporte, para que mediante ellos lleguen a todos los usuarios que lo necesiten.

2.5.1.2 Sistema de Transporte

Todo sistema de transporte abarca todos los elementos que tienen como función de trasladar sus contenidos multimedia a los usuarios y de esta manera atender las solicitudes de darse el caso.

Su estructura se encuentra formada por diversas redes de transporte, backbones y las redes de acceso. Las mismas son el centro del sistema de transporte y se caracterizan

por ser de larga distancia, son empleadas a nivel nacional o internacional, las tecnologías más utilizadas en este tipo de redes son la SDH, ATM y 10 Gigabit Ethernet.

Reyna Ruben (2014) afirma que: “Los backbones no son más que redes de interconexión, cuya función es interconectar redes entre sí. En general este tipo de redes cubren áreas metropolitanas.” (Reyna, 2014)

Las tecnologías que más se utilizan son las empleadas en las redes de transporte: 10 Gigabit Ethernet, ATM, en el caso de los backbones son considerados más importantes la velocidad, escalabilidad y su transparencia de formalidades, aunque en las redes de transporte lo esencial es la capacidad de la red.

2.5.1.3 Usuarios

Los usuarios se encuentran por los alrededores de los abonados, están en los interfaces de los usuarios, los mismos pueden ser compendios finales de la red, encargados de adecuar las señales a interfaces regulados. Los tipos de usuarios pueden ser los residenciales y los corporativos.

Cuando se hace referencia a los usuarios residenciales se está hablando de las personas que de su hogar realizan el pedido, mientras que cuando se habla de corporativos son las empresas que necesitan de este servicio.

2.5.2 Cabecera

En cuestiones jerárquicas en una red es el primer elemento y su principal función es la de receptar las señales de satélite y terrestres para su posterior procesamiento y poderlas enviar a los usuarios, el diseño de la misma se realiza con las funciones que

se quiera que realice, del exterior de ella llegan disímiles señales hasta los elementos de la recepción que provienen de las diversas fuentes, siendo los tipos de entradas a las que más recurren: la terrestre, microondas, vía satélite, vía cable. La figura a continuación muestra el esquema de una cabecera:

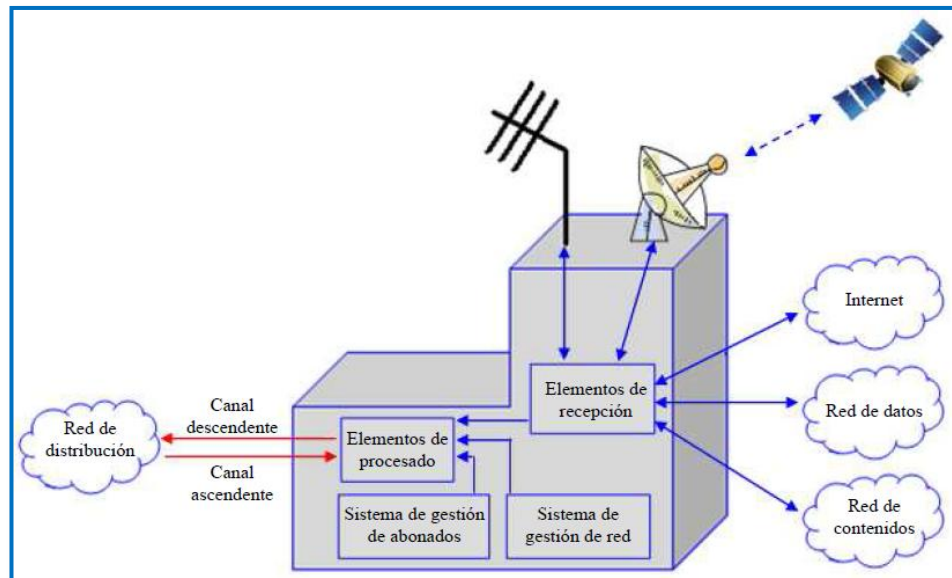


Figura 3: "Esquema de una cabecera".

Fuente: González, Vega 2009

Fundora Luís (2014) menciona las siguientes funciones: son: recepción, procesamiento y opcionalmente elementos de gestión de abonados y servicios que son los encargados de supervisión, operación y mantenimiento de los sistemas y elementos de la cabecera. El SMS (*Subscriber Management System*) realiza las funciones de gestión de abonados y pueden existir algunos de estos actuando en el mismo acceso condicional. Las funciones de gestión para el cliente pueden ser: modificaciones de los servicios según su perfil, gestión de facturación, gestión para reclamaciones, atención al cliente y otras funciones especiales.

(Fundora, 2014)

Todo elemento de recepción son bien disímiles como el de la naturaleza de las fuentes y como bien lo indica su nombre, estas tienen el objetivo de recibir las señales para su posterior transmisión por la red, después de ser tratadas, mientras los otros elementos que intervienen en el procesamiento de las señales quedan divididos en subsistemas, los cuales se mencionan a continuación:

Luaces Antonio (2014) hace referencia a lo siguiente:

2.5.2.1 Sistema de procesado

Recibe un canal analógico el mismo que es digitalizado, posteriormente, en tiempo real codifica y multiplexa en el canal otros datos incluidos en el servicio.

2.5.2.2 Sistema de control de acceso

El proveedor utiliza este sistema para controlar el acceso de los clientes a ciertos servicios.

2.5.2.3 Multiplexación

Todos los canales de comunicación que compartan el mismo medio de transmisión son agrupados para ser difundidos por la red.

2.5.2.4 Moduladores

Las señales de banda base son convertidas a las frecuencias de salida de la red, evitando mientras se pueda las intermodulaciones.

2.5.2.5 Elementos de transmisión

Conjuntamente con los mezcladores, construyen la señal de radiofrecuencia que se transmitirá por la red. (Luaces, 2014)

2.5.3 La Red de Acceso

Se le llama Red de Acceso a la última parte de una red de telecomunicaciones y que su punto de conexión con el consumidor se le llama red de acceso o como bien es conocido última milla, de muchas de sus características dependerá en gran medida la cantidad y calidad de los servicios prestados a los usuarios, la red de acceso con FTTB y VDSL2 es la subestructura que va desde toda central o cabecera hasta el usuario.

2.5.3.1 La arquitectura de la red

Esta se desarrolla según los servicios que pueda soportar y según el grado de penetración de la red, los cuales definirán el fin del mercado, al área formada según la ubicación física de cada consumidor, esta división se realiza bajo el criterio de cada uno de los operadores, que generalmente es basado según el monto de clientes potenciales.

Según Brito Pedro (2013) de la división de celdas se pueden definir dos tramos en la red de acceso:

2.5.3.1.1 Red de Distribución.

Este tramo es el comprendido entre la cabecera o central y una cabecera secundaria o estación base cercana a las inmediaciones donde se encuentran los usuarios. La

implementación de la red de distribución solía estar soportada por líneas de cobre y cable coaxial con amplificadores para cubrir extensas zonas, pero actualmente se utilizan tecnologías que tienen gran ancho de banda como son las que emplean fibra óptica y que generalmente son las más difundidas; así como radio enlaces.

2.5.3.1.2 Red de reparto.

A este tramo también se lo llama bucle local, conecta a una cabecera secundaria con el usuario. Aquí va a estar la gran diferencia para los requerimientos de los servicios a los que van a tener acceso los usuarios. En el caso de FTTB-VDSL2 la transmisión debe estar en forma luminosa para transmitirse por la fibra óptica, mientras en el último tramo de la red de acceso, es decir en la red de reparto, la información debe estar en formato eléctrico hasta que llega al usuario.

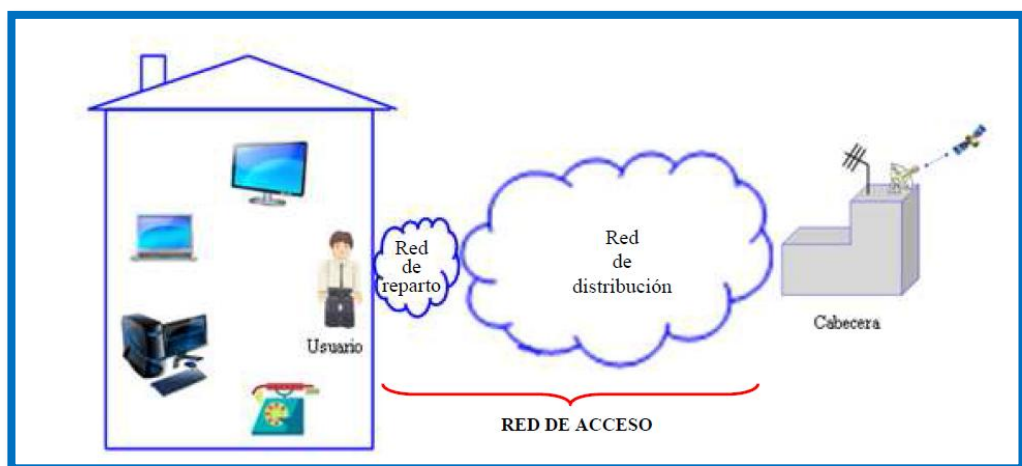


Figura 4: "Red de acceso".

Fuente: González, Vega 2009

2.5.3.1.3 OLT (Optical Line Terminal – Terminación de Línea Óptica):

Es uno de los componentes claves utilizados en redes GPON, por lo general está ubicado en el cuarto central de control, es un elemento activo, desde él se llevar a

cabo la conversión entre las señales eléctricas utilizadas por los equipos del proveedor de servicios y las de fibra óptica señales utilizadas por la red óptica pasiva. Las cuales parten hacia el usuario final, tienen una capacidad para dar servicios a un gran número de abonados. En el mercado existen tres tipos de OLT, cada una con una potencia media diferente que dependerá del tipo de proyecto que se vaya a implementar.

2.5.3.1.4 ODN (Divisor Óptico Pasivo - Splitter):

En las redes de GPON, se implementa lo que son splitter el cual hace posible la división de la señal óptica original hacia dos o más fibras distintas a sus salidas. Cada splitter posee un valor de pérdida en dB (decibeles), entre más ramificaciones tenga mayor es la pérdida que posea dicho splitter. La transmisión en la ODN es bidireccional pudiéndose emplear la misma fibra para el tráfico ascendente y descendente para cada uno de ellos.

2.5.3.1.5 ONT (Optical Network Terminal – Terminal de Red Óptica):

En el sistema GPON, se trata del equipo que ofrecerá el servicio al usuario y que conectará directamente con la OLT. Este equipo es básicamente un convertidor de medios y que utilizando diferentes longitudes de onda es capaz de transmitir y recibir de forma simultánea y por una sola fibra Monomodo información digital correspondiente a voz, datos y vídeo. También en el mercado existen tres tipos de ONT, cada una con una señal receptora diferente que dependerá del tipo de proyecto que se vaya a implementar.

2.5.3.1.6 ONU (*Optical Network Unit – Unidad de Red Óptica*):

La ONU es uno de los elementos que pueden registrarse contra una OLT. En este caso se trata de dispositivos de distribución que dan servicio a más de un usuario. Por un lado ofrece conectividad GPON para la interconexión con la OLT y por otro dispone de diferentes tecnologías para dotar de servicio a los usuarios. Habitualmente suelen ofrecerse con la posibilidad de emplear VDSL2, ADSL2+, Fast Ethernet y POTS. (Vargas, 2015)

2.6 Redes Ópticas Pasivas (PON)

2.6.1 Generalidades

Las Passive Optical Networks, (PON) por sus siglas en Inglés constituyen en lo referente a la red de distribución de elementos pasivos, por lo que no cuentan con elementos activos entre los que se encuentran los amplificadores y los regeneradores, por el bajo costo que poseen se transforman en una buena opción para los clientes, FTTB es el que es empleado en las redes ópticas pasivas, las cuales se encuentran estandarizadas en los momentos actuales y se nombran Ethernet PON (EPON), ATM, PON (APON), Broadband PON (BPON) y Gigabit.

Las PON se utilizan en dos longitudes desiguales de onda, la primera en el sentido de bajada (downlink) y la segunda en el sentido de subida (uplink), las cuales se comparten en tiempo por los usuarios.

El razonamiento más conveniente es en estrella, pero también es admitido el tipo de árbol, bus o anillo. Una de las ventajas del razonamiento en estrella es que el mismo utiliza un reducido número de divisores de red o *splitters*.

En la figura se muestran las principales tipologías PON:

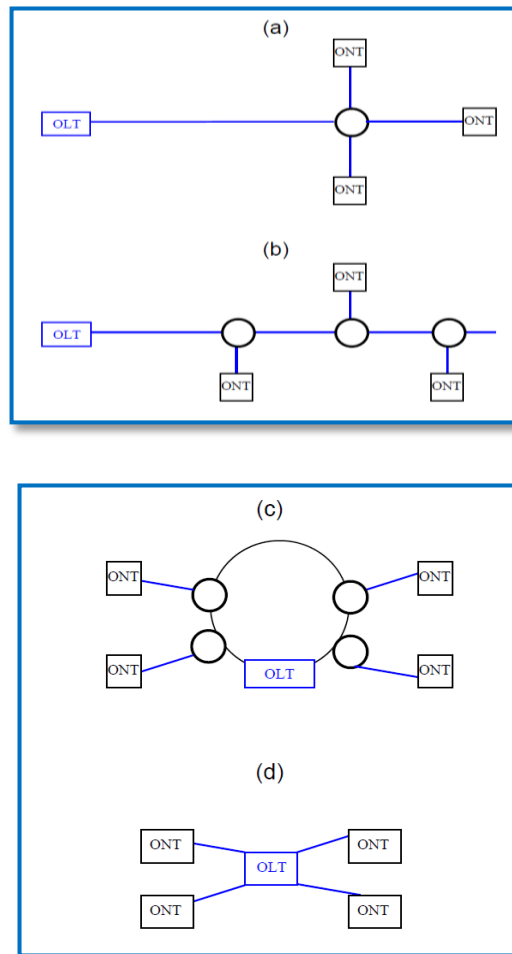


Figura 5: "Topologías en PON: a) tipo árbol; b) tipo bus; c) tipo anillo; d) tipo estrella.

Fuente: Fuente: González, Vega 2009

2.6.2 Ethernet PON (EPON)

Cuando se hace referencia a la capa física de EPON se encuentra descrito en el estándar IEEE 802.3 ah y tiene una topología punto multipunto, su longitud varía según los paquetes, Ethernet PON utiliza el protocolo MPCP (*Multi-Point Control Protocol*), cuya función consiste en controlar el acceso a las topologías de punto multipunto a través de la emisión de mensajes, máquinas de estado y temporizadores.

La máxima velocidad con que trabaja es de 1 Gbps, pero la nominal para EPON es de 1,25 Gbps de modo simétrico, toda esta reducción es debido al uso de codificación 8B/10B.

2.6.3 ATM PON (APON)

Cuando la red óptica utiliza ATM como tecnología de nivel 2 es conocida como tecnología ATM PON, y puede trabajar de modo simétrico como asimétrico, el modo simétrico alcanza 155 Mbps, y el asimétrico 622 Mbps en los canales de bajada, de igual manera en el de subida 155 Mbps.

2.6.4 Broadband PON (BPON)

Su tecnología se encuentra basada en la APON, que anteriormente se nombró BPON, no necesariamente para el tráfico ATM.

En un principio estuvo concebida para que trabajara a 155 Mbps de forma ascendente como descendente, en los momentos actuales utiliza velocidades de 1,25 en bajada y para subida 622 Mbps de manera asimétrica y 622 Mbps en forma simétrica. Actualmente su costo de instalación es mucho menor que el del GPON.

2.6.5 GIGABIT PON (GPON)

Es aprobada en los años 2003 y 2004 en los patrones de la ITU-T y figura de las recomendaciones: G984.1, G984.2, G984.3, G984.4 y G984.5, esta tecnología es anterior a la BPON. Su velocidad es superior a los 1 Gbps, mientras que la GPON su alcance máximo es de 60 Km y está compuesta por una sola fibra por lo que puede ofrecer servicios a 64 usuarios.

A continuación se muestra una tabla con las principales características de la GPON:

Tabla 6: "Principales características de las tecnologías PON"

Características	EPON	BPON	GPON
Tasa de transmisión (Mbps).	1250 modo simétrico.	Bajada 1244; 632; 155. Subida: 622, 155.	Bajada: 2 488; 1244; 622; 155
Codificación de línea	8B/10B	NRZ	NRZ
Número máximo de abonados por fibra óptica.	32	32	64
Alcance máximo (Km)	20	20	60
Estandarización	IEEE 802.3 ah	ITU-T G983.x	ITU-T G984x
Soporte de vídeo RF	No	No	Si
Costo de implementación	El menor de todos	Menor a GPON	Medio

Fuente: Fuente: González, Vega 2009

2.7 La Arquitectura FTTB

2.7.1 Generalidades

Fiber To The Building (fibra hasta el edificio) FTTB por sus siglas en Inglés, posibilita la transferencia de información a unas altas velocidades, a través de las ventajas que brinda la fibra óptica y los sistemas de distribución ópticos. Toda esta arquitectura es muy nueva, por lo que se su mayor explotación es en la actualidad y hasta el momento sus resultados han sido excelentes, ya que económicamente es mucho más baja que sus semejantes, como es el caso de la FTTH (fibra hasta el hogar) ya que en este caso esta llega solamente hasta el hogar o domicilio donde se encuentra el cliente, por lo que sus costos llegan a ser superiores que los de la FTTB.

Con la FTTB, solamente llega a una sola terminal de red óptica (ONT) hasta el edificio, y es entonces donde es compartida por todos los clientes que se sirven de la misma en el edificio, desde la terminal de la red óptica hasta el cliente se transporta con cobre, con una tecnología que puede ser del tipo xDSL y que es nombrada VDSL2.

2.7.2 Principales Arquitecturas de FTTB

2.7.2.1 FTTN (*Fiber to the Neighborhood*)

La tecnología FTTN se encarga de maximizar el desempeño de las redes con ingenio práctico, las mismas están diseñadas para maximizar el rendimiento de la red, con soluciones que han sido probadas a nivel mundial, las cuales son fáciles de instalar, de mantener, de rehabilitar y de actualizar.

Es muy similar a la FTTC, puede llegar hasta el vecindario, para desde ese lugar llegar a los usuarios por un medio de transmisión mucho más económico, como lo es el cobre.

2.7.2.2 FTTC (*Fiber to the Curb*)

Es más conocida como fibra hasta la acera o cercanía, cuando se está en este nivel el nodo de conexión está a una distancia menor de los 300 metros de su punto final, que es la conexión a los domicilios de las personas.

Dentro de sus principales desventajas es que resulta necesario realizar una mayor inversión que en la tecnología FTTH en lo que se refiere a equipos de Multiplexación y las interfaces de red. Este tipo de tecnología compensa sus costos, ya que es mucho más económica que la FTTH.

2.7.2.3 FTTB (*Fiber to the Building*)

Este tipo de arquitectura de las redes Gpon en la que la fibra óptica va hasta la acometida del edificio, es decir que en este caso la fibra óptica llega a un punto intermedio de distribución en las partes internas de edificio de donde va a estar el abonado, y desde aquí se accede a los usuarios finales todo esto mediante la tecnología VDSL2 en un par de cables de cobre sobre par trenzado en categoría 6, con este tipo de arquitectura la fibra óptica se la tiende de manera progresiva logrando un menor costo y reducir el tiempo.

2.7.2.4 FTTA (*Fiber to the Antenna*)

Es muy diferente del modelo FTTB, su señal óptica se transmite por la prestadora de servicios, la cual pasa por un splitter óptico que se ubica en la sala de los equipos del edificio de atención, que es donde se divide y se transmite de forma individual a cada uno de los departamentos u oficinas.

2.7.2.5 FTTH (*Fiber to the Home*)

Más conocida como fibra hasta el hogar, se enmarca en las tecnologías FTTx, su utilización está basada en cables de fibra óptica y en sistemas de distribución ópticos, que se adaptan a esta tecnología para su distribución de los servicios avanzados, como es el caso del “Triple Play” que llega hasta los hogares de los consumidores.

Este tipo de tecnología presenta la utilización de la fibra óptica hasta los domicilios de las personas que deseen el servicio, la red de acceso entre el abonado y el último

nodo de distribución se puede realizar con una o dos fibras ópticas que van dedicadas a cada uno de los usuarios.

2.7.2.6 FTTP (*Fiber to the Premises*)

Aquí en esta tecnología se está haciendo referencia a las “Instalaciones” que utilizan un tipo de tecnología de telecomunicaciones, en donde se utilizan los cables de fibra óptica para la conexión del equipo de distribución que se encuentre más cercano al usuario que será el destinatario de la conexión a la red principal de las telecomunicaciones.

2.7.3 Elementos Básicos de la Arquitectura FTTB

Se encuentran 4 de los elementos principales en la arquitectura FTTB, y estos son:

- ✚ Cabecera.
- ✚ Terminal de línea óptica (OLT).
- ✚ Fibra óptica.
- ✚ Terminal de red óptico (ONT).

A continuación se muestran los Elementos Básicos de la Arquitectura FTTB:

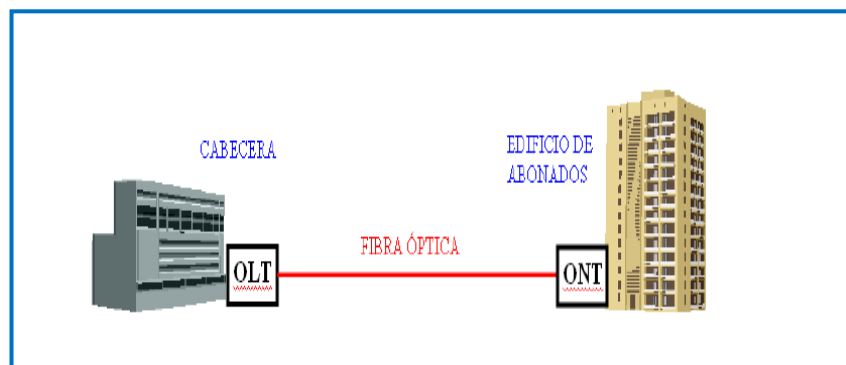


Figura 6: "Elementos básicos de la arquitectura FTTB".

Fuente: González, Vega 2009

2.8 Infraestructura de una Red GPON

Nodarse Alberto (2008) afirma que: “Las redes de datos corporativas se han convertido en una infraestructura básica dentro del entorno empresarial, cobrando más importancia cuanto más grande es la empresa al aumentar el número de empleados que requieren conectividad, tanto entre ellos como con el exterior. Estas redes, además de dar servicio a los puestos de trabajo, también tienen otras funciones: como la de conectar los sistemas de video-vigilancia con el servidor de seguridad, los teléfonos IP a la centralita telefónica o proveer a las salas de audio y video-conferencias de un ancho de banda adecuado para su correcto funcionamiento.” (Nodarse, 2008)

Cuando se decide la tecnología que se utilizará en el diseño de una red, esto se debe tratar con detenimiento, ya que no solo tendrá un impacto directo en los costos de su instalación, sino en el costo del mantenimiento anual que se le realizará, e incluso en la escalabilidad para dar cabida a los nuevos consumidores y los servicios que estos requieran.

En los momentos actuales, el despliegue de estas tecnologías en los edificios corporativos, se realizará con cable y con la tecnología Ethernet, a través de los años, ha sido una de las soluciones que se ha adoptado y se ofrecen velocidades de 10/100/1000 Mbps por cada uno de los usuarios. La topología que se utiliza usualmente es la de estrella. Entre cada uno de los switch se establecerá una conexión de fibra óptica de una capacidad mayor.

2.9 Topologías de Redes Ópticas Pasivas en Gigabit (GPON)

Esta topología es entendida como la configuración de cableado entre el ISP y los edificios en donde están los usuarios, de igual manera lo más conveniente para este tipo de red acceso es en estrella, con PON, esto se debe a la ubicación geográfica del ISP.

Son muchos los autores que muestran las ventajas que presentan las topologías, entre ellos Alberto Nodarse publicó en la página web TELNEC, el artículo donde explica que entre las ventajas se encuentran: El mayor ancho de banda para el usuario, ya que la actual tecnología GPON ofrece hasta 2,5 Gbps hasta a 64 usuarios, aunque se están trabajando para elevar el ancho de banda a 10 Gbps. De igual manera se aumenta la cobertura y calidad del servicio prestado, que va desde las instalaciones donde se encuentra el operador y que se hace posible extender una Red PON hasta 20 Km de distancia con la utilización de la tecnología que se encuentra basada en DSL. Así mismo se plantea que otra ventaja es el ahorro de los costos asociados en el despliegue de la red, que por consiguiente se realiza un ahorro de fibra óptica frente al cobre, con el uso de la topología árbol-rama de la red de fibra.

(Nodarse, 2008)

De esta manera se consiguen superar diversas velocidades, sin la necesidad de que se tenga que tender la fibra óptica en el edificio y los hogares de los usuarios, GPON es una tecnología que permite una correlación de todos los servicios de las telecomunicaciones sobre una única infraestructura.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DE LA RED GPON FTTB EN LA BASE NAVAL SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

3.1 Metodología constructiva

Antes de entrar en materia sobre la metodología constructiva se debe comenzar hablando sobre el significado del término metodología, que Acosta Germán (2010) lo define como: “Plan de investigación que permite cumplir ciertos objetivos en el marco de una ciencia.”

El autor de la investigación coincide en que la metodología es un plan trazado, con una serie de pasos mediante los cuales las personas llegan a cumplir un objetivo determinado.

Por el avance científico-técnico y conforme a los requerimientos de cada uno de los usuarios, se están creando nuevos servicios, para los que las tecnologías existentes resultan obsoletas ya que los mismos presentan características muy diferentes.

Todos los servicios de telecomunicaciones que se ofrecen actualmente, mediante las redes individuales, cuentan con un servicio de método de control, por lo que el reto presente es la realización óptima del control sobre los mismos, para ello se plantea una metodología constructiva de fácil aplicación para los organismos que la deseen aplicar.

Para el desarrollo de la metodología se debe presentar un servicio de calidad que debe ser mostrado a los usuarios. Esta metodología constructiva toma en cuenta los criterios de comunicación y transmisión de la información la cual se transmitirá a los factores que la afectan. El procedimiento que se debe seguir para la construcción de una red GPON con tecnología FTTB, que comienza cuando el cliente solicita el

servicio y por consiguiente genera una orden de trabajo, es el que se muestra a continuación:

Para que se pueda transmitir la información se hace necesario la aprobación del uso de la tecnología GPON, para de esta manera poder enviar la información de forma descendente con periodos de transmisión fijos en sentido ascendentes, la cual posibilitará la ausencia de sacudidas. Debido a la topología en árbol de la red GPON, se debe utilizar broadcasting para el envío de señal a todos los miembros de la red, que tengan la cabida necesaria para la discriminación de datos hacia el ONT, para esto resulta necesario la utilización de las técnicas de seguridad como es el caso del Estándar de Encriptación Avanzada AES (Advanced Encryption Standard), la cual brinda mayor seguridad.

Para esto se utiliza de forma eficiente el ancho de banda, ya que al disponer de éste en los instantes en el que el tráfico se hace más intenso se puede ampliar la capacidad de los usuarios de manera individual gracias a técnicas que son muy conocidas como Asignación Dinámica del Ancho de Banda (BAD) Dynamic Bandwidth Allocation.

Cuando existe la transportación de datos, entonces se opta por la aplicación de los protocolos usados en los estándares previos a GPON, como es el caso de ATM (Asynchronous Transfer Mode), método de encapsulación GPON, el cual se realiza de modo que se pueda adaptar al estándar GFP (Generic Frame Procedure).

3.1.1 Tendido de redes de fibra óptica

Se entiende por tendido de fibra óptica a la acción de extender el cable por entre los extremos a conectar, existen diversos métodos de tendido, esto es según la zona donde se deba de realizar el tendido del cable.

El tendido de los cables de fibra óptica es visto por el suscrito como la prolongación de un cable en algún lugar en específico, para realizar la conexión algún servicio eléctrico o digital a las personas que así lo soliciten.

Este tipo de cable para tendidos aéreos, en sus disímiles conformaciones, pero muy en especial los que pueden ser instalados junto a líneas de alta tensión, los mismos se han destacado, como los sistemas aptos para la transmisión de comunicaciones, ya sea en forma de voz, señales o datos, esta información será transmitida no solo con la calidad requerida, sino con la ventaja de que se realice a un costo muy bajo.

Para el tendido de este tipo de cable, en su estructura de transmisión aérea, existen tres alternativas, las cuales se muestran a continuación:

- ✚ Colgado por las líneas de alta tensión, para este procedimiento se utilizará cable ADSS (All Dielectric self-Supported).
- ✚ Embutido en cable de guarda tipo OPGW (Optical Ground Wire)
- ✚ Adosado el cable de guarda a una de las líneas de fase. Esta opción tiene diversas modalidades, entre las que se encuentran: devanado, engrapado, o colgado. La primera de ellas puede realizarse a través de máquinas automáticas con un control remoto.

Para la instalación de estos cables de fibra óptica, se deben destinar solamente a líneas de alta tensión, ya que se utilizarán en disímiles tipos de cables los cuales pueden inmovilizar cables iguales a él, y el número de fibras ópticas, estos cables son elegidos según las condiciones mecánicas, eléctricas de cada una de las líneas de transmisión específica.

En las redes de fibra óptica aérea, se debe tener en cuenta: que la misma está experimentando un crecimiento acelerado, que estas son completamente diferentes a

otros tipos de redes, que para su instalación no necesariamente tiene que ser en la ciudad, sino en zonas rurales y suburbanas también; sus instalaciones se pueden realizar en lugares subterráneos o aéreos, para su instalación existen diversas alternativas, las cuales pueden resultar ventajosas.

Para la instalación de este tipos de redes se recomienda, realizar un estudio económico del impacto medioambiental y las normas impuestas por cada gobierno en cuanto a la instalación, la utilización de su infraestructura sea posible y no algo subjetivo, estas instalaciones deben ser realizadas por personal calificado y especializado, se deberán utilizar cámaras de registro o las arquetas como los puntos de empalme y la flexibilidad de la red.

Cuando la instalación se hace necesaria, se debe instalar desde un punto intermedio, se debe almacenar el cable sobrante en las arquetas o cámaras, las cajas de empalme deben ser enterradas o de igual manera protegidas por arquetas.

En el caso de que su instalación sea aérea se deben utilizar postes que estos pueden ser de cemento, madera, fibra, acero o plástico, según el estudio económico realizado y el impacto medioambiental que tendrá en la sociedad, debe enlazarse a un cable o hilo de soporte, debe suspenderse de todos los postes, aunque existen situaciones particulares como: (el punto de empalme, final de la ruta, crece de ríos y carreteras). El cable que se vaya a utilizar debe fijarse en el poste, y así la mayor parte de su peso recaerá sobre el poste, se debe dejar un pedazo del cable en cada punto de empalme para la unión de los mismos.

A la vez que los enlaces de fibra óptica admiten mayores anchos de banda con exigencias cada vez más exigentes, se hace necesario que entonces, los enlaces

troncales cumplan con los estándares estrictos de pérdidas. Cuando se necesiten mayores capacidades para la transmisión de datos, por consiguiente aumentará y se expandarán las aplicaciones de red.

Cuando existan mayores velocidades de transmisión, se requieren cables con mayor capacidad de soporte y mayor ancho de banda, para así describir los requisitos de rendimiento de cableado, pruebas de campo, certificación y técnicas para la solución de problemas que permitan el aseguramiento del cableado y a la vez reconocer su compatibilidad o no con aplicaciones como Ethernet a 1, 10, 40 y 100 gigabits por segundo.

Las redes de área local (LAN) o una red empresarial (campus y edificios) muestra la acción de conectar a los consumidores desde una distancia máxima de 2 a 5 Km, a la vez que abarca la conectividad de todo el edificio, al igual que todo el cableado que existe entre edificios o de los campus. También se utiliza primariamente para realizar conexiones a largas distancias y con mayor ancho de banda, este tipo de cableado es el medio preferido para distancias mayores a los 100 metros, como lo son el del troncal de edificio o campus.

3.1.1.1 Herrajes de sujeción para cables de fibra óptica.

Antes de comenzar el epígrafe, se hace necesario definir la terminología herrajes, que según el Reglamento Técnico de Líneas eléctricas de Alta Tensión (2010) se define como: "todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor, los de fijación del cable de tierra al apoyo, los elementos de protección eléctrica de los aisladores y, finalmente, los accesorios del conductor, como separadores, antivibradores." (Tensión, 2010, pág. 12)

En lo personal considero igualmente herrajes los que son utilizados para los cables de fibra óptica metálicos y no metálicos, el cual consiste en el alambre de forma helicoidal que brinda fuerza para detener el conductor por su propio apriete, se encuentra formado por un cable portador con un contrapeso en cada uno de los extremos a un conductor con el objetivo de aminorar toda vibración eólica.

Funes Álvaro (2012) especifica que el diseño de los mismos debe ser el siguiente: “(...) que evite en lo posible las puntas y las aristas, en especial en la zona de contacto con el conductor. Los herrajes y en especial las grapas permitirán su manipulación con las herramientas utilizadas en los trabajos a distancia con tensión. En cuanto a las grapas el diseño permitirá el apriete uniforme sobre el conductor y obtener la igualdad de par de apriete en todos los elementos roscados si los hubiera. En los elementos roscados, como tornillos y estribos, se utilizarán roscas con perfil métrico ISO, de acuerdo con la norma UNE 17 703:1978. Para evitar el aflojamiento de los elementos roscados se utilizarán dispositivos de bloqueo tales como arandelas elásticas, pasadores.” (Funes, 2012, págs. 19-20)

Todos estos mecanismos se deben de tener en cuenta para su diseño y así evitar que ocurra algún tipo de accidente lamentable, de igual manera esto permite se adecuado empleo por lo que es recomendable también la utilización de las normas ISO conjuntamente con las UNE, para una excelente manipulación de los mismos.

Estos herrajes tendrán dimensiones, que según la norma UNE-EN 61284:1999, con respecto a las medidas de enclavamiento se normará por la UNE 21 126/1:1995.

Los materiales que se utilizarán serán los de partida de los diversos tipos de herrajes, ya sea de aluminio, una aleación de aluminio o de acero y serán correspondidos por

las normas UNE, las varillas helicoidales que se utilizarán cumplirán con las mismas especificaciones que los alambres, según lo establecido en las normas UNE 21 005:1991 y UNE-EN 61232:1996.

Funes Alvaro (2012) afirma que: “La elección de los materiales constitutivos de los elementos deberá realizarse teniendo en cuenta que no puede permitirse la puesta en contacto de materiales cuya diferencia de potencial puede originar corrosiones de naturaleza electrolítica. Este punto es especialmente importante para los elementos que tengan contacto directo con el conductor.” (Funes, 2012, pág. 22)

Yo coincido con Funes que el correcto uso de los materiales dependerá en gran medida la vida que después tenga, ya que la puesta en contacto con los elementos, y otros materiales le producirán un desgaste inminente e innecesario.

Todos los herrajes deberán ser marcados con letras legibles e imborrables, los cuales deben llevar el nombre de quien lo fabricó o su marca de fábrica, designación de UNESA o la referencia del fabricante, la marca del lote de fabricación, es necesario conocer que no se exigirá la referencia del lote de fabricación en las varillas helicoidales.

Los requisitos que se deben tener en cuenta para los herrajes son el de soportar altas cargas de tracción, deben poseer un material factible con el cable y por último este se dispondrá sobre la parte superior de apoyo.

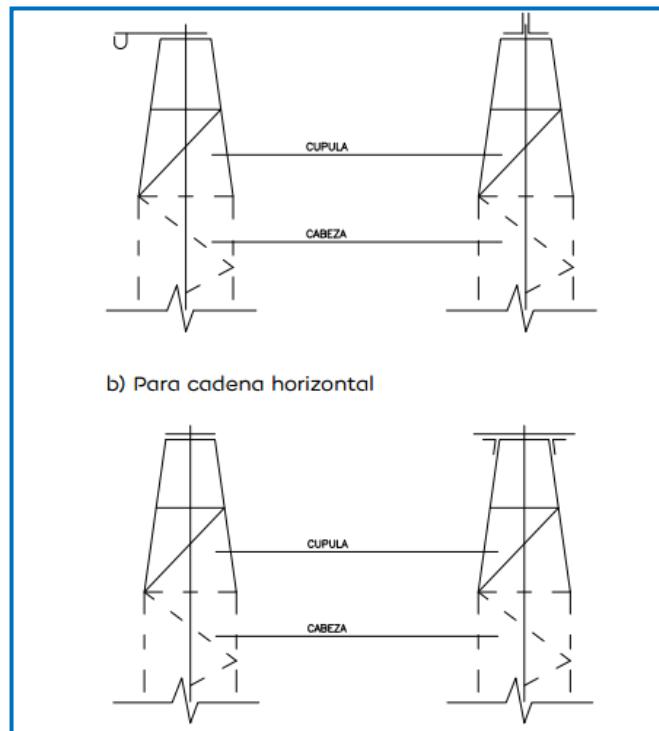


Figura 7: "Entronque de cable a tierra"

Fuente: HidroCantábrico Distribución Eléctrica 2015

Existen diversos tipos de herrajes y dentro de sus componentes se encuentran las cadenas de herrajes que son las que se indican a continuación:

El herraje para la formación de cadena en línea aérea AT, la posición más común es parecido al herraje extremo que lleva unión con el apoyo, sus características, diseño y dimensiones se representan en la siguiente figura y se designará a través de las siglas GN o GNT.

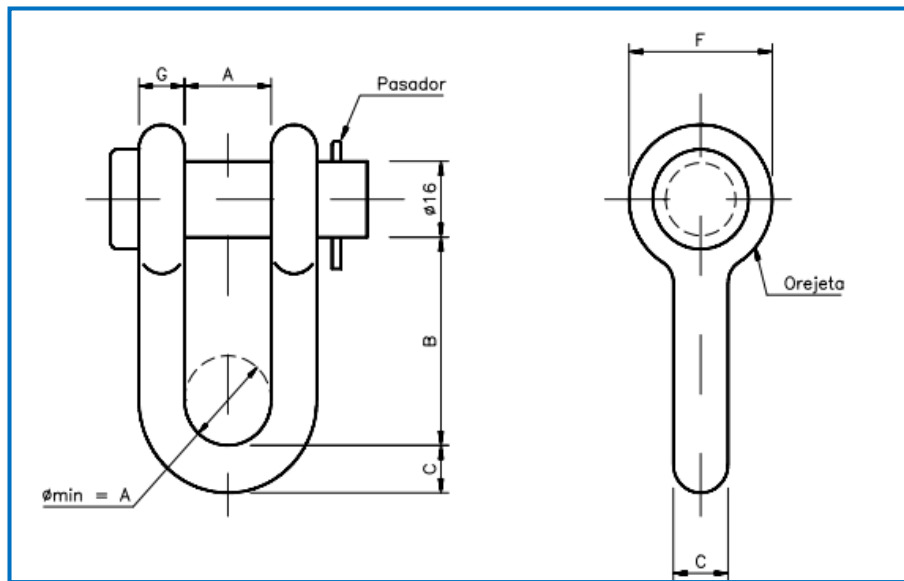


Figura 8: "Grillete normal".

Fuente: HidroCantábrico Distribución Eléctrica 2015

El grillete revirado es el que se utiliza en una cadena de aislamiento (ET/5040) es cuando se establece una unión directa de apoyo, junto a un sistema de fijación del cable, más conocido como grapa, el grillete que se revire poseerá el diseño, las dimensiones y las características que se presentan en la siguiente figura:

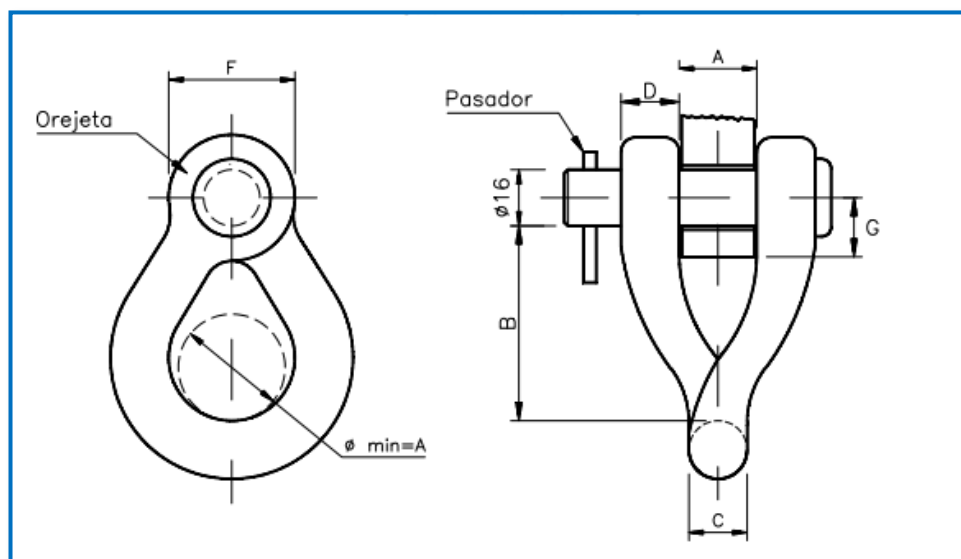


Figura 9: "Grillete revirado".

Fuente: HidroCantábrico Distribución Eléctrica 2015

El eslabón que se utiliza en la cadena de aislamiento (ET/5040) es el utilizado para los enlaces que van desde el herraje extremo de unión y alguno de los sistemas que se utilicen para su fijación con el cable, el mismo tendrá las dimensiones, diseño y las características que se presentan en la siguiente figura:

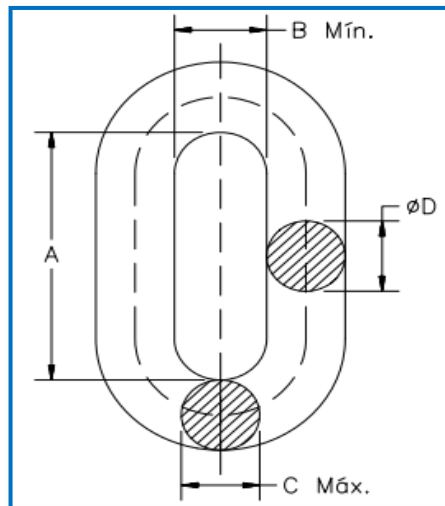


Figura 10: "Eslabón".

Fuente: HidroCantábrico Distribución Eléctrica 2015

En estos casos el eslabón plano es el que se utiliza como enlace entre los herrajes extremos de unión y el sistema de fijación o grapas, su diseño, dimensiones y características son las que se muestran a continuación en la siguiente figura:

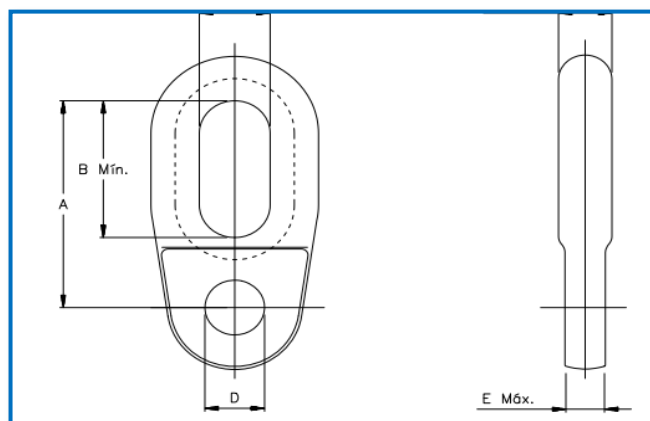


Figura 11: "Eslabón plano".

Fuente: HidroCantábrico Distribución Eléctrica 2015

El eslabón revirado sirve de enlace entre los herrajes extremos de unión con el apoyo y el sistema de fijación por cable, el diseño, las dimensiones y las características del mismo son las que se representan a continuación:

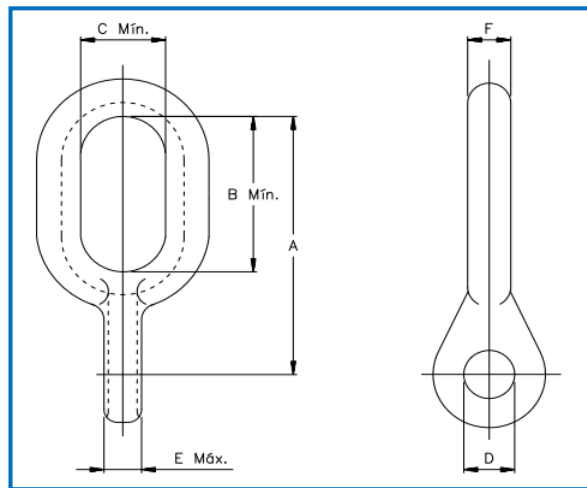


Figura 12: "Eslabón revirado".

Fuente: HidroCantábrico Distribución Eléctrica 2015

El pasador para bulones y tornillos, tiene la función de enclavamiento, para así evitar el desprendimiento de los tornillos y los bulones, su tipo será de auto bloqueo, de manera tal que sin necesidad de maniobrar sus extremos, quede adecuadamente instalado y sin probabilidad de pérdida.

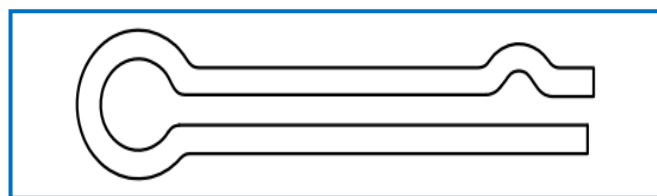


Figura 13: "Pasador para bulones y tornillos".

Fuente: HidroCantábrico Distribución Eléctrica 2015

Todos estos accesorios llevarán consigo el diseño, las dimensiones y muchas características análogas entre sí, se designarán con las siglas GSA seguida y se dejará

un espacio de la letra T, según le corresponda al cable de acero recubierto con aluminio con que se sujeten y por un número de orden, en caso de ser necesario.

3.1.1.2 Preformados de retención o terminales.

Toda retención preformada es destinada a la ejecución de puntos fin de línea mecánicos en el primario, junto con un aislador de tipo campana o de pollera, directamente en el secundario, a la vez con aisladores de tipo roldana para cables de aluminio.

Los preformados se encuentran fabricados a partir de hilos de acero galvanizados, recubiertos de aluminio, después de su formación, por lo que reciben en la parte interna un material abrasivo que optimice el agarre sobre el cable, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 14: "Preformado de retención"

Fuente: Catálogo de Qingdao Powtech Electronics Co., Ltd. 2015

Gómez Carlos (2014) menciona las ventajas de los preformados de retención. “Resistencia mecánica del 100% de la carga de rotura de los cables CA y 80%, en

promedio, de la carga de rotura de los cables CAA, pueden ser utilizados directamente sobre aisladores de rienda o roldana.” (Gómez, 2014)

Cuando se realice la fijación de aisladores tipo pollera, es recomendable la utilización de los accesorios suplementarios para una mejor adaptación entre el ojal del aislador y la retención preformada de distribución, es recomendable, el uso de un guardacabo con horquilla junto con la retención preformada de distribución.

Los amarres que se realicen helicoidalmente se deben aplicar de manera directa sobre la superficie del cable sujetándolo de forma fuerte y uniforme, para que se prevenga la distorsión y los daños en el cable.

El objetivo de estos amarres es la de ejecutar una baja presión radial para que el cable no se dañe, por lo que el amarre permitirá la replicación dos veces en 90 días de realizada la instalación inicial. La misma se encontrará capacitada para la resistencia de la vibración normal del cable y del sistema de red compacta, se deberán evitar los rozamientos, las abrasiones y por ende los esfuerzos concentrados como se muestra en la norma IEC 61897ed1.0.

El mismo deberá ser resistente a la tensión de alguna rotura del cable y deberá estar diseñado para aguantar una carga sostenida del 20% de la rotura, su amarre deberá estar diseñado para no perder la capacidad de la retención, a la vez que se presentan algunos cambios que serán normales por la fluencia o la deformación por los ciclos técnicos de la superficie del cable.

Cuando se realice el amarre metálico, la dirección del paso de los alambres, será muy parecida a la del cable, o sea, de izquierda a derecha, el diámetro interior de la hélice tendrá un aproximado del 20% menor que el diámetro del cable, por lo que deberá poseer la misma capacidad de rotura del cable que se encuentre sujetando y la

resistencia que realizará sobre el deslizamiento será igual a la tensión de rotura del cable.

Los amarres que se realicen podrán ser instalados con una pértiga y aplicarse sobre el cable de amarre, el cual debe adherirse sin causar daños en la superficie exterior del cable. Todo el material abrasivo que posee el amarre preformado permitirá el aumento del agarre sobre el mismo.

3.1.1.3 Lazos de expansión

En la actualidad, los lazos de expansión son los sistemas más impenetrables con los que se cuentan para la absorción de la dilatación en las tuberías.

El lazo de expansión ha sido instalado desde el año 1997, por lo que se partió de un captador cilindro parabólico del tipo LS-3, y constituye la instalación idónea para la evaluación de las condiciones reales de la operación de la energía solar, concentrada en componentes para las instalaciones con captores cilindro parabólico.

Toda instalación original debe constar de un circuito cerrado de aceite térmico conectado a un captador solar que se encuentra formado por cuatro módulos cilindro parabólico del tipo LS-3, de 12 m de longitud y 5,7 m de apertura, con su superficie total de captación solar de 274 m². El aceite térmico usado en esta instalación (Sylthem 800) posee una temperatura máxima de trabajo a 420 grados Celsius, y punto de congelación de 40 grados Celsius, cuenta también con un eje de rotación orientado en la dirección Este-Oeste, por lo que puede aumentar el número de horas al año que el ángulo de incidencia de la radiación solar es menor a 5 grados.

Los lazos de expansión, se encuentran compuestos por elementos de deformación mecánica hermético, el cual permite la compensación en un reducido espacio, con considerables valores de dilatación, por el momento existen diversos tipos que se diferencian entre sí a través de las funciones de trabajo que son capaces de admitir:

- ✚ Axiales.
- ✚ Laterales.
- ✚ Angulares.

Aunque existen muchas formas posibles de combinarlas, y en su diseño se deben realizar diversas aplicaciones particulares.

Para Díaz Guillermo (2010) existen diversos lazos de expansión, entre las que se encuentran:

- ✚ Plana: de papel tejido y goma, hasta 250 °F. Estriada.
- ✚ No metálica: de amianto tejido. Buena para tuberías revestidas de vidrio o con caras muy rugosas. Hasta 300 o 400".
- ✚ Metálica: muy diversos metales. Satisfactoria para la máxima temperatura que pueda soportarla brida o la junta. Estriada.
- ✚ Estriada: metálica con surcos marcados en ambas caras. Requiere menor carga de comprensión que la plana y se obtiene mayor eficiencia que con las planas en muchos casos. Reemplaza a las planas en muchos usos. Muy fina.
- ✚ Laminada: amianto con encamisado metálico. Muy fina.
- ✚ Espiral arrollada: capas de metal preformado y amianto arrolladas en espiral. Fina. Tanto estas juntas como las laminadas se usan hasta 850°F. Requieren

menor carga de compresión que las sólidas y por lo tanto es más eficiente para altas temperaturas y presiones.

- ✚ Ondulada: envuelta en metal ondulado relleno de amianto. Para uso hasta 850°F y alta presión. Buena para servicio severo tal como petróleo bruto caliente y productos químicos. (Díaz, 2010, pág. 12)

Todo esto, junto con fuerzas provocadas por la dilatación y las vibraciones engendradas por compresores, turbinas, motores, bombas y demás elementos, los cuales convierten a las tuberías y conductos en los elementos transmisores y perturbadores por excelencia, debido a que su rigidez y organización favorece la sostenida propagación de molestos efectos a través de las instalaciones.

3.1.1.4 Tendido de redes de fibra óptica canalizada

Antes de realizar el tendido de cable de fibra óptica, se hace necesario tomar alguna de las siguientes acciones, para la realización o no de algunas de estas tareas, por lo que se acuerda de forma previa el tendido en el reconocimiento de los trabajos que se realizaran:

El cuidado general del cable, se deberá realizar con cuidado para que este no se deteriore, y mucho menos las propiedades que posee ni las de la fibra, este no se torcionará en ningún momento, ni se desfigurará con las abrazaderas, las bridas y los soporte. En el caso de que se deba enlazar el cable, con especial cuidado en que este no se deforme, también se debe evitar que se realicen presiones no homogéneas sobre la fibra, en caso de que se almacene, se realizará en forma de 8 en un área plana y que se encuentre asegurada de que los radios de curvatura son mayores que el mínimo especificado por los fabricantes.

La señalización y la acotación de las zonas de trabajo, en el lugar donde se realicen estos trabajos deben de estar correctamente localizadas y señaladas (con señales de aviso y peligro) en consideración con la autoridad competente de la zona en la que se realicen estos trabajos. Cuando se realicen las comprobaciones de los gases tóxicos y la distribución de elementos de protección en la apertura de la arqueta, esto se debe realizar antes que el personal autorizado acceda a ella, entonces se procederá a ubicar en la arqueta los elementos de protección para así evitar caídas y los accesos a la misma. Cuando este tipo de instalación lleve un tendido por desagüe exterior, se realizará una limpieza y acortamiento de la arqueta en el caso de que así lo requiera.

Para el transporte de la bobina y su preparación para su posterior instalación, antes de la instalación se debe de transportar la bobina hasta donde se estén realizando los trabajos y por consiguiente se han de disponer para su instalación colocando la bobina de forma correcta para su desenrolle.

El tendido de redes de fibra óptica es cuando se realiza la expansión del cable de fibra óptica entre los extremos a conectar, existiendo diversos métodos de tendido según la zona donde se realizará este tipo de trabajo.

Existen dos tipos de tendido, que se diferencian por tendidos en exteriores y en interiores, en los tendidos en exteriores su diferencia radica en que son tendidos de canalización exterior, tendidos en fachada y aéreos.

El tendido de cable de fibra óptica por canalización exterior es cuando se realizan en la dispersión del cable por diversos conductos o subconductos que forman el prisma de canalización disponible. Todas las técnicas que se encuentran en disponibilidad para realizar los tendidos de canalización se deben cumplir a cabalidad para la correcta instalación que se encuentren mandrilados, esta acción consiste en

comprobar la continuidad del conducto, para que cada vez que se pase por un hilo con una punta de una determinada distancia y diámetro para su demostración.

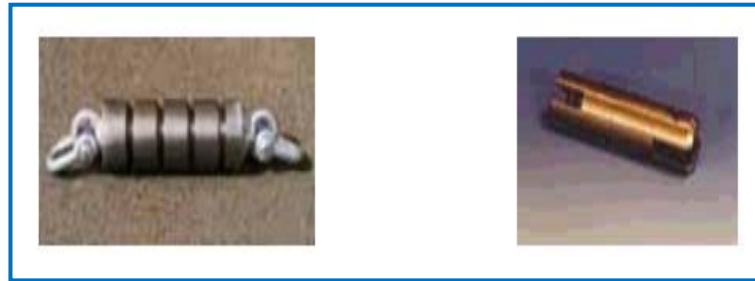


Figura 15: "Mandril y nudo giratorio".

Fuente: EUSKADI JAURLARITZA 2015

Se hace necesaria la utilización de un hilo guía que debe de tener el conducto que se ha elegido para la realización del tendido, esto se debe a que el cable se encuentra listo para la unión al cable guía a través de un nudo giratorio, por lo que la punta del cable preparado para el cable de tiro se atrapa a un extremo del nudo giratorio, por lo que se necesita sacar el tornillo utilizando un destornillador.

De igual manera el cable guía se debe enlazar con el otro extremo del nudo giratorio, para de esta manera evitar que el nudo realizado no se resbale, los nudos que se realicen en la cuerda se deben encintar con algún aislante plástico desde el extremo del nudo giratorio hasta unos 10 cm después del último nudo.

La metodología de tendido de cable denominada “blowing” es descrita por muchos autores como un tendido neumático, que se utiliza para las instalaciones canalizadas de cables de telecomunicación, la cual consiste en embutir todos los cables a presión, para ser colocados de una sola vez.

Cuando se realizan tendidos de este tipo, se hace necesario que se utilice una oruga de cable, para así aumentar el empuje (utilizada para apoyar la fuerza de empuje durante la insuflación de cables de fibra óptica de 10-27 mm de diámetro), también se necesitará un compresor, el cual es obligatorio para que los conductos y los tubos no muestren deformación alguna.

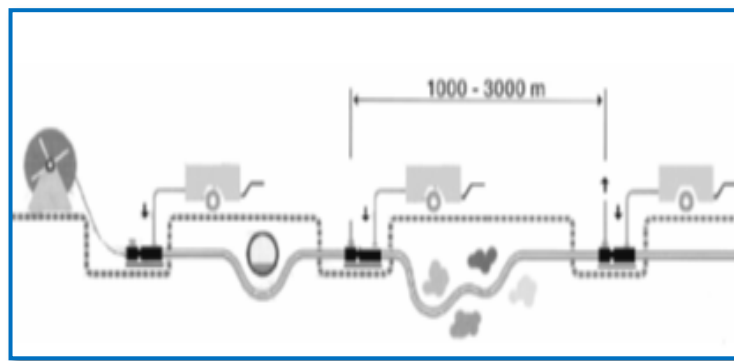


Figura 16: "Tendido mediante blowing"

Fuente: EUSKADI JAURLARITZA 2015

Los procedimientos que se deben seguir para este tipo de tendidos son los siguientes:

- ✚ Los cables serán calibrados un momento antes de ser introducidos, con el objetivo de que los conductos que se encuentren deformados no sean los que interrumpan todo el proceso.
- ✚ Para el trazado de los conductos se debe pasar un émbolo medidor a presión por un conducto de material sintético, este debe emitir impulsos de una alta frecuencia localizables hasta un fondo de 4 metros. En el caso de que el émbolo medidor se atore por las deformaciones del conducto, cualquier impulso emitido se transformará en una señal óptica y acústica forma permanente, al acercarse el aparato de localización a la sonda.

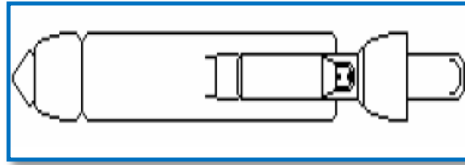


Figura 17: "Émbolo medidor"

Fuente: EUSKADI JAURLARITZA 2015

- ✚ Todos estos cables se podrán instalar cuando se sopla en cascada o se recupere el cable en puntos determinados y por consiguiente se retorna a soplar en ese punto, este procedimiento también se realiza para la instalación del cable en otra dirección, cuando la bobina y el sistema de tendido cascada o no. De igual manera cuando se instale una bobina en 2, 3 o 4 fases, esto va en dependencia de la extensión de la bobina, se debe tener en cuenta para su instalación que en las arquetas intermedias, se debe continuar por el conducto en el que se ha estado trabajando para el soplado, prestando mayor atención en las curvaturas del sub conducto y el estanque de las uniones para así evitar las pérdidas de presión.
- ✚ Cuando se proceda a tender el cable, en este momento es cuando se emplea un émbolo convencional o uno medidor con sonda.

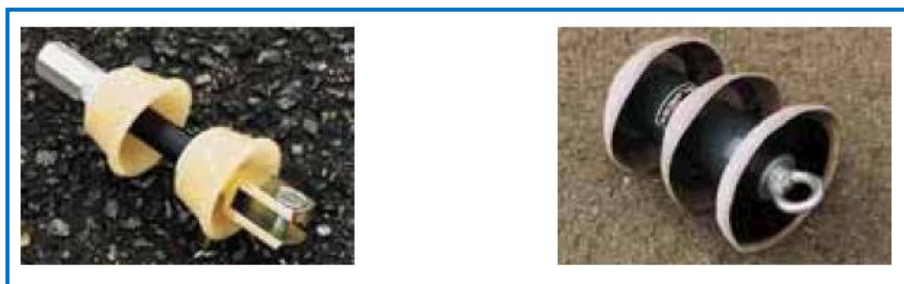


Figura 18: "Émbolos convencionales".

Fuente: EUSKADI JAURLARITZA 2015

- ✚ En todo este proceso de sopladura, el cable de fibra óptica debe pasar por la oruga de cable junto a la pieza de empalme de aire comprimido, la cual estará provista con juntas especiales.

- ✚ En caso de que todo este aire comprimido, no fuese suficiente para el impulso del émbolo, que se encontrará acoplado al cable, entonces se debe conectar la oruga de cable neumático, y así apoyar el empuje.

- ✚ Se cederá al émbolo de un conector de retención, con el objetivo de que si se queda estancado el cable, desde el otro extremo del tubo, este se pueda empujar mediante una guía de inserción plástica con aparato de retención, o disparar el aparato a través de un cable auxiliar que se acople al émbolo.

- ✚ En el caso de los sistemas de cableado submarino, estos se extenderán a través de los océanos, contarán con puntos intermedios que se instalarán a 3 mil kilómetros máximos por tierra, estos a su vez se conectarán a los sistemas de transmisión y recepción, compuestos por moduladores y multiplexores ópticos que componen los regímenes de observación y control, los cuales serán amplificados junto con los empalmados al cable que mediante 30 o 50 Km, se encargarán de garantizar la calidad de las señales que viajan a través de las fibras ópticas para así permitir la telecomunicación.

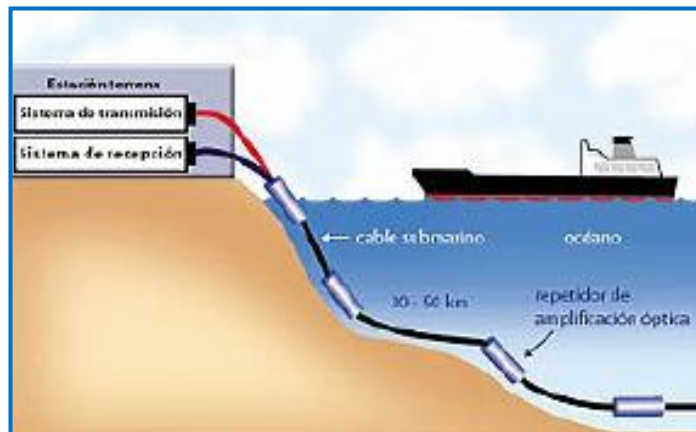


Figura 19: "Cableado submarino".

Fuente: Pablo de la O Cruz 2015

Todos los sistemas de cableado submarino son los encargados de manejar altas capacidades de varios Terabits por segundos, todo esto gracias al uso y manejo de la tecnología DWDM (Dense Wave Length División Multiplexing), por lo que se encargan de transportar indistintamente voz, datos y servicios de internet por protocolo IP.

3.1.1.5 Pruebas de aceptación de redes de fibra óptica.

Todas las pruebas de aceptación son realizadas con personal calificado y especializado para la ejecución de los test de los enlaces de fibra del sistema de voz y datos. Las pruebas de aceptación se realizan en la tercera etapa, dentro de las etapas de verificación del cable de fibra óptica.

Dentro de las pruebas de aceptación, se encuentran:

Medición de longitud óptica: Se utiliza cuando se ha de efectuar alguna medida de precisión, y es considerada como el índice de refracción de las fibras ópticas instaladas, estas mediciones se realizarán a través del OTDR, apropiadamente

calibrado y certificado por el fabricante o distribuidor, las cifras que reflejen estas medidas, no deben superar los 0,15 db como promedio de cada empalme que se mida bidireccionalmente, y 0,5 db por cada par de conectores instalados en el trayecto de la fibra a probar. El valor admisible para la pérdida de potencia por Km es de 0,38 para el caso de fibras que se miden en segunda ventana (1310 nm) y de 0,25 db en el caso de las fibras medidas en terceras ventana (1550 nm). Todas estas mediciones se realizarán con la mejor resolución que se pueda alcanzar, por lo que la distancia y el ancho del pulso, debe ser el menor posible.

Pruebas de hermeticidad de las cajas de empalme: la misma se efectúa con la acción de inyectar gas inerte a la caja y se realizará su comprobación con líquido jabonoso, que en este caso es el adecuado para detectar las fugas de gas existentes en el exterior de la caja.

Norma de calidad para la aceptación de los empalmes: para las redes que se utilizarán en zonas urbanas, en las que se usa la fibra óptica, se deben instituir las siguientes normas de calidad para la aprobación de cada una de las secciones, la prueba de aceptación debe ser respetada por cada una de las fibras ópticas de cada una de las secciones, por lo que se instituye:

- ✚ Para los tramos de fibra óptica, se tomarán las siguientes especificaciones de calidad, para así aceptar el promedio de atenuación de cada uno de los empalmes de cada fibra, puede superar los 0,10 db, como es el valor de la atenuación por cada uno de los empalmes, se aceptarán hasta 0.15 db, en caso de que el valor de la atenuación del empalme fuese mayor de 0,15 db, entonces deberá de hacerse nuevamente.

- ✚ La inmensa mayoría de estas medidas se deben realizar a una distancia de onda de 1310 nm y en los dos sentidos, por lo que se toma como valor absoluto de la pérdida la media que se obtenga de las mediciones realizadas, aunque la empresa que se dedique a supervisar, tiene todo el derecho de exigir longitudes de onda diferentes.
- ✚ Para la realización de todas estas pruebas se deben llenar una serie de formatos de protocolos de pruebas, estos documentos deben ser entregados como certificación de la calidad del empalme y el tendido correspondientemente.
- ✚ La unidad de medida y el pago del hilo de fibra probado contiene la preparación del cable para este tipo de pruebas, las herramientas necesarias, y por supuesto el equipo y la mano de obra que se utilizará en la realización y elaboración de este tipo de pruebas, es una medida a seguir enviar una copia dura y magnética.

Las normas de calidad que se utilizan para la conexión, son las siguientes:

Medición de atenuación: se determinarán dos tipos de configuración, según se utilice cable para la acometida o se realice el acceso del cable exterior al distribuidor de fibra óptica.

El acceso al edificio a través de cables de acometida y de exterior, se debe poseer una conexión a nivel de distribuidor de fibra óptica, formada por la pérdida intrínseca del conector y el empalme de la unión de pig tail.

Para realizar correctamente una medición, uno de los extremos de dicha bobina debe de encontrarse conectado a nivel de distribuidor de fibra. Los valores de pérdida de

retorno medidos en cada una de las terminaciones del cable de fibra óptica, deben cumplir con las normas de aceptación que a continuación se mencionan:

✚ 70% de los valores medidos > 40 db (mayor)

✚ 30% de los valores medidos < 38 db (menor)

Para Ventura Fernando (2010) la medición de la pérdida total del trayecto por potencia optica se realiza de la siguiente manera:

La pérdida total de cada sección ('A') para cada fibra óptica deberá satisfacer la siguiente ecuación: Siendo:

'A' = Pérdida total del tramo (dB)

'a' = Atenuación nominal de la fibra óptica a la longitud de onda especificada; (dB/km)

'L' = Longitud óptica total del tramo; (Km)

'En' = número total de empalmes. No se consideran los empalmes de acometida, si existieren y el empalme a pig tail.

'ae' = valor medio de atenuación por empalme; (dB)

'Nc' = Número de conectores.

'ac' = pérdida de la conexión a nivel de distribuidor (dB)

Para el cálculo se deben tener en cuenta los siguientes valores:

'a' = 0.25 dB/km a 1550 nm y 0.38 dB/km a 1310 nm. Fibra óptica monomodo estándar. (Ventura, 2010, pág. s/n)

En estas pruebas de aceptación, también se debe realizar una para controlar el ruido, la cual consiste en:

Tomando en consideración la posibilidad de que esta interfaz física que posee el instrumento, no sea relacionado con los contenedores utilizados de distribuidor de fibra, entonces se hace necesario la medición de la potencia, utilizando el siguiente procedimiento de calibración, por lo que se debe utilizar 2 cordones de adaptación al instrumento transmisor y receptor.

Los cuales son expuestos por Ventura Fernando (2010) de la siguiente manera:

- ✚ Se medirá el nivel de potencia de salida del transmisor, por medio de un cordón conectado de acuerdo a la interfaz física del instrumento.
- ✚ Se medirá la pérdida de inserción del juego de conectores correspondiente a la interconexión de los 2 cordones de adaptación.
- ✚ La pérdida intrínseca será la que resulte de la diferencia entre las mediciones efectuadas en los ítems anteriores, debiendo ser menor a 0,4 db.
- ✚ Con la configuración del ítems próximo anterior, se realizará la calibración del equipo transmisor-receptor. (Ventura, 2010)

Si se diera el caso de que el instrumento de medición tuviese interfaz compatible con los conectores que se han utilizado, la calibración se realizará de manera directa entre el equipo transmisor-receptor, por lo que no será necesario el uso de cordones de adaptación. Cuando se realice el paso de la interconexión, se efectuará a través de la desconexión del cordón de referencia a nivel del equipo receptor, para a los efectos realizar la medición, por lo que se hace necesario el empleo de un cordón de conexión al equipo receptor distribuidor de fibra. Todo lo que se ha explicado con anterioridad es a causa de las calibraciones, por lo que se debe considerar $N_c = 2$ en

la determinación de la pérdida total de trayecto, por lo que la medición se realizará a las longitudes de onda de 1500nm y 1300nm.

Para todas estas tareas el equipo y las maquinarias requeridas son los siguientes:

- ✚ Certificador de cableado de fibra óptica.
- ✚ OTDR.
- ✚ Medidor de potencia.
- ✚ Empalmadora de fibra que permita establecer empalmes con menos de 0.1 dB.

Todo valor absoluto de pérdida se obtendrá de la misma forma que el promedio de 3 medidas efectuadas, luego de 3 procesos de desconexión-conexión.

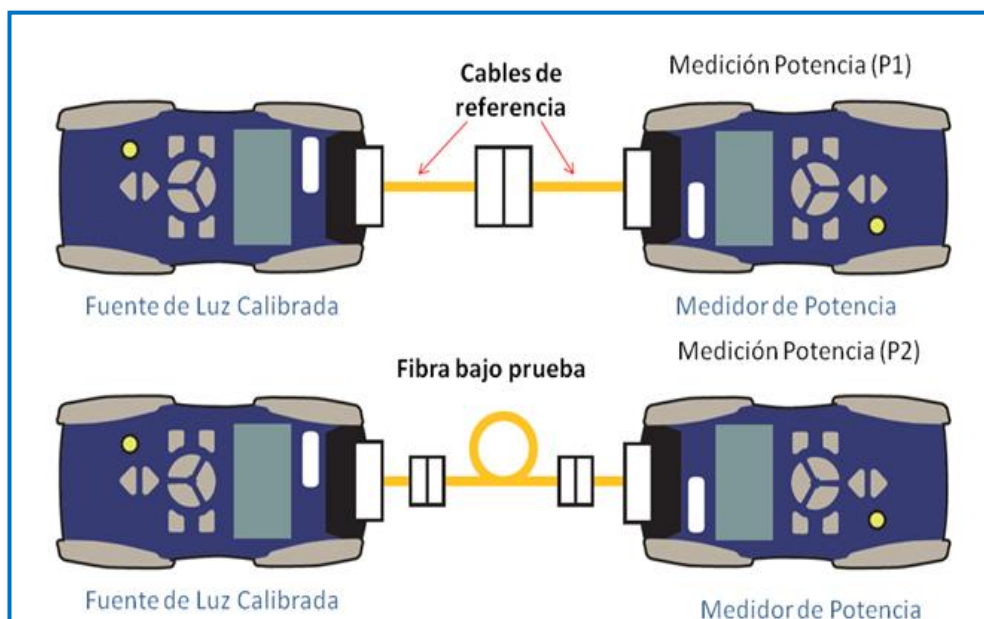


Figura 20: "Cables de referencia y bajo pruebas"

Fuente: Fernando Ventura 2015

Estas mediciones se realizan por la pérdida de inserción que se realiza de manera usual en las dos direcciones, pues estos resultados son variables de un sentido del

enlace a otro, esto es por el efecto de acoplarse o empalmarse donde sus núcleos no se encuentren alineados de forma correcta. De esta manera se asegura la precisión de las mediciones, y se toma la media de las atenuaciones en los dos puntos, cuando se estima un enlace, por lo que se hace necesario tomar las mediciones de las distancias de onda que serán usadas en la transmisión, que de forma general son de 1310 nm y 1550 nm para cualquier tipo de enlace y 1490 para las redes de tecnología GPON en fibra a la casa.

CAPÍTULO 4: DISEÑO TÉCNICO Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

4.1 Reseña histórica de la actual red de BASUIL

Brevemente se mostrará una pequeña reseña histórica sobre el diseño de la red de telecomunicaciones que actualmente está operando en la base naval sur ubicado en la ciudad de Guayaquil, y esto se debe a que cuando se incorporó la marina en nuestro país desde un inicio se priorizó el sistema de protección y seguridad para velar por la seguridad de todas las personas y del país de manera externa y más aún para mantener en reserva todo el mar territorial de nuestro país, no dejando de lado a las grandiosas Islas Galápagos.

Y sobre todo para cuidar la soberanía del territorio ecuatoriano, logrando como resultados ayudar al progreso del país interviniendo en la lucha contra el contrabando, narcotráfico, migración, pesca ilícita, robos de embarcaciones, muertes y asesinatos en la mar, etc., y todo aquello se ha ido logrando y reduciendo gracias al aporte de todo el personal que trabaja en la Armada y todo esto se debe al uso correcto de las armas y a la utilización de las tecnologías y preparación académica, técnica y tecnológica que nuestra Institución nos ofrece día a día.

Todo este gran aporte se debe a que gracias al uso correcto de las telecomunicaciones y a las innumerables tecnologías que en la Armada se utiliza para el progreso del país y para ayudar al beneficio de las personas, por tal motivo nace realizar desde sus inicios la implementación de una red de acceso a las telecomunicaciones ya que las comunicaciones son primordiales en la Armada, y en razón de aquello se implementó

las redes de telecomunicaciones las mismas que hasta la fecha son de acceso a través de cable de cobre y con equipos de tecnologías antiguas.

Es por eso que nació la idea de poder implementar una red de acceso a las telecomunicaciones con una tecnología de punta y que a la vez utilice equipos de última generación con versiones y aplicaciones más recientes y que sobre todo tenga una velocidad muy rápida en capacidades de Giga bits por segundo y que al momento de poder implementarla resulte óptima y muy económica.

4.2 Análisis del diseño de una nueva Red Gpon FTTB

Tomando en cuenta la red que actualmente opera en la base naval sur en la ciudad de Guayaquil y en todos los establecimientos de la Armada, se analizó la idea de implementar una nueva red que esté a la vanguardia de las tecnologías y que de una vez se logre migrar el cable de cobre por el de fibra óptica para poder tener unas velocidades increíbles ya que la velocidad de la luz es muy rápida y en la actualidad se está usando la luz para transmisión de datos, y en base a todas aquellas ventajas y características nace la idea del suscrito, debido a que actualmente trabajo en esa Institución y que a la vez me encuentro laborando en el área de Telecomunicaciones dentro de la Armada del Ecuador, tal cual enmarca en su perfil profesional como marino de guerra, y el mismo que a la vez en la actualidad ha estudiado una carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones.

Por ende tomé la decisión de diseñar una red de tecnología GPON que utilice el estándar FTTB, que se usará en la Base Naval Sur ubicada en la ciudad de Guayaquil. Y una vez que se logre implementar a futuro esta red pues se pretende

con el tiempo migrar todas las redes de cobre por las redes de fibra óptica en toda la armada, dando prioridad a los repartos y unidades operativas, administrativas y logísticas de mayor necesidad e importancia.

Y todo esto se logra gracias al avance de las tecnologías y el aporte de muchos profesionales del área de las Telecomunicaciones y más aun sabiendo que cada día las redes de acceso van creciendo y desarrollando nuevas plataformas, versiones, usos, aplicaciones, etc.

4.3 Consideraciones del diseño de la Red Gpon con FTTB

Algo relevante y lo más importante que se debe considerar en el diseño de la red GPON con estándar FTTB de la Base Naval Sur en la ciudad de Guayaquil, se debe considerar los siguientes parámetros más importantes:

- ✚ ALCANCE
- ✚ ZONA DE SERVICIO
- ✚ USUARIO O ABONADOS
- ✚ DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PENETRACIÓN DEL INTERNET
- ✚ NÚMERO GENERAL DE USUARIOS DEL SERVICIO DE BANDA ANCHA
- ✚ PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA

4.3.1 Alcance:

Para definir con exactitud el alcance este proyecto optaremos por subdividir as siguientes partes administrables, todo esto con el único objetivo de:

- ✚ Tener una mejor exactitud en los valores del costo y del tiempo.

- ✚ Brindar las facilidades de manera pertinente con respecto a las responsabilidades y funciones correspondientes para cada individuo.
- ✚ Establecer un tiempo específico para tener el control y así hacer seguimiento de las tareas del proyecto a seguir.

4.3.2 Zona de servicio:

En este trabajo de investigación en donde se pretender diseñar una red GPON con estándar FTTB, debe considerarse mucho el área o zona en donde se va a diseñar mencionada red ya que se debe considerar si la zona tiene cerca de ella una OLT la misma que es provista por CNT, ya que de allí parte todo el diseño la red Gpon, otros factores que se debe considerar es la cobertura, puesto que si la infraestructura de todos los componentes, accesorios y equipos que integran un ISP no llegan hasta el lugar o zona del proyecto propuesto, simplemente no se podría dar su desarrollo.

Otro factor importante también es la cantidad y el índice de crecimiento de las personas a unos 2 años, y algo que también se recomienda para poder desarrollar un proyecto en tal zona para brindar el servicio de internet es saber si dicha zona a futuro no tendrá afectaciones es decir que no vaya a ver desalojo.

Es por tal motivo que se eligió la zona de la Base Naval Sur alrededor de la ciudadela Puerto Nuevo en el sector sur ubicado en la ciudad de Guayaquil, vista se estudió, se analizó y se verificó con todos los organismos técnicos y planos esa zona para poder desarrollar el diseño propuesto en el presente trabajo de titulación.

4.3.3 Usuarios o Abonados:

Los usuarios y/o abonados que se beneficiaran del servicio de internet que dará este diseño propuesto, serán todas las personas que actualmente habitan en la Base Naval Sur de Guayaquil, incluyendo esto las tres áreas de servicios como: el área la parte operativa, de la parte administrativa y de la parte hospitalaria.

Todos estos usuarios tienen la ventaja de contar con una red de acceso a datos de manera veloz ya que la capacidad es en Gbit por segundo, estos usuarios tendrán ventaja al resto de abonados que residen en otros recintos militares, por tal razón a estos usuarios se les ha considerado en tres zonas las mismas que serán descritas a continuación para un mayor control y una mejor de distribución del servicio de internet.

Cabe mencionar que al hablar de los usuarios también nos estaremos refiriéndonos a los repartos navales en los que se encuentran subordinados es decir que en cada reparto (Establecimiento) hay muchas oficinas (Secciones) y dentro de ellas existen varios abonados y a continuación se mostrará la cantidad de usuarios que integra cada zona de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla 7: "Usuarios que integran la Zona Administrativa".

REPARTOS ADMINISTRATIVOS	
REPARTOS	USUARIOS
"DIRTIC"	86
"BASUIL"	93
"CLUBNA"	37
"DIRABA"	61
"CETEIG"	34
"DISISA"	21
"DIRAFI"	36
"DIRBIE"	27
"DINCYP"	51
"DIGREH"	121
"DIMARE"	57
"DIGMAT"	81
"ESDEAB"	3
"INOCAR"	92
"INHINA"	29
"ESCAPE"	70
"DINDES"	3
SUB TOTAL	902

Fuente: Autor

Tabla 8: "Usuarios que integran la Zona Operativa"

REPARTOS OPERATIVOS	
REPARTOS	USUARIOS
"CODESC"	73
"ESFRAM"	16
"ESCORB"	26
"ESCLAM"	21
"ESCAUX"	16
"ESCSUB"	44
"ESDESS"	18
"HIDORI"	6
"DIQUES"	27
SUB TOTAL	247

Fuente: Autor

Tabla 9: "Usuarios que integran la Zona Hospitalaria"

REPARTOS HOSPITALARIOS	
REPARTOS	USUARIOS
"HOSNAG"	127
"DIRSAN"	105
"ESDESN"	26
SUB TOTAL	258

Fuente: Autor

La sumas total de las tres áreas nos da un número de 1407 abonados.

4.3.4 Determinación del índice de penetración del internet

Cuando nos referimos al índice de penetración de la red Gpon y de su tecnología FTTB y de todos los servicios para obtener los datos a través de la red, comprenden un proceso a nivel de empresa para poder ver la cantidad de todos los abonados que tienen acceso a la red, de la cantidad total de los clientes que actualmente constan con el servicio de internet por medio de la tecnología xDSL, se podría considerar que actualmente el índice de penetración para tener el acceso a la red de datos en la base naval sur en la ciudad de Guayaquil bordea el 70 %.

Esto en comparación con otras ciudades y por ende a diferencia de otros países que bordea entre el 90% y el 95%, dado aquello en un tiempo promedio de 1 año en la base naval sur de acuerdo a un estudio que se hizo se pretende obtener un índice de penetración de acceso a internet hasta del 95% en comparación con otras bases navales dentro de esa misma ciudad.

En la actualidad se pretende obtener ese índice de penetración antes mencionado, es por tal motivo que el suscrito se encuentra trabajando en el desarrollo de esta tesis

para estar a la vanguardia de la tecnología; y se trabaja conforme a la evolución de las redes de acceso a la red y así migrar a futuro toda la red de cobre por una red de fibra óptica.

4.3.5 Número total de usuarios del servicio de banda ancha

El número total de usuarios que gozarán del servicio de internet con banda ancha de acuerdo al Diseño de la Red GPON con tecnología FTTB propuesto en esta tesis dentro de la Base Naval Sur de la ciudad de Guayaquil, se detallan de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 10: "Usuarios totales que integran las tres Zonas de la Base Naval Sur"

TOTAL DE USUARIOS DE LAS 3 ZONAS	
ZONA	USUARIOS
ADMINISTRATIVA	902
OPERATIVA	247
HOSPITALARIA	258
TOTAL	1407

Fuente: Autor

4.3.6 Proyección de crecimiento de la demanda

En la Base Naval Sur de la Ciudad de Guayaquil según los estudios realizados y de acuerdo a la cantidad total de usuarios que actualmente constan dentro de ese Establecimiento Militar se estima que la cantidad total de acuerdo a los repartos navales que hay dentro de la misma bordean un aproximado de 800 usuarios de los cuales un promedio del 70% gozan de los servicios del internet pudiendo notar que es un porcentaje considerable para trabajar en las actividades que a diario realiza la Armada del Ecuador, no obstante acuerdo al estudio, análisis, y diseño de una nueva

red de última tecnología con estándar FTTB que se diseñó para la Base Naval Sur pues con este diseño se pretende tener un acceso al internet en todos los usuarios de ese establecimiento militar en un porcentaje del 95% hasta el año 2015, o sea con este proyecto a desarrollarse se podrá lograr obtener aproximadamente 95 clientes de cada 100 abonados que utilicen la tecnología FTTB con la Red GPON, obviamente a una gran velocidad.

En este plan se pretende lo siguiente:

- ✚ Para el 2015 hacer posible que la mayoría de los repartos de la base naval sur tengan acceso a internet con banda ancha.
- ✚ En el mismo año permitir que todos los usuarios del establecimiento antes mencionado puedan acceder a la red GPON con tecnología FTTB a gran velocidad y de manera permanente, ya que en la actualidad no todos gozan de este servicio.
- ✚ No obstante se pretende también en el presente año incrementar el número total de abonados que puedan acceder al internet con banda ancha de forma permanente y sin restricciones.
- ✚ Ya para el año 2015 cumplir uno de los objetivos principales de esta tesis, que es la lograr obtener un internet con banda ancha para todos los usuarios que trabajan dentro de la base naval sur de la ciudad de Guayaquil en un promedio del 95%.

4.5 Diseño de la Red GPON FTTB

Para el diseño de mencionada red ante todo se procedió con una planificación, obviamente se consideraron todas las dimensiones necesarias conforme a los usuarios actuales y con una proyección de crecimiento de un 55% a futuro que para

su efecto se mostrará más adelante la cantidad total de usuarios, y para su efecto se tomaron en cuenta dos tipos de diseños:

- ✚ Diseño Físico
- ✚ Diseño Lógico

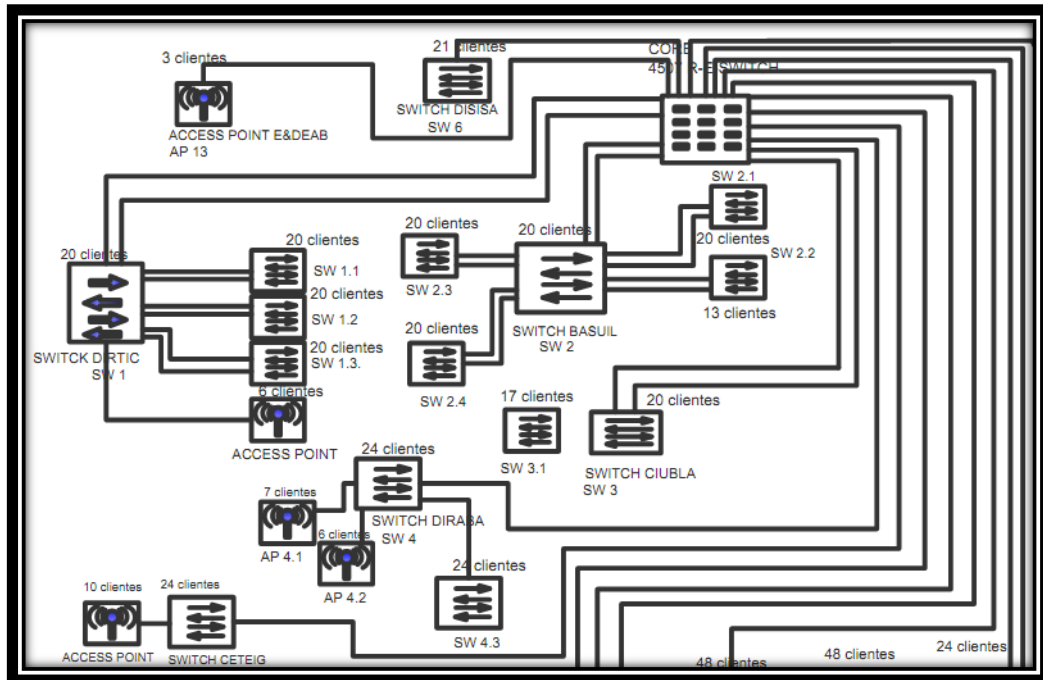


Figura 21: "Plano del diseño de la Red GPON con FTTB".

Fuente: Autor

4.5.1 Desarrollo del Diseño Lógico

Como es de conocimiento para los amantes de las telecomunicaciones cuando se refieren a los diseños de las redes ópticas, para nuestro diseño se basan en las redes del tipo "Pasivo" por tal motivo y razón solo se utilizarán equipos activos en las partes extremas de la red Gpon; por ende esta red nos permite obtener la tecnología FTTB, ya que con esta nueva red podremos eliminar el cobre por la fibra óptica y así lograr brindar servicio de internet con gran velocidad gracias a la banda ancha, en consecuencia el esquema lógico para nuestro diseño queda demostrado de la siguiente manera:

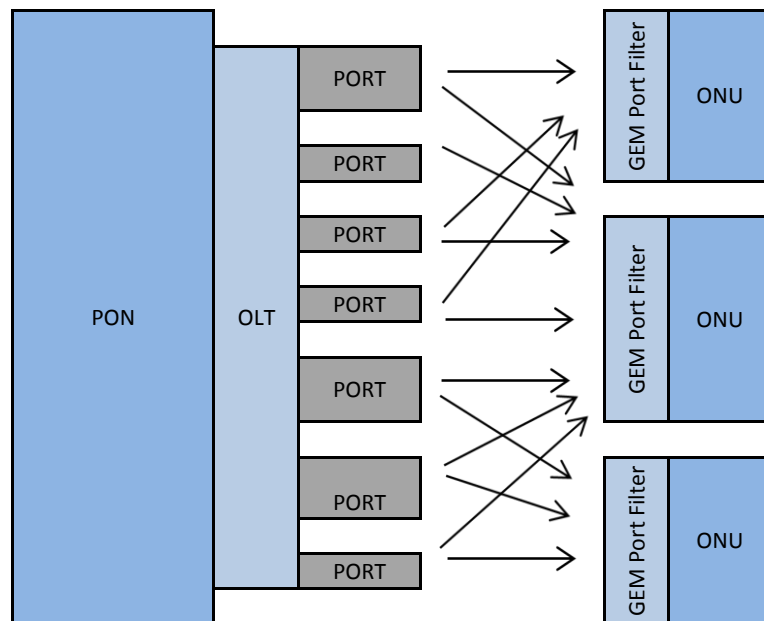


Figura 22: "Esquema Lógico de la Red Gpon FTTB"

Fuente: Autor

4.5.2 Desarrollo del Diseño Físico

En este tipo de diseño se mostrará específicamente todo el sistema de funcionamiento de la Red GPON con estándar FTTB.

4.5.2.1 Selección de la Zona

En la Provincia del Guayas, refiriéndonos netamente a la Base Naval Sur en la Ciudad de Guayaquil, ubicada en el sur de la misma Ciudad en la avenida De La Marina frente al Planetario de la Armada, cerca del Puerto Marítimo, fue seleccionado para el diseño de una nueva red de acceso de última tecnología conocida como Red GPON con estándar FTTB, de lo ha dividido en tres grandes zonas o áreas para lograr su facilidad de diseño; estas zonas o áreas son: Área Administrativa. Área Operativa y Área de Servicios así como le mostraremos a continuación en la siguiente figura:



Figura 23: "Zonas seleccionadas para el diseño de la Red Gpon FTTB"

Fuente: Autor



Figura 24: "Acceso principal para ingresar a la Base Naval Sur de Guayaquil".

Fuente: Autor



Figura 25: "Establecimiento en donde va a ir colocado la OLT del diseño".

Fuente: Autor



Figura 26: "Vista del lado lateral izquierdo, el establecimiento donde va a estar colocada la OLT"

Fuente: Autor



Figura 27: "Vista del lado frontal, el establecimiento en donde va a ir colocada la OLT del Diseño".

Fuente: Autor

4.5.2.2 Ubicación del Terminal de Línea Óptica (OLT)

Para este proyecto del diseño de la Red GPON con FTTB se ubicará la terminal de línea óptica (OLT) en un nodo muy cercano a la zona en donde se encuentra ubicado el nodo de CNT, dicho nodo es el que se encuentra lo más cerca de la Base Naval Sur la misma que se encuentra alrededor de la ciudadela “Puerto Nuevo” ya que así obtendremos un mejor radio en lo que respecta a la cobertura, logrando así bajar en lo más mínimo los costos de operación y obviamente reducir los costos en mantenimiento, no obstante esto también facilitará el trabajo.

Debo mencionar que con seguridad se ubicará la OLT lo más cerca posible del proveedor de servicios de Internet (ISP) como lo es la CNT “Corporación Nacional de Telecomunicaciones”.

4.5.2.3 Selección del tipo de la fibra óptica

En este diseño se utilizará un tipo de fibra óptica en la que solamente se propague de un solo modo la luz, y para realizar aquello lo haremos disminuyendo en el cable de la fibra el diámetro de su núcleo hasta en un tamaño de 8,3 a 10 micrones, el mismo que solo permite un modo de propagación de luz. En esta fibra la transmisión de la luz es paralela al eje de la misma fibra óptica; y a diferencia del otro tipo de fibra óptica como lo es la fibra Multimodo, las fibras Monomodo nos permiten lograr alcanzar grandes distancias hasta un máximo de 400 km. Y todo esto lo logra a través de un láser de muy alta intensidad, y también puede realizar una transmisión de elevadas tasas de información en capacidades de Gb/s.

La Fibra Monomodo a diferencia de la Fibra Multimodo, éstas fibras Monomodo nos permiten alcanzar muy grandes distancias y a su vez permite transmitir grandes tasas de bit ya que estas vienen con limitaciones, esto se debe primordialmente por la llamada dispersión cromática y los efectos no lineales. (Alex Aguirre, 2012)

Por tal motivo para el desarrollo de este diseño se utilizará la Fibra Óptica “Monomodo”, y también se especificará el tipo de cable de Fibra Óptica según nuestro diseño, el cual se detalla a continuación:

Cable de Fibra Óptica de “Estructura Ajustada” y Cable de Fibra Óptica de “Estructura Holgada” son las que serán utilizadas para el diseño de este proyecto.

“Estructura Ajustada”, Se escogió este tipo de cable de Estructura Ajustada debido a que es un cable que está diseñado para las instalaciones en el interior de los

edificios, este cable es más flexible y tiene un radio de curvatura más pequeño que el que tienen los cables de estructura holgada.

También contiene varias fibras de protección secundaria que rodean un miembro central de tracción, todo ello cubierto de una protección exterior. Cada fibra tiene una protección plástica extrusionada directamente sobre ella, hasta alcanzar un diámetro de 900 μm rodeando al recubrimiento de 250 μm de la fibra óptica. Esta protección plástica además de servir como protección adicional frente al entorno, también provee un soporte físico que servirá para reducir su coste de instalación.

(Alex Aguirre, 2012)

“Estructura Holgada”, Se escogió este tipo de cable de Estructura Holgada ya que es un cable empleado tanto para exteriores como para interiores que consta de varios tubos de fibra rodeando un miembro central de refuerzo y provisto de una cubierta protectora.

Cada tubo de fibra, de dos a tres milímetros de diámetro, lleva varias fibras ópticas que descansan holgadamente en él. Los tubos pueden ser huecos o estar llenos de un gel hidrófugo que actúa como protector anti humedad impidiendo que el agua entre en la fibra.

Su núcleo se complementa con un elemento que le brinda resistencia a la tracción que bien puede ser de varilla flexible metálica o dieléctrica como un elemento central o de hilaturas de Aramida o de fibra de vidrio situadas periféricamente.

(Alex Aguirre, 2012)

El uso de este cable de fibra óptica de estructura ajustada es el que se va a utilizar para instalaciones en el interior del edificio, y el cable de fibra óptica de estructura

holgada es el que se utilizará para los exteriores del edificio y a la vez para el tendido del cableado de fibra óptica que va desde la Oficina Central “OLT” de CNT que se encuentra ubicada en la Ciudadela de “Puerto Nuevo” y la misma que va hacia el Edificio de la Base Naval Sur de Guayaquil “ONT”.

El uso de este tipo de cable de estructura holgada permite que mencionado cable sea colocado de manera subterránea a través de los ductos y pozos destinados para el recorrido del feeder, se utilizarán los pozos y ductos de telecomunicaciones de CNT, de esta manera el traslado y colocación de la fibra óptica a través de los mismos será más fácil, además de simplificar las tareas de mantenimiento y a su vez permitirá facilitar la detección de fallas.

Cabe mencionar que en relación a las características del tipo de fibra óptica del tendido del cableado de manera subterránea, se ha decidido trabajar con un cable de fibra óptica del tipo G.652.D.

Algo adicional que se debe tener en cuenta que tal como lo menciona la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) en lo que comprende la “Normalización” hay cables de fibra óptica Monomodo de acuerdo a las Normas de la UIT G. 652 sobre el Estándar, La Norma G. 653 que habla de la Dispersión Desplazada, La Norma G. 654 que trata sobre la Mínima Atenuación, La Norma G. 655 sobre la Dispersión Desplazada No Nula, La Norma G. 656 que habla sobre la Dispersión Desplazada No Nula para el transporte de los servicios enfocados en la banda ancha, y por último La Norma G. 657 que se refiere a la Insensible a curvas, de las cuales de todas estas normas se han considerado solamente dos de estas opciones y de ellas se seleccionó la Norma G. 652 y la misma que se va a detallar a continuación.

La Recomendación UIT-T G.652 “Características de un cable de fibra óptica Monomodo”. (Gaona Román, L. A., & Santillán Sarmiento, L. P., 2013)

Según (UIT, 2010) Recomendación UIT-T G.652 describe los atributos geométricos, mecánicas y de transmisión de una fibra óptica Monomodo y cable que tiene la longitud de onda de dispersión nula alrededor de 1.310 nm. La fibra UIT-T G.652 se optimizó originalmente para su uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, pero también se puede utilizar en la región de 1550 nm. Esta es la última revisión de una recomendación que se creó por primera vez en 1984 y se ocupa de algunas modificaciones relativamente menores. Esta revisión tiene por objeto mantener el continuo éxito comercial de esta fibra en el cambiante mundo de los sistemas de transmisión óptica de alto rendimiento. (UIT, 2010)

Según (UIT, 2010) Esta Recomendación describe una fibra óptica Monomodo y cable que tiene la longitud de onda de dispersión nula alrededor de 1.310 nm y que está optimizado para su uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, y que también se puede utilizar en la región de 1550 nm (donde esta fibra no es optimizado). Tanto analógica y transmisión digital se pueden utilizar con esta fibra. (UIT, 2010)

Las geométricas, ópticas, transmisión y parámetros mecánicos se describen a continuación en tres categorías de atributos:

- ✚ Atributos de fibra son los atributos que se mantienen en el cableado y la instalación;
- ✚ Atributos de cable que se recomiendan para los cables, ya que se entregan;

- ✚ Atributos de enlace que son características de cables concatenados, que describe los métodos de estimación de parámetros de la interfaz del sistema basado en mediciones, modelos u otras consideraciones.

Tablas de valores recomendados

Las siguientes tablas resumen los valores recomendados para una serie de categorías de fibras que satisfacen los objetivos de la presente Recomendación. Estas categorías se distinguen en gran medida sobre la base de los requisitos de atenuación y PMD requisito a 1383 nm.

Tabla 1, los atributos de la UIT-T G.652.A, contiene los atributos y valores recomendados necesarios para soportar aplicaciones tales como las recomendadas en [UIT-T G.957] y [UIT-T G.691] hasta STM-16 , así como 10 Gbit / s hasta 40 km (Ethernet) y STM-256 de [UIT-T G.693].

Tabla 2, los atributos de la UIT-T G.652.B, contiene atributos y valores recomendados necesarios para soportar aplicaciones de tasa de bits más altas, hasta STM-64, como algunos en [UIT-T G.691] y [UIT-T G 0,692], STM-256 para algunas aplicaciones en [UIT-T G.693] y [UIT-T G.959.1]. Dependiendo de la aplicación, el alojamiento dispersión cromática puede ser necesario.

Tabla 3, los atributos de la UIT-T G.652.C, es similar a la UIT-T G.652.A, pero permite transmisiones en porciones de una longitud de onda extendida de 1.360 nm a 1530 nm.

Tabla 4, los atributos de la UIT-T G.652.D, es similar a la UIT-T G.652.B, pero permite transmisiones en porciones de una longitud de onda extendida de 1.360 nm a 1530 nm. (UIT, 2010)

Tabla 11: "Atributos UIT-T G.652.D"

Atributos de la Fibra		
Atributo	Detalle	Valor
Diámetro del campo modal	Longitud de onda	1310 nm
	Rango de valores nominales	8.6-9.5 μm
	Tolerancia	$\pm 0.6 \mu\text{m}$
Diámetro del revestimiento	Nominal	125.0 μm
	Tolerancia	$\pm 1 \mu\text{m}$
Error de concentricidad Core	Máxima	0.6 μm
Revestimiento de no circularidad	Máxima	1.0%
Cable de corte de longitud de onda	Máxima	1260 nm
Pérdida macro curvatura	Radio	30 mm
	Número de vueltas	100
	Máxima at 1625 nm	0.1 dB
Tensión de prueba	Mínimo	0.69 GPa
Coeficiente de dispersión cromática	$\lambda_{0\text{min}}$	1300 nm
	$\lambda_{0\text{max}}$	1324 nm
	$S_{0\text{max}}$	$0.092 \text{ ps/nm}^2 \times \text{km}$
Atributos del Cable		
Atributo	Detalle	Valor
Coeficiente de Atenuación (Nota 1)	Maxima de 1310 nm to 1625 nm (Note 2)	0.4 dB/km
	Máxima en 1383 nm $\pm 3 \text{ nm}$ (Note 3)	0.4 dB/km

	Máxima en 1550 nm	0.3 dB/km
Coeficiente PMD (Nota 4)	M	20 cables
	Q	0.01%
	PMDQ Máxima	0.20 ps/ km

NOTA 1 - Los valores del coeficiente de atenuación que figuran en este cuadro no se deben aplicar a los cables cortos tales como cables de arranque, cables interiores y cables de acometida. Por ejemplo, [IEC 60794-2-11] especifica el coeficiente de atenuación de cable interior como 1,0 dB / km o menos en tanto 1.310 y 1.550 nm.

NOTA 2 - Esta región de longitud de onda se puede extender a 1.260 nm mediante la adición de 0,07 dB / km inducida por la pérdida de dispersión de Rayleigh para el valor de atenuación a 1310 nm. En este caso, el cable de corte de longitud de onda no debe superar los 1.250 nm.

NOTA 3 - El coeficiente medio de atenuación a esta longitud de onda debe ser menor o igual que el valor máximo especificado para el intervalo de 1,310 a 1,625 nm nm, después del envejecimiento de hidrógeno. El envejecimiento de hidrógeno es un ensayo de tipo que se hace para una fibra de la muestra, de acuerdo con [IEC 60793-2-50] con respecto a la categoría de fibra B1.3.

Fuente: UIT 2010

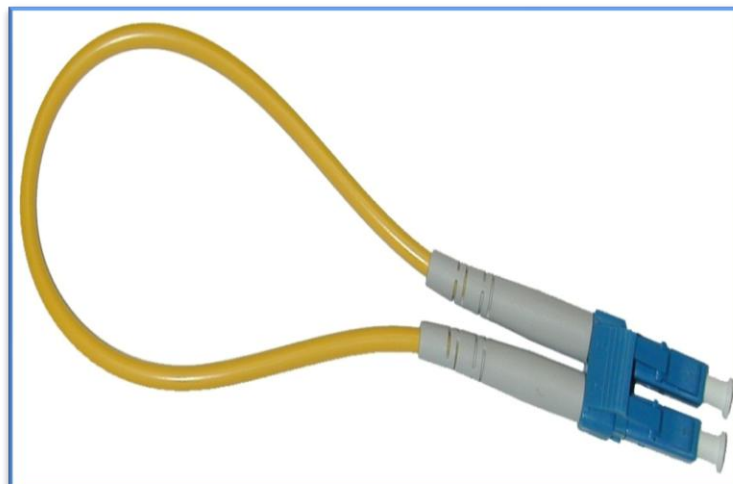


Figura 28: "Cable de fibra óptica Monomodo del tipo G.652.D"

Fuente: Catálogos de ALCATEL, 2015



Figura 29: "Modelo del cable de fibra óptica Monomodo del tipo G.652.D"

Fuente: CNT 2015

4.5.2.4. Selección y ubicación de los Splitters para la F.O.

Un punto muy importante para el diseño de esta red de acceso en el cual tiene como parte principal expandirse, aquí se utilizan los splitters o más conocidos como divisores ópticos, los cuales tienen la capacidad de derivar la señal óptica en dos, o tres, o más cables de fibras ópticas diferentes.

Estos splitters se los colocará en los armarios exteriores, debido a que el crecimiento de la red se hace más fácil poniendo splitters logrando así que los puertos de los utilice de una manera eficaz, algo importante en la colocación de los splitters es que cuando se los coloca en cascada, representa para el abonado un menor costo en despliegue ya que es muy idónea utilizarlos en aquellas áreas donde existe gran índice de utilización del servicio de internet.

Sabiendo que el Terminal de Línea Óptica (OLT) llega a soportar hasta 64 ONU's, y a sabiendas que para el diseño de esta Red Gpon con Estándar FTTB se lo dividió en tres áreas: Área Administrativa, Área Operativa y Área Hospitalaria en el diseño que veremos más adelante de establecen los niveles para su división y distribución de los splitters de manera que concuerde con los usuarios por cada área antes mencionada, logrando así cubrir con los requerimientos de cada los usuarios de todos los Repartos/Establecimientos de la Base Naval Sur.

Splitter Primario y su Ubicación

Dentro de la Base Naval Sur ubicado en la ciudad de Guayaquil en un lugar estratégico referenciándose en cada área de las tres que existen en el diseño propuesto, allí se colocará uno de los armarios en el cual se conectará un splitter primario, este a su vez dividirá en otras secciones más pequeñas logrando cubrir el total de abonados de acuerdo a las tres áreas como son: Administrativas, Operativa y Hospitalaria.

Splitter Secundario y su Ubicación

Aquí se conectará un Splitter Secundario el cual se detallará más adelante en el diseño propuesto por el autor, para cada uno de secciones restantes o más bien dicho para la conexión entre los repartos que están dentro de cada área antes mencionadas, de donde estos se utilizarán ciertos splitters para la conexión con la ONU con capacidades de 64 usuarios y los restantes se los utilizarán para las otras áreas.

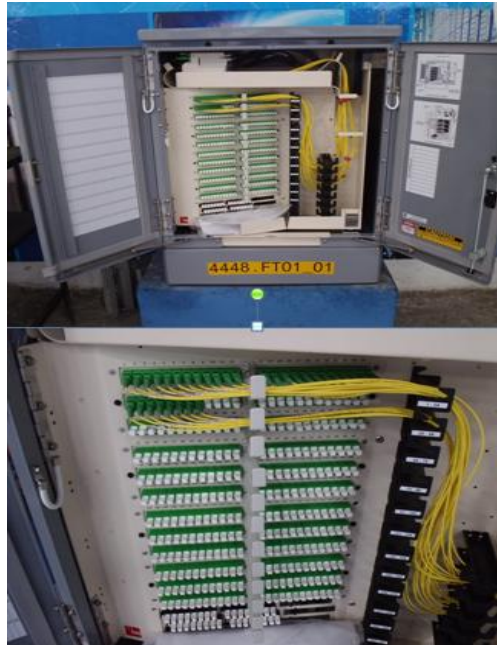


Figura 30: "Splitters que serán utilizados en el armario para la Red GPON"

Fuente: CNT 2015

Descripción de Producto

Divisor óptico de fibra del plc 1x32 con buen precio

El divisor del PLC se basa en tecnología de circuito planar de Lightwave y proceso que alinea de la precisión, puede dividir un solo/se dobla las entradas de información ópticas en salidas ópticas múltiples uniformemente y es 1xN o 2xN denotado. El divisor del PLC se aplica en despliegues de FTTX, redes de PON, conexiones de CATV y la distribución de señal óptica actual. El divisor del PLC de DYSFO ofrece el funcionamiento óptico superior, alta estabilidad y la alta confiabilidad, cumple varios requisitos de aplicación en diversos ambientes.

Características

1. Pérdida de inserción baja
2. Pérdida baja del dependiente de la polarización

3. Longitud de onda amplia de la operación
4. Temperatura amplia de la operación
5. Altos Stability y Reliability
6. Telcordia GR-1209 y GR-1221 Compliance
7. Conformidad de YD/T 2000.1-2009 (conformidad del certificado del producto del TLC)

Aplicaciones

1. Redes de FTTX
2. Redes de PON
3. Conexiones de CATV
4. De comunicación de datos

Tipos

1. Tipo básico divisor del PLC
 2. Tipo divisor de SFF del PLC
- PLC Splitter de Type del Ventilador-hacia fuera 3.900um
4. Tipo divisor Module del cassette del PLC
 5. Tipo divisor Module del estante del PLC
 6. Divisor Module del PLC del ensamblaje de bandeja
 7. El plano Rápido-Conecta el tipo módulo del fin del divisor del PLC

Ventaja competitiva

DYS hacen cumplir terminantemente al sistema de gestión de la calidad ISO9001, a las compañías con los buenos recursos y a gerencia de recursos humanos calificada para asegurar estabilidad de la calidad del producto y funcionamiento excelente; y

buen servicio after-sales, ganar la confianza de clientes, productsexported a Europa y a los Estados Unidos y a los países de asiático de Southeast. (DYS, 2015)



Figura 31: "Splitter de 1 X 32 PLC

Fuente: Catálogos de "EYA" 2015

4.5.2.5 Cálculo de la Capacidad de la Red GPON FTTB

En lo que respecta al cálculo de la capacidad para la Red Gpon en la que se le solicitará al Proveedor del Servicio de internet (ISP) de "CNT" para la obtención del servicio de red en la Base Naval Sur, pues en este punto se considerarán los requerimientos que vamos a mencionar a continuación:

OLT "Terminal de Línea Óptica":

Este se lo encuentra localizado en las instalaciones del operador de internet.

ONT "Terminal de Red Óptica":

Este terminal trabaja como interface entre la red interna del usuario y la red de acceso.

ODN “Red de Distribución de Fibra Óptica”:

En este punto la ODN representa la Planta Externa la misma que inicia desde los nodos primarios hacia la Central.

ONU “Unidad de red Óptica”:

Es aquel equipo terminal las mismas que a su vez se encuentran localizadas en el lugar del abonado.

Tomando en cuenta que para el año en curso 2015 se considera un aproximado de un total de 1407 abonados de donde 902 serían para el área administrativa, 247 para el área operativa, y 258 para el área hospitalaria, del cual se toma como referencia el área hospitalaria de donde cada uno de esos usuarios o abonados necesitan un promedio de 10 Mbps ya que con esta velocidad pueden gozar del servicio de internet a gran velocidad, y considerando la compartición de 2:1 el total de la capacidad que se necesitará en esa área hospitalaria es la siguiente:

$$\text{Capacidad} = [(258 \text{ abonados}) \times (10 \text{ Mbps})] / (2) = 1290 \text{ Mbps.}$$

Y asumiendo que en el 100%, el porcentaje de 90 de los abondos acceden a la red de internet, de acuerdo a esto se requiere lo siguiente:

$$\text{Total de la Capacidad} = \text{Capacidad} \times 90 \%$$

$$\text{Total de la Capacidad} = 1290 \times 90\%$$

Total de la Capacidad = 1161 Mbps + 40% Escabilidad

El Total de la Capacidad = 1625,4 Mbps.

Dado todo este cálculo se tendrá con contratar el servicio de internet a La Corporación Nacional de Telecomunicaciones con una capacidad de unos 2 Gbps la misma que tendrá una conexión directa con la OLT de la Ciudadela “Puerto Nuevo” en el sur de Guayaquil.

4.5.2.6 Selección de la Tecnología apropiada para el diseño de nuestra Red

Para este diseño del presente trabajo de titulación se utilizó la tecnología FTTB (Fibra hasta la acometida del Edificio) GPON.

En este diseño de la red de acceso se utiliza la tecnología FTTB GPON para abarcar toda la demanda de los abonados que residen en la base naval sur de Guayaquil y que a su vez necesitan del servicio de la red con banda ancha, sabiendo que para aquellos este servicio es de gran utilidad y sobre todo sería el más eficiente debido a que en este diseño no se va a desperdiciar capacidad y obviamente se reducirán los valores en lo que respecta a la instalación y costos del servicio.

En la siguiente figura se muestra un esquema sobre la utilización de la Tecnología FTTB con la Tecnología VDSL2 en donde estarán ubicados en zonas específicas el edificio y la OLT y en esta a su vez se realizará el tendido del cableado de fibra óptica desde los armarios que se encuentran ubicados en lugares estratégicos en cada una de las zonas y sectores referenciados anteriormente todos ellos hacia los ONU's logrando así brindar un excelente servicio de internet utilizando tecnología FTTB GPON.

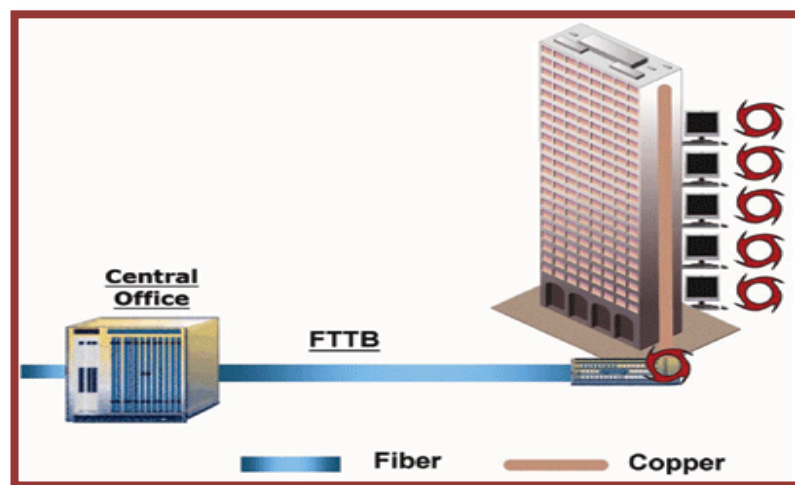


Figura 32: "Esquemática de Tecnología VDSL2 EN FTTB"

Fuente: Revista "OSP" 2015

En el siguiente esquema se muestra la manera de cómo ingresa la fibra óptica hacia el usuario utilizando la tecnología FTTB GPON, y para aquello se realiza antes una inspección en donde se verificará el camino para que pueda acceder el cable de fibra óptica el mismo que se lo hará de manera subterránea, por ende cabe mencionar que este diseño utilizarán varios pozos para el recorrido del feeder.

Una vez comprobado esto se comienza a realizar la acometida que se refiere al cableado de fibra desde el pozo hacia el interior del edificio del abonado en donde se va a instalar la ONT, en la misma que va conectada la fibra, y este a la vez se interconecta con el equipo final (PC) equipo el cual estará listo para brindar el internet deseado por muchos usuarios de la base naval sur.

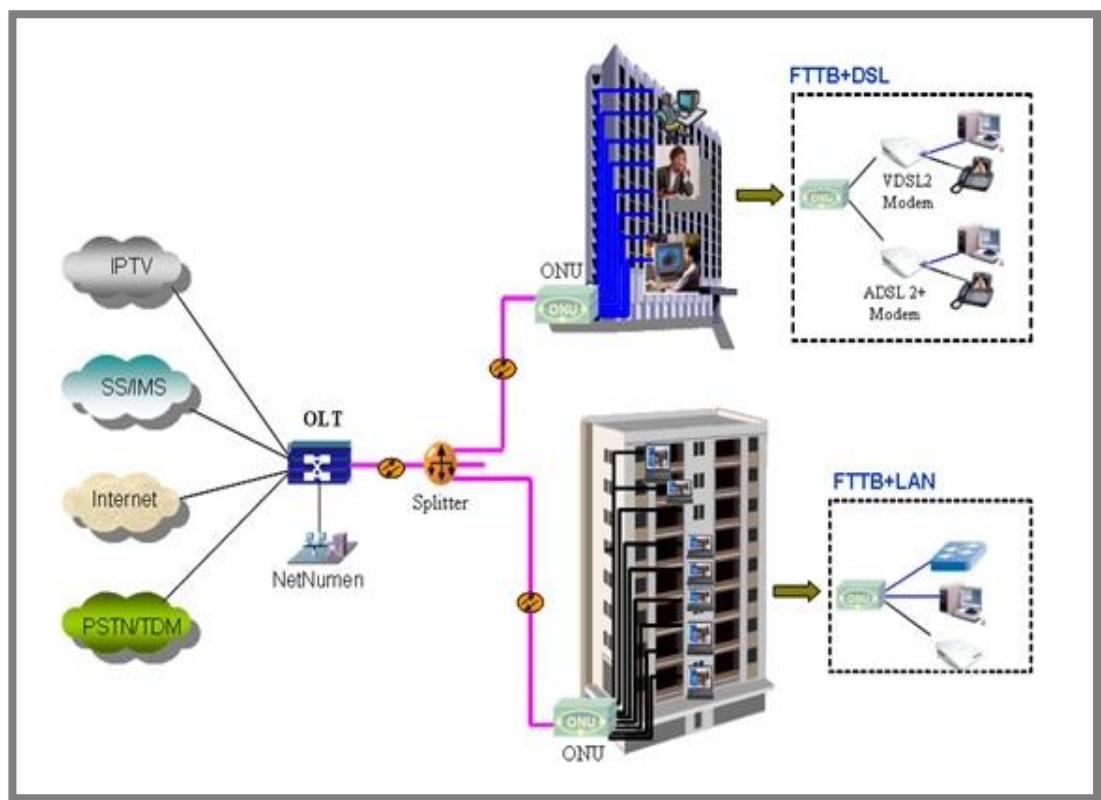


Figura 33: " Esquema del diseño de la solución FTTB para los usuarios de la Base Naval Sur".

Fuente: Catálogos de "ZTE" 2015

4.6 Equipos a utilizar

Aquí se utilizará, se especificará y se tratará de detallar todos los equipos principales y terminales que se usarán en el diseño de la Red GPON FTTB ya que con estos equipos se podrá llegar hasta el abonado con internet en banda ancha, recalcando que solo será para los que se encuentren ubicados en tal edificio, contando para aquello con el servicio de internet con una velocidad muy veloz, por lo que para su efecto se necesitarán de los siguientes equipos principales que conforman tal red:

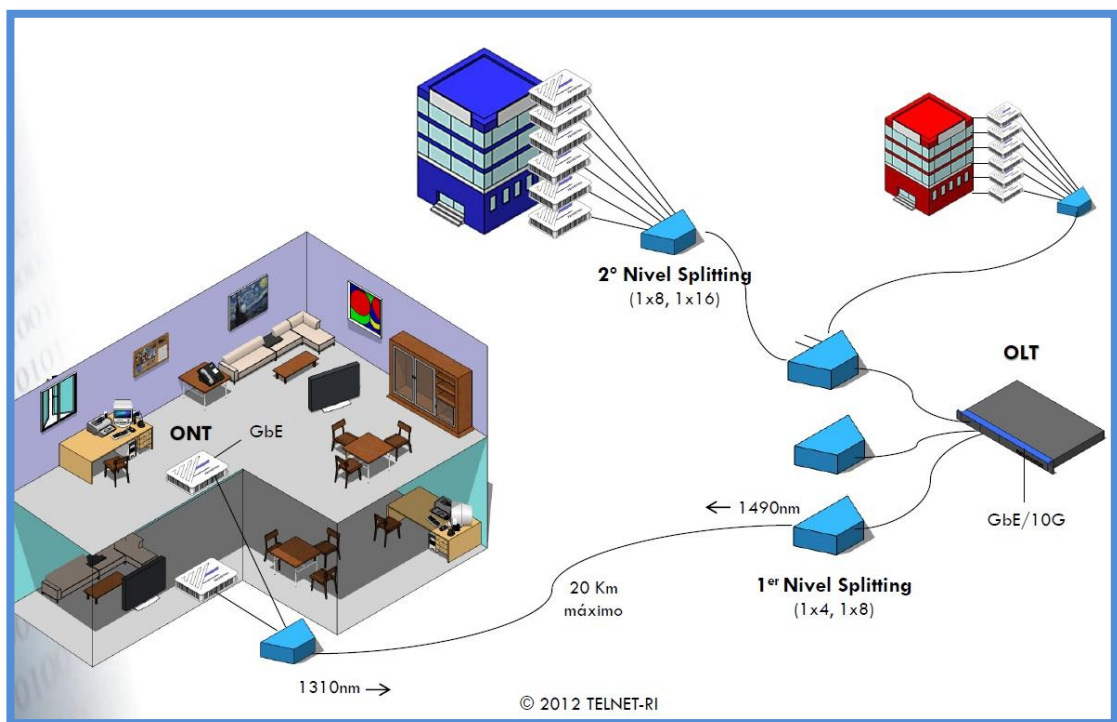


Figura 34: "Análisis de los equipos que se utilizarán en el diseño de la Red Gpon FTTB".

Fuente: Tartanga Erandio Bizkaia 2015

OLT:

La OLT "Terminal de Línea Óptica" que mostraremos a continuación en la siguiente figura, es la parte más importante de la red ya que es la plataforma óptica con gran capacidad, ya que en esta se combina la CWDM, SDH/SONE & Gigabit Ethernet

para transportar los servicios de todo tipo como son estos: Voz, Video y Datos, esta trabaja sobre una RED GPON y a la vez soporta interfaces de redes Metropolitanas tal como es Gigabit Ethernet 10/100 Base T, E1/T1, y/o STM1/OC3, y también puede soportar más funciones en lo que respecta a video, pero lo que en sí se fundamenta es en el soporte de datos (Internet). (Gaona Román, L. A., & Santillán Sarmiento, L. P., 2013)



Figura 35: "Equipo OLT, parte principal del diseño"

Fuente: CNT 2015

SPLITTER:

El Splitter que se mostró anteriormente, es un dispositivo pasivo que está diseñado para funcionar en relación a la dirección del haz de la luz, ésta a su vez se divide en el haz de la luz entrante y de donde esta se distribuye a las múltiples fibras ópticas, es

decir que hace que la transmisión de la luz sea de manera combinada o sea un dirección opuesta al que se encuentra en la misma fibra, este tipo de dispositivo pasivo nos brinda la ventaja de que consta con pérdidas de inserción en dBs muy bajas y otra característica es que su mantenimiento e instalación es muy fácil.

FIBRA ÓPTICA:

El cable de Fibra Óptica Monomodo del Modelo G. 652 D se lo mostró en figuras anteriores, es tipo de cable de fibra óptica normalizada, y sobre todo muy fácil de utilizarse en los 1300 nm y 1550 nm y más aún optimizada para el cero en lo que respecta a la dispersión a los 1300 nm.

ONT:

Este dispositivo es muy compatible con todos los dispositivos de la OLT y esta a su vez brinda muchas opciones de configuración muy pero muy fácil, y posteriormente a un mantenimiento, este dispositivo en sí es de mucha capacidad ya que soporta de 2,488 / 1,244 Gbps y más que todo tiene la ventaja de brindar a los usuarios un servicio de calidad, y por si fuera poco este dispositivo también tiene la característica de brindar combinaciones de puertos, estas son combinaciones Ethernet, E1/T1, POTS, y por si no es suficiente ofrece interfaces para video también.

4.7 Distribución de los componentes y elementos

En esta distribución se puede mencionar que nuestra Red GPON FTTB, está integrada por un OLT (Terminal de Línea Óptica) la misma que se interconecta con

múltiples ONU's (Unidades de Red Ópticas) todas ellas a través de la ODN (Red de Distribución Óptica) y estos a su vez conectados con los Divisores Pasivos Ópticos (Splitters) ya que estos dispositivos hacen que la distribución de la señal sea de la siguiente forma:

En primera instancia los paquetes Ethernet se transmiten en modo Broadcast a través de la OLT donde los paquetes viajarían hacia las ONU's de los abonados por medio de splitters ya sea uno o dos o tres, etc., finalmente en cada ONU se reciben los paquetes Ethernet de los cuales mencionados paquetes son llevados hacia el abonado.

Este sistema de distribución nos permite que se reduzcan los costos y por si fuera poco gracias a esto podemos obtener distancias muy largas.

4.8 Propuesta del diseño de la Red GPON FTTB

Localización Geográfica:

En este punto se detalla la ubicación geográfica de la zona seleccionada del sur de Guayaquil cerca del Puerto Marítimo en donde está localizada la Base Naval Sur muy cerca de la ciudadela "Puerto Nuevo" cuyas calles de referencias es la avenida de la "Marina" frente al Planetario de la Armada y en donde se elaborará el diseño de la Red GPON con estándar FTTB, en la cual se pretende brindar 1407 terminales para que los usuarios de ese establecimiento puedan acceder al internet de la red antes mencionada.



Figura 36: "Localización actual del establecimiento en donde se va a diseñar el Red Gpon FTTB"

Fuente: Autor

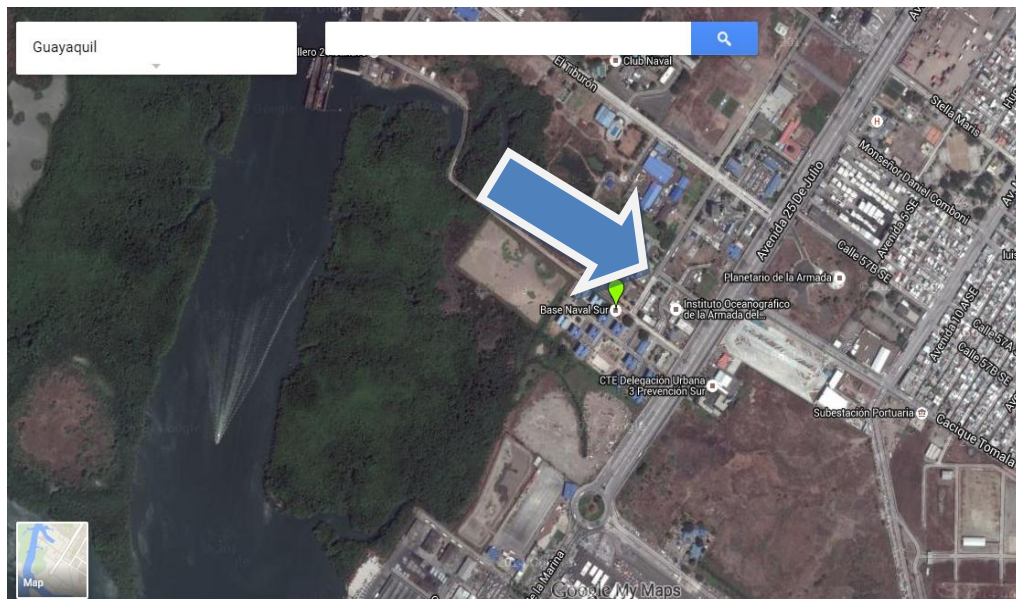


Figura 37: "Localización Geográfica del Establecimiento en donde se va a Diseñar la Red Gpon FTTB para la Base Naval Sur"

Fuente: Autor

Descripción del Proceso para la instalación de la Red Gpon FTTB:

A continuación se detallará paso a paso el proceso de instalación que conlleva el desarrollo del diseño de la red antes mencionada:

Como primer paso todo empieza con la conexión de los nodos y para esto se empieza por la conexión desde el nodo de “Puerto Nuevo” en donde allí se van a conectar e instalar todos aquellos equipos que se van a utilizar en la Red Gpon, y para su efecto utilizaremos un Switch en el que se le conectará una OLT LS y está a la vez irá conectada a la ODF quien en ella tendrá instalada un splitter de 1x32 PLC SC y aquella también irá conectada a un patchcord de fibra óptica SC de 1,5 metros y finalmente este a una ODF de Fibra Óptica de 48 hilos. (Gaona Román, L. A., & Santillán Sarmiento, L. P., 2013)

Después se continuará con recorrido de fibra óptica hasta llegar a la zona seleccionada por el autor de la tesis, por lo que me permito indicar que existe una distancia de unos 4500 metros aproximadamente desde el nodo hacia la base naval sur la misma que recalco que fue la más cercana y la más factible al nodo para así lograr con la instalación de los 4500 mts., de cable de fibra óptica.

Finalmente se alquilará 50 pozos de la Empresa de Telecomunicaciones “CNT” logrando con esto llegar al punto en donde están las cajas de distribución del primer nivel y luego de eso parten a las cajas de distribución del segundo nivel y en estas se encuentran un divisor óptico pasivo el mismo en el que se realizará el cableado de fibra óptica hasta llegar al usuario que se encuentra en el edificio y para aquello en esa parte se colocará una ONT en la cual va fusionado con la F.O., y en esta ONT viene cuatro puertos en la que se conecta con un patchcord UTP al dispositivo

Wireless, ya finalizado todo aquello el técnico realiza una configuración y a la vez hace unas pruebas de la red, y una vez que se haya realizado las pruebas correspondientes el usuario, la persona podrá disfrutar del servicio de internet con banda ancha.

4.9 Simulación del diseño de la Red GPON con estándar FTTB

Para la simulación del Diseño de la Red GPON con tecnología FTTB se utilizó el siguiente esquema y las siguiente tabla conforme a los valores y parámetros establecidos por las Normas UIT-T en lo que se refiere a las pérdidas en los siguientes elementos como son: la fibra óptica, los conectores, las fusiones, los patchcord, etc., además de las pérdidas de los componentes como son las OLT's, ODF's, MANGAS, Cajas de doble conector, Cajas de piso, Rosetas ópticas, las ONT's. y demás componentes utilizados para el diseño de la red óptica.

Con este esquema se permite simular el diseño de una de Red Gpon la que a la vez utilizará fibra óptica, con esto se podrá analizar el funcionamiento piloto de una red óptica pasiva, y a su vez enseña la forma más efectiva para demostrar las pérdidas que presenta cada elemento y cada componente que se utilizará en el diseño de dicha red; logrando así poder saber si es factible o no desarrollar una red óptica teniendo en cuenta que el margen máximo establecido de pérdida para una red óptica es de 25 dB según la tabla de valores que establece la “Unión Internacional de Telecomunicaciones”, brindando así una manera más eficaz para observar los diferentes elementos que se utilizan y las pérdidas que contiene tales elementos para lograr diseñar una red óptica.

Con este esquema general e ideal de acuerdo a las formas y métodos que utiliza la “Corporación Nacional de Telecomunicaciones” se diseñó y también se pudo lograr desarrollar una red simulada que será netamente para la Base Naval Sur ubicada en la ciudad de Guayaquil.

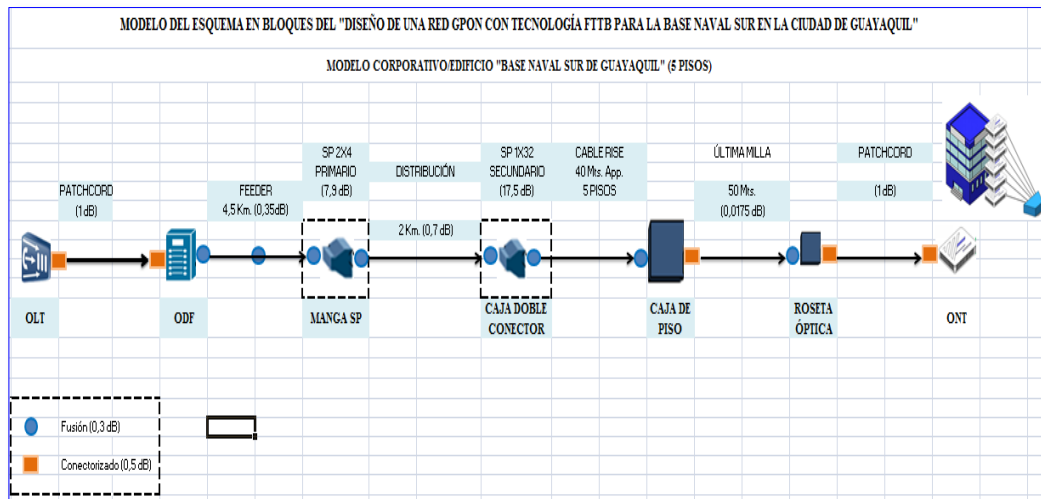


Figura 38: "Esquema de la simulación del diseño de la Red GPON FTTB"

Fuente: Autor

Tabla 12: "Cálculo de la propuesta de enlace de la Red Gpon FTTB, valores establecidos de las pérdidas".

CÁLCULO LINK BUDGET DEL DISEÑO DE LA "RED GPON CON TECNOLOGÍA FTTB"- MODELO CORPORATIVO/EDIFICIO (05 PISOS)																
Ruta	SP2	ATT SP	KM de FO	ATT FO	SP1	ATT SP	KM de FO	ATT F.O.	Conector SP2/SP1	PatchCord	Fusiones SPs + ODF	Riser [km]	Att Riser. [dB]	Caja de Piso [dB]	Roseta Op. [dB]	Total ATT [dB]
BASE NAVAL SUR	0	0	0	0	1/32	17,5	4,5	0,35	0,3	1	0,9	0,04	0,014	0,8	1,3	24,38

Fuente: Autor

Tabla 13: "Margen de atenuación máximo establecido para los elementos de la red óptica"

Atenuación máxima permitida para el diseño de una Red Óptica final es de 25 dB.				
Elementos de la Red de Fibra Óptica	Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Perdida (dB)	
Connectors (mated) UIT671=0.5dB	0	0,50	0	
Fusion splices UIT751=0.1dB average	0	0,10	0	
Mechanical Splices UIT 751=0.1dB average	0	0,20	0	
Splitters	1x2	0	3,50	0
	1x4	0	7,00	0
	1x8	0	10,50	0
	1x16	0	14,00	0
	1x32	0	17,50	0
	1x64	0	21,00	0
	2X4	0	7,90	0
	2X8	0	11,50	0
	2X16	0	14,80	0
	2X32	0	18,50	0
2X64	0	21,30	0	
Fibras Longitudes de Onda	1310nm	0	0,35	0
	1490nm	0	0,30	0
	1550nm	0	0,25	0
GRAND TOTAL (dB)			00,00	

Fuente: CNT 2015

4.9.1 Estadísticas

Una vez diseñado nuestro esquema de la red óptica, y sacando todos los cálculos de los valores de las pérdidas de los elementos y componentes que integran la red Gpon, se procedió a sumar cada uno de esos valores de acuerdo a la Tabla Nro. 12, y se pudo notar lo siguiente:

Que el margen de atenuación máximo establecido para un diseño de RED GPON es DE 25 dB, por ende para este Diseño de la Red GPON con Tecnología FTTB para la Base Naval Sur en la ciudad de Guayaquil fue del 24,38 dB de atenuación máximo,

por lo que queda confirmado que el diseño presente sí es factible desarrollarlo para dicho establecimiento en el lugar antes indicado.

4.9.2 Implantación del Diseño de la Red GPON en AutoCAD

Para la implantación del diseño de la red antes mencionada, se realizó el mismo en el programa AutoCAD versión 2014, para visualizar de forma específica y detallada el diseño de la red Gpon con Tecnología FTTB propuesta en este proyecto, la misma que a la vez será diseñada para la Base Naval Sur en la ciudad de Guayaquil. Esta a su vez estará representada en formato PDF y que por consiguiente se lo dejará adjuntado en los anexos del presente trabajo de titulación.

La misma que también consta de otros planos que representa la zona en donde va a estar colocada la OLT, otro plano en donde se reflejará la distribución de la red con la tecnología FTTB dentro un edificio, y otro plano en el que se verá el nodo de CNT de donde se tomará la conexión para instalar la OLT, por ende se apreciará el tendido del cableado de fibra óptica.

4.9.3 Análisis de todos los resultados obtenidos

Una vez culminado todos los cálculos en el diseño propuesto, se optará por dar aprobado el diseño de mencionada red, ya que como es de conocimiento en los resultados nos dio un valor de 24,38 dB de pérdida y su margen máximo de atenuación establecido en una red óptica es del 25 dB, en el análisis se obtuvo como resultado que si es factible y apto diseñar una red de este tipo en la Base Naval Sur, dentro de la ciudad de Guayaquil.

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE INVERSIÓN Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

5.1 Servicios que se ofrecen a los usuarios de la Base Naval Sur

Previo a comenzar este análisis de inversión resaltaremos los puntos más importantes concerniente al servicio de las telecomunicaciones de las mismas que están subordinadas a entidades que se encargan de velar la parte regulatoria, brindando inspección en lo que respecta al monitoreo y control del servicio que ofrece; ya que estos servicios pueden ser Televisión por cable, Servicio Portador, Valor Agregado, y muchos servicios más.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones “ARCOTEL”, esta Agencia es un organismo gubernamental de control técnico de las empresas de telecomunicaciones en el país, es la que también lleva el monitoreo y control del espectro radioeléctrico, aparte de aquello es la que se encarga del control de las operadoras en todo el país también la encargada del control de aquello, no obstante gestiona también las denuncias que son hechas por los abonados. También administrara y regulara a los sectores a nivel nacional, y por último se encarga de la implementación y ejecución de la parte política del sector en lo referente al sector de las telecomunicaciones.

5.1.1 Internet, un servicio de primera necesidad para los militares

Podemos determinar que el internet es un servicio de primera necesidad para todos los militares que residen y trabajan dentro de la Base naval Sur en la ciudad de Guayaquil; en el que se emplean equipos finales de telecomunicación y a su vez

integran muchas aplicaciones de las cuales logran convertir la información que es transmitida en forma de luz a través de la fibra óptica en una información digital útil para el usuario. Y la realidad actual en nuestro país es que se ha logrado constatar que el índice gradual de crecimiento sobre el uso del internet ha ido aumentando; es decir que el índice de penetración actual en el Ecuador sobre el uso del servicio de internet es del 55%.

5.1.2 Empresas que brindan los servicios de internet en la ciudad de Guayaquil

Las empresas que en la actualidad ofrecen el servicio de internet; servicio que la mayoría de las personas contrata y en especial el servicio que se va a utilizar en la Base Naval Sur, también existen algunas empresas que ofrecen este servicio, servicio de televisión satelital y también el servicio de telefonía IP todos ellos a través de un solo medio de transmisión conocido como la fibra óptica más conocido como un servicio “Triple Play” y a través de la tecnología GPON, estas empresas en Guayaquil son: CNT, Mega Interactive, Netlife, Telconet, Etcétera.

CNT “Corporación Nacional de Telecomunicaciones” es la que ahora brinda el servicio de internet en banda ancha a gran velocidad a través de la fibra óptica hasta el hogar, pero para el caso de este proyecto CNT llega con fibra óptica hasta el edificio utilizando para aquello la tecnología FTTB, esta corporación brinda una magnífica velocidad.

5.2 Análisis de mercado del servicio de internet en los sectores

Debido a que la demanda del servicio de las telecomunicaciones tal es el caso del servicio de internet requieren una infraestructura especial y eficaz conforme a los requerimientos solicitados por cada usuario ya sea residencial o corporativo y como ejemplo tomamos la Base Naval Sur de la ciudad de Guayaquil, a este establecimiento se lo divide en tres áreas: área administrativa, área operativa y área hospitalaria para poder realizar el análisis de mercado sobre tal sector.

5.2.1 Dimensión del mercado

Se eligió el área administrativa de la zona de la base naval sur para el estudio de la dimensión del mercado del cual se tomó el número total de habitantes dando como resultado un total de 902 usuarios y estos datos salieron de acuerdo a las informaciones y confirmaciones de todos los usuarios que trabajan en esa área de dicho establecimiento.

Se contabilizaron todos los repartos navales dentro de la base naval sur logrando obtener como resultado: tres áreas y éstas son: área administrativa, área operativa y área hospitalaria, de la cual se tomó los datos de las dos áreas restantes obteniendo 247 usuarios para el área operativa y 258 usuarios para el área hospitalaria y con la suma de la otra área “administrativa” logramos obtener un total de 1407 usuarios o clientes que trabajan dentro de ese establecimiento.

5.2.2 Resultados de los cálculos de la muestra

Para el resultado del cálculo de la muestra aquí se empleó la táctica del método de muestreo aleatorio estratificado ideal cuando se requiere clasificar las categorías con relación a la muestra que se vayan a presentar en la población.

Para saber cuál sería la dimensión de la muestra total, del total de 1407 usuarios de la Base Naval Sur, se lo ha dividido en tres estratos o áreas, uno con 902, otro con 247 y otro con 258, en ese establecimiento se realizó un muestreo estratificado aleatorio con afijación proporcional, en la que se eligió 300 personas al azar del estrato “Administrativo”.

Tabla 14: "Demostración de la encuesta que se realizó en la áreas de la Base Naval Sur"

SEGMENTO	ADMINISTRATIVA	OPERATIVA	HOSPITALARIA
POBLACIÓN	902	247	258
MUESTRA	15	4	4

Fuente: Autor

El total de la muestra aleatoria estratificado fue de 23 personas.

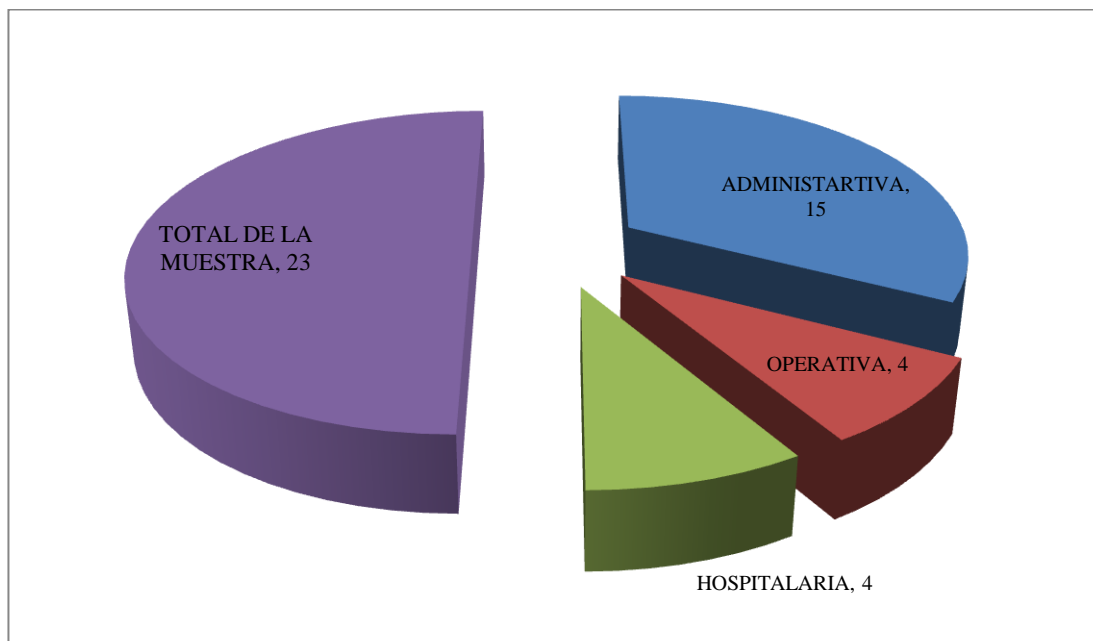


Figura 39: "Resultados obtenidos de las encuestas realizadas en la Base Naval Sur".

Fuente: Autor

5.2.3 Análisis de todos los resultados obtenidos

Con los datos de las encuestas que se realizaron se pudo determinar la cantidad en porcentaje en que los usuarios de la base naval sur que desean obtener el servicio de internet en banda ancha, y para esto se pudo notar que para el sector administrativo porcentaje de aceptación es del 65,2%, en cambio para sector operativo se pudo notar que tiene un índice de aceptación del 17,4% y en el sector hospitalario del 17,4% todo esto se lo realizó a personas que en los lugares antes mencionados trabajan y ellos muy amablemente cedieron de su valioso tiempo para continuar en las encuestas propuestas.

Para aquello en breve les mostraré mediante una tabla los resultados de las encuestas obtenidas por los usuarios de la base naval sur en los que indicaban si deseaban acceder o no al servicio de internet con una red Gpon de estándar FTTB, y

finalmente se mostrará luego un gráfico en pastel para indicarles el promedio de dichas encuestas.

Tabla 15: "Resultados de aceptación y no aceptación de las encuestas realizadas"

SERVICIO DE INTERNET CON LA RED GPON FTTB	ADMINISTRATIVA	OPERATIVA	HOSPITALARIA	TOTAL
SI	899	245	254	1398
NO	3	2	1	6

Fuente: Autor

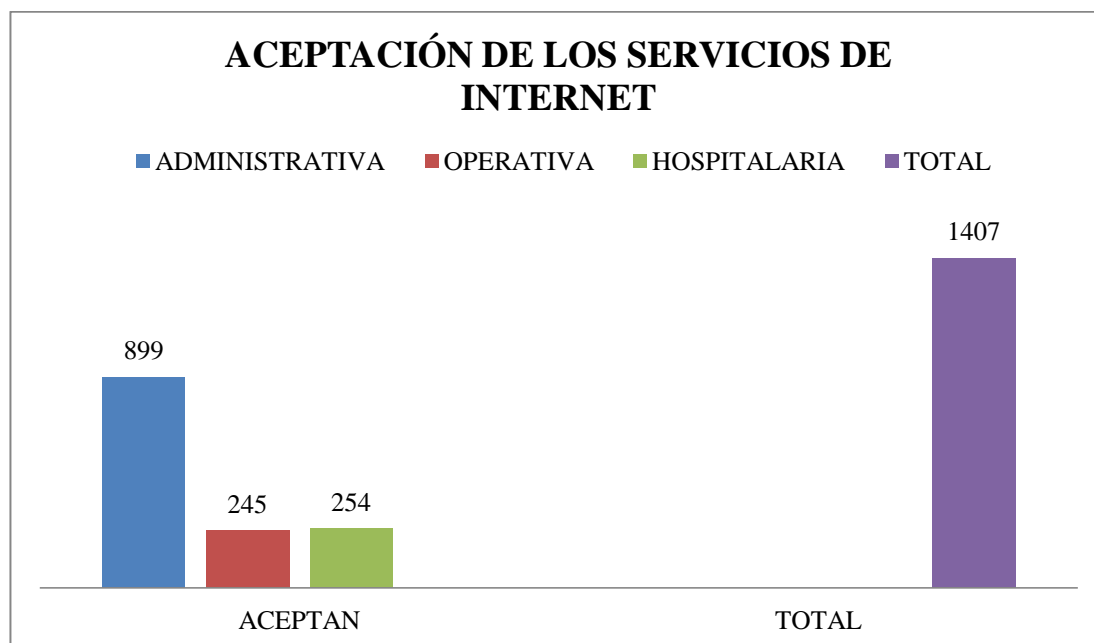


Figura 40: "Aceptación de la Red Gpon de estándar FTTB"

Fuente: Autor

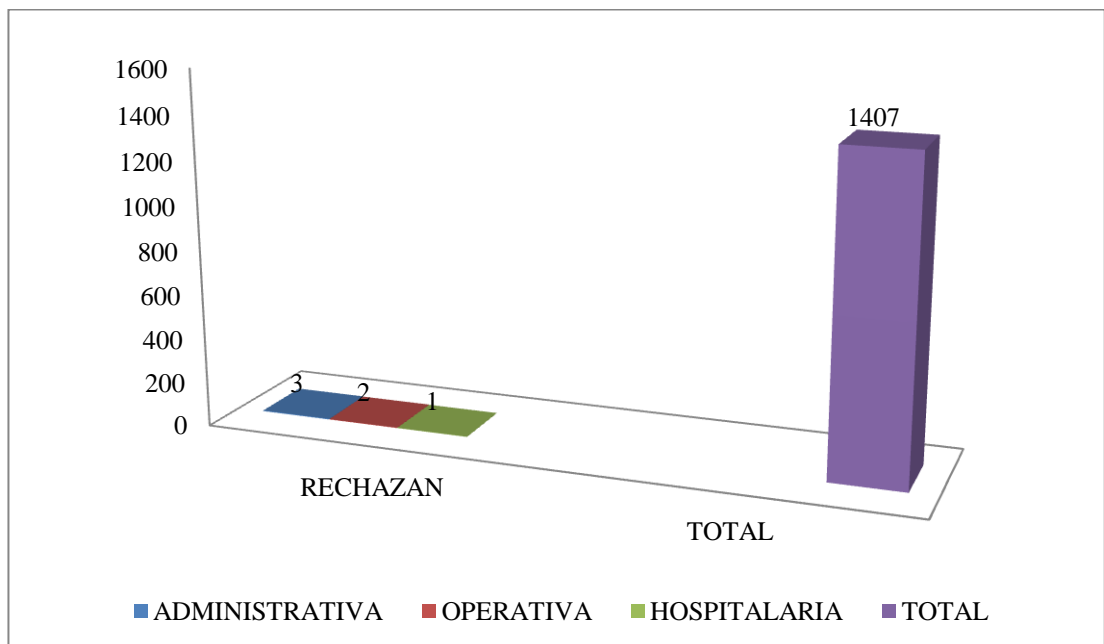


Figura 41: "Personas que rechazan el servicio de internet con la Red GPON".

Fuente: Autor

5.3 Análisis de costos de Red GPON FTTB propuesta

5.3.1 Costos de la infraestructura para el diseño de la Red GPON con estándar FTTB

Para este Diseño de la Red GPON con tecnología FTTB que se pretende Diseñar en la Base Naval Sur de la Ciudad de Guayaquil, se va a realizar la mejor selección de equipos ópticos y a su vez resaltando las características que estos equipos ofrecen en sus diferentes marcas y modelos, sabiendo que la marca y el modelo es una característica muy importante para la selección de mencionados equipos de telecomunicaciones, ya que también de aquello depende la operatividad y garantía de los mismos, no obstante, se puede mencionar en esta parte que los precios de los equipos, elementos y materiales, etc., para el diseño propuesto son tomados de hechos reales y actualizados a la fecha, en la cual se realizaron algunas proformas en la web a varias empresas de telecomunicaciones.

De la cual se tomó la pro-forma de una empresa llamada “SERVIHELP” que brinda servicios y soluciones integrales de telecomunicaciones aquí en Ecuador, y por ende se realizó una proforma con esta empresa de todos los equipos que se van a utilizar para el diseño, según la marca y modelo al igual de los materiales, elementos, mano de obra e instalación, etc., por otro lado también se realizó el Diseño de un Diagrama Unifilar en forma General de la Red GPON FTTB para la Base Naval Sur de la ciudad de Guayaquil, todos estos datos, precios y documentos fueron brindados por los señores Ingenieros Cristóbal Luna e Ingeniero Wagner Luna; encargado de las Proformas y Negocios de la Empresa “SERVIHELP”.

Esta Empresa se encuentra ubicada en Pasaje María Eufrasia N25-74 y Luis Mosquera Narvárez Quito-Ecuador, Teléfonos: (593) 02-3815930, Celular: 0996333335 - 0998004005, Email: info@servihelp.net, proformas@servihelp.net, wagner@servihelp.net, cristobal@servihelp.net, rtorres@servihelp.net, martha@servihelp.net, estos valores de las proformas y diseño presentados son netamente de propiedad y de patente de la empresa antes mencionada según las proformas y diseño realizados, y para su veracidad y legalización adjunto en el anexo de la tesis de grado todos los documentos y planos necesarios-requeridos.

A continuación en la siguiente Tabla 16, se va a presentar los diferentes equipos, elementos, materiales, mano de obra e instalación que se utilizarán para el desarrollo del Diseño de la Red GPON con tecnología FTTB en la Base Naval Sur de la ciudad de Guayaquil.

Tabla 16: "Equipos requeridos para implementar la Red GPON FTTB Propuesta"

EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DISEÑO DE UNA RED GPON FTTB				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	EQUIPO PRINCIPAL OLT - INCLUYE 60 PUERTOS PON.	1	\$ 69.000,00	\$ 69.000,00
2	SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN RED DE FIBRA GEAPON.	1	\$ 19.000,00	\$ 19.000,00
3	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN RED Y EQUIPAMIENTO.	1	\$ 24.000,00	\$ 24.000,00
4	EQUIPO TERMINAL ONU 16 ONU.	40	\$ 499,00	\$ 19.960,00
5	EQUIPO TERMINAL ONU 24 ONU.	59	\$ 639,00	\$ 37.701,00
6	FIBRA ÓPTICA MONOMODO 48 HILOS ADSS G652D- INCLUYE MANO DE OBRA TENDIDO DE FIBRA.	3500	\$ 4,70	\$ 16.450,00
7	FIBRA ÓPTICA MONOMODO 24 HILOS ADSS G652D - INCLUYE MANO DE OBRA TENDIDO DE FIBRA.	1000	\$ 3,80	\$ 3.800,00
8	FIBRA ÓPTICA DROOP 4 HILOS - INCLUYE RUTEO DE FIBRA.	1980	\$ 1,35	\$ 2.673,00
9	SPLITER 1:4 CONECTORIZADO SC-APC.	30	\$ 54,00	\$ 1.620,00
10	ODF PARA SPLITERS.	4	\$ 180,00	\$ 720,00
11	ODF DE FIBRA ÓPTICA.	3	\$ 280,00	\$ 840,00
12	PUNTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO INTERNOS.	1417	\$ 70,00	\$ 99.190,00
13	HERRAJES TIPO A.	55	\$ 22,00	\$ 1.210,00
14	HERRAJES TIPO B.	85	\$ 24,00	\$ 2.040,00
15	FUSIONES DE FIBRA.	396	\$ 12,00	\$ 4.752,00
16	CERTIFICACIÓN DE FIBRA.	198	\$ 12,00	\$ 2.376,00
17	MANGAS DE FIBRA.	8	\$ 220,00	\$ 1.760,00
18	PATCH CORDS DE FIBRA.	229	\$ 5,50	\$ 1.259,50
19	PIGTAILS.	243	\$ 4,50	\$ 1.093,50
20	RACK CERRADOS DE PARED 8U - INCLUYE REGLETA DE ENERGÍA Y ORGANIZADORES.	58	\$ 249,00	\$ 14.442,00
21	ROSETAS ÓPTICAS - INCLUYE ACOPLADORES SC-APC.	99	\$ 7,50	\$ 742,50
22	RACK CERRADO DE PISO 42 UR - INCLUYE REGLETA DE ENERGÍA Y ORGANIZADORES.	1	\$ 2.200,00	\$ 2.200,00
TOTAL SIN IVA				\$ 326.829,50
IVA				\$ 39.219,54
TOTAL				\$ 366.049,04

Fuente: Ingeniero Cristóbal Luna 2015

5.3.2 Costo total de la instalación y mano de obra, materiales y

equipos

En esta fase del proyecto se describe el costo total del Diseño de la Red GPON con Tecnología FTTB que se va a diseñar en la Base Naval Sur de la ciudad de Guayaquil, en la que anteriormente ha habido detallado el costo de cada equipo y demás, por lo tanto se puede decir que para poder implementar este diseño se va a necesitar la cantidad de \$ **366.049,04** (Americanos), este valor se deberá invertir cuando se vaya a querer implementar el presente trabajo de titulación, cabe recalcar también que estos precios van a variar de acuerdo a la cantidad y características que se requiera según el diseñador; obviamente también van a variar de acuerdo a la fecha en que se lo vaya a implementar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

✚ Se analizó y se verificó que es factible el diseño de una Red Gpon con tecnología FTTB que será desarrollada en la Base Naval Sur ubicada en la ciudad de Guayaquil, ya que las redes de última generación son el boom de las TIC's y actualmente están a la vanguardia de las Telecomunicaciones, logrando reducir la congestión en el tráfico de datos, y no obstante por si fuera poco a futuro este Diseño brindará el servicio de TV digital y Telefonía logrando obtener un servicio llamado "Triple Play" en un gran ancho de banda cumpliendo con los estándar de calidad, según lo requiera la Superioridad Naval.

✚ Para brindar el internet con banda ancha se dio preferencia a las áreas que han sido divididas en este proyecto, ya que gracias a la tecnología de la red GPON se puede brindar el mismo servicio para todos los sectores, basándose para aquello en aspectos técnico que ofrece esta tecnología FTTB.

✚ Finalmente, puedo constatar todas las condiciones ambientales y verificar la zona en donde se va a desarrollar un Diseño, el mismo que bordea una área de 8 km aproximadamente, cuya referencia tiene una cantidad de unos 2000 personas de las cuales 1407 son usuarios netos que utilizarán el servicio de internet en horas laborales en la Base Naval Sur, puedo decir que se va a utilizar una nueva vía de tendido de cableado para la fibra óptica l que implica un gasto adicional, no obstante el Diseño permite llegar hacia los usuarios finales tal es el caso de la FTTB GPON, lo que significa que este diseño es una propuesta factible tanto en la parte financiera como en la parte técnica.

RECOMENDACIONES:

✚ Como recomendación al presente trabajo de titulación puedo decir que es necesario implementar nuevas redes de acceso ya que con el diseño logra conseguir un ingreso hacia el mundo de las nuevas tecnologías y para aquello es de necesidad implementar una RED GPON con estándar FTTB dentro de la BASE NAVAL SUR en la ciudad de Guayaquil, y el desarrollo del diseño es muy bajo en comparación a otras redes, y por si fuera poco su velocidad es muy veloz.

✚ En este diseño lo más recomendable es adquirir todos los equipos de un solo fabricante, ya que solo ellos tienen licencias, y certificación de calidad en lo que concierne interoperabilidad, y sobre todo deben ser equipos estandarizados por ARCOTEL, ya que sin esta estandarización y aprobación por parte de la Superintendencia de telecomunicaciones nuestros equipos no podrán poner en producción la red GPON.

✚ Algo muy importante y es de gran ventaja utilizar este tipo de red de última generación en zonas residenciales y pobladas mucho mejor si son urbanizaciones, ciudades etc., por el solo simple hecho de que se pueden utilizar los recursos como es la parte eléctrica, pozos, ductos, postes, etc., logrando con esto reducir los costos en mantenimiento e instalación de la red.

Referencias Bibliográficas

- Alex Aguirre. (03 de agosto de 2012). *slideshare.net*. Recuperado el 26 de 08 de 2015, de <http://es.slideshare.net/AlexAguirre6/tipos-de-fibra-optica-13864678?related=1>
- Definición de Términos. (agosto de 2015). *definicion.mx*. Recuperado el 25 de 08 de 2015, de <http://definicion.mx/metodologia/>
- Díaz, G. (2010). *Elementos de diseño para el cálculo de flexibilidad entuberías y aplicación de compensadores de dilatación*. Quito: CORASI.
- DYS, S. (2015). *made-in-china.com*. Recuperado el 15 de agosto de 2015, de http://es.made-in-china.com/co_dysfiber/product_1X32-PLC-Fiber-Optic-Splitter_eiyghgryg.html
- Fundora, L. (10 de Mayo de 2014). *LIBROSWEB*. Obtenido de LIBROSWEB: http://librosweb.es/xhtml/capitulo_10/estructura_de_la_cabecera.html
- Funes, A. (2012). *Herrajes y accesorios para el tendido aéreo de cables de tierra y/o de fibras ópticas*. Madrid.
- Galván, C. (2011). *Home Station Fibra Óptica. Guía Básica de Configuración Web*. Buenos Aires: TELDAT.
- Gaona Román, L. A., & Santillán Sarmiento, L. P. (2013). *Análisis de factibilidad del área técnica y diseño de una red FTTH GPON en el sector de Cumbayá*. Quito: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4159>.
- Gómez, C. (15 de Octubre de 2014). *COIDEA*. Obtenido de COIDEA: http://www.coideasa.com/preformados_para_lineas_de_transmision.html

Grajales, T. (2000). TIPOS DE INVESTIGACION. *On line*(27/03/2.000). *Revisado el.*

Grajales, Tevni. (s.f.). *letrak.com*. Recuperado el 20 de 08 de 2015, de http://www.letrak.com.co/alejandro/material/investigacion/04_investipos.pdf

Guevara, F. S. (22 de Marzo de 2010). *BITSTREAM*. Obtenido de BITSTREAM: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1764/1/CD-2763.pdf>

Luaces, A. (17 de Junio de 2014). *HTMLPOINT.COM*. Obtenido de HTMLPOINT.COM: http://www.htmlpoint.com/guida/html_02.htm

Martínez, A. (13 de Marzo de 2013). *Telequismo*. Obtenido de Telequismo: <http://www.telequismo.com/2013/03/ftth-fttb.html>

Mavares, R. (14 de Febrero de 2011). *Teleprocesamiento*. Obtenido de Teleprocesamiento: <http://teleprocesamiento-unesr-sancarlos.blogspot.com/2011/02/fibra-de-optica-uso-ventajas-y.html>

Nodarse, A. (29 de Agosto de 2008). *TELNET*. Obtenido de TELNET: <http://www.telnet-ri.es/soluciones/acceso-gpon-y-redes-ftth/gpon-fttd-fibra-hasta-el-escritorio/>

Reyna, R. (12 de Agosto de 2014). *Electrónica Unicrom*. Obtenido de Electrónica Unicrom: http://www.unicrom.com/art_FibraOptica.asp

Tensión, R. T. (2010). *Reglamento Técnico* . Quito.

UIT. (17 de mayo de 2010). *Unión Internacional de Telecomunicaciones*. Obtenido de <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652-200911-I/es>

Vargas, D. R. (20 de marzo de 2015). Estudio de una Red GPON que provea de servicio de voz y datos para el centro comercial la Rotonda de la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, Carrera de Ingeniero en Teleinformática.

Velasco, J. A. (3 de Diciembre de 2009). *Bitstream*. Obtenido de Bitstream:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1181/7/CD-2632.pdf>

Ventura, F. (30 de Agosto de 2010). *Scribd*. Obtenido de Scribd:
<http://es.scribd.com/doc/248711104/Pruebas-de-Aceptacion-en-Redes-de-Fibra-Optica#scribd>

GLOSARIO

FTTB (*Fiber to the Building*). - Fibra hasta el Edificio, Esta tecnología de telecomunicaciones se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados para la distribución de servicios avanzados.

GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network*).- Se trata de las estandarizaciones de las redes PON a velocidades superiores a 1 Gbps, fue aprobada en 2003-2004 por UIT-T en las recomendaciones G.984.1, G.984.2, G.984.3, G.984.4 y G.984.5.

ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*).- Consiste en una transmisión analógica de datos digitales apoyada en el par de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando la longitud de línea no supere los 5,5 km medidos desde la central telefónica, o no haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir.

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*).- Es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.

EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*). - Es una tecnología de telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G.

UIT (*International Telecommunication Union*).- Son las siglas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional.

OSI (*Open System Interconnection*).- Es el modelo de red descriptivo, que fue creado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) en el año 1984. Es un marco de referencia para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones.

PLC (*Power Line Communications*).- Son comunicaciones mediante cable eléctrico y que se refiere a diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación. La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha.

VoIP (*Voice over IP*).- Es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables sólo por telefonía convencional como la Red Telefónica Pública Conmutada.

XDSL (*Digital Subscriber Line*).- Es un término utilizado para referirse de forma global a todas las tecnologías que proveen una conexión digital sobre línea de abonado de la red telefónica básica o conmutada.

TERMINOLOGÍA

ADSL. - Asymmetric Digital Subscriber Line.

ATM. - Asynchronous Transfer Mode.

ATSC. - Advanced Television System Committee.

CATV. - Community Antenna Television.

CDMA. - Code Division Multiple Access.

DBA. - Dynamic Bandwidth Allocation.

DOCSIS. - Data over Cable Service Interface Specification.

DVB. - Digital Video Broadcasting.

EDGE. - Enhanced Data rates for GSM Evolution.

FTTB. - Fiber to the Building.

GEM. - GPON Encapsulation Method.

GPON. - Gigabit-capable Passive Optical Network.

GSM. - Global System for Mobile communications.

HFC. - Hybrid Fiber Coaxial.

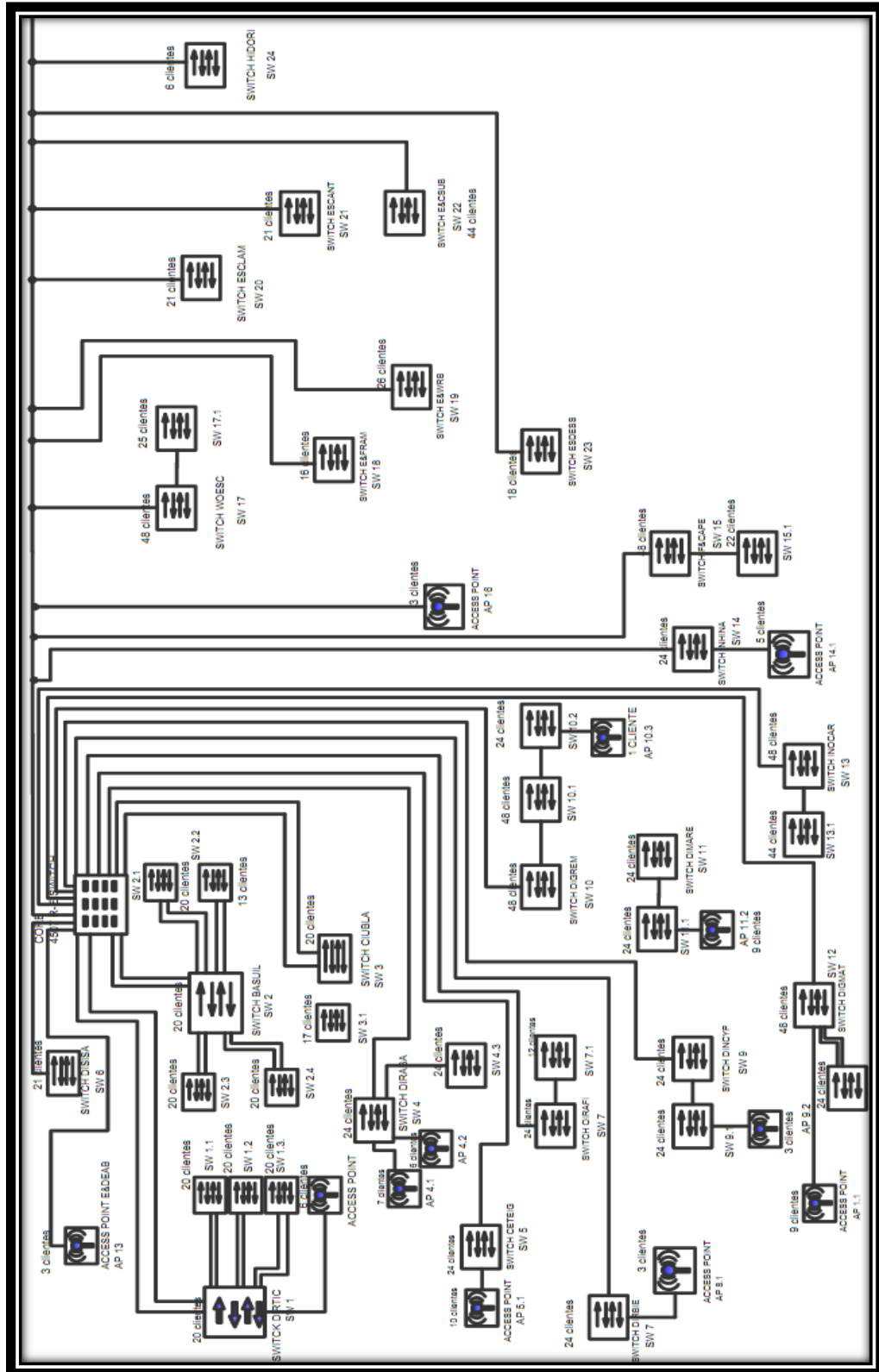
HDTV. - High Definition Television.

IP. - Internet Protocol.

IPTV. - Internet Protocol Television.

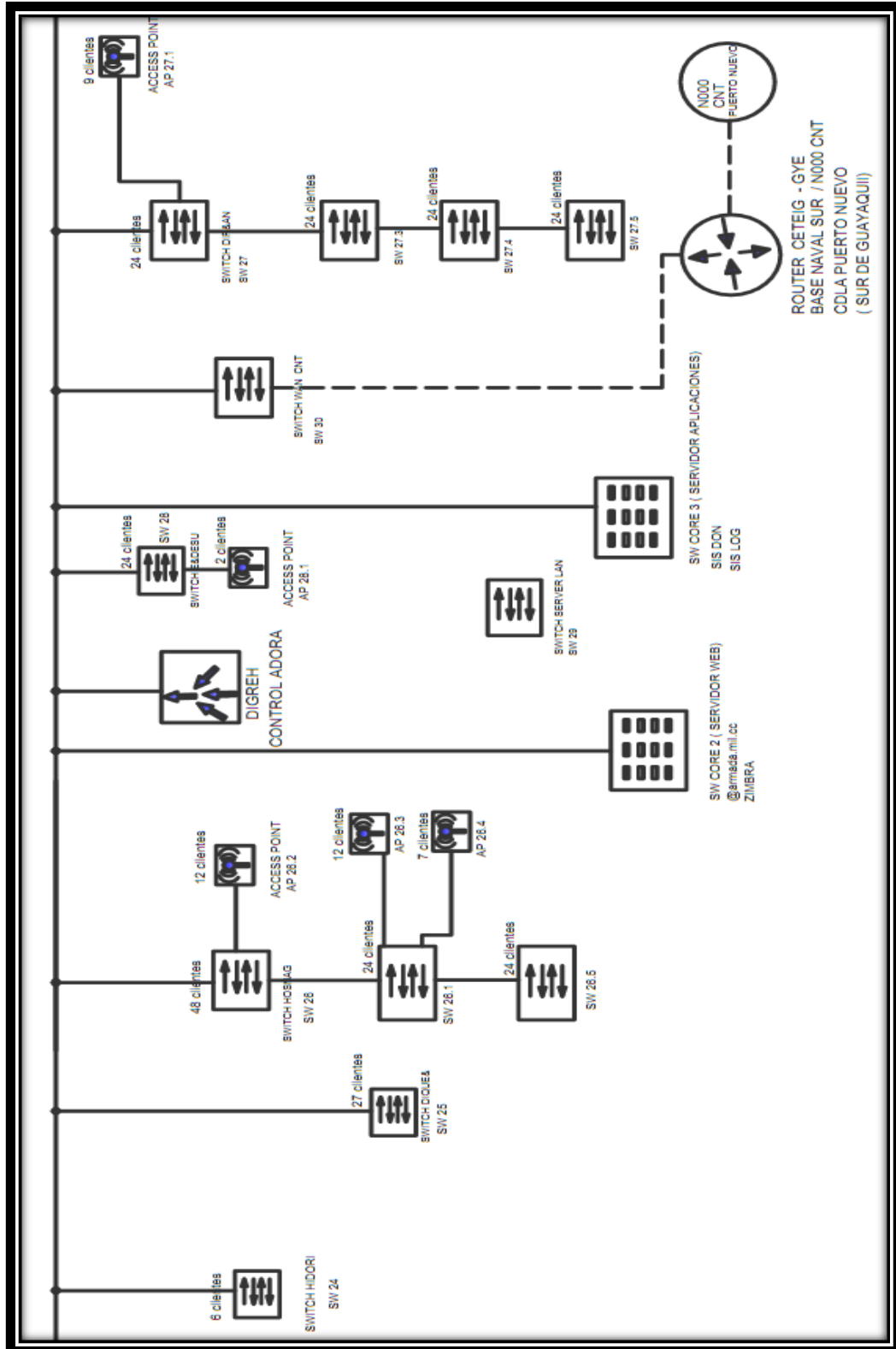
ANEXOS

“DISEÑO DE UNA RED GPON CON TECNOLOGÍA FTTB PARA LA BASE NAVAL SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL (Primera Parte)”



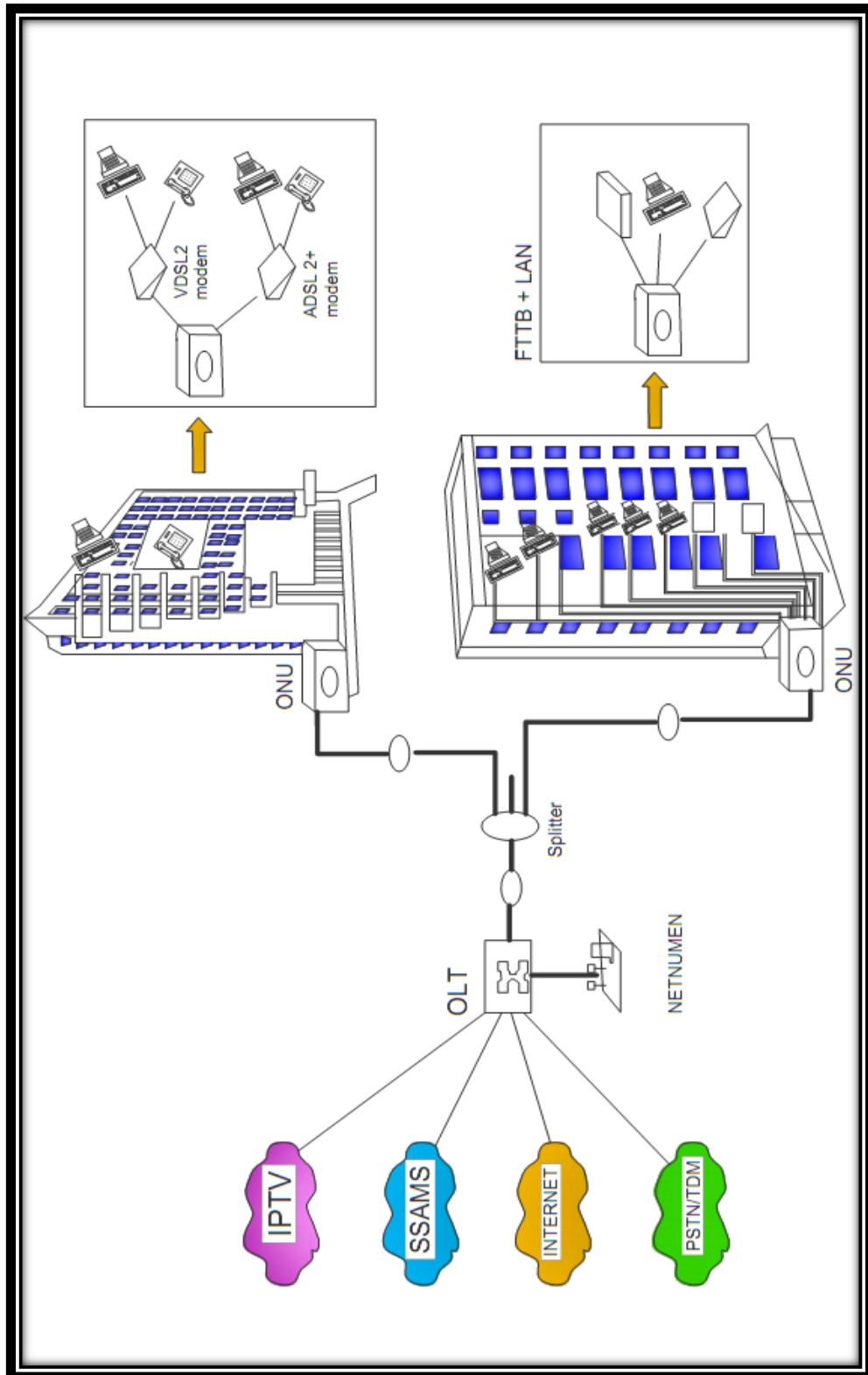
Elaborado: Autor

“DISEÑO DE UNA RED GPON CON TECNOLOGÍA FTTB PARA LA BASE NAVAL SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL (Segunda Parte)”



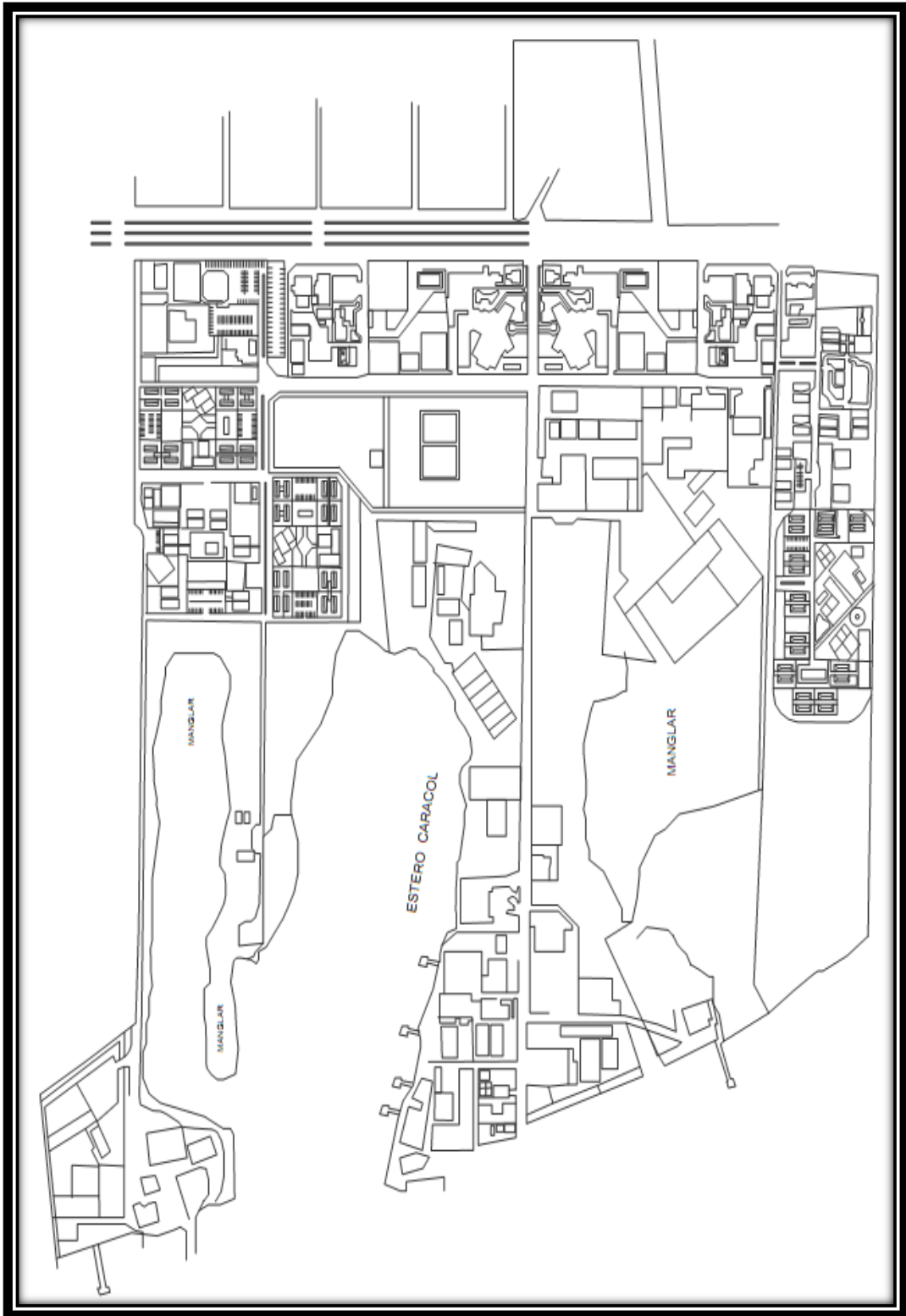
Elaborado: Autor

“DISEÑO DE LA SOLUCIÓN FTTB PARA LOS USUARIOS DE LA BASE NAVAL SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”



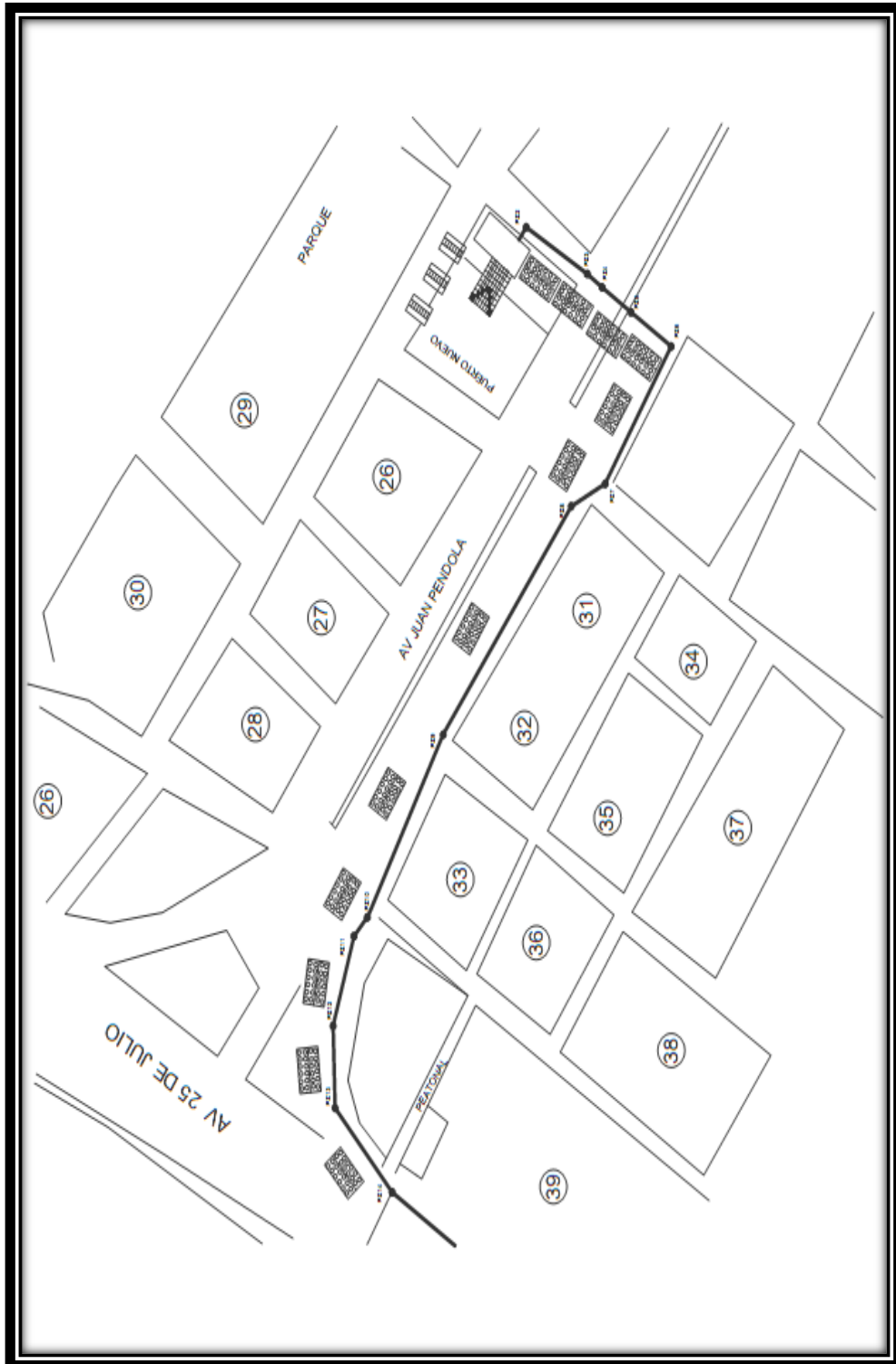
Elaborado: Autor

“UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA BASE NAVAL SUR EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, AL SUR EN LA AVENIDA DE LA MARINA”



Elaborado: Autor

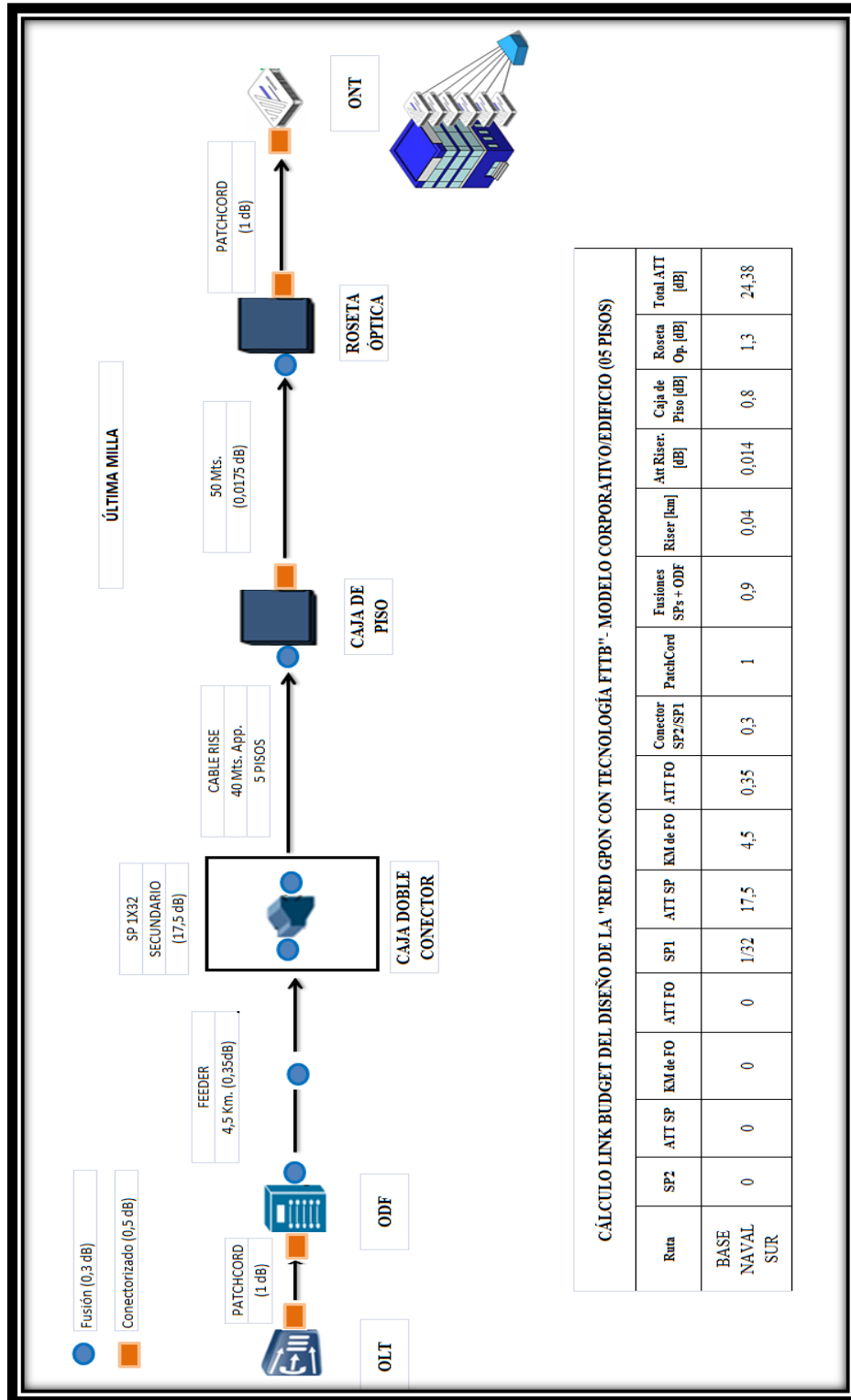
“TENDIDO DEL CABLEADO DE FIBRA ÓPTICA POR LA CALZADA, EN LA CIUDADELA. “PUERTO NUEVO” AL SUR DE GUAYAQUIL”



Elaborado: Autor


“SIMULACIÓN DEL ESQUEMA EN BLOQUES SOBRE EL DISEÑO DE LA RED GPON CON TECNOLOGÍA FTTB PARA LA BASE NAVAL SUR”


(Esquema con valores de atenuación en los elementos de la red óptica)



Elaborado: Autor

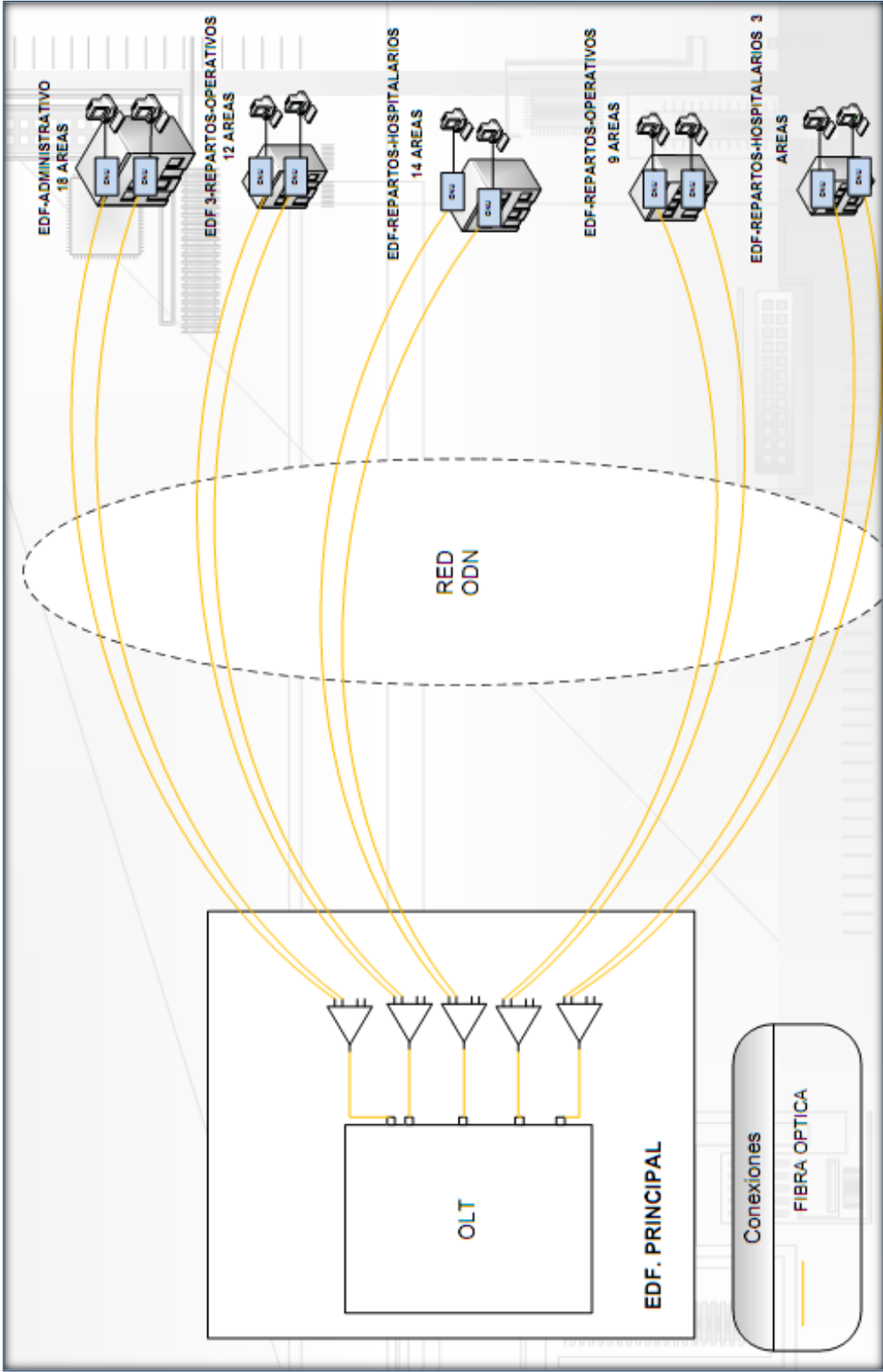
Proforma realizada a la Empresa “SERVIHELP” sobre los equipos de Telecomunicaciones que se van a utilizar para el desarrollo del Diseño de la Red GPON FTTB en la Base Naval Sur de la ciudad de Guayaquil.

		PROFORMA		
Teléfonos: 0996333335 • 023-815930 • E-mail: wagner@servihelp.net				
FECHA: 1 DE OCTUBRE DEL 2015			PROFORMA 7152	
CLIENTE: ARMADA DEL ECUADOR			RUC/CI: 0925230583	
REFERENCIA: RED DE FIBRA ÓPTICA GEAPON CON TECNOLOGÍA FTTB				
CONTACTO TÉCNICO: KLEBER GUAMÁN CHACHA			TELÉFONO: 0994773302	
CONTACTO COMERCIAL: BASE NAVAL SUR DE GUAYAQUIL				
DIRECCIÓN: Guayaquil, Ave. De la Marina frente al Planetario de la Armada			TELÉFONO: 042481096	
EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DISEÑO DE UNA RED GPON FTTB				
Nro.	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	EQUIPO PRINCIPAL OLT - INCLUYE 60 PUERTOS PON.	1	\$ 69.000,00	\$ 69.000,00
2	SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN RED DE FIBRA GEAPON.	1	\$ 19.000,00	\$ 19.000,00
3	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN RED Y EQUIPAMIENTO.	1	\$ 24.000,00	\$ 24.000,00
4	EQUIPO TERMINAL ONU 16 ONU.	40	\$ 499,00	\$ 19.960,00
5	EQUIPO TERMINAL ONU 24 ONU.	59	\$ 639,00	\$ 37.701,00
6	FIBRA ÓPTICA MONOMODO 48 HILOS ADSS G652D- INCLUYE MANO DE OBRA TENDIDO DE FIBRA.	3500	\$ 4,70	\$ 16.450,00
7	FIBRA ÓPTICA MONOMODO 24 HILOS ADSS G652D - INCLUYE MANO DE OBRA TENDIDO DE FIBRA.	1000	\$ 3,80	\$ 3.800,00
8	FIBRA ÓPTICA DROOP 4 HILOS - INCLUYE RUTEO DE FIBRA.	1980	\$ 1,35	\$ 2.673,00
9	SPLITER 1:4 CONECTORIZADO SC-APC.	30	\$ 54,00	\$ 1.620,00
10	ODF PARA SPLITERS.	4	\$ 180,00	\$ 720,00
11	ODF DE FIBRA ÓPTICA.	3	\$ 280,00	\$ 840,00
12	PUNTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO INTERNOS.	1417	\$ 70,00	\$ 99.190,00
13	HERRAJES TIPO A.	55	\$ 22,00	\$ 1.210,00
14	HERRAJES TIPO B.	85	\$ 24,00	\$ 2.040,00

15	FUSIONES DE FIBRA.	396	\$ 12,00	\$ 4.752,00
16	CERTIFICACIÓN DE FIBRA.	198	\$ 12,00	\$ 2.376,00
17	MANGAS DE FIBRA.	8	\$ 220,00	\$ 1.760,00
18	PATCH CORDS DE FIBRA.	229	\$ 5,50	\$ 1.259,50
19	PIGTAILS.	243	\$ 4,50	\$ 1.093,50
20	RACK CERRADOS DE PARED 8U - INCLUYE REGLETA DE ENERGÍA Y ORGANIZADORES.	58	\$ 249,00	\$ 14.442,00
21	ROSETAS ÓPTICAS - INCLUYE ACOPLADORES SC- APC.	99	\$ 7,50	\$ 742,50
22	RACK CERRADO DE PISO 42 UR - INCLUYE REGLETA DE ENERGÍA Y ORGANIZADORES.	1	\$ 2.200,00	\$ 2.200,00
	* Validez de la proforma: 15 días * Forma de pago: 70% Anticipo - 30% Contra-entrega * Tiempo de entrega :	TOTAL SIN IVA		\$ 326.829,50
		IVA		\$ 39.219,54
	WAGNER LUNA BUSINESS MANAGER SERVIHELP S.A.	TOTAL		\$ 366.049,04
Ingeniería en redes & servicios inteligentes				

Fuente: (Ingeniero Cristóbal Luna, 2015)

Diagrama Unifilar de la Red GPON FTTB para la Base Naval Sur de la ciudad de Guayaquil.



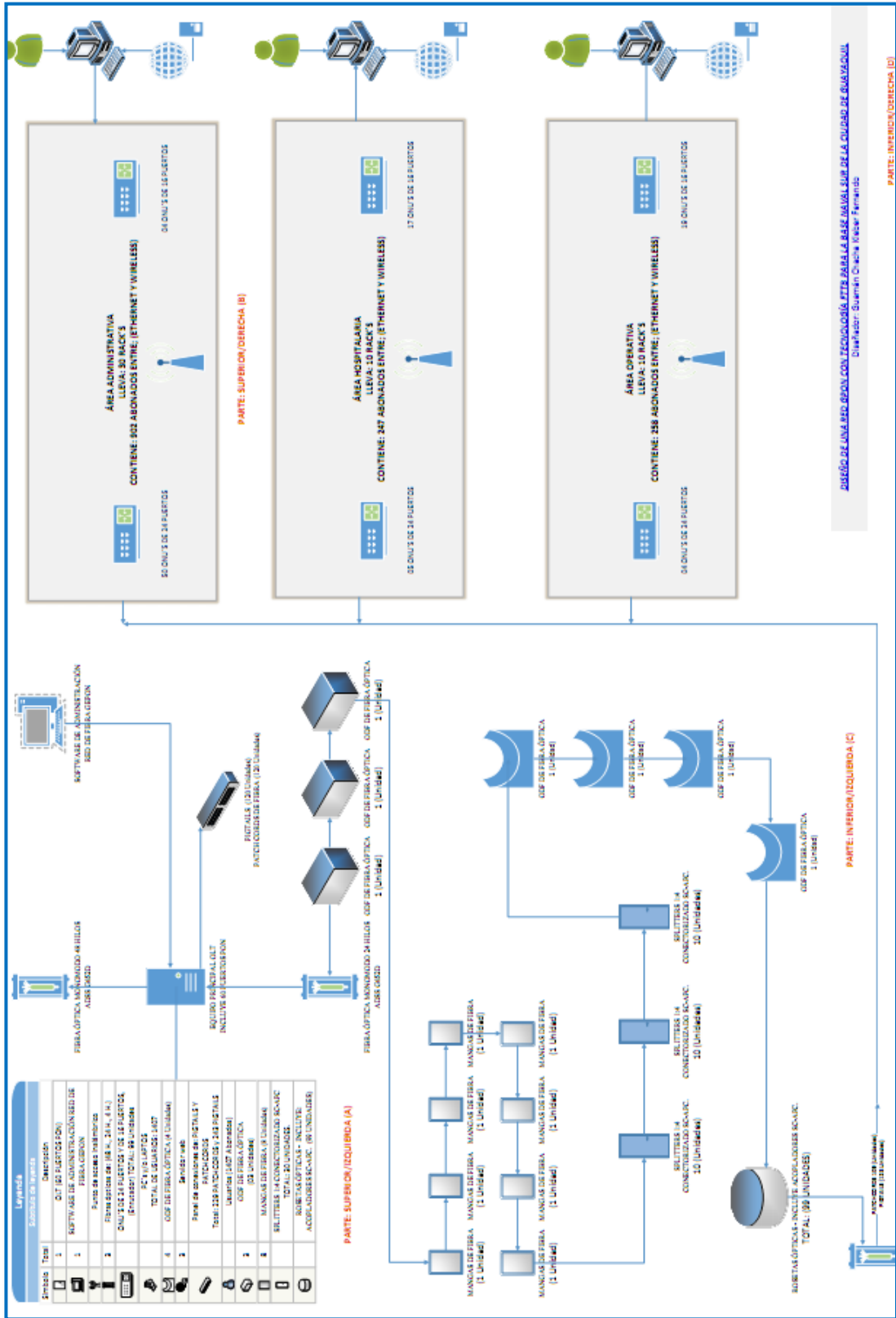
Fuente: (Ingeniero Cristóbal Luna, 2015)

Imágenes de la Empresa de Telecomunicaciones de donde se realizó la proforma y cotizaciones de los equipos a utilizarse.



Fuente: (SERVIHELP, 2015)

Diseño General y Detallado de la Red GPON FTTB en Formato VISIO 2013



Elaborado: Autor