



FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

**“Diseño de una red de última milla con tecnología GPON
para la parroquia Cumbayá en el Distrito Metropolitano
de Quito”**

REGIS DANNY VALLEJO ESPINOSA

DIRECTOR: ING. SANTIAGO PUGA

Quito, Febrero del 2013

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, REGIS DANNY VALLEJO ESPINOSA, con cédula de identidad # 172034438-9, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

REGIS DANNY VALLEJO ESPINOSA
C.C.: 172034438-9

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DISEÑO DE UNA RED DE ÚLTIMA MILLA CON TECNOLOGÍA GPON
PARA EL SECTOR DE LA PARROQUIA DE CUMBAYÁ EN EL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO”**

Realizado por:

REGIS DANNY VALLEJO ESPINOSA

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO DE SISTEMAS EN TELECOMUNICACIONES

ha Sido dirigido por el profesor

ING. SANTIAGO PUGA

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

.....
Ing. Santiago Puga

DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador,

.....

Ing. David Paredes

.....

Ing. Xavier Barragán

Quito, 22 de Febrero de 2013

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico con amor a mi Tio Vicente Espinosa y a mi Madre Esthela Espinosa, quienes han estado y están siempre junto a mí en todo momento, y a quien les debo mucho , es por ese motivo que agradezco a Dios por su existencia y compañía.

A mi Tia Teres Espinosa por su apoyo y ejemplo que supo crear en mí deseos de superación e inculcó buenos valores humanos.

Regis Vallejo

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios que me permitió culminar una etapa de mi vida , a mi madre que estuvo siempre junto a mi, a mi tío por brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanos , quienes han estado conmigo en mis buenos y malos momentos.

Agradezco a la Universidad Internacional SEK, y a cada uno de los catedráticos quienes entregaron todos sus conocimientos.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Santiago Puga Director de la Tesis, por su valiosa ayuda y paciencia.

A todas las instituciones que con su aportación contribuyeron a la realización del presente trabajo.

Regis Vallejo

Índice

Declaración juramentada.....	iii
Declaratoria.....	iv
Profesores informantes.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice.....	viii
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xvii

CAPÍTULO I.....	1
------------------------	----------

INTRODUCCIÓN.....	1
--------------------------	----------

1.1. El Problema de Investigación.....	1
1.1.1. <i>Planteamiento del Problema</i>	1
1.1.2. <i>Formulación del problema</i>	2
1.1.3. <i>Sistematización del Problema</i>	3
1.1.4. <i>Objetivo general</i>	3
1.1.5. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.1.6. <i>Justificación</i>	4
1.2. Marco Teórico.....	5
1.2.1. <i>Estado actual del conocimiento sobre el tema</i>	5
1.2.1.1. <i>Estudio de factibilidad técnica</i>	5
1.2.1.2. <i>PON: Red Óptica Pasiva (Passive Optical Network)</i>	6
1.2.1.3. <i>Tipos de redes PON</i>	7
<i>APON (Asynchronous Transfer Mode over Passive Optical Network)</i>	7
<i>BPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)</i>	8
<i>GPON (Gigabit-capable PON)</i>	8
<i>Red xDSL</i>	9
<i>Tipos de tecnologías xDSL</i>	10
<i>ADSL</i>	11
1.2.1.4. <i>La última milla</i>	12
1.2.2. <i>Adopción de una perspectiva teórica</i>	13
1.2.2.1. <i>Soluciones de Acceso con Fibra Óptica (FTTX)</i>	13
<i>Modelo de una red FTTX</i>	13
<i>FTTB (FIBER TO THE BUILDING)</i>	16

<i>FTTC (FIBER TO THE CURB)</i>	16
<i>FTTH (FIBER TO THE HOME) / FFTO (FIBER TO THE OFFICE)</i>	17
<i>FTTN (FIBER TO THE NODE / NEIGHBORHOOD)</i>	18
1.2.2.2. Características Tecnológicas de la Familia XPON	19
<i>Características generales de los sistemas PON</i>	19
<i>APON (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE OVER PON)</i>	20
<i>BPON (BROADBAND PON)</i>	21
<i>EPON (ETHERNET PON)</i>	22
<i>MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING)</i>	23
1.3. Marco Conceptual	23
1.3.1. Fibra óptica	23
<i>Tipos de multimodo</i>	26
1.3.1.1. Características de la fibra óptica	26
<i>Índice de Refracción</i>	27
<i>Leyes de refracción:</i>	28
<i>Estructura</i>	28
<i>Principio de Transmisión</i>	29
1.3.1.2. Tipos de Fibra Óptica	31
<i>Cable de estructura holgada</i>	31
<i>Cable de estructura ajustada</i>	31
<i>Fibra óptica con núcleo de vidrio y manto de vidrio</i>	34
<i>Fibra Óptica Monomodo</i>	37
<i>Fibra Mono-Modo y 10-gigabit Ethernet</i>	38
<i>Fabricación de la Fibra Óptica Mono-Modo</i>	38
1.3.1.3. Parámetros de la fibra óptica	40
<i>Atenuación</i>	40
<i>Pérdidas por Absorción</i>	41
<i>Pérdidas por Dispersión (scattering) de Rayleigh y Mie</i>	41
<i>Dispersión</i>	42
<i>Dispersión Modal</i>	43
<i>Dispersión cromática de material</i>	43
<i>Dispersión cromática de guía de onda</i>	43
<i>Dispersión de modo de polarización.</i>	44
1.3.1.4. Ventajas y desventajas de la fibra óptica	44
<i>Ventajas</i>	44
<i>Desventajas</i>	45
1.3.2. Idea a defender	46
1.3.3. Identificación y Caracterización de las variables	46

CAPÍTULO II	47
MÉTODO	47
2.1. <i>Diagnóstico de la situación tecnológica actual del sector de Cumbayá</i>	47
2.1.1. Contexto tecnológico del sector	47
Tecnologías de acceso.....	47
Aplicaciones de la fibra óptica en las telecomunicaciones para el sector de Cumbayá	47
Internet:	48
Redes	48
Telefonía	48
Otras Aplicaciones	49
2.1.2. Esquema General de GPON para la parroquia de Cumbayá.....	50
Requerimientos de la arquitectura GPON	51
Código de Línea	51
Longitud de Onda de Trabajo	51
Intervalo de Atenuación.....	51
Sensibilidad Mínima.....	52
Sobrecarga Máxima	52
Máximo Alcance Lógico	53
Máximo Alcance Lógico Diferencial	53
Pérdida del Trayecto Óptico Diferencial	53
Calidad Media de Transmisión	53
Bloques Funcionales	53
Optical Line Termination (OLT)	53
Bloque núcleo de PON	54
Bloque de conexión cruzada.....	54
Bloque de servicio	54
Optical Network Unit (ONU)	54
Optical Distribution Network (ODN)	55
Servicios	55
Estado actual de la red de Telecomunicaciones en el sector	56
Descripción del Actual Sistema para Provisión de Servicio de Datos	58
La Tecnología XDSL en la Red de Acceso	58
2.2. <i>Diseño de la red.....</i>	58
Diagrama Lógico Genérico de la Red.....	58
Esquema Físico de la Red	59
Topología	60
Análisis de las distancias.....	61
Presupuesto de enlace (Link Budget).	62

<i>Tipo de fibra óptica</i>	<i>63</i>
<i>Interconexión de la red GPON</i>	<i>63</i>
<i>Número de puertos GPON.....</i>	<i>63</i>
<i>Características de la red GPON</i>	<i>64</i>
CAPÍTULO III	65
RESULTADOS	65
<i>3.1. Esquema de Red GPON Propuesta</i>	<i>65</i>
<i>3.2. Construcción de la Red GPON.....</i>	<i>66</i>
<i>3.2.1. Posibles soluciones para última milla.....</i>	<i>66</i>
<i>3.2.2. Objetivo y Justificación de las posibles soluciones.....</i>	<i>66</i>
<i>Fibra Óptica Escogida</i>	<i>67</i>
<i>Equipos GPON escogidos</i>	<i>68</i>
<i>3.2.2.1. Calculo de demanda de Mbps y Kbps por servicio</i>	<i>71</i>
<i>Calidad de servicio.....</i>	<i>72</i>
<i>Disponibilidad de la red.....</i>	<i>72</i>
<i>3.2.3. Plan inicial de pruebas</i>	<i>76</i>
<i>Tests de seguridad.....</i>	<i>78</i>
<i>3.2.4. Consideraciones estéticas</i>	<i>79</i>
<i>3.2.5. Planificación de actividades</i>	<i>81</i>
<i>3.2.6. Estudio del producto</i>	<i>83</i>
<i>Servicios</i>	<i>83</i>
<i>Requisitos para implementar un ISP con tecnología GPON para la zona de Cumbayá.....</i>	<i>84</i>
<i>3.2.6.1. Servicios posibles de implementar</i>	<i>85</i>
<i>Internet</i>	<i>85</i>
<i>Redes</i>	<i>86</i>
<i>Telefonía</i>	<i>86</i>
<i>Otras Aplicaciones</i>	<i>87</i>
<i>3.2.6.2. Análisis y diseño del prototipo</i>	<i>88</i>
<i>3.2.6.3. Propiedad Industrial, protección de derechos</i>	<i>94</i>
<i>Requisitos para la concesión de servicios portadores de telecomunicaciones</i>	<i>94</i>
<i>3.3. Implementación</i>	<i>98</i>
<i>3.3.1. Estudio Financiero.....</i>	<i>109</i>
<i>3.3.1.1 Objetivo</i>	<i>111</i>
<i>3.3.1.2. Plan De Inversión.....</i>	<i>111</i>
<i>3.3.1.3. Estado De Situación Inicial.....</i>	<i>112</i>
<i>3.3.1.4. Fuentes De Financiamiento Y Amortización Del Crédito.....</i>	<i>113</i>

3.3.1.5. Capital De Trabajo	114
3.3.1.6. Ingresos y Ventas.....	115
Costo De Ventas	116
3.3.1.7. Costos y gastos operacionales	117
Rol de pagos	118
Gastos Generales	118
Gastos De Estrategias	119
3.3.1.8. Plan De Medios	119
Presupuesto Ambiental.....	119
Estado de situación financiera.....	122
Tasa interna de retorno	124
CAPITULO IV	127
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
4.1. Conclusiones.....	127
4.2. Recomendaciones	128
4.3.Bibliografía	129
Glosario de Términos Básicos	134
ANEXOS	137

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Diagrama lógico de la red GPON	6
Gráfico 2 Enlace ADSL	11
Gráfico 3 Esquema genérico de una red de acceso de FO	14
Gráfico 4 Modelos de acceso con FFTX.....	15
Gráfico 5 Solución total de acceso con FFTX.....	15
Gráfico 6 Esquema de FTTB	16
Gráfico 7 Esquema de FTTC.....	17
Gráfico 8 Esquema de FTTH	18
Gráfico 9 Esquema de FTTN	18
Gráfico 10 Topología básica de una red PON.....	19
Gráfico 11 Esquema de APON	20
Gráfico 12 Esquema de BPON	21
Gráfico 13 Esquema de EPON	22
Gráfico 14 Cables de Fibra Óptica	24
Gráfico 15 La refracción	28

Gráfico 16 Estructura básica de la fibra óptica	28
Gráfico 17 Fotografía de diferentes tipos de cables de fibra óptica.....	29
Gráfico 18 Reflexión y refracción de un haz de luz al incidir sobre la superficie de separación de dos medios dieléctricos.....	30
Gráfico 19 Tipos de fibra óptica	33
Gráfico 20 Fibra óptica multimodo de índice escalonado	34
Gráfico 21 Dispersión Modal.....	35
Gráfico 22 Núcleo de Fibra óptica.....	35
Gráfico 23 Fibra óptica multimodo de índice gradual	36
Gráfico 24 Propagación de los haces de luz en la FO multimodo de índice gradual	37
Gráfico 25 Primera etapa de fabricación de Fibra Mono modo	38
Gráfico 26 Fase final de construcción de fibra óptica mono modo	39
Gráfico 27 Propagación del haz de luz en la FO monomodo	40
Gráfico 28 Onda de espectro electromagnético	42
Gráfico 29 Configuración de GPON.....	50
Gráfico 30 Pérdidas por conectores.....	52
Gráfico 31 Sistema genérico de GPON.....	53
Gráfico 32 Bloques funcionales de la OLT.....	54
Gráfico 33 Diagrama de bloques funcionales de la ONU- GPON	55
Gráfico 34 Diagrama general de una ODN.	55
Gráfico 35 Diagrama Lógico de la Red	59
Gráfico 36 Distribución de zonas	60
Gráfico 37 Distancias en zonas.....	62
Gráfico 38 Esquema de la red GPON (Propuesta).....	65
Gráfico 39 OLT.....	68
Gráfico 40 ONT.....	69
Gráfico 41 Plano de localización de la red para Cumbayá	75
Gráfico 42 Zonas específicas para la red GPON Cumbayá	75
Gráfico 43 GPON Tester	76
Gráfico 44 Cableado en poste.....	80
Gráfico 45 Fase 1.....	81
Gráfico 46 Fase 2.....	81
Gráfico 47 Fase 3.....	82
Gráfico 48 Fase 4.....	82
Gráfico 49 Fase 5.....	83
Gráfico 50 Implementación.....	98
Gráfico 51 Planos zona 1.....	100
Gráfico 52 Planos zona 2.....	104
Gráfico 53 Planos zona 3.....	105
Gráfico 54 Planos zona 4.....	106
Gráfico 55 Planos zona 5.....	107
Gráfico 56 Planos zona 6.....	108
Gráfico 57 Composición del Estado de Situación Inicial	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tecnologías de las tecnologías xDSL.....	10
Tabla 2 Características de la Tecnología	12
Tabla 3 Velocidades de Multimodo	26
Tabla 4 Servicios.....	56
Tabla 5 Análisis de distancias	61
Tabla 6 Fibra óptica escogida.....	67
Tabla 7 Descripción técnica.....	70
Tabla 8 Mbps y Kbps por servicio.....	71
Tabla 9 Velocidad de GPON por usuarios	72
Tabla 10 Servicios.....	83
Tabla 11 Conexiones	88
Tabla 12 Distribución por zona de influencia.....	88
Tabla 13 Infraestructura Sector 1	90
Tabla 14 Zona Centro Sector 2.....	90
Tabla 15 Infraestructura del Sector 2.....	91
Tabla 16 Lumbisí Sector 3	91
Tabla 17 Infraestructura del Sector 3.....	91
Tabla 18 Sector Hospital de los Valles Sector 4	92
Tabla 19 Infraestructura del Sector 4.....	92
Tabla 20 Zona La Primavera Sector 5	92
Tabla 21 Infraestructura del Sector 5.....	93
Tabla 22 Zona El Portal Sector 6	93
Tabla 23 Infraestructura del Sector 6.....	93
Tabla 24 Consumo actual de servicios de internet	110
Tabla 25 Plan de inversión	111
Tabla 26 Estado de Situación Inicial	112
Tabla 27 Fuentes de financiamiento.....	113
Tabla 28 Amortización del crédito	114
Tabla 29 Capital de trabajo	114
Tabla 30 Plan de ventas	115
Tabla 31 Costo de ventas	116
Tabla 32 Rol de pagos	118
Tabla 33 Gastos generales	118
Tabla 34 Gastos estrategia.....	119
Tabla 35 Plan de Medios.....	119
Tabla 36 Presupuesto ambiental	119
Tabla 37 Estado de resultados	120
Tabla 38 Flujo de fondos	121
Tabla 39 Estado de Situación Financiera.....	122
Tabla 40 Tasa de descuento.....	123
Tabla 41 Valor actual neto	123
Tabla 42 Tasa interna de retorno.....	124
Tabla 43 Periodo de recuperacion de la inversión (PRI)	124

Tabla 44 Relación costo/beneficio	124
Tabla 45 PE por año	125
Tabla 46 Fórmula Punto de equilibrio.....	125
Tabla 47 Punto de equilibrio	126
Tabla 48 Pregunta 1	142
Tabla 49 Pregunta 2	143
Tabla 50 Pregunta 3	143
Tabla 51 Pregunta 4	144
Tabla 52 Pregunta 5	144
Tabla 53 Pregunta 6	145
Tabla 54 Pregunta 7	146
Tabla 55 Pregunta 8	146
Tabla 56 Pregunta 9	147
Tabla 57 Video conferencia.....	147
Tabla 58 Herramientas didácticas.....	148
Tabla 59 Aprendizaje digital.....	148
Tabla 60 Portal de noticias.....	149
Tabla 61 Televisión digital.....	149
Tabla 62 Radio digital	150
Tabla 63 Redes sociales.....	150
Tabla 64 Telefonía local	151
Tabla 65 Correo electrónico.....	151
Tabla 66 Transacciones bancarias.....	152
Tabla 67 Qué tipo de red le gustaría que se implementara	152
Tabla 68 Si su red fuese atacada, que daño no le gustaría que le ocasionara ese ataque ..	153
Tabla 69 Género del encuestado	153
Tabla 70 Edad del Encuestado	153
Tabla 71 Sector de residencia	154
Tabla 72 Consumo actual de servicios de internet	155
Tabla 73 Demanda potencial futura	156
Tabla 74 Ingresos potenciales	157
Tabla 75 Comparación de tecnologías PON.....	157

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Planos de Red GPON	138
Anexo 2: Encuesta.....	139
Anexo 3 Estudio del Mercado de la parroquia de Cumbayá.....	142
Anexo 4 Proformas.....	158

RESUMEN

Los nuevos sistemas de transmisión de datos basados en fibra óptica se han constituido en el medio de comunicación más aceptable para la transmisión de video, audio, voz y datos, de manera especial para comunicaciones de alta velocidad, ya que estas brindan esenciales características como nitidez, versatilidad y un menor costo en base al tiempo y beneficios, en comparación con las antiguas tecnologías como son los basados en cobre, ya sea el cable coaxial y el cable par trenzado, la fibra óptica brinda beneficios como el ser un medio compacto basado en el haz de luz, siendo estas fibras ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión. Esta investigación se direcciona hacia la caracterización de la red de fibra óptica y sus grandes beneficios como son las bajas tasas de pérdida de señal, gran capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad en los distintos tipos de redes haciéndolas inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio frecuencia, convirtiéndose en un medio sumamente seguro de transmisión de señales.

Se pretende por la misma investigación el determinar el tipo de red más apropiado como propuesta para ser implementado en el sector de la parroquia de Cumbayá, abarcando nuevos sistemas de servicios, definiendo los distintos tipos de consumidores que estos necesitan, de la misma forma es necesario determinar la magnitud de beneficios tanto para los clientes como para los promotores en la implementación de estas nuevas redes, garantizando la calidad de inversión. La fibra está compuesta por filamentos de silicio de alta pureza, compacto y mezclado con elementos específicos, haciendo propicio el encaminar un nuevo sistema de tecnología pura y de alta calidad, esta fibra consta de varios componentes en forma concéntrica desde el centro hasta el exterior del cable de fibra encontrándose en la parte interna con el núcleo y la externa llamada revestimiento o cubierta.

PALABRAS CLAVES: RED / GPON / TRANSMISIÓN / DATOS / FIBRA ÓPTICA / MEDIO DE COMUNICACIÓN / VELOCIDAD / NITIDEZ / VERSATILIDAD / TIEMPO / FRECUENCIA / MENOR COSTO / BENEFICIOS/ CABLE / DATOS

ABSTRACT

The new data transmission systems based on fiber optics have become the most acceptable media for the transmission of video, audio, voice and data, especially for high-speed communications, as these provide essential features like sharpness, versatility and lower cost based on time and benefits, compared to older technologies such as those based on copper, either coaxial cable and twisted pair cable, optical fiber provides benefits such as being half based compact the beam of light, such fibers being lightweight, low signal losses, large transmission capacity. For this research is directed toward characterizing the fiber optic network and its great benefits such as low rates of signal loss, large transmission capacity and a high degree of reliability in different types of networks making them immune to electromagnetic interference radio frequency, becoming a highly secure transmission of signals.

It is intended for research to determine the most appropriate type of network to be implemented in the area of the parish of Cumbayá, covering new service systems, defining the different types of consumers that they need, just as it is necessary to determine the magnitude of benefits for both customers and developers in the implementation of these new networks, ensuring quality investment. The fiber is composed of filaments of high purity silicon, compact and mixed with specific elements, by enabling the system to route a new technology pure and high quality, the fiber consists of several components in a concentric manner from the center to the outside of fiber cable being in the inner core and the outer coating or cover call.

KEYWORDS: RED / GPON / TRANSMISSION / DATA / FIBER OPTICS / MEDIA / SPEED / SHARPNESS / VERSATILITY / TIME / FREQUENCY / LOWER COST / BENEFIT / CABLE / DATA

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. El Problema de Investigación

1.1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad, la tecnología avanza a niveles muy acelerados, lo que conlleva a que las redes actuales no satisfagan las velocidades existentes para los nuevos servicios multimedia. Actualmente la tecnología ADSL solo permite ofrecer a través del par telefónico de cobre tradicional una velocidad en Mbps de 512 kbps, 1 Mbps, 2 Mbps y 4 Mbps; siendo una limitación el ancho de banda que puede ofrecer a los usuarios, el mismo que disminuye la velocidad al aumentar la distancia entre el punto de acceso y el terminal; por consiguiente, GPON es la tecnología más atractiva al momento de brindar velocidades superiores al Gbps. en servicios de comunicación, llegando directamente a lugares como hogares, oficinas y edificios, por lo que se ha visto la necesidad de profundizar en un estudio de factibilidad técnica de aplicación de redes GPON en el sector de Cumbayá en el Distrito Metropolitano de Quito, siendo uno de lugares con mayor demanda de altas velocidades de transmisión. Cumbayá cuenta según el censo poblacional del con 21.078 personas de las cuales según estudio similar donde la población interesada por tener servicio a Internet en esta población es de un 68.97%, desde el enfoque del autor (Guanopatín , Estudio de Servicios de Telecomunicaciones Inalámbricas (Voip, Datos E Internet) para Los Sectores De Tumbaco Y Cumbayá Para La Empresa Lutrol S.A.).

Esta tecnología se está implementando a nivel mundial ya que permite una mayor velocidad de datos, dejando a un lado la utilización del ADSL.

Uno de los atractivos a la hora de elegir el proveedor es la velocidad de navegación que ofrece, por lo que el presente proyecto comprenderá el estudio para diseñar una red de acceso a Internet con la tecnología G-PON, para el sector de

Cumbayá, desde el punto de vista de un Proveedor de Servicios de internet; se analizará ventajas y desventajas frente a las tecnologías actuales ASDL.

1.1.2. Formulación del problema

¿Las deficiencias de las operadoras que proveen de servicios de internet y comunicaciones inciden en los niveles de satisfacción del cliente de la parroquia de Cumbayá en el Distrito Metropolitano de Quito?

Este nivel de satisfacción se mantiene frecuentemente en el marco de la prestación de servicios con limitaciones en el ámbito de cobertura que se desarrolla de manera limitada, ya que, en su mayor proporción está concentrado en la operadora pública como la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en lo que a servicios de internet se refiere y por otra parte en cuanto a los requerimientos de televisión por cable en poder de la Empresa TV Cable, así mismo la generalización del servicio que no les permite especializarse con el objeto de brindar servicios especializados a cada uno de los segmentos de mercado como son los residenciales a través de un servicio al hogar y el empresarial.

Por otra parte los precios que se manejan en el mercado son un detonante importante en estos niveles de insatisfacción (Vallejo, Investigación de Mercados, 2012) y búsqueda de nuevas opciones constituyéndose en altos frente a los servicios que se ofertan así como por la capacidad de transmisión de información, si bien es cierto en lo que a servicios residenciales y comerciales de menor capacidad que maneja la operadora estatal se mantienen precios que oscilan por sobre los veinte dólares, sin embargo el nivel de respuesta tanto de subida como de bajada de datos y transmisión no son los adecuados (Vallejo, Investigación de Mercados, 2012).

De la misma forma en lo que a promoción de estos servicios por parte de las empresas que prestan el servicio actualmente en la zona, son de manera específica hacia la adquisición de los nuevos usuarios o abonados, no se direcciona una promoción e información en cuanto al uso de la tecnología, en cuanto al uso de red inalámbrica, uso de transmisión de datos, servicio de televisión digital, telefonía, entre otros (Vallejo, Investigación de Mercados, 2012).

En lo que respecta hacia los proveedores de estos servicios la mayor fuerza se concentra en la empresa pública, la CNT, que denota supremacía sobre otras empresas que se encuentran incursionando en el mercado como Punto net y Ecuagnet a través de su línea Net Life, sin embargo los usuarios acuden de manera concurrente hacia las agencias de la CNT, por ser de dominio general y de acceso común. (Vallejo, Investigación de Mercados, 2012)

Por otra parte, si bien la infraestructura en la zona es nueva como se pudo especificar en la inspección de campo, no obstante en determinadas áreas es insuficiente y requiere la implementación de conexiones aéreas, tanto en lo que a interconexión se refiere, así como en la dependencia de las otras operadoras de la disponibilidad de la empresa pública para concesionar satélites, frecuencias y otros requerimientos.

La competencia como se pudo apreciar de manera general está en un proceso de desarrollo con la incursión de empresas operadoras privadas como las anteriormente citadas en la dotación de estos servicios.

1.1.3. Sistematización del Problema

- ¿Qué son las redes GPON y la tecnología de redes ADSL?
- ¿Cuál es el impacto tecnológico que tendrá la implementación de redes GPON en la parroquia de Cumbayá?
- ¿Existe un conocimiento de los requerimientos necesarios para implementar una red GPON en la parroquia de Cumbayá?
- ¿Existe la necesidad y la demanda necesaria para implementar una red de última milla con tecnología GPON para la parroquia de Cumbayá?

1.1.4. Objetivo general

Diseñar técnicamente una red para transmisión de datos con tecnología GPON, a través de un estudio de factibilidad técnica que permita determinar la viabilidad de implementación en el sector de Cumbayá.

1.1.5. Objetivos específicos

- Caracterizar la tecnología de redes GPON, y la tecnología de redes ADSL.
- Determinar el impacto tecnológico en el cambio de estructura de redes ADSL a redes GPON en la parroquia de Cumbayá.
- Determinar los requerimientos técnicos básicos necesarios para la implementación de Tecnología de redes GPON en la parroquia de Cumbayá.
- Realizar un estudio técnico para el diseño de una red de última milla con tecnología GPON que sirva a un proveedor de Internet que esté interesado en implementar este servicio en el Sector de Cumbayá.
- Proponer el diseño técnico de una red de última milla para el sector de Cumbayá, utilizando la tecnología GPON para un proveedor de Internet que se encontrare en el Sector (en forma de análisis académico).

1.1.6. Justificación

La propuesta del estudio de factibilidad técnica, para el diseño de una red de última milla con tecnología GPON para el sector de Cumbayá pretende mejorar la calidad de prestación de servicios y aplicaciones que un proveedor de Internet podría ofrecer a los futuros clientes potenciales y actuales usuarios.

El diseño de una red de última milla con tecnología GPON que tiene aproximadamente un “soporte para varias tasas de transferencia, incluyendo tráfico simétrico de 622 Mbps, tráfico simétrico de 1.24416 Gbps y, asimétrico de 2.48832 Gbps en sentido descendente y 1.24416 Gbps en sentido ascendente,” según (Pabón Taco, 2009), lo que hace viable su ejecución

Con este estudio se podrá determinar las ventajas y desventajas que traería la implementación de la Tecnología GPON al usar mayores velocidades de transmisión en voz, datos y video, lo que permitiría decidir la factibilidad de implementar dicha tecnología en el Sector de Cumbayá y a futuro en otros sectores de la ciudad.

Se ha seleccionado este sector, en razón de que existe un alto índice de clientes potenciales, entre ellos: residenciales, PYMES y centros corporativos, además que se estima, como uno de los lugares en crecimiento; tanto en sector comercial y empresarial, que requieren de mayor capacidad, calidad y confiabilidad en sus comunicaciones. Cabe indicar que las edificaciones de este sector son modernas y están aptas en su infraestructura para la implementación de dicha tecnología.

1.2.Marco Teórico

1.2.1. Estado actual del conocimiento sobre el tema

1.2.1.1. Estudio de factibilidad técnica

Según el autor (Stallings, 2002, pág. 128) *“El estudio de factibilidad, es una tarea que suele estar organizada y realizada por los analistas de sistemas. El estudio consume aproximadamente entre un 5% y un 10% del costo estimado total del proyecto, y el período de elaboración del mismo varía dependiendo del tamaño y tipo de sistema a desarrollar”*.

Factibilidad se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados, generalmente la factibilidad se determina sobre un proyecto, en este caso sobre el diseño de una red de última milla utilizando tecnología GPON que puede servir a cualquier proveedor de Internet en el Sector de Cumbayá. El estudio de factibilidad, es una de las primeras etapas del desarrollo de un sistema o proyecto informático. Los tipos de factibilidades básicamente son:

- **Factibilidad técnica:** si existe o está al alcance la tecnología necesaria para el sistema
- **Factibilidad económica:** relación beneficio costo.
- **Factibilidad operacional u organizacional:** si el sistema puede funcionar en la organización.

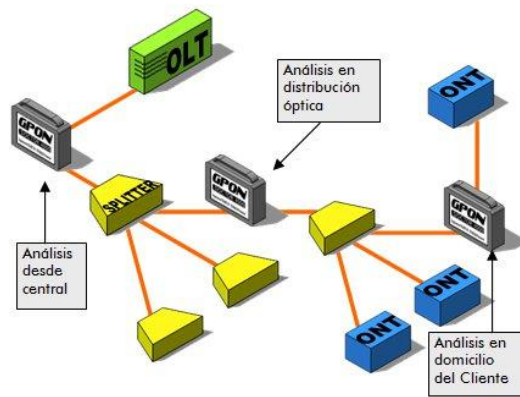
Para cada solución factible, se presenta una planificación preliminar de su implementación. El objetivo de estudio del presente trabajo de investigación es realizar la Factibilidad técnica, que concluirá en el diseño de la red.

1.2.1.2. PON: Red Óptica Pasiva (Passive Optical Network)

El concepto de red óptica pasiva (PON) fue propuesto originalmente por investigadores de British Telecom en el año 1987 con el ánimo de disponer de un tipo de red FTTH que fuese económicamente viable y a la vez lo suficientemente flexible como para acomodar nuevos servicios en la medida que fueran apareciendo. Aunque los esfuerzos iniciales se centraron en demostrar la paridad en cuanto a costo con respecto a otras infraestructuras basadas en el uso de cables de cobre al transportar telefonía básica y servicios de bandas estrecha (TPON o “Telephony over PON”), pronto quedó clara que dicho concepto era válido para poder soportar servicios de banda ancha basados en el transportes de señales ATM, dando lugar a las denominadas redes APON (ATM – PON). (Stallings, 2002, págs. 130 - 135)

Las redes GPON (Gigabit Passive Optical Network) están diseñadas para brindar servicios que requieren un gran ancho de banda, como por ejemplo la IPTV o televisión de alta definición. Bajo el mismo principio el autor (Stalling, 2001, pág. 140) “Estas redes permiten brindar servicios triple play (voz, datos y video) con velocidades de acceso mayores a 50Mbps, para el Internet, con bajos costos de mantenimiento y operación”. Para llevar la Fibra óptica lo más cerca posible del usuario, han surgido las Arquitecturas FTTX (Fibra hasta ”X” donde “X” es sustituida por el lugar donde la fibra es llevada) que reducen el uso de cobre. Como ejemplo de Arquitecturas FTTX se pueden mencionar:

Gráfico 1 Diagrama lógico de la red GPON.



Fuente: (TELNET) Redes Inteligentes

- FTTH (Fiber to the Home): Fibra Hasta la casa
- FTTB (Fiber to the Building): Fibra Hasta el Edificio
- FTTA (Fiber to the Apartment): Fibra hasta el Departamento
- FTTC (Fiber to the Curb): Fibra Hasta la Acera
- FTTCa (Fiber to the Cabinet): Fibra Hasta la Cabina

Una red APON es muy similar a una red HFC, ya que el medio empleado se comparte entre usuarios, pero tiene diferencias básicas que son tres: Por una parte, se permite la división de señal en el dominio óptico mediante el ejemplo de acopladores en estrella; en segundo lugar el tramo de cable coaxial existente en las redes HFC se sustituye por una fibra óptica; en tercer lugar, el número de usuarios que sirve un clúster es sensiblemente más reducido (8-32 en una red APON frente a 500-2000 en una HCF). Cabe mencionar en este punto que las redes APON han sido estandarizadas recientemente por la ITU a través de su recomendación ITU-T G.983.1, como lo define la autora (Ortega, 2002, pág. 296)

1.2.1.3. Tipos de redes PON

Existen tres tipos de redes PON, cronológicamente se mencionarán a continuación:

APON (Asynchronous Transfer Mode over Passive Optical Network)

Especificada en la recomendación ITU-T G.983, fue la primera red que definió la FSAN (Full Service Access Network), un grupo formado por 7 operadores de telecomunicaciones con el objetivo de unificar las especificaciones para el acceso de banda ancha a las viviendas.

BPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)

Se basa en el estándar APON y ha sido ratificada en la recomendación ITU-T G.983, con la diferencia que puede soportar otros estándares de banda ancha y ofrece servicios como acceso Ethernet o distribución de video. Alcanza una velocidad de 155 Mbps fijos tanto en el canal descendente como en el ascendente, pero fue modificado para admitir tráfico asimétrico que alcanza 622 Mbps en el canal descendente y en el canal ascendente 155 Mbps. También admite tráfico simétrico en donde el canal descendente y el canal ascendente alcanzan 622 Mbps, pero su costo es muy elevado y tiene limitaciones técnicas.

GPON (Gigabit-capable PON)

Estandarizada por ITU-T y denominada Gigabit-capable PON (GPON), fue aprobada en 2003 - 2004 y ha sido normalizada en las recomendaciones G.984.1¹, G.984.2², G.984.3³ y G.984.4⁴.

GPON es un estándar de las redes PON que alcanza una velocidad superior a 1 Gbps, soporta varias tasas de velocidad con el mismo protocolo, incluyendo velocidades simétricas de 622 Mbps, 1.25 Gbps, y asimétricas de 2.5 Gbps en el enlace descendente y 1.25 Gbps en el ascendente. Tiene un alcance de 20 km, aunque actualmente el estándar ha sido apto para alcanzar los 60 km, el máximo número que puede soportar una misma fibra es de 64 usuarios pero puede alcanzar a soportar hasta 128 usuarios. GPON usa multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing) la cual le permite que la información viaje tanto ascendente como

¹ Recomendación G.984.1. Trata de las características generales de las redes ópticas pasivas.

² Recomendación G.984.2. Especificación de la capa dependiente de los medios físicos de las redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits.

³ Recomendación G.984.3. Especificación de la capa de convergencia de transmisión de redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits

⁴ Recomendación G.984.4. Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica de redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits

descendente en la misma fibra óptica. GPON es un estándar muy potente pero a la vez muy complejo de implementar que ofrece:

- Soporte global multiservicio: incluyendo voz (TDM, SONET, SDH), Ethernet 10/100 Base T, ATM, Frame Relay y muchas más
- Alcance físico de 20 km
- Soporte para varias tasas de transferencia, incluyendo tráfico simétrico de 622 Mbps, tráfico simétrico de 1.25 Gbps y asimétrico de 2.5 Gbps en sentido descendente y 1.25 Gbps en sentido ascendente.
- Importantes facilidades de gestión, operación y mantenimiento, desde la cabecera OLT al equipamiento de usuario ONT.
- Seguridad a nivel de protocolo (cifrado) debido a la naturaleza multicast del protocolo.⁵

GPON ofrece un amplio soporte de servicios, incluyendo voz (TDM, SONET, SDH), Ethernet, ATM, Frame Relay, líneas arrendadas, extensiones vllBless, etc., mediante el uso de un método de encapsulación conocido como GEM (GPON Encapsulation Method). GPON ofrece un mejoramiento de la confiabilidad de la red de acceso utilizando SDH (Jerarquía Digital Sincrónica) como cambios de protección automáticos y cambios de protección forzosos, sin embargo se les considera como opcionales ya que la utilización de esta tecnología implica la realización de sistemas económicos.

Red xDSL

Desde el enfoque de otro especialista en redes como es el autor (Martínez Abadía, 2004, pág. 314), xDSL es una tecnología Modem - “Like (muy parecida a la de los modem), donde es necesario un dispositivo xDSL terminal en cada extremo del bucle de abonado. Las configuraciones de las tecnologías xDSL pueden ser simétricas o asimétricas según los requisitos de ancho de banda en cada uno de los sentidos de la transmisión”. La consecución de un mayor ancho de banda es posible gracias a la eliminación del proceso de conversión digital - analógico, analógico -digital de los

5 Recomendación G.984.5: Banda de ampliación de redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits

datos, que se hacía ambos extremos del par de cobre, y que restringiría las velocidades de conexión y las prestaciones de los servicios.

Con xDSL los datos viajan directamente en formato digital por la línea del abonado según el autor anteriormente citado.

Tipos de tecnologías xDSL

Entre los principales integrantes de la familia xDSL se mencionan los siguientes:

- ADSL (Asymmetric DSL).
- HDSL (High bit-rate DSL).
- SDSL (Single line DSL).
- SHDSL (Single – pair High bit- rate DSL).
- VDSL (Very high data rate DSL)
- DSL (ISDN DSL).

En la siguiente tabla se describe las características de las diferentes tecnologías xDSL.

Tabla 1 Tecnologías de las tecnologías xDSL

TIPO	Significado de iniciales	Velocidades Down/Up links	Soporte de voz analógica	Distancia Km.	Esquema de modulación/codificación
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	8Mbps/1Mbps	Si	5.5	DMT ¹ / CAP ²
HDSL	High bit-rate Digital Subscriber Line	1.5-2Mbps/1.5-2 Mbps	No	4.6	2B1Q ³
SDSL	Single line Digital Subscriber Line	784Kbps/784Kbps	No	6.9	2B1Q
SHDSL	Single – pair High bit- rate Digital Subscriber Line	2.3Mbps/192Kbps	No	6.5	TC-PAM ⁴
VDSL	Very high data rate Digital Subscriber Line	12-52Mbps/6-26Mbps	No	9	QAM
IDSL	ISDN Digital Subscriber Line	144Kbps/144Kbps	No	5.5	2B1Q

Tabla 2 Fuente: (SASSON, 2011)

En la actualidad la tecnología ADSL es la más utilizada por los proveedores de servicios de telecomunicaciones en nuestro país, por el hecho que es la única que soporta la transferencia de voz y datos al mismo tiempo, es decir que ofrece la

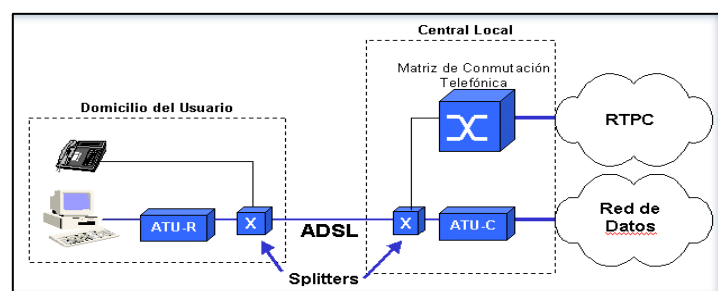
posibilidad de hablar por teléfono mientras se navega por Internet, ya que voz y datos trabajan en bandas separadas, lo cual implica canales separados; a una velocidad medianamente aceptable.

ADSL

El ADSL es una tecnología utilizada para la transmisión de datos a gran velocidad sobre el par de cobre, una diferencia entre el esquema de modulación empleado por la tecnología ADSL y las usadas por los módems en banda vocal (V.32 a V.90), es que estos últimos sólo transmiten en la banda de frecuencias usada en telefonía (300 Hz a 3400 Hz), mientras que los módems ADSL operan en un margen de frecuencias mucho más amplio que va desde los 24 KHz hasta los 1104 KHz, aproximadamente. Esto hace que el ADSL pueda coexistir en un mismo bucle de abonado con el servicio telefónico, debido a que no se solapan sus intervalos de frecuencia, cosa que no es posible con un módem convencional, pues opera en banda vocal lo que constituye otra diferencia de gran importancia. Al tratarse de una modulación asimétrica, en la que se transmiten diferentes caudales de datos en los sentidos Usuario-Red y Red-Usuario, el módem ADSL situado en el extremo del usuario es distinto del ubicado en el otro extremo del bucle de abonado.

En un enlace ADSL entre un usuario y la central local de la que depende, se observa que además de los módems situados en el domicilio del usuario (ATU-R o ADSL Terminal Unit-Remote) y en la central (ATU-C o ADSL Terminal Unit-Central), delante de cada uno de ellos se tiene un dispositivo denominado splitter o divisor. Este dispositivo no es más que un conjunto de dos filtros: uno paso alto y otro paso bajo. La finalidad de estos filtros es la de separar las señales transmitidas, las señales de baja frecuencia (telefonía) de las de alta frecuencia (ADSL).

Gráfico 2 Enlace ADSL



Fuente: Plan de Inversiones 2009, (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2009)

Tabla 2 Características de la Tecnología

Tecnología	Modelo de transmisión	Velocidad de canal ascendente	Velocidad de canal descendente	Máximo alcance físico	inmunidad a EMI	Costos de instalación	Seguridad de la red	QoS	Popularidad
GPON	Fibra óptica	2 Gbps	2 Gbps	20 Km.	Si	Alto	Alta	Si	Baja
ADSL	Cobre	1 Mbps	8 Mbps	5.5 Km.	No	Bajo	No aplica	No siempre	Media
ADSL 2	Cobre	1 Mbps	12 Mbps	5.5 Km.	No	Bajo	No aplica	No siempre	Alta
ADSL 2+	Cobre	12 Mbps	24 Mbps	5.5 Km.	No	Bajo	No aplica	No siempre	Alta
Cable Modem	Cobre	2,5 Mbps	27 Mbps	100 Km.	No	Medio	Media	No siempre	Media

Fuente: (TELNET)

1.2.1.4. La última milla

Según (Stallings, 2002, pág. 127) “La última milla es definida en las telecomunicaciones como el tramo final de una línea de comunicación, ya sea telefónica o un cable óptico, que da el servicio al usuario. Este es quizá el mayor problema al que se enfrenta una empresa e incluso un país cuando pretende extender los servicios de este tipo.”

El enlace a alta velocidad entre naciones e incluso dentro de estas, las conexiones físicas de las personas a la red de redes enfrentan un desafío mucho mayor de lugares, y especialmente en las naciones menos desarrolladas en materia de infraestructura comunicativa. Hoy son muy importantes los avances a nivel de las redes de comunicaciones, y estas son mucho más consistentes, tienen alta capacidad de tráfico y un excelente nivel de confiabilidad, lo cual les permite ofrecer servicios de transmisión de voz, datos, video y otros. En el caso de la fibra óptica se requieren grandes inversiones para concretar los trazados que conecten con el exterior, y los que enlacen internamente los centros de comunicaciones, en la última milla aparentemente la inversión de un solo cable es menor, pero en cambio es mucho

mayor la cantidad de lugares a los que se debe llegar y por ende se multiplica varias veces su costo.

El transporte de la información en la última milla es actualmente una de las áreas donde más dinero se invierte en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para aprovechar al máximo las ventajas y ancho de banda que ofrecen las grandes redes. La última milla es el paso final que lleva el servicio de Internet en la casa u oficina del usuario o cliente.

1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica

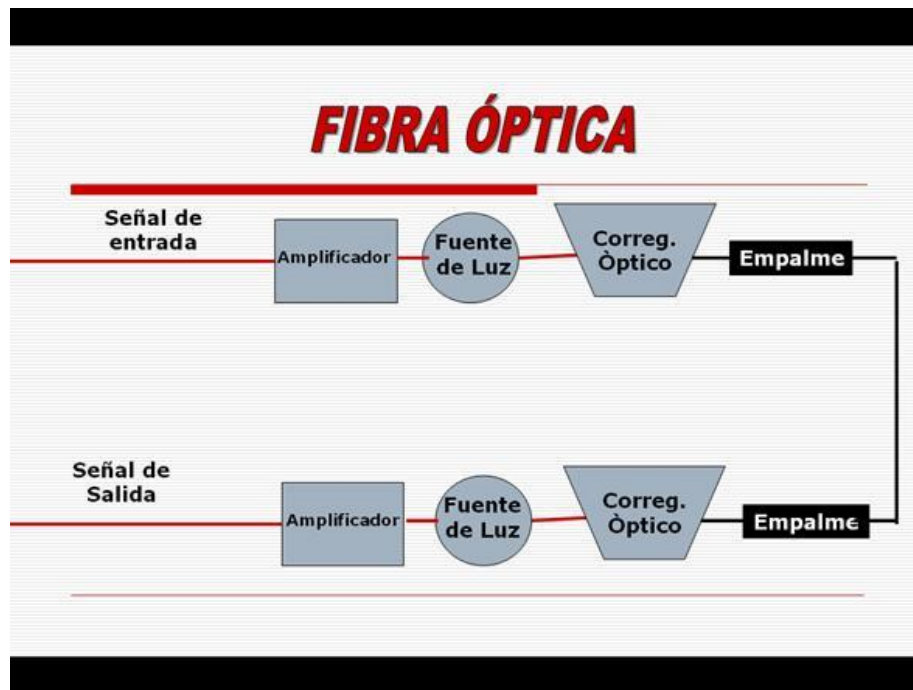
1.2.2.1. Soluciones de Acceso con Fibra Óptica (FTTX)

Modelo de una red FTTX

El acceso con fibra óptica es una de las tecnologías más importantes en las redes de nueva generación, ya que permite incrementar el ancho de banda de la capa de acceso con un desenvolvimiento sustentable. Una red de acceso con fibra óptica, comúnmente llamada OAN (Optical Accces Network) adopta 2 tecnologías: P2P (Point to Point) y PON (Pasive Optical Network). P2P usa dos fibras, una para transmisión y otra para recepción, lo cual resulta muy dificultosa. Por otro lado, la tecnología PON entrega una sola fibra al usuario final y ha sido desarrollada para soportar aplicaciones P2MP (Point to Multi Point). Se puede entender un esquema de una red de acceso genérico basado en fibra, donde se distinguen tres segmentos fundamentales que son:

- La oficina central CO (Central Office), lugar donde se encuentran los equipos OLT (Optical Line Terminal), lo cual denota que es una red de acceso más no una red de transporte.
- La planta exterior, que constituye la red de fibra, incluyendo los divisores ópticos o splitters, y,
- El segmento final donde está el equipo para el usuario, el ONT (Optical Network Terminal) o también llamado ONU (Optical Network Unit).

Gráfico 3 Esquema genérico de una red de acceso de FO



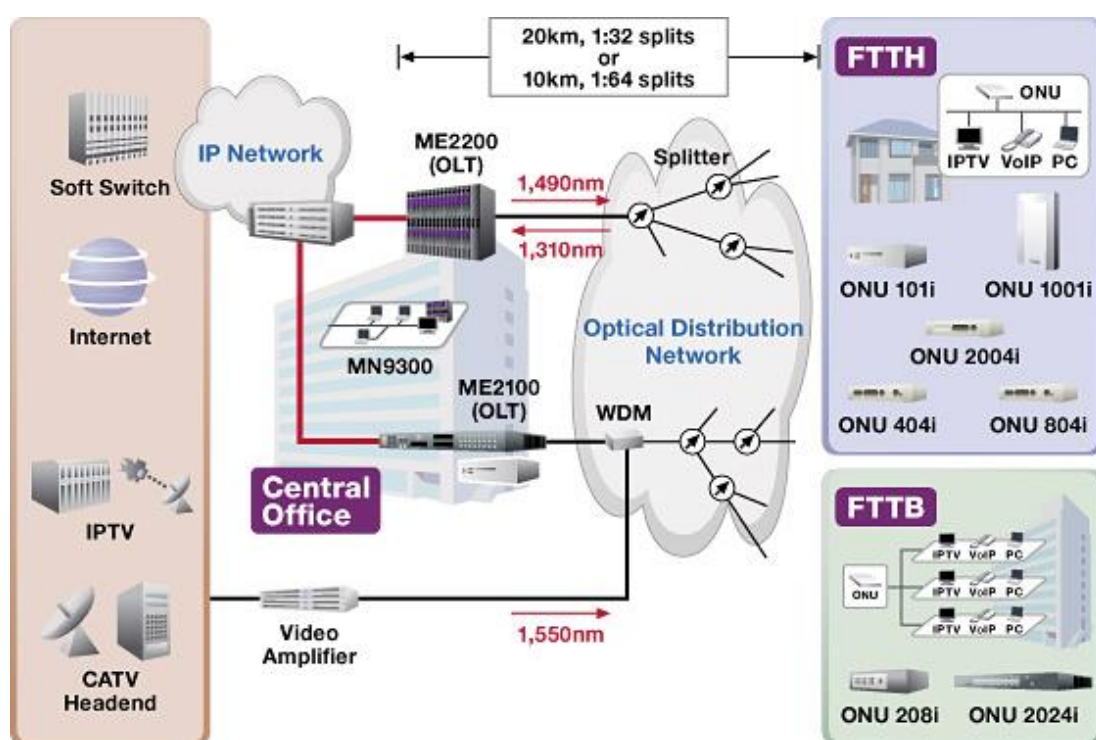
Fuente: (Portal Hacker, 2009)

Las redes OAN tienen varios modelos de aplicación, según (Hidalgo, Septiembre 2008. , págs. 5-28)

- FTTC (Fiber to the Curb), Fibra hasta el bordillo
- FTTB (Fiber to the Building), Fibra hasta el edificio
- FTTH (Fiber to the Home), Fibra hasta el hogar
- FTTO (Fiber to the Office), Fibra hasta la oficina
- FTTN (Fiber to the Node), Fibra hasta el nodo (también llamada fibra hasta el vecindario).

En FTTH/FTTO, el ONT (Optical Network Terminal) es desplegado adentro del hogar o la oficina, en la posición más cercana al usuario. Este caso presenta la longitud de fibra más larga de todas. En FTTB, el ONT es desplegado en el corredor del edificio. En FTTC/FTTN, el ONT es desplegado en el bordillo del edificio, o en un poste en la calle, la cual es la posición más lejana del usuario, por lo tanto, este caso presenta la longitud de fibra más corta de todas.

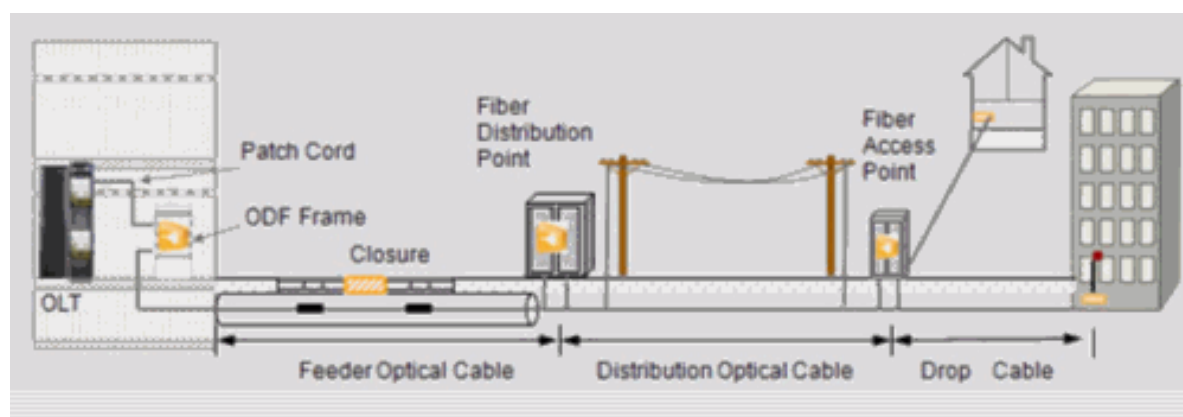
Gráfico 4 Modelos de acceso con FTTX



Fuente: (Innovation, 2012)

Un sistema de acceso PON debería constituirse en una solución completamente óptica en respuesta al continuo crecimiento en los requerimientos de ancho de banda en el acceso de última milla. Las redes de acceso PON presentan una tendencia a entregar servicios de tripleplay a los suscriptores finales. Esto puede ser desarrollado por medio de varios escenarios de aplicación (FTTC, FTTB, FTTH y FTTO), permitiendo a los operadores entregar servicios en una manera simplificada, proveyendo anchos de banda óptimos y capacidad de soportar muchos servicios.

Gráfico 5 Solución total de acceso con FTTX

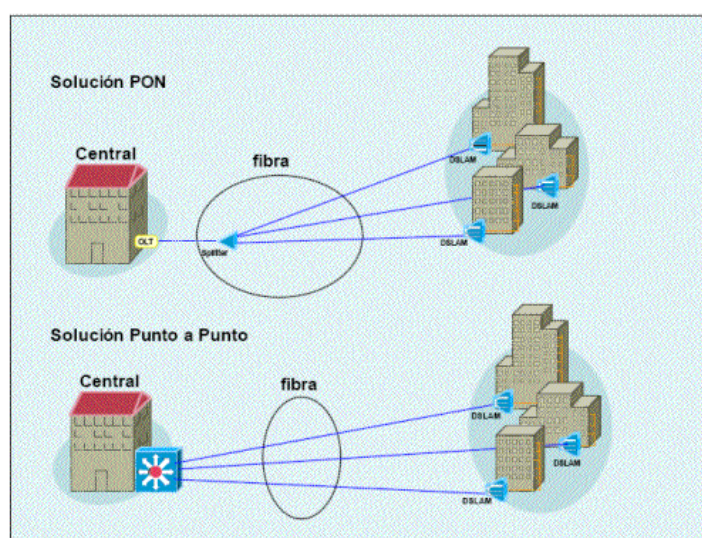


Fuente: (Huawei, 2012)

FTTB (FIBER TO THE BUILDING)

Esta se caracteriza porque la red de bajada termina en la entrada de un edificio sea comercial o residencial. A partir de este punto terminal, el acceso interno a los usuarios es normalmente hecho a través de una red metálica de cableado estructurado.

Gráfico 6 Esquema de FTTB



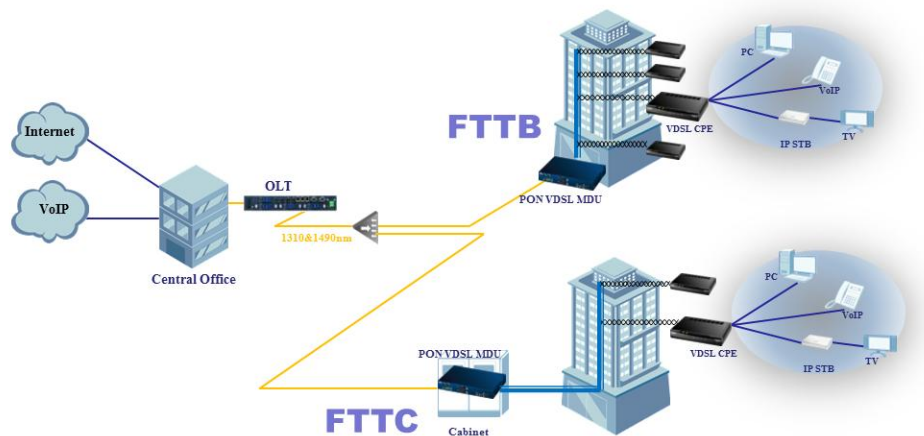
Fuente: (Derecho, 2012)

Como se observa el OLT de acuerdo a (Pereda, José. , 2004, págs. 28 -51), es ubicado en la Oficina Central, los splitters son ubicados en el cuarto de telecomunicaciones de cada piso del edificio, de acuerdo al número de suscriptores. Finalmente se llega con fibra hasta el cuarto de telecomunicaciones del edificio donde se quiere llegar con el servicio, aquí se ubica el ONU y luego se distribuye en el edificio con tecnologías de cobre o inalámbricas. El ancho de banda que proporciona esta arquitectura es de 50 a 100 Mbps por suscriptor.

FTTC (FIBER TO THE CURB)

FTTC sirve para interconectar edificios, en donde se utiliza una plataforma que sirve a varios clientes. Cada uno de los clientes tiene una conexión a esta plataforma a través de cable coaxial o de par trenzado. FTTC es un sistema que utiliza técnicas TDM.

Gráfico 7 Esquema de FTTC



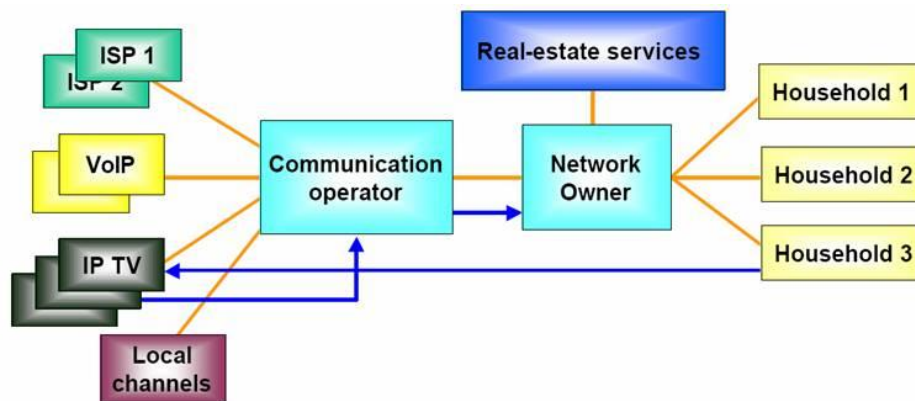
Fuente: (Moreton, 2011)

Como se muestra, en la oficina central se encuentra ubicada la OLT desde la cual se extiende fibra óptica hasta el ONT, ubicada en el edificio o en la acera, colgando en el poste o en una cabina exterior en el centro de la zona residencial. El ancho de banda de cada cliente dependerá del nivel de splitteo (1:2, 1:8, 1:32, etc.), se puede entregar un ancho de banda desde 100 Kbps hasta 100 Mbps por suscriptor.

FTTH (FIBER TO THE HOME) / FFTO (FIBER TO THE OFFICE)

Es una arquitectura de red de transmisión óptica, donde la red de bajada entra en la residencia u oficina del abonado y es suministrado por una fibra óptica exclusiva para este acceso. La tecnología FTTH utiliza para enlazar a los usuarios enlaces dedicados o una red óptica pasiva (PON), para los enlaces se utiliza una topología tipo estrella la cual provee una o dos fibras dedicadas a cada usuario, consiguiendo de esta manera dar un mayor ancho de banda a cada usuario. La principal desventaja es que se necesita un cable con un mayor número de fibras así como también mayor número de fuentes láser en los equipos de comunicaciones. (Stallings, 2002, pág. 91). Para los enlaces ópticos pasivos también se utilizan splitters, lo que se busca es tener una fibra en el lado de la red y varias fibras en el lado del usuario.

Gráfico 8 Esquema de FTTH

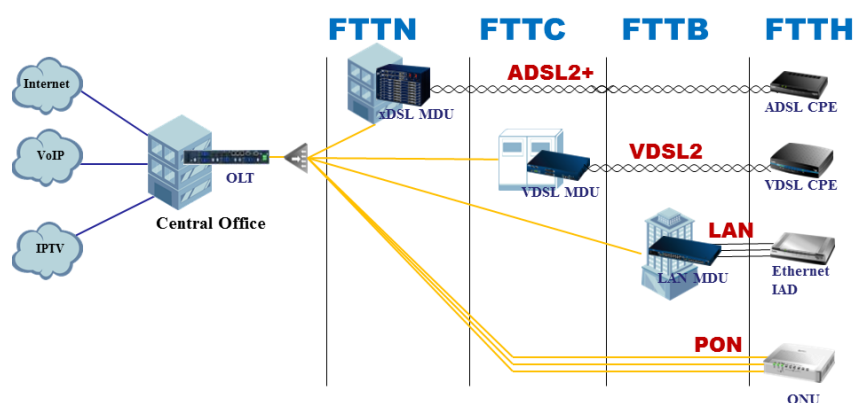


Fuente: (AgoraSysTel, 2012)

FTTN (FIBER TO THE NODE / NEIGHBORHOOD)

En este caso, el recorrido de fibra óptica va desde la oficina central hasta un punto alejado del abonado. La ruta de acceso entre el punto intermedio y el abonado no es la fibra óptica, sino otro medio de transmisión, como el cobre. Incluye aquellos casos en los que la trayectoria de la fibra óptica termina en el denominado punto de distribución “intermedio” en la red de acceso local, que sirve a un conjunto de viviendas y edificios.

Gráfico 9 Esquema de FTTN



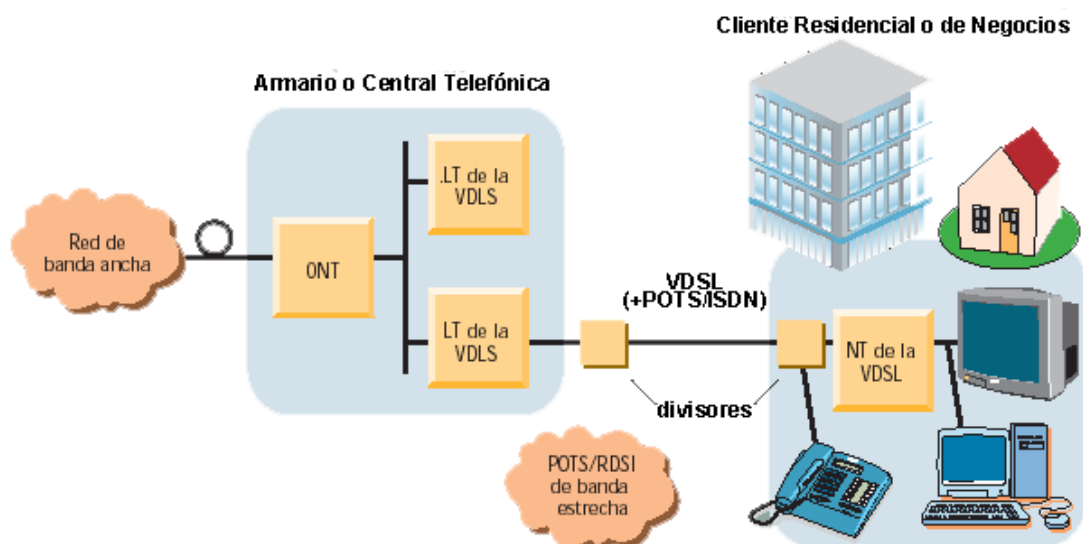
Fuente: (Moreton, 2011)

1.2.2.2. Características Tecnológicas de la Familia XPON

Características generales de los sistemas PON

PON es una tecnología punto-multipunto, las transmisiones en una red PON se realizan entre la OLT, localizada en el nodo óptico u oficina central (CO) y la ONU. La unidad ONU se ubica en domicilio de usuario, configurando con un esquema de tipo FTTH. Existen varios tipos de topologías adecuadas para el acceso a red, incluyendo topologías en anillo no muy habituales, árbol y bus óptico lineal. Cada una de las bifurcaciones se consiguen encadenando divisores ópticos 1 a 2 o bien divisores 1 a N.

Gráfico 10 Topología básica de una red PON



Fuente: (Frenzel, 2003)

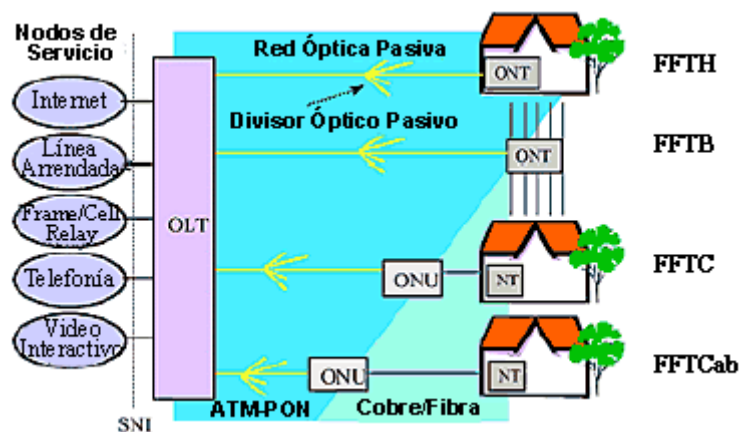
Todas las topologías PON utilizan fibra óptica monomodo para el despliegue. En el canal descendente una PON es una red punto multipunto. El equipo OLT maneja la totalidad del ancho de banda que se reparte a los usuarios mediante multiplexación TDM a las ONUs. En canal ascendente la PON es una red punto a punto donde múltiples ONUs transmiten a un único OLT. Para optimizar las transmisiones tanto ascendentes como descendentes y evitar que se interfieran se utiliza sobre la fibra monomodo la técnica WDM. La mayoría de las implementaciones trabajan en dos longitudes de onda, una para la transmisión en sentido descendente (1290 nm.) y otra para la transmisión en sentido ascendente (1310 nm.). La multiplexación en tiempo permite que en distintos instantes temporales determinados por el controlador de cabecera OLT, los equipos ONU

puedan enviar su trama en canal ascendente. De manera equivalente el equipo de cabecera OLT también debe utilizar TDM para enviar en diferentes slots temporales la información del canal descendente que selectivamente deberán recibir los equipos de usuario (ONU).

APON (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE OVER PON)

Fue el primer esquema PON definido en la recomendación ITU-T G.983.1 en 1998. La recomendación fue inicialmente desarrollada por el grupo FSAN (Full Service Access Network Group), formado por 7 operadores de telecomunicaciones con el objetivo de unificar las especificaciones para el acceso de banda ancha a las viviendas. APON especifica un modo de transmisión asíncrono (ráfagas de celdas ATM) como su protocolo de capa de enlace de datos. APON trabaja en modo asimétrico con una tasa de 622 Mbps en sentido descendente y 155 Mbps en sentido ascendente, y en modo simétrico con una tasa de 155 Mbps tanto ascendente como descendente, en lo que hace referencia (Huintema., 2001, pág. 121) . Las celdas ATM son repartidas entre el número de ONUs que estén conectadas. En el canal descendente se introducen además dos celdas: una para indicar el destinatario de cada celda y otra para información de mantenimiento. El principal inconveniente de APON es la limitación de su velocidad a los 622 Mbps. BPON es una PON de banda ancha más actual, es simplemente una variante de APON con mayores velocidades. La topología en APON es de tipo ‘árbol’. El OLT se localiza al final de la CO, y los usuarios se conectan a través de las ONUs. El sistema ofrece tanto configuraciones FTTH como FTTC.

Gráfico 11 Esquema de APON



Fuente: (DISTRIBUCION LOGICA, 2009)

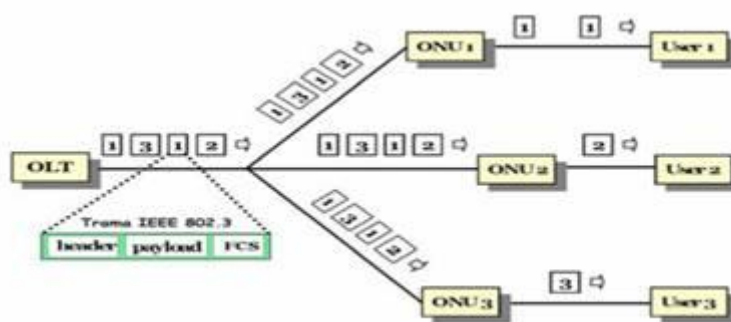
Algunas características de este modelo son:

- El acceso en sentido ascendente es realizado por medio de técnicas TDM y el protocolo MAC que proveen una asignación dinámica del ancho de banda disponible.
- Se proporcionan 4 interfaces ATM de 155 Mbps para el intercambio local.
- Se utiliza la ventana de transmisión de los 1310 nm. para la operación de las ONUs y la ventana de los 1550 nm. para la operación de la OLT.
- La longitud máxima de fibra entre el OLT y el ONU es de 10 Km.
- El enrutamiento de las celdas ATM y el tratamiento de sus cabeceras están basadas en el concepto de ‘circuito virtual’.
- Soporta un máximo de 32 niveles de splitteo.

BPON (BROADBAND PON)

Se basa en el estudio de las redes APON pero con la diferencia que pueden dar soporte a otros estándares de banda ancha, incluyendo Ethernet, distribución de video, VPL (Líneas Privadas Virtuales), etc. Se encuentra también especificada en la recomendación ITU-T G.983.3 del año 2001. La desventaja que presenta es su costo elevado y limitaciones técnicas. Se muestra un esquema de BPON típico, donde se puede observar que la oficina central CO puede soportar diferentes estándares de banda ancha. Se mantiene el esquema de un splitter pasivo que divide las señales para los distintos usuarios.

Gráfico 12 Esquema de BPON



Fuente: (textoscientíficos, 2005)

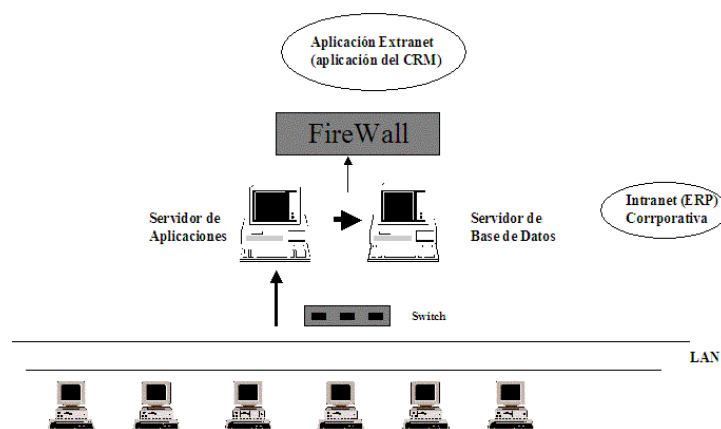
Algunas características de este modelo son:

- Para un tráfico asimétrico, velocidades de 622 Mbps en sentido descendente y 155 Mbps en sentido ascendente.
- Para un tráfico simétrico, una velocidad de 622 Mbps tanto en sentido ascendente como descendente.
- Soporta distancias de hasta 20 Km.
- Soporta un máximo de 32 niveles de splitteo.
- Para la transmisión descendente, emplea multiplexación WDM.
- Para la transmisión ascendente, emplea multiplexación TDM, con tramas divididas en 53 time slots, donde cada ranura contiene una celda ATM.

EPON (ETHERNET PON)

En Enero de 2001, el IEEE configuró un grupo de estudio llamado Ethernet en la última milla (EFM). Este grupo de trabajo generó una nueva especificación de redes ópticas pasivas, denominada Ethernet PON (EPON). Esta nueva arquitectura se diferencia de las anteriores en que no transporta celdas ATM sino directamente tráfico nativo Ethernet. Usa la codificación de línea 8b/10b incluyendo el uso full dúplex de acceso al medio. Posiblemente el principal atractivo que presenta esta tecnología es su evidente optimización para el tráfico IP frente a la clásica ineficiencia de las alternativas basadas en ATM. Además, la interconexión de nodos EPON es mucho más sencilla que la interconexión de APON/BPON, GPON puesto que no requiere arquitecturas complicadas para realizar el transporte de datos. A continuación se muestra un esquema de EPON, donde se puede observar que las tramas que se transportan son Ethernet IEEE 802.3 bajo el mismo esquema general de las redes PON.

Gráfico 13 Esquema de EPON



Fuente: (Información, 2009)

MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING)

MPLS (Multiprotocol Label Switching) es una arquitectura que provee una eficiente designación, envío y conmutación de flujos de tráfico a través de la red. Define múltiples servicios sobre una infraestructura convergente.

Realiza las siguientes funciones:

- Especifica mecanismos para administrar flujos de tráfico de diferentes tipos y requerimientos.
- Permanece independiente de los protocolos de la red.
- Provee un medio para traducir las direcciones IP en etiquetas simples de longitud fija utilizadas en diferentes tecnologías de envío y conmutación de paquetes.
- Ofrece interfaces para diferentes protocolos de enrutamiento.
- Soporte de protocolos de IP, ATM y Frame Relay.
- Reduce la cantidad de procesamiento por paquete de datos.

La arquitectura MPLS diferencia dos tipos de routers: LER (Label Edge Router), situado a la periferia o frontera de la red MPLS, envía el tráfico entrante a la red MPLS y distribuye el tráfico saliente entre las distintas redes y LSR (Label Switched Router), equipo de conmutación habilitado para MPLS, trabaja en el núcleo de la red y usa un protocolo de distribución de etiquetas.

1.3.Marco Conceptual

1.3.1. Fibra óptica

La fibra óptica es una delgada hebra de vidrio o silicio fundido que conduce la luz, en la que se requieren dos filamentos para una comunicación bi-direccional: TX y RX, el filamento es comparable al grosor de un cabello humano, aproximadamente de 0,1 mm.

En cada filamento de fibra óptica se aprecian 3 componentes:

- La fuente de luz: LED o laser.
- El medio transmisor
- El detector de luz: fotodiodo.

Se puede utilizar con LAN, así como para transmisión de largo alcance, aunque derivar en ella es más complicado que conectarse a una Ethernet. La interfaz en cada computadora pasa la corriente de pulsos de luz hacia el siguiente enlace y también sirve como unión T para que la computadora pueda enviar y recibir mensajes. Convencionalmente, un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz indica un bit 0. El detector genera un pulso eléctrico cuando la luz incide en él. Éste sistema de transmisión tendría fugas de luz y sería inútil en la práctica su uso, excepto por un principio interesante de la física. Cuando un rayo de luz pasa de un medio a otro, el rayo se refracta o en términos más simples se dobla entre las fronteras de los medios.

El grado de refracción depende de las propiedades de los dos medios en particular, de sus índices de refracción. Para ángulos de incidencia por encima de cierto valor crítico, la luz se refracta de regreso; ninguna función escapa hacia el otro medio, de esta forma el rayo queda atrapado dentro de la fibra y se puede propagar por muchos kilómetros virtualmente sin pérdidas, como lo explican los especialistas de la (Universidad del Azuay, pág. internet).

El cable está constituido por uno o más hilos de fibra de vidrio, cada fibra de vidrio consta de:

- Un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción.
- Una cubierta que rodea al núcleo, de material similar, con un índice de refracción ligeramente menor.
- Una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez que proporciona protección al núcleo. Cada una de ellas está rodeada por un revestimiento y reforzada para proteger a la fibra.

Gráfico 14 Cables de Fibra Óptica



Fuente: Apuntes UNIVERSIDAD DEL AZUAY

La luz producida por diodos o por láser, viaja a través del núcleo debido a la reflexión que se produce en la cubierta, y es convertida en señal eléctrica en el extremo receptor. La fibra óptica es un medio excelente para la transmisión de información debido a sus excelentes características: gran ancho de banda, baja atenuación de la señal, integridad, inmunidad a interferencias electromagnéticas, alta seguridad y larga duración. La mayor desventaja es su costo de producción superior al resto de los tipos de cable, debido a necesitarse el empleo de vidrio de alta calidad y la fragilidad de su manejo en producción. La terminación de los cables de fibra óptica requiere un tratamiento especial que ocasiona un aumento de los costos de instalación. Uno de los parámetros más característicos de las fibras es su relación entre los índices de refracción del núcleo y de la cubierta que depende también del radio del núcleo y que se denomina frecuencia fundamental o normalizada; también se conoce como apertura numérica y es adimensional.

Se pueden clasificar los cables de fibra óptica en dos clases:

Monomodo. Se denomina cable de fibra óptica monomodo al viaje que realiza el único modo electromagnético por medio de la línea, es decir los rayos se propagan paralelamente al eje de la fibra óptica generándose de esta manera un rendimiento óptimo con un ancho de banda no superior a los 50 GHz. Para ser considerado monomodo es imprescindible que el valor de la apertura numérica sea inferior a 2.450. Estas fibras requieren el uso de transmisores de láser para la inyección de luz, que proporciona alto ancho de banda y baja atenuación con la distancia, por lo que se utilizan en redes metropolitanas y de área amplia. Son más caros de producir y el equipo es más sofisticado.

(XGbE o 10GbE) es el más reciente (año 2006) y más rápido de los estándares Ethernet. IEEE 802.3ae define una versión de Ethernet con una velocidad nominal de 10 Gbit/s, diez veces más rápido que Gigabit Ethernet. (Serviojr, 2007)

Multimodo: varios modos electromagnéticos son transmitidos por la palabra fibra multimodo por esta razón, el valor de la apertura numérica es superior a 2,405. Fibras multimodo son los más comúnmente utilizado en redes locales por su bajo costo. Los diámetros más comunes 62,5 / 125 y 100/140 micras. Distancias de

transmisión de estas fibras es de aproximadamente 2,4 km y se utilizan a diferentes velocidades:

Tabla 3 Velocidades de Multimodo

Velocidad (Mbps)	Núcleo			
	62.5/125	50/125	10 G 50/125	9/125
10/100	2 km	2 km	2km	N km
1000	275 mtrs	550 mtrs	1 km	N km
10000	33 mtrs	82 mtrs	300 mtrs	N km

Fuente: (Fibremex, 2012)

Tipos de multimodo

- Con salto de índice. La fibra óptica se compone de dos estructuras que tienen diferentes índices de refracción. La longitud de onda de la señal no es visible para el ojo humano por la propagación de la reflexión se consigue con un ancho de banda de hasta 100 MHz
- Con índice gradual. El índice de refracción aumenta a medida que la distancia radial desde el eje de la fibra óptica. Esta es la fibra más utilizada y proporciona ancho de banda de hasta 1 GHz, que tiene como objetivo introducir al mercado Cumbayá.

1.3.1.1. Características de la fibra óptica

Las **características generales** de la fibra óptica son:

- **Ancho de banda:** La fibra óptica tiene un ancho de banda mucho mayor que los cables de pares (UTP / STP), y coaxiales. En la actualidad, las tasas son 1,7 Gbps utilizando las redes públicas, el uso de las frecuencias más altas o luz visible llegará a 39 Gbps. UTP RJ45 o cable es ahora el más ampliamente utilizado en la mayoría de las instalaciones de la red debido a su costo, baja flexibilidad y facilidad de instalación, así como sus características técnicas que logran mejores velocidades de transferencia de datos.

En la transmisión de datos para el cobre, UTP es el mejor que se puede lograr velocidades de ancho de banda como 10Mbs y 1000Mbs 100 Mbs con las nuevas placas 1 Gb Ethernet de red. El ancho de banda de la fibra óptica permite transmitir datos, voz, vídeo, y más.

- **Distancia:** La atenuación de la señal baja permite líneas de fibra óptica sin repetidores.
- **Integridad de datos:** Normalmente la transmisión de datos por fibra óptica posee una frecuencia de errores o BER (Bit Error Rate) es menor que 10⁻¹¹. No hay necesidad de aplicar procedimientos de corrección de errores para acelerar la velocidad de transferencia puesto que esta función permite a los protocolos de comunicación de alto nivel lo realicen perfectamente.
- **Duración:** Es resistente a la corrosión y altas temperaturas, la protección de la envoltura es capaz de resistir las altas tensiones en su instalación.
- **Seguridad:** Debido a que la fibra óptica no emite radiación electromagnética, es resistente a la escucha de las acciones intrusivas. Para acceder al flujo de la señal en la rotura de la fibra, es necesario que no hay transmisión durante este proceso y por lo tanto se puede detectar. La fibra también es inmune a los efectos electromagnéticos externos, para que pueda ser utilizado en entornos industriales, sin protección especial.

Índice de Refracción

En cuanto a este índice la autora del trabajo de investigación (Pabón Taco, 2009, pág. 68), es una medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio. Se determina mediante el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula. Se simboliza con la letra n y se trata de un valor adimensional.

Ecuación 1:

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

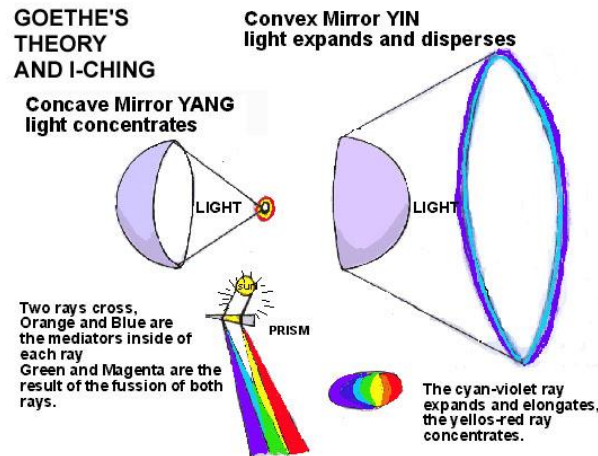
Dónde:

- n : Índice de refracción.
- c : la velocidad de la luz en el vacío

- v : velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula (agua, vidrio, etc.).

Leyes de refracción:

Gráfico 15 La refracción

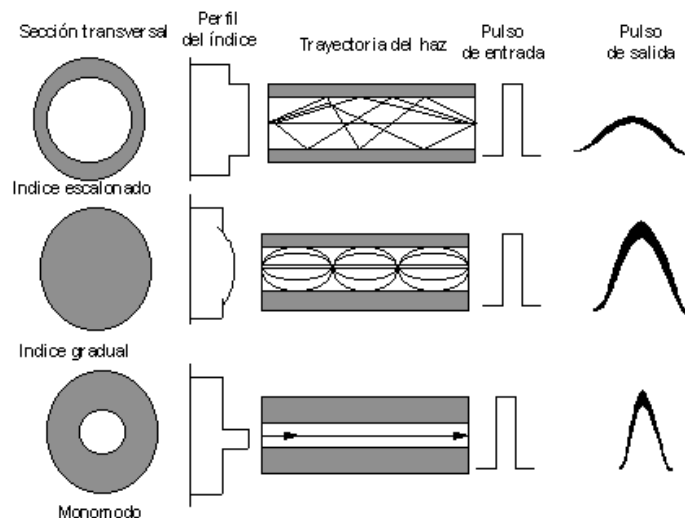


Fuente: (Planet Art, 2011)

Estructura

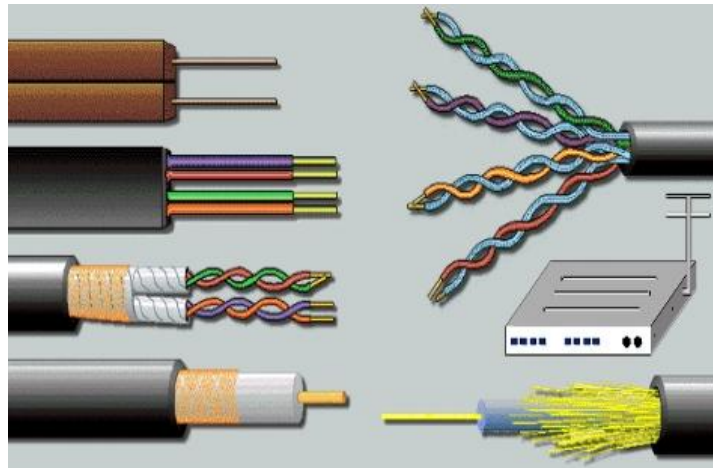
La fibra óptica (F.O.) es un filamento delgado y flexible básicamente compuesto por un núcleo o Core de vidrio o plástico de índice de refracción alto, envuelto por una cubierta, manto o Cladding de vidrio o plástico de índice de refracción menor, y cubierta ésta última por un capuchón, chaqueta, envoltura o jacket. Adicionalmente se puede encontrar un material de refuerzo rodeando el manto de la fibra, por ejemplo, fibra de aramido.

Gráfico 16 Estructura básica de la fibra óptica



Fuente: (Frenzel, 2003)

Gráfico 17 Fotografía de diferentes tipos de cables de fibra óptica



Fuente: (ARQHYS, 2011)

Principio de Transmisión

Como se dejó indicada la fibra óptica no es más que un conductor de luz, la cual se queda atrapada en el conducto y se propaga a la máxima velocidad posible a lo largo del mismo, la velocidad de propagación de la luz depende del tipo de material transparente empleado que depende del cable; ya que, la máxima velocidad $C = 299.792.458 \text{ m/s}$ sólo se alcanza en el vacío desde la aplicación de la física y el movimiento. En el resto de medios la propagación se produce a menor velocidad, la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y en otro medio, se conoce como índice de refracción del medio y es característico de cada material.

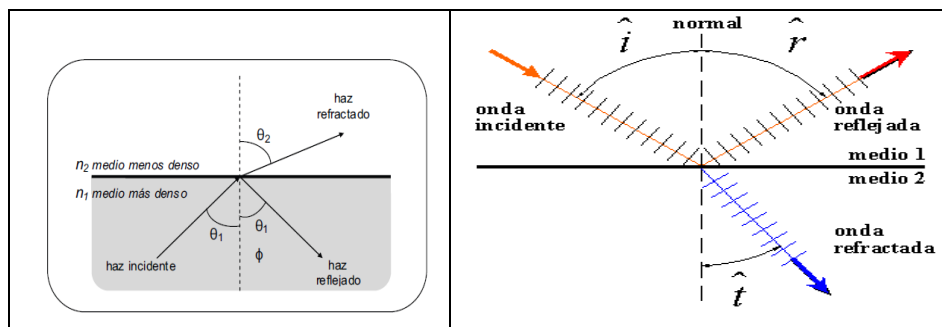
El motivo físico por el cual la luz queda atrapada dentro del conducto, se basa en las leyes de reflexión y refracción de la luz, según las cuales cuando un rayo atraviesa la frontera desde un medio físico transparente a otro también transparente, donde la velocidad de propagación es menor, la trayectoria del mismo varía, siguiendo una ley física conocida como Ley de Snell⁶. La fibra óptica transmite información mediante rayos o pulsos de luz que viajan a través de ella, en lugar de

⁶ “Consideremos dos medios caracterizados por índices de refracción y separados por una superficie S. Los rayos de luz que atraviesen los dos medios se refractarán en la superficie variando su dirección de propagación dependiendo del cociente entre los índices de refracción y Para un rayo luminoso con un ángulo de incidencia sobre el primer medio, ángulo entre la normal a la superficie y la dirección de propagación del rayo, tendremos que el rayo se propaga en el segundo medio con un ángulo de refracción cuyo valor se obtiene por medio de la relación: $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$ (Tomado de “La ley de Snell de la refracción, <http://www.sc.edu/sbweb/fisica/ondas/snell/snell.htm#Ley%20de%20Snell%20de%20la%20refracci%C3%B3n>)

señales eléctricas como ocurre en el par trenzado y el cable coaxial. El principio en el que se basa la transmisión en una fibra óptica se le conoce como “Principio de reflexión interna total” o TIR (Total Internal Reflection), debido a que el índice de refracción del manto, es menor que el del núcleo, permite que la luz quede atrapada dentro del núcleo y pueda viajar por él. Como se observa cuando un rayo de luz incide convirtiéndose en un haz incidente en el plano de separación de dos medios que tienen diferente índice de refracción, ocurren dos fenómenos como lo muestra en sus ilustraciones (Di Santi, 2010):

- 1) **Haz reflejado:** El rayo sufre una desviación o reflexión que desde la teoría regresa hacia el medio del que procede.
- 2) **Haz refractado:** El rayo experimenta una variación en la trayectoria original, pero de modo que atraviesa el interfaz, es decir, pasa al otro medio.

Gráfico 18 Reflexión y refracción de un haz de luz al incidir sobre la superficie de separación de dos medios dieléctricos



Fuente: (La Ciencia de la Física, 2012)

Cada fenómeno dependerá del ángulo con el que incide el rayo de luz, se puede observar con un ángulo de incidencia que sea mayor que un cierto ángulo crítico, toda la luz regresará al material más denso, en este caso el núcleo, y nada se escapará al material menos denso la cubierta. Todo rayo de luz que incida con un ángulo mayor al crítico será atrapado y reflejará dentro del núcleo de la fibra y por tanto podrá propagarse a largas distancias que pueden ser varios kilómetros con valores mínimos de pérdidas.

1.3.1.2. Tipos de Fibra Óptica

En términos del material con el cual ha sido construida la fibra, se puede definir tres variantes o tipos de fibra óptica como se menciona en (Telecomasia.net):

- **Plástica:** Fibra óptica con núcleo de plástico y manto de plástico.
- **PCS (Plastic Clad Silica):** Fibra óptica con núcleo de vidrio y manto de plástico.
- **SCS (Silica Clad Silica):** Las fibras de plástico son más flexibles y fuertes que las hechas de vidrio, resisten mejor la presión, son más livianas y más económicas, además son más fáciles de instalar en paredes y lugares estrechos. La desventaja de este tipo de fibra es que no propagan la luz tan eficientemente como las fibras hechas de vidrio. En términos del tipo de propagación que toma la luz dentro de la fibra, se la puede clasificar en Multimodo, si hay más de una trayectoria o ‘modo’; y, Monomodo o modo sencillo, si hay sólo una trayectoria o modo que la luz toma. Puede ser subdivida según el perfil de su índice de refracción, en escalonado o gradual.

Cable de estructura holgada

Este tipo consta de varios tubos de fibra rodeando un elemento central de refuerzo, y rodeado de una cubierta protectora. El rasgo distintivo de este tipo de cable son los tubos de fibra. Cada tubo, de dos a tres milímetros de diámetro, lleva varias fibras ópticas que descansan holgadamente en él. Los tubos pueden ser huecos o, más comúnmente estar llenos de un gel resistente al agua que impide que ésta entre en la fibra. El tubo holgado aísla la fibra de las fuerzas mecánicas exteriores que se ejerzan sobre el cable.

Cable de estructura ajustada

Contiene varias fibras con protección secundaria que rodean un elemento central de tracción, y todo ello cubierto de una protección exterior. La protección secundaria de la fibra consiste en una cubierta plástica de 900 μm de diámetro que rodea al recubrimiento de 250 μm de la fibra óptica.

Cable figura 8

Se trata de un cable dieléctrico y metal unidas por una figura de plástico 8 pvc mensajero llamado instalaciones ideales instalación de aire.

El cable óptico de la figura "8" incluye un revestimiento adicional que rodea el polietileno de cable dieléctrico óptico y el elemento de soporte exterior. Que proporciona la resistencia a la tracción necesaria. También la sección transversal en forma de ocho.

Este tipo de cable se utiliza en instalaciones aéreas con distancias cortas es una solución muy económica. Fabricado en tubos flexibles a granel y fácil de usar para facilitar la transición a la de cierre. Estos cables pueden ser fabricados con un máximo de 288 fibras. Tiempo durante el que puede cubrir el cable es de 170 metros.

Son fáciles de instalar en postes de madera o concreto, fije el soporte metálico directamente al poste. Es un diseño barato también tiene la ventaja de un bajo coste de accesorios de instalación. Puede ser instalado en las líneas de distribución donde la tensión es más baja debido al metal o alambre de guía o instalaciones de tuberías de PVC. Es de fácil instalación, es construido con gel para protección contra la humedad.

El tubo hueco en el SZ de hebra, aísla las fibras en el proceso de instalación y antes de cualquier tiempo, mientras que proporciona un fácil acceso a cualquier punto de la sección instalado.

Chaqueta de polietileno de densidad media es resistente, durable y fácil de quitar. Gracias a su diseño innovador, puede pasar de ser un cable de antena de cable para instalación directa en conductos subterráneos o, como se hace retirando el mensajero que se conecta al cable.

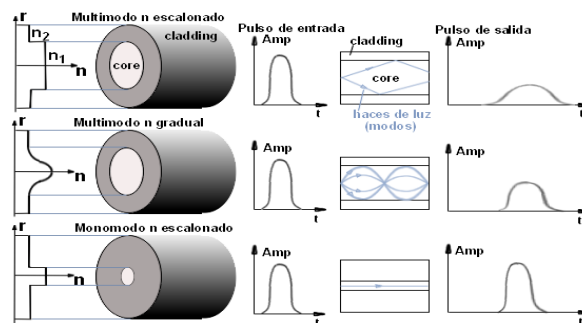
Cable de fibra óptica ESP

“Los cables ópticos con cubierta ESP están diseñados para la instalación subterránea de planta externa. Son cables armados con cinta de acero, lo que les proporciona especiales características de resistencia mecánica. Son especialmente

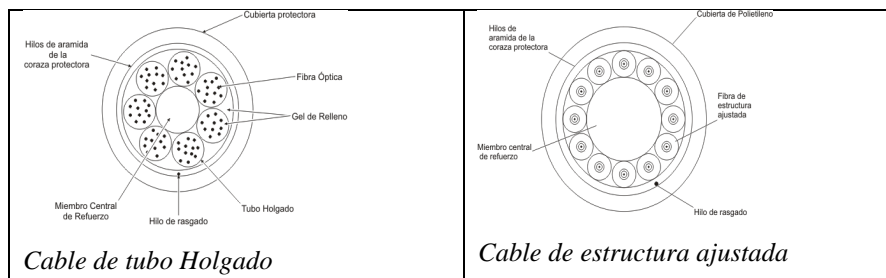
adecuados para su instalación directamente enterrada en zanjas o microzanjas, y en ambientes en los que el ataque de roedores puede poner en peligro la integridad de las comunicaciones.

La tecnología de fabricación con tubos holgados y cableado SZ permite una fácil segregación y compatibilidad con los cables de distribución. El núcleo seco que contiene materiales bloqueantes del agua facilita la manipulación por parte de los instaladores.”(TELNET)

Gráfico 19 Tipos de fibra óptica



Fuente: (Fibras ópticas, 2009)



Fuente: (Jiménez, 2008)



Fuente: (TELNET)

Fibra óptica con núcleo de vidrio y manto de vidrio

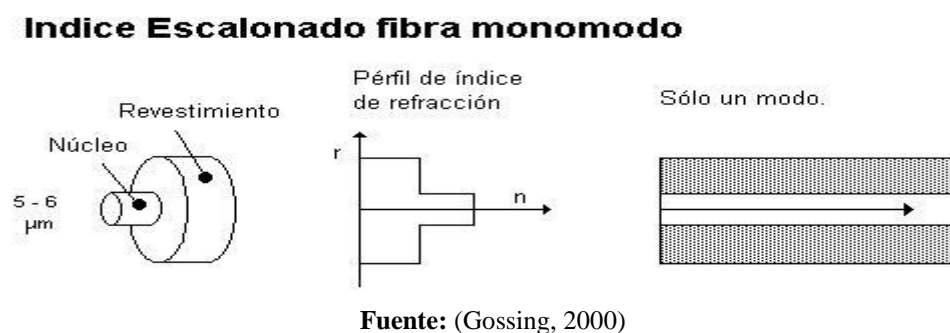
Cada viga tiene modo de propagación diferente. Fibras multimodo, el diámetro del núcleo de la fibra puede variar entre 50 y 200 micras y 125-240 micras capa. Una configuración típica tiene un núcleo de 50 micras y 125 micras capa (fibra 50/125). En cuanto a considerar el gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, esta se vuelve más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Este tipo de fibra puede ser de dos tipos:

a) Fibra óptica multimodo de índice escalonado (Stepped).

Aquella en que tanto el índice de refracción del núcleo como el índice de refracción del manto son constantes (uniformes) pero diferentes entre sí según lo define (Peña Patiño, 2012, pág. 108).

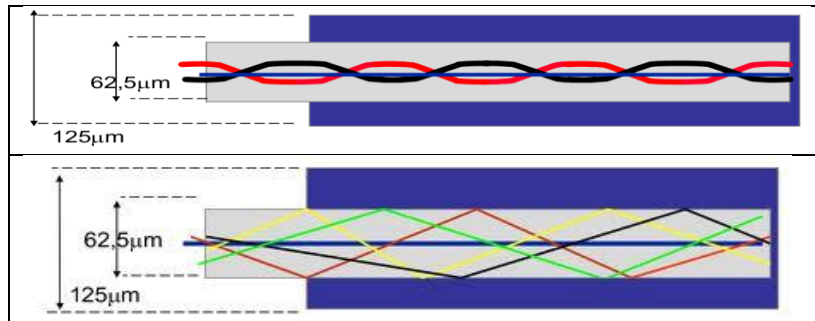
Gráfico 20 Fibra óptica multimodo de índice escalonado



Si el índice de refracción del núcleo es constante los diferentes rayos de luz que se propagan viajarán a la misma velocidad dentro del núcleo de la fibra manteniendo la congruencia física, la velocidad de propagación es inversamente proporcional al índice de refracción: $\text{valor de propagación} = \frac{c}{n}$, no obstante seguirán diferentes trayectorias o modos, llegando al otro extremo de la fibra a tiempos distintos por efectos de la propagación, el pulso de salida llega disperso; y, debido a este fenómeno de dispersión se debe restringir la velocidad de transmisión, a esta dispersión de la señal se la conoce como dispersión modal. La dispersión modal es

acumulativa con la distancia y origina una reducción del ancho de banda de la fibra y la consecuente limitación en la velocidad de transmisión.

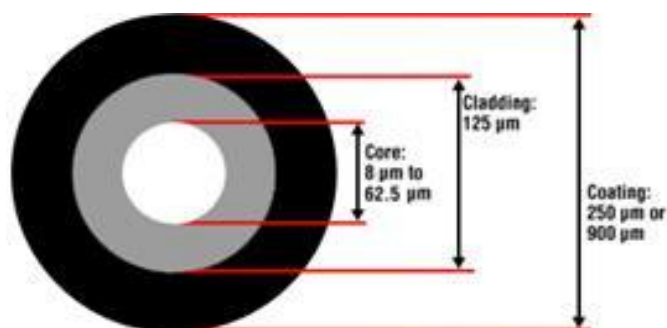
Gráfico 21 Dispersión Modal



Fuente: (Telecorc, 2009)

A continuación puede observarse que el diámetro del núcleo de una Fibra óptica multimodo de índice escalonado típicamente varía entre 100 y 200 μm . Fibras multimodo de índice escalonado típicas son la 100/140 y la 200/240 μm , según lo demuestran (Galeón, 2006, pág. internet)

Gráfico 22 Núcleo de Fibra óptica



Fuente: (Saborit, 2008)

Existen dos Tipos:

- Multimodo/Índice fijo y
- Multimodo/Índice Gradual.

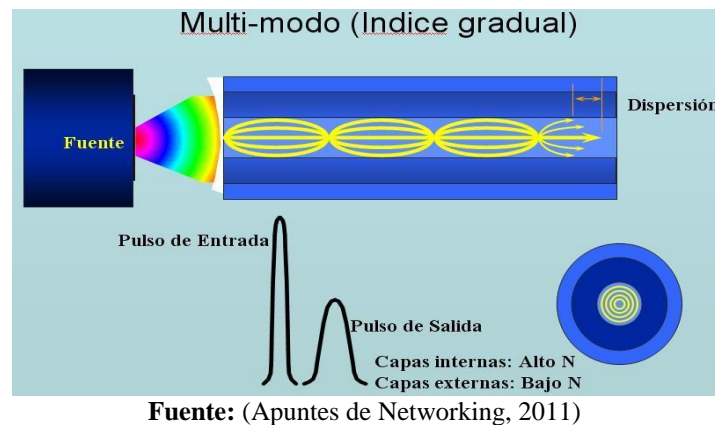
El primer tipo es una fibra que tiene un ancho de banda de 10 a 20 MHz y consiste de un núcleo de fibra rodeado por un revestimiento que tiene un índice de refracción de la luz muy bajo, la cual causa una atenuación aproximada de 10 dB/Km. Este tipo de fibra es usado para distancias cortas menores de un kilómetro.

El cable mismo viene en dos tamaños 62.5/125 micras, debido a que el diámetro exterior es de 1mm, que lo hace relativamente fácil de instalar y hacer empalmes en el proceso de instalación y conexión técnica. Las Fibras ópticas multimodo de índice escalonado son relativamente fáciles de fabricar y menos costosas que las de índice gradual o las monomodo.

b) Fibra óptica multimodo de índice gradual (Graded).

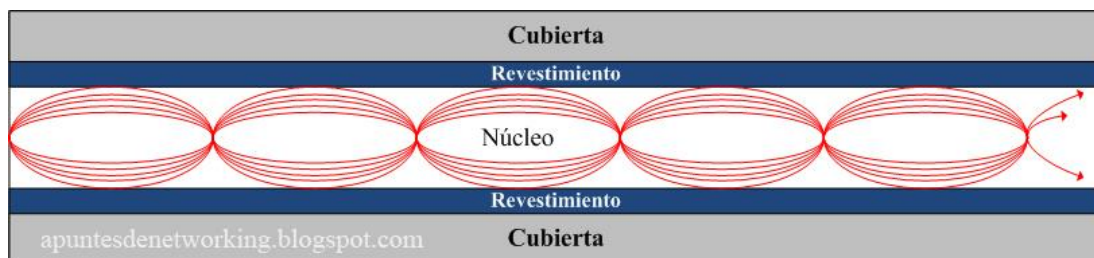
“Aquella en la que el índice de refracción del núcleo varía gradualmente, disminuyendo a medida que se aleja del núcleo. En consecuencia los diferentes rayos de luz viajarán a diferentes velocidades de propagación dentro del núcleo de la fibra, mientras más alejado del núcleo se encuentre un rayo, mayor será su velocidad, y a pesar de que su trayectoria es más larga llegará al otro extremo de la fibra aproximadamente al mismo tiempo, por lo que se reduce la dispersión.” (Logroño López, 2008, págs. 83-87) Esta característica de la fibra multimodo de índice gradual reduce su dispersión modal y aumenta su ancho de banda y la máxima velocidad de transmisión alcanzable en la transmisión de datos.

Gráfico 23 Fibra óptica multimodo de índice gradual



Las fibras con este tipo de perfil de índice de refracción, denotan generalmente que las trayectorias de los haces de luz son curvas, a diferencia de las anteriores que pueden ser rectas, como ocurre en las fibras multimodo de índice escalonado, debido precisamente a la forma cómo varía el índice de refracción.

Gráfico 24 Propagación de los haces de luz en la FO multimodo de índice gradual



Fuente: (Apuntes de Networking, 2011)

Según (Safford, 1988, págs. 2 - 20) “En una fibra multimodo de índice gradual, el pulso de salida llega mejor conformado y puede alcanzar velocidades de transmisión más altas que con las fibras ópticas de índice escalonado.” “Con este tipo de fibras se pueden conseguir velocidades de 300 Mbps sobre distancias de hasta 50 Km. sin repetidores.” “Fibras multimodo de índice gradual típicas son: 50/125, 62.5/125 y 85/125 μm .”

Fibra Óptica Monomodo

Fibra monomodo es una fibra en la que sólo se propaga un modo de luz, lo que se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño 8,3 a 10 μm que sólo permite un modo de propagación, su transmisión es en línea recta. La distancia va desde 2.3 km a 100 km máximo y posee un centro con cañón láser de alta intensidad, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias y transmitir elevadas tasas de bit, utiliza un sistema más simple permite un modo de propagación con un haz de luz directa y más intensa, por lo tanto de más ancho de banda con mayores distancias. La fibra Mono-modo es de largo alcance pudiendo recorrer varios kilómetros sin necesidad de repetidores, son usadas para unir diferentes localizaciones separadas entre sí y van por galerías de cable por debajo del suelo. Se utiliza en comunicaciones de mediana y larga distancia; así como en enlaces intercontinentales en los que existe una elevada transmisión de datos.

Como características de este tipo de fibras se pueden identificar:

- **Núcleo:** La mayoría de las fibras ópticas se hacen de arena o sílice, materia prima abundante en comparación con el cobre, con unos kilogramos de vidrio pueden fabricarse aproximadamente 43 kilómetros de fibra óptica, el núcleo es

la parte más interna de la fibra y es la que guía la luz, tiene un diámetro aproximado de $8,3\text{ }\mu\text{m}$.

- **Malla:** El revestimiento está rodeado por un forro o funda de plástico u otros materiales que lo resguardan contra la humedad, el aplastamiento, los roedores, y otros riesgos del entorno con un espesor de $125\text{ }\mu\text{m}$ hasta $244\text{ }\mu\text{m}$.
- **Margen de Error:** El error de **concentricidad** oscila entre 0.5 y $0.2\text{ }\mu\text{m}$.

Fibra Mono-Modo y 10-gigabit Ethernet

Al hablar de estándares, para el 2006, XGbE o 10GbE, es el más reciente y más rápido de los estándares Ethernet. IEEE 802.3ae define una versión de Ethernet con una velocidad nominal de 10 Gbit/s (Giga bits por segundo), diez veces más rápido que Gigabit Ethernet.

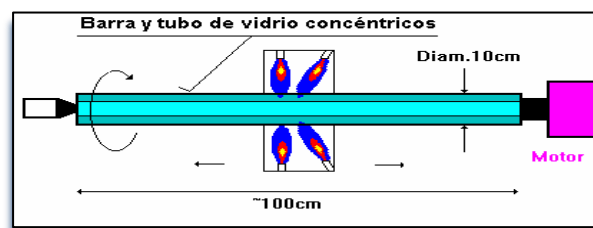
- **10GBASE-LR** ("long range") este estándar permite distancias de hasta 10 km sobre fibra mono-modo usando 1310nm .
- **10GBASE-ER** ("extended range") este estándar permite distancias de hasta 40 km sobre fibra mono-modo (usando 1550nm), varios fabricantes han introducido interfaces conectables de hasta 80-km .

Fabricación de la Fibra Óptica Mono-Modo

La fabricación de estos tipos de fibras se genera por etapas:

El primer paso es el montaje de un tubo y una varilla de vidrio cilíndrica montada concéntricamente. Se calienta y asegura la homogeneidad de la varilla de vidrio.

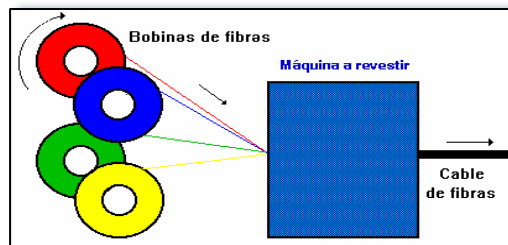
Gráfico 25 Primera etapa de fabricación de Fibra Mono modo



Fuente: (Programacion y Tecnología , 2007)

En este método una varilla de vidrio con una longitud de 1 m y un diámetro de 10 cm se puede obtener mediante la elaboración de una fibra de modo único con una longitud de aproximadamente 150 km. La barra se instala verticalmente que resulta en una torre en el primer piso y se calienta con las rampas de gas caliente. El cristal se estira y se moldea en la dirección de la raíz a ser enrollada en un carrete. Medición del grosor de la fibra (~ 10 micrómetros) para dominar la velocidad del motor de carrete para asegurarse un diámetro uniforme. Cada bobina de fibra realiza el control de calidad a través de un microscopio. Entonces envolver el vidrio con un recubrimiento protector (~ 230 micras) y el conjunto de las fibras en un extremo del cable o multiproceso.

Gráfico 26 Fase final de construcción de fibra óptica mono modo

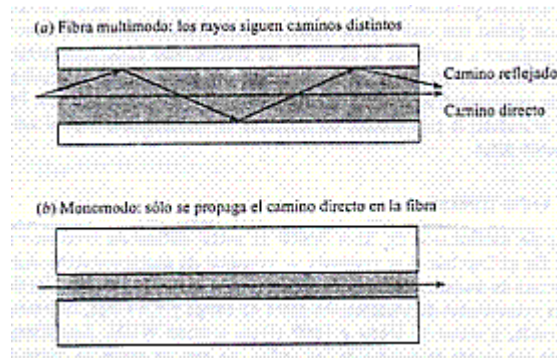


Fuente: (Programacion y Tecnología , 2007)

La fibra proporciona una mayor capacidad de transporte de información, tiene un ancho de banda del orden de 100 GHz/km, es también más compleja de implementar, se puede transmitir sólo los rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra. Ellos son fibras que tienen un diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales transmitidas aproximadamente 5 a 8 micras. Si el núcleo está hecho de un material cuyo índice de refracción es diferente de la de la carcasa, entonces se habla de fibra monomodo con salto de índice. Por lo tanto, en este tipo de fibra no puede darse el fenómeno de la dispersión modal, lo que fue causada por la coexistencia de varios modos presentan características de ancho de banda mucho mayor que la fibra multimodo. Pueden ser utilizados para velocidades de transmisión más altas y en distancias más largas de varios Gbps 30 kilómetros menos de 1 Gbps puede llegar a distancias de 500 km sin repetidor, la capacidad en términos de ancho de banda y están mejorado constantemente impulsada por los nuevos desarrollos tecnológicos. Debido al pequeño tamaño del núcleo, es difícil a la luz solo modo de fibra y algunos

componentes que se utilizan con mayor precisión. Fibras monomodo son bajas pérdidas y una mayor capacidad, aunque más caro.

Gráfico 27 Propagación del haz de luz en la FO monomodo



Fuente: (Notas de Ingeniero en Sistemas, 2011)

Desde el enfoque de (Peña Patiño, 2012, págs. 1 -25 internet) existen dos tipos de secciones transversales y trayectorias de propagación a) índice escalonado b) multimodo de índice gradual y c) monomodo

1.3.1.3. Parámetros de la fibra óptica

Atenuación

La atenuación en fibra óptica se manifiesta con la pérdida o disminución de potencia de la señal óptica conforme aumenta la distancia, en esencia a mayores distancias mayor en la disminución de potencia de la señal. Los factores que intervienen en éstas pérdidas son la longitud de onda de la luz y el material por el que se propaga; ya que si el material es mucho más denso genera mejores condiciones como se pudo determinar en cuanto a perforaciones, roturas u otros casos eventuales. En cuanto a lo manifestado por (Martín, 1988, págs. 1-26), la unidad en la que se expresa la atenuación son dB/Km, este valor significa la pérdida de luz en un Km y se define como la relación entre las potencias luminosas a la salida y a la entrada de la fibra. Al disminuir la potencia de la luz también se reduce el ancho de banda, la velocidad de transmisión, la eficiencia y la capacidad total del sistema. Con respecto a los factores propios de la fibra óptica que intervienen en la atenuación se pueden destacar dos principales las pérdidas por absorción y las pérdidas por dispersión.

Pérdidas por Absorción

Las pérdidas por absorción se dan principalmente por las impurezas de los materiales al fabricar la fibra óptica, causando que las impurezas absorban la luz que se transmite por el medio de transmisión y la conviertan en calor. Estos tipos de pérdidas pueden ser por tres causas principales de absorción:

- Absorción por rayos ultravioletas
- Absorción por rayos infrarrojos
- Absorción por la presencia de iones hidroxilo OH

Los dos primeros tipos de disminución son causados debido a la interacción de las partículas de energía de onda electromagnética en la luz, que están viajando por la fibra óptica, con las moléculas en el núcleo, la tercera causa es debido a la presencia de partículas de vapor de agua que han permanecido en el material de la fibra, fruto del proceso de fabricación, esta absorción produce tres picos importantes de pérdidas: cerca de los 900nm, los 1200nm y los 1400 nm., el más considerable es el tercero, con un valor no mayor a 0.04 dB/Km.

Pérdidas por Dispersión (scattering) de Rayleigh y Mie

Estas pérdidas tienen que ver con irregularidades físicas de la fibra óptica, las mismas que ocasionan cambios en el índice de refracción; ya que, al cambiar el índice de refracción la luz se dispersa y una parte se va a la cubierta lo que se conoce como el fenómeno de la difracción. La atenuación que presentan las fibras ópticas tiene un mejor desempeño como lo define (Gossing, 2000, pág. 228), a ciertas longitudes de onda del espectro electromagnético a las que se les denomina ventanas y son las siguientes:

Gráfico 28 Onda de espectro electromagnético

- Primera ventana:
 - Rango: 800 a 900 nm
 - λ_{central} : 850 nm
 - Atenuación: 2.5 dB/Km
- Segunda ventana (banda O):
 - Rango: 1250 a 1350 nm
 - λ_{central} : 1310 nm
 - Atenuación: 0.38 dB/Km
- Tercera ventana (banda C):
 - Rango de 1500 a 1600 nm
 - λ_{central} : 1550 nm
 - Atenuación: 0.25 dB/km
- Cuarta ventana (banda L):
 - Rango de 1600 a 1660 nm
 - λ_{central} : 1625 nm
 - Atenuación: 0.20 dB/Km
- Quinta ventana (experimental, banda S):
 - Rango de 1350 a 1500 nm
 - λ_{central} : 1470 nm
 - Atenuación: 0.30 dB/Km

(Chomycz, 1998)

Dispersión

La dispersión es un fenómeno que ocurre cuando un pulso de luz se ensancha durante la transmisión por la fibra, ocasionando que la información se distorsione. La unidad en la que se expresa la dispersión generalmente es [ns/Km] y define la capacidad máxima que, por unidad de longitud, se puede transmitir por una fibra, la dispersión es directamente proporcional a la longitud de la fibra, una fibra más larga causa un mayor ensanchamiento de los pulsos. Existen 3 tipos de tipos de dispersión y son los siguientes:

Dispersión Modal

La dispersión modal causa que un pulso de luz se disperse conforme se propaga a través de la fibra, debido a que existe una diferencia en los tiempos de propagación de los rayos de luz que toman diferentes trayectorias a través de la fibra óptica. Generalmente se evalúa en ns o nano segundos como unidad de medida. La dispersión de un pulso causa que éste llegue a interferir con los pulsos adyacentes lo que se conoce como Interferencia entre Símbolos ISI, incrementando el BER (Bit Error Rate) del sistema, únicamente en las fibras multimodo, se puede reducir considerablemente usando fibras de índice gradual y casi se elimina totalmente usando fibras monomodo.”

Dispersión cromática de material

Esta tiene que ver con las fuentes de luz como los láser y los LED's los que producen un rango de longitudes de onda o banda de luz, en lugar de una sola longitud de onda. La fibra tiene diferentes índices refractivos para diferentes longitudes de onda de aquí que cada longitud de onda viaje a diferente velocidad. La dispersión cromática afecta tanto a las fibras multimodo como a las monomodo y aumenta con la longitud de la fibra y se puede minimizar utilizando fuentes de luz de espectro estrecho. Esta dispersión se evalúa en ns o nano segundos” (Chomycz, 1998, pág. 155).

Dispersión cromática de guía de onda

Esta dispersión de guía de onda se refiere a las diferencias en la velocidad de la señal que dependen de la distribución de la potencia óptica sobre el núcleo y el manto de la fibra óptica, el autor (Chomycz, 1998, pág. 157), expresa que conforme la frecuencia de la señal óptica disminuye, la mayor parte de la señal óptica es transportada en el manto que tiene un índice refractivo diferente que el núcleo de la fibra, la dispersión de guía de onda puede ser usada para contrarrestar la dispersión del material. La forma o perfil de la fibra tienen un efecto significativo sobre la velocidad de grupo, es debido a que los campos eléctricos y magnéticos que forman parte de un pulso de luz se extiende fuera del núcleo. Esta cantidad que los campos comparten entre el manto y el núcleo tienen una fuerte dependencia de la longitud de onda. A mayor longitud de onda mayor es la cantidad de la onda electromagnética que se extiende sobre el manto.

Dispersión de modo de polarización.

La dispersión de modo de polarización PMD, Polarization Mode Dispersion, se observa únicamente en las fibras monomodo, las componentes de un modo que se introduce en una fibra se desplaza con diferente velocidad, dado los diferentes valores de índice de refracción que cada componente capta, llegando al otro extremo de la fibra en tiempos distintos, esto se debe a que el núcleo no tiene el mismo índice de refracción ni el mismo diámetro. El modo de polarización es muy utilizado en sistemas de muy alta velocidad de transmisión en donde la dispersión cromática se ha reducido debido a la utilización de fuentes de reducido ancho espectral y de fibras de baja dispersión.

1.3.1.4. Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Ventajas

- **Ancho de banda y velocidad de transmisión:** Los sistemas de fibra óptica poseen mayor capacidad gracias al ancho de banda más grande representados en decenas de THz, se pueden llegar a obtener velocidades de transmisión totales en el orden de los Tbps, desde el enfoque técnico de (Frenzel, 2003, pág. 183)
- **Inmunidad a la interferencia electromagnética:** “Las fibras ópticas son inmunes a la interferencia electromagnética (Electro Magnetic Interference o EMI) presente en los cables metálicos causada por la inducción electromagnética entre los conductores situados uno cerca del otro, la fibra óptica no conduce electricidad, no existen campos magnéticos asociados.
- **Inmunidad a la interferencia estática:** Son inmunes a la interferencia estática causada por relámpagos, motores eléctricos, luces fluorescentes, y otras fuentes generadoras de ruido eléctrico; esto se debe a que la fibra óptica no conduce electricidad ni radia energía de radiofrecuencia como en otros campos que son muy susceptibles de captar otro tipo de frecuencia.
- **Rango de temperatura de operación:** Las fibras ópticas son más resistentes a los extremos ambientales, calor o frío, lo que mejora su vida útil. Funcionan en un rango más amplio de temperaturas en comparación a los cables metálicos (de -55° C a 85° C).

- **Atenuación:** Tienen una atenuación muy baja, lo que permite transmisiones a mayor distancia sin requerir repetidores o regeneradores intermedios, lo que conlleva ahorro en costos.
- **Seguridad:** Las fibras ópticas son más seguros que los cables de cobre. La intrusión es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía luminosa en el receptor, al permanecer el haz de luz confinado en el núcleo, no es posible acceder a los datos transmitidos.
- **Resistencia a la corrosión:** Los cables de fibra óptica son menos afectados por líquidos corrosivos y gases volátiles, se los puede instalar cerca de éstos sin preocuparse de que ocasionen explosiones o fuego, no existen voltajes o corrientes eléctricas asociadas.
- **Escalabilidad y vida útil:** Los sistemas de comunicaciones por fibra óptica bien diseñados se pueden expandir fácilmente, cambiando la electrónica, pudiendo utilizarse el mismo cable de fibra óptica, tienen una larga vida de operación, conlleva a un ahorro en equipos.
- **Peso y volumen:** El peso de los cables de fibra óptica es muy inferior al de los cables metálicos, lo cual facilita su transporte, requieren menos espacio físico.
- **Materia prima:** La materia prima para fabricar los cables es abundante.

Desventajas

- **Conversión electro/óptica:** Para todas las aplicaciones con fibra óptica es necesario considerar este proceso, lo que conlleva a inversión adicional en equipos que realicen este trabajo.
- **Costos:** El mantenimiento, instalación y reparación de los sistemas de fibra óptica es más difícil y costoso que el de los sistemas metálicos. Los equipos terminales y el cable en sí son más caros.
- **Fragilidad de la fibra:** Al ser construidos los cables con un material frágil, es fácil su fisura o ruptura. Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura.
- **Resistencia al cambio:** La industria y el usuario en general, aún se resisten al cambio a una nueva tecnología. El uso difundido del cobre tradicional dificulta la masificación del uso de la fibra óptica.

1.3.2. Idea a defender

La tecnología GPON permite una convergencia total de todos los servicios de telecomunicaciones sobre una sola infraestructura de red basada en IP, que permitirá una notable disminución de costos en las operadoras, al no tener que instalar y mantener redes paralelas para cada uno de los servicios, que se trasladará a un mediano plazo en tarifas económicas para los abonados y usuarios del sector de la parroquia de Cumbaya, con servicios más ágiles en (voz sobre IP, televisión digital de alta resolución, video, internet banda ancha entre otros servicios).

1.3.3. Identificación y Caracterización de las variables

Variable Independiente

Estudio de Factibilidad

Variable Dependiente

Diseño de una red de última milla con tecnología GPON

CAPÍTULO II

MÉTODO

2.1.Diagnóstico de la situación tecnológica actual del sector de Cumbayá

2.1.1. Contexto tecnológico del sector

Tecnologías de acceso

CNT cubre más del 80% de servicios de telefonía e Internet para el sector de Cumbayá, mediante el anillo de telecomunicaciones. Gracias al tendido telefónico en las poblaciones aledañas, CNT provee acceso de datos mediante la tecnología ADSL principalmente para los domicilios y pequeños negocios. Para las plantaciones, industrias medianas y grandes que se encuentran asentadas en el sector y en general para sitios alejados al tendido telefónico de CNT, la empresa Stealth Telecom del Ecuador S.A. ofrece servicios inalámbricos de datos mediante enlaces de microonda, tal como se puede evidenciar en el link sector de la página web de la empresa (Stealth Telecom) con una banda asimétrica de velocidades desde 192 Kbps hasta 512 Kbps. Los servicios que actualmente ofrecen son los siguientes: registro de dominios, hosting, páginas web, voz sobre IP, cámaras IP, servicios de seguridad sobre Internet, entre otros. Otro tipo de soluciones de acceso son las de tipo inalámbrico, que proporcionan las compañías de telefonía celular como Telefónica Movistar y Claro con sus respectivas redes, haciendo uso del modem USB para acceder al servicio con una capacidad aproximada de 1.5 Mbps.

Aplicaciones de la fibra óptica en las telecomunicaciones para el sector de Cumbayá

Un sistema de comunicaciones ópticas es una forma de transmitir información, el soporte básico es la luz. La información viaja en forma de luz a lo largo de dicho sistema, se sabe que la forma más eficiente de que la luz viaje desde un punto hasta otro es mediante la fibra óptica, considerada útil para las telecomunicaciones y de manera especial para una zona en franco crecimiento como es la Parroquia de Cumbaya por los efectos de la reubicación del nuevo aeropuerto, razón que hace a este sector estratégico en las comunicaciones, por lo que requiere un alto nivel de servicios como los que se describe a continuación.

Internet:

El servicio de conexión a Internet por fibra óptica se prevé para el sector es la evolución de la conexión tradicional por línea telefónica, que se utiliza actualmente, manejado tanto por las operadoras estatales como por las privadas, su principal limitación es la lentitud con que viaja la información, no es apta para transportar video, imágenes, o multimedia en general, algo que desde esta perspectiva y con el futuro escenario estratégico de la zona es sumamente necesario o requirente, ya sea por las personas que se ubican en este sector como por las empresas que realizan actividades comerciales y de transferencia. La fibra óptica hace posible navegar por Internet a velocidades en el orden de los Gbps., impensables en el sistema convencional, debido a estas velocidades se permite trabajar con gran rapidez en entornos multimedia, tales como videos, sonidos, entre otros, lo que hace previsible el nivel de aceleración de las actividades de la zona.

Redes

La fibra óptica ha ganado gran importancia en el campo de las redes de área local, a diferencia de las comunicaciones de larga distancia, estos sistemas conectan a una serie de abonados locales con equipos centralizados como computadoras o impresoras. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios, considerando el sitio estratégico que alcanzaría con la ubicación del nuevo aeropuerto y las agencias de las distintas aerolíneas así como empresas que requieren operar con el mismo por su localización buscan sistemas que les garanticen trabajar en red con mayores seguridades y garantías tanto de velocidad como soporte lo que le brindaría la nueva conexión GPON. Otros recursos informáticos conectados son las redes de área amplia (WAN, Wide Área Network) o las centrales particulares (PBX). Las WAN son similares a las LAN, de acuerdo a (Rubio , 1994), conectan entre sí ordenadores separados por distancias mayores, situados en distintos lugares de un país o en diferentes países; emplean equipo físico especializado y costoso y arriendan los servicios de comunicaciones.

Telefonía

En este campo es en el que más se está extendiendo la fibra óptica, en todas las ciudades modernas como el caso de Quito y Guayaquil se está introduciendo el sistema de fibra para el teléfono e Internet, tomando en consideración el tipo de

usuario, este servicio es de vital importancia tanto en telefonía fija como el móvil y los servicios que este puede entregar como conexión a internet, banca móvil entre otros que no simplemente dependan del dispositivo que utilizan sino de un soporte de velocidad y capacidad tanto de emisión como de respuesta. La fibra permite una comunicación libre de interferencias, así como de posibilidad de boicoteo de la línea, el sonido es mucho más nítido, no hace falta el empleo de amplificadores de señal en pequeñas distancias.

Otras Aplicaciones

La fibra óptica permite acceder a una infinidad de servicios referente a las telecomunicaciones tales como:

Televisión: Recepción de un gran número de canales como paquete básico, canales Premium, vídeo bajo demanda, pago por visión, una oferta amplísima compuesta por canales informativos, musicales, espectáculos, deportivos, documentales, infantiles, ante el crecimiento poblacional y el vertiginoso cambio demográfico que ha experimentado la zona como se pudo apreciar es clave el aparecimiento de nuevos centros o ejes comerciales y de servicios que requieren este tipo de servicios incluyendo los clientes actuales que disponen de estos servicios a través de otras operadoras.

Banco en Casa: Realización de cualquier tipo de transacción bancaria, desde movimientos entre cuentas, contratación de un depósito o la cancelación y cambio de entidad.

Telecompra: Tener acceso directo a anuncios por palabras con opción a compra, hasta navegar por un centro comercial con la posibilidad de adquirir el objeto que más desee.

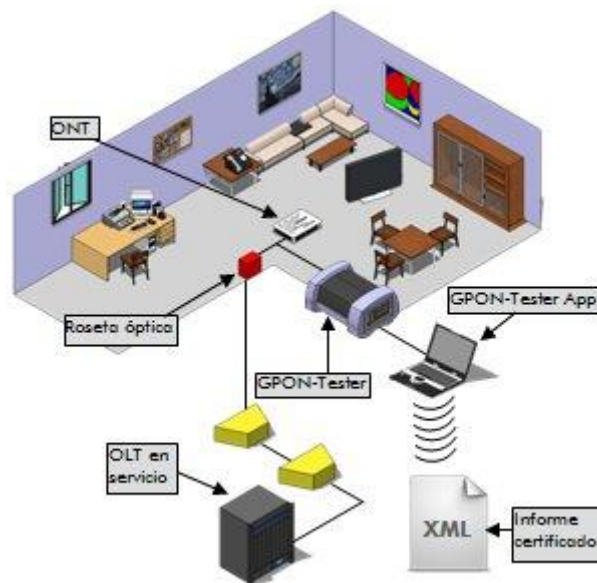
Telemedida: Recoger información sobre medidas de servicios como el agua, el gas o la electricidad que, posteriormente serán enviados a las empresas correspondientes que procederán a facturar de acuerdo con el consumo.

Web TV: Será uno de los mejores ejemplos de la interactividad que permite la fibra óptica. Facilitará el acceso a información sobre restaurantes, comercios, eventos, espectáculos.

Radio Digital: Canales temáticos con mejor calidad de sonido.

2.1.2. Esquema General de GPON para la parroquia de Cumbayá

Gráfico 29 Configuración de GPON



Fuente: (TELNET)

La interfaz en los puntos de referencia S/R y R/S son definidos como IFPON. Ésta es una interfaz específica de PON que soporta todos los elementos de protocolo necesarios para permitir la transmisión entre OLT y ONU⁷.

Distancia de fibra referencial: A un OLT son conectadas varias ONU/ONT, la distancia de fibra referencial es la diferencia en la distancia entre el más cercano y el más lejano ONU/ONT de la OLT.

Alcance Físico: Máxima distancia física que puede ser alcanzada por una red de transporte en particular. Máxima distancia entre la ONU/ONT y la OLT. En GPON existen dos alcances: 10 y 20 Km., en este último, tomando en cuenta que la distancia diferencial máxima de la fibra es de 20 Km.

Alcance lógico: Máxima distancia que ser alcanzada por una red de transporte en particular. Comprende la máxima distancia entre ONU/ONT y OLT (60 Km).

⁷ G.984.2 Enmienda 1 (02.2006): Nuevo apéndice III – Prácticas idóneas utilizadas en la industria para redes ópticas pasivas con capacidad de 2,488 Gbit/s en sentido descendente y 1,244 Gbit/s en sentido ascendente

Retraso en la transferencia de la señal: Es el promedio de los valores de retardo de subida y bajada entre los puntos de referencia, este valor se determina mediante la medición del retardo de ida y vuelta dividido para 2.

Requerimientos de la arquitectura GPON

A continuación se enuncian algunos parámetros que GPON debe cumplir en la capa PMD (Physical Medium Dependent).

Código de Línea

Tanto en sentido ascendente como descendente se utiliza codificación sin retorno a cero (NRZ, Non Return to Zero). El convenio utilizado para el nivel lógico óptico es el siguiente:

- **Nivel alto de emisión de luz:** UNO binario;
- **Nivel bajo de emisión de luz:** CERO binario.

Longitud de Onda de Trabajo

- El intervalo de longitudes de onda de trabajo en sentido descendente en los sistemas de una sola fibra será de 1480-1500 nm.
- El intervalo de longitudes de onda de trabajo en sentido descendente en los sistemas de dos fibras será de 1260-1360 nm.
- El intervalo de longitudes de onda de trabajo en sentido ascendente será de 1260-1360 nm.

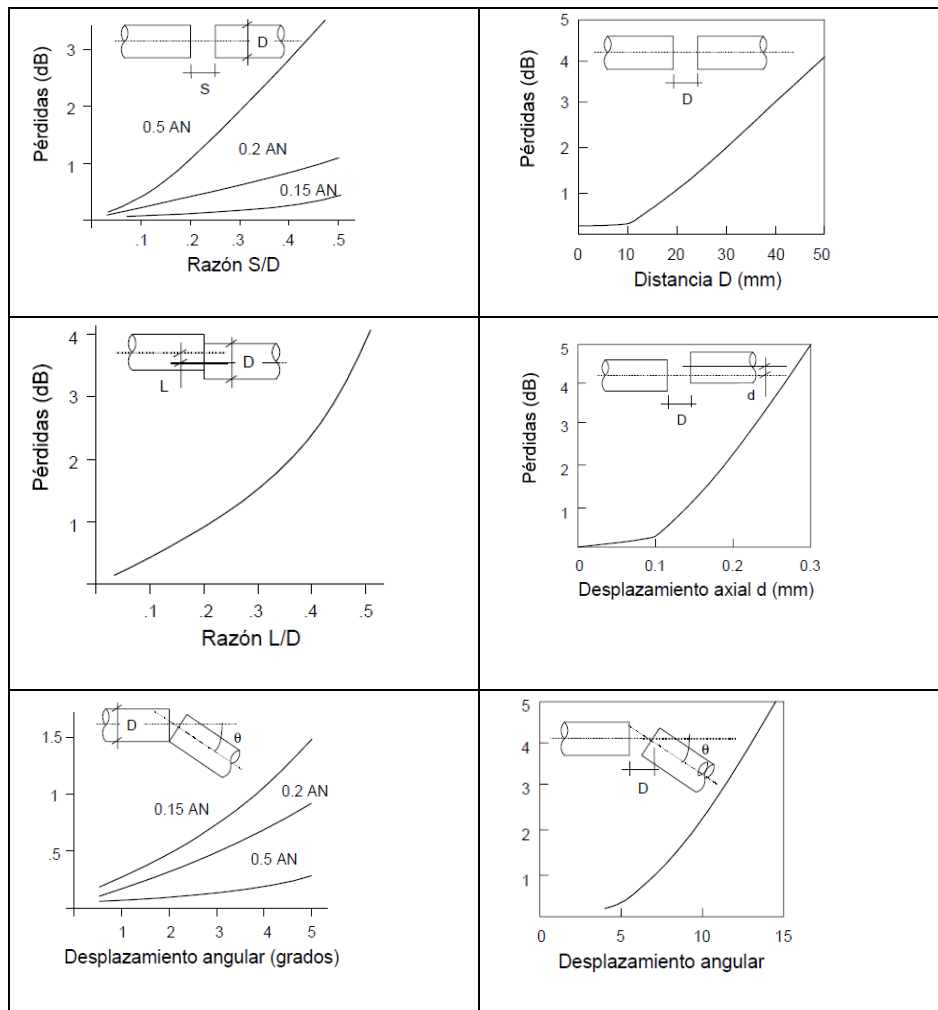
Intervalo de Atenuación

Se especifican tres rangos de atenuación, definidas como Clases:

- Clase A: 5-20 dB.
- Clase B: 10-25 dB.
- Clase C: 15-30 dB.

Para las especificaciones de atenuación se han supuesto valores del caso más desfavorable, incluyendo pérdidas debidas a los empalmes, conectores, atenuadores ópticos u otros dispositivos ópticos pasivos, y todo margen adicional relativo al cable.

Gráfico 30 Pérdidas por conectores



Fuente: (GS, 1997)

Sensibilidad Mínima

Se define como el valor mínimo aceptable de la potencia media recibida para obtener una BER de 10^{-10}

Sobrecarga Máxima

Para (Logroño López, 2008), es el valor máximo aceptable de la potencia media recibida para una BER de 10^{-10} . El receptor debe tener una cierta robustez contra el aumento del nivel de potencia óptica debido al arranque o a posibles colisiones durante la determinación de distancia, fase en la que no puede garantizarse una BER de 10^{-10} .

Máximo Alcance Lógico

Se define como la longitud máxima que se puede alcanzar en un sistema de transmisión determinado. Se mide en Km. y está limitado a cuestiones relacionadas con la capa TC y la implementación.

Máximo Alcance Lógico Diferencial

Es la máxima diferencia de alcance lógico entre todas las ONU. Se mide en Km. Y no está limitado por los parámetros PMD sino por la capa TC y las cuestiones de implementación.

Pérdida del Trayecto Óptico Diferencial

Se define como la diferencia de pérdida de trayecto óptico entre la pérdida de trayecto óptico más alta y la más baja para una misma ODN. La máxima pérdida de trayecto óptico diferencial debe ser 15 dB.

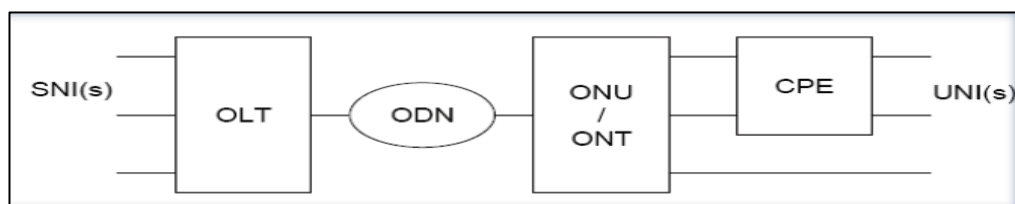
Calidad Media de Transmisión

La calidad media de transmisión debe tener una tasa muy baja de errores de bit, inferior a 10^{-9} , a través de todo el sistema PON. Un objetivo de tasa de error requerido para componentes locales debe ser mejor que 10^{-10} .

Bloques Funcionales

El sistema GPON genérico se basa en tres componentes fundamentales, OLT, ONU y ODN

Gráfico 31 Sistema genérico de GPON



Fuente: (Guanopatín , Estudio de Servicios de Telecomunicaciones Inalámbricas (Voip, Datos E Internet) para Los Sectores De Tumbaco Y Cumbayá Para La Empresa Lutrol S.A.)

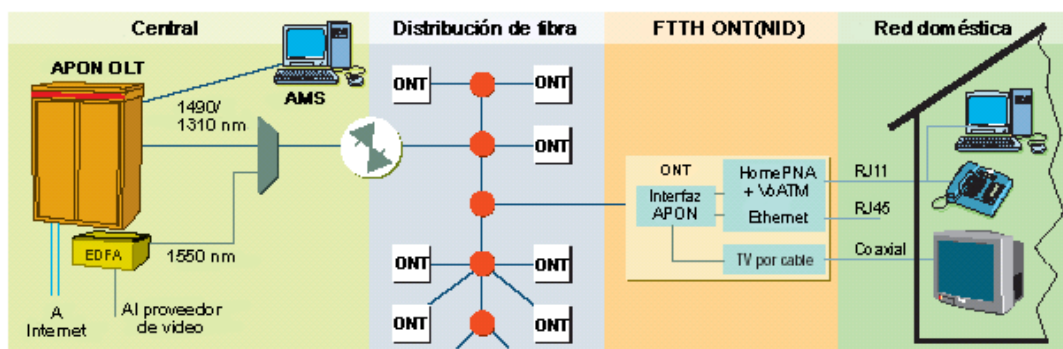
Optical Line Termination (OLT)

La OLT está conectada a la red conmutada, vía interfaces estandarizadas. En el lado de la distribución se presenta las interfaces de acceso óptico acorde a éste y a otros estándares de GPON, en términos de velocidad de transmisión, potencia de transmisión máxima, entre otros factores.

La OLT consta de tres partes:

- Función de interfaz de puerto de servicio.
- Función de conexión cruzada
- Interfaz de red de distribución óptica (ODN, Optical Distribution Network).

Gráfico 32 Bloques funcionales de la OLT



Fuente: (Gossing, 2000)

Bloque núcleo de PON

Este bloque está formado de dos partes con las siguientes funciones: la función de interfaz ODN y la función de TC PON que incluye el entramado, el control de acceso al medio, la operación, administración y mantenimiento, la alineación de las unidades de datos de protocolo (PDU, Protocol Data Unit) para la función de conexión cruzada, y la administración de la ONU.

Bloque de conexión cruzada

El bloque de conexión cruzada proporciona un enlace de comunicación entre el bloque núcleo de PON y el bloque de servicio. Las tecnologías para la conexión de este enlace dependen de los servicios, la arquitectura interna de la OLT y de otros factores.

Bloque de servicio

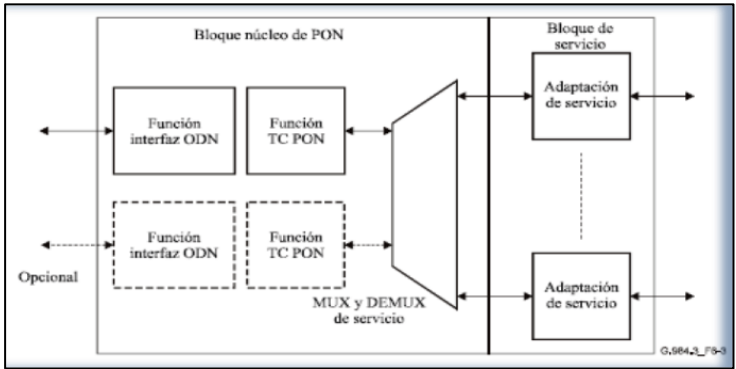
Este bloque proporciona la traducción entre las interfaces de servicio y la interfaz de trama Transmission Control (TC) de la sección PON.

Optical Network Unit (ONU)

Los bloques funcionales que constituyen el ONU de GPON son comúnmente similares a los bloques funcionales del OLT. Puesto que el ONU opera con

solamente una interfaz PON (o máximo dos por protección), la función de conexión cruzada puede ser omitida. Sin embargo, en lugar de esta función, se especifica el servicio MUX y DEMUX (Multiplexación/Demultiplexación) para manejar el tráfico. Una configuración típica de ONU

Gráfico 33 Diagrama de bloques funcionales de la ONU- GPON

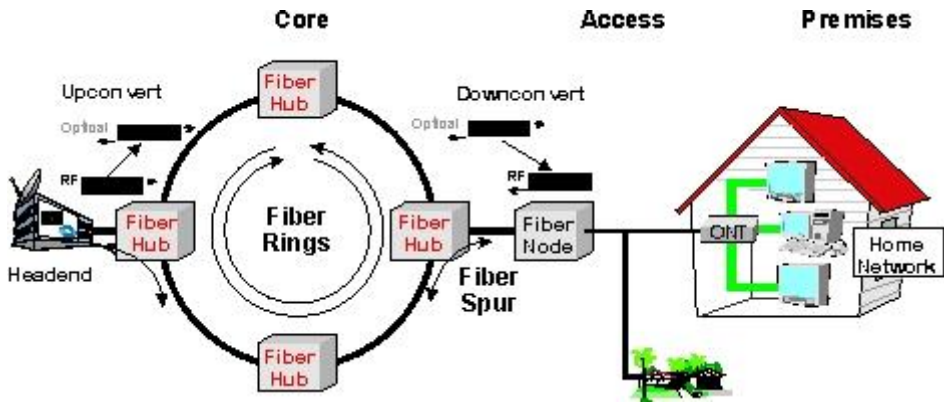


Fuente: (Global Telecom, 2012)

Optical Distribution Network (ODN)

En general, la red de distribución óptica (ODN) provee el medio de transmisión óptica para la conexión física entre el ONU y las OLTs, estas conexiones se dan a través de elementos ópticos pasivos.

Gráfico 34 Diagrama general de una ODN.



Fuente: (Harte, 2012)

Servicios

En la siguiente tabla se resume los diferentes servicios de GPON en la redes de última generación. Se indica además los protocolos, recomendaciones y

requerimientos técnicos a considerarse para la implementación en la parroquia de Cumbayá.

Tabla 4 Servicios

Categoría de servicio	Servicio	Observación
Servicios de Datos	Ethernet **	Estandarizado en IEEE 802.3 Cumple con IEEE 802.1D
Categoría de servicio	Servicio	Observación
PSTN	POTS	El tiempo de retardo de la transferencia de la señal principal debe ser 1.5 ms. Sincronización con el reloj de red ***
	ISDN (BRI)	La velocidad de portadora es de 144 Kbps. El retardo de transferencia debe ser de 1.5 ms Sincronización con el reloj de red ***
	ISDN (PRI)	La velocidad de portadora es de 1.54 Mbps y 2.048 Mbps. Retardo de transferencia de 1.5 ms Sincronización con el reloj de red ***
Líneas Privadas	T1	La velocidad portadora es de 1.544 Mbps. Retraso de transmisión menor a 1.5 ms
	E1	La velocidad de portadora es de 2.048 Mbps. Retraso de transmisión menor a 1.5 ms
	DS3	La velocidad de portadora es de 44.736 Mbps.
	E3	La velocidad de portadora es de 34.368 Mbps.
Categoría de Servicio *	Servicio	Observación
Vídeo	Video Digital	Se enfoca en el video sobre IP con QoS (Calidad de Servicio)
<p>* La categoría de servicio no es más que un índice. No tiene sentido en sí mismo, pero es útil en la visualización de los servicios.</p> <p>** Los servicio Ethernet son principalmente para transmitir datos como IP, el cual incluye VoIP, stream de video codificado en MPEG-2 o MPEG-4, etc.</p> <p>*** : ITU-T G.810, TU-T G.813, TU-T G.8261, TU-T G.703 y TU-T G.8262.</p>		

Fuente: (TELNET) Redes Inteligentes

Estado actual de la red de Telecomunicaciones en el sector

El mercado de telecomunicaciones donde se desenvuelve la Corporación Nacional de Telecomunicaciones como principal proveedor se encuentra en crecimiento constante, por lo que se requiere ampliaciones de servicios en donde hay gran crecimiento poblacional y demanda del mismo como es el caso de la parroquia

de Cumbayá y sus alrededores. El mercado de telecomunicaciones tiene una estructuración variada de productos, la cual se resume en los siguientes:

- Segmentos de Servicios de Voz
- Segmento de Internet
- Segmento de Transmisión de datos

Según los antecedentes del mercado nacional de telecomunicaciones y los porcentajes de participación que tiene la empresa en los diferentes segmentos; se puede concluir que tanto el servicio de Internet y el servicio de transmisión de datos son en los que debe existir mayor búsqueda de participación; por tanto estos dos segmentos son estratégicos para el desarrollo corporativo de la futura empresa que se haga cargo de la red GPON como operadora en la zona que se establece. Deben identificarse dos grandes segmentos del mercado en los que está se orientará la planificación estratégica de la operadora, el desarrollo del portafolio y catálogo de productos y los proyectos técnicos de infraestructura a implementarse. La tendencia actual es la movilidad, la innovación de productos, contenidos, mejores prestaciones y un mayor valor agregado lo que obliga el desarrollo de los actuales proyectos de inversión técnicos como la implementación de sistemas inalámbricos de próxima generación. Las metas gubernamentales propuestas para el crecimiento en el campo de las telecomunicaciones suponen un crecimiento acelerado de nuevos usuarios en todos los segmentos antes descritos a nivel nacional. Productos como el acceso a Internet de Banda Ancha Fija, Internet de Banda Ancha Móvil, televisión por suscripción (IPTV), servicios corporativos de transmisión de datos, entre otros son los nuevos productos que se pretenden introducir al mercado.

De acuerdo al inventario, a junio del 2009, en el área de cobertura de la CNT existen 2'434.366 líneas (capacidad instalada) de las cuales 371.899 líneas están libres, 2'304.474 pares primarios y una densidad telefónica del 14,436%. (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2009). Actualmente la CNT dispone de Centrales, Nodos, Unidades Remotas y ADNGs (Nodos de Acceso de Nueva Generación) de fabricación: ALCATEL, ERICSSON, NEC, LUCENT, TADIRAN, ZTE, SIEMENS, SAMSUNG y HUAWEI. Una gran parte de las centrales y unidades remotas de tecnología TDM tienen obsolescencia tecnológica y en algunos

casos ya han cumplido su tiempo de vida útil; y debido a que no es factible realizar ampliaciones, conseguir repuestos y soporte técnico de los fabricantes es necesario migrarlos a equipos de próxima generación (NGN). Actualmente la oferta de puertos de Internet que brinda la CNT es a través de accesos y tecnologías XDSL, utilizando la actual infraestructura tecnológica cableada. Grandes sectores no tienen servicio telefónico, de datos e Internet y donde además existe una alta demanda de provisión de estos servicios, la CNT dispone de la concesión otorgada por el CONATEL para la utilización de frecuencias en la banda de 3.5 GHz; por lo que desde el año 2008 y en el actual Plan Nacional de Conectividad se contemplan proyectos como el Plan de Expansión Inalámbrica que incluyen soluciones con la tecnología GPON. (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2009).

Descripción del Actual Sistema para Provisión de Servicio de Datos

El principal sistema para proveer servicios de datos extremo a extremo en la red de CNT como empresa. Y que entrega a la zona de estudio es el sistema con tecnología xDSL que se encuentra interconectada al Backbone ATM, en la mayoría de centrales locales y nodos de acceso se encuentran instalados DSLAM's, los cuales permiten llegar hacia los clientes con última milla de cobre.

La Tecnología XDSL en la Red de Acceso

La tecnología xDSL, surge por la necesidad de aumentar la capacidad de transmisión del par de cobre. Hace referencia a toda la familia DSL las cuales utilizan técnicas de modulación modernas ayudadas por los avances en el procesamiento digital de señales para lograr transmitir a altas velocidades sobre el bucle de abonado local. En la siguiente tabla se muestra un resumen comparativo entre algunas de las tecnologías xDSL.

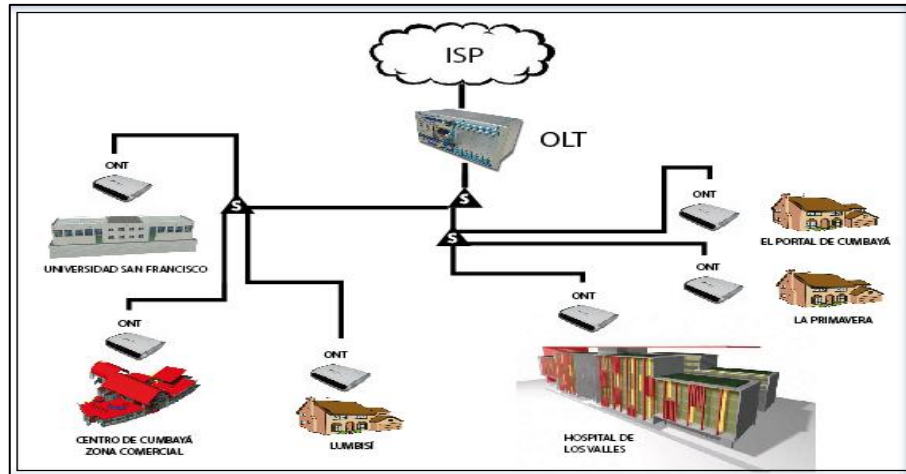
2.2.Diseño de la red

Diagrama Lógico Genérico de la Red

Se pone a consideración los diferentes elementos que se utilizará en la red GPON, enfocándose en la parroquia de Cumbayá, se utiliza un equipo OLT situado en el nodo designado para las empresas que presten servicios de Internet,

por medio del cual se podrá salir al exterior y realizar la división entre usuarios mediante splitters, de éstos saldría los hilos de fibra para cada usuario final. Además se muestra en forma general como se encontrarían distribuidos los ONT en los diferentes edificios.

Gráfico 35 Diagrama Lógico de la Red



Elaborado por: El autor

Esquema Físico de la Red

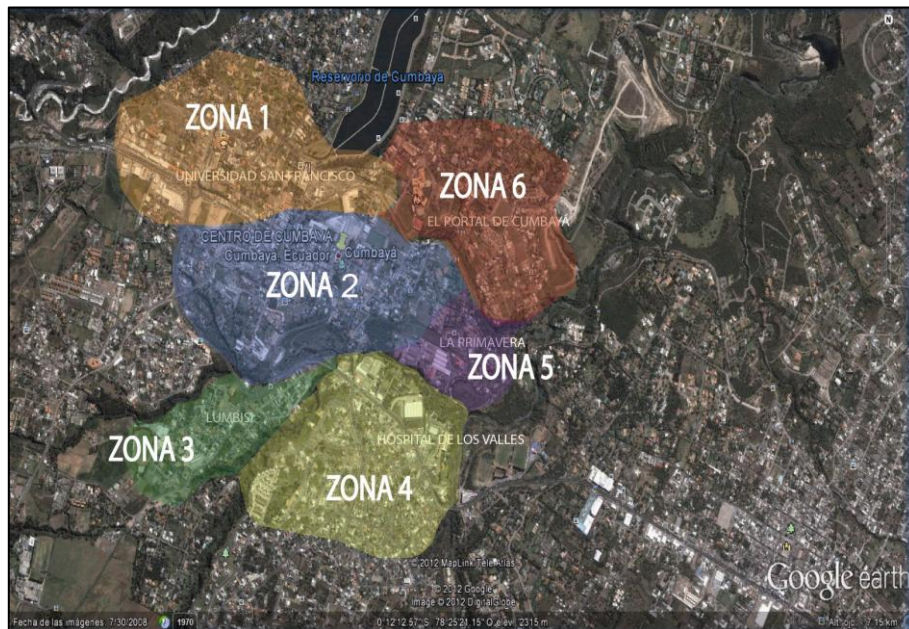
Se ha decidido dividir a todo el sector para el diseño en 6 zonas en las que se considera habrá diferente nivel de demanda de servicios. La topología física que seguirá la planta externa y la ubicación tentativa de los equipos pasivos, se describe a continuación:

- **Zona 1 (naranja):** En esta zona se encuentra principalmente la Universidad San Francisco, a la cual se le atribuye mayor preponderancia, seguido por sectores comerciales y residenciales.
- **Zona 2 (azul):** Comprende el centro de Cumbayá, una zona altamente comercial, en esta área tenemos, el centro comercial, locales comerciales como restaurantes, artesanías, y seguido por un sector habitacional.
- **Zona 3 (verde):** Aquí se destacan principalmente los establecimientos habitacionales, casas, hoteles, conjuntos habitacionales.

- **Zona 4 (amarilla):** En este espacio tenemos sectores residenciales, un sector comercial y el sector del Hospital de Los Valles el cual va a tener mayor prioridad.
- **Zona 5 (violeta):** Comprende un sector netamente residencial, conjuntos habitacionales, casas, etc.
- **Zona 6 (roja):** Al igual que la zona anterior esta también posee un gran sector habitacional.

La siguiente ilustración, detalla con diferentes colores las zonas en el mapa del sector:

Gráfico 36 Distribución de zonas



Fuente: Google Earth. Elaborado por: El autor

Topología

A continuación se analiza de manera general la topología física que seguirá la planta externa y la ubicación tentativa de los equipos pasivos, los cuales seguirán el orden del modelo lógico GPON.

- El punto central de interconexión será el OLT.
- Cada zona será abastecida por uno o varios splitters primarios. Posiblemente la zona naranja requiera más de uno, dichos splitters primarios se ubicarán en lugares estratégicos de cada zona, donde se concentre la mayor cantidad de usuarios.

- El OLT alimentará a cada splitter primario de las zonas. Entregará sus hilos a un único backbone de fibra que recorrerá todo el sector del diseño. De dicho backbone se realizará la distribución para splitters primarios por medio de mangas de empalme o cajas de distribución instaladas en las diferentes zonas.
- Cada splitter primario, a su vez, entregará sus hilos a distintos splitters secundarios. Y a partir de cada splitter secundario se establecerán los enlaces con los ONTs.
- El backbone de fibra óptica se lo podrá implementar tanto de modo aéreo a través de postes en las vías de acceso o por modo subterráneo a través de canalizado y ductería.

Análisis de las distancias

Las distancias que se detallan a continuación son un estimativo. Se debe aclarar que no son distancias 100% exactas. Se han medido trayectos desde el OLT hasta posibles puntos referenciales donde se ubicarían los primeros splitters secundarios (sitio promedio entre el punto más cercano y más lejano de la zona).

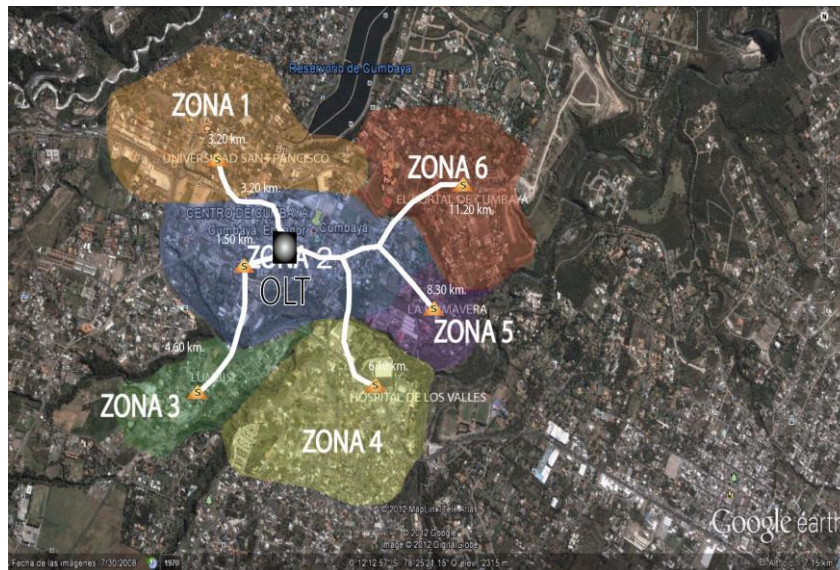
Tabla 5 Análisis de distancias

TRAYECTO DE FO	DISTANCIA
OLT a Zona 1	3,20 km.
OLT a Zona 2	1,50 km.
OLT a Zona 3	4,60 km.
OLT a Zona 4	6,10 km.
OLT a Zona 5	8,30 km.
OLT a Zona 6	11,20 km.

Elaborado por: El autor

Haciendo una sumatoria de las distancias, se llega a un total de fibra necesaria de aproximadamente 35 Km. A esto se debe sumar un 20% de holgura, por criterios de previsión y reserva de cable. También aproximadamente 10 Km. adicionales para la fibra de las ramificaciones secundarias y redundancia en los splitters primarios , llegando a un total de 48 Km.

Gráfico 37 Distancias en zonas



Fuente: Google Earth

Presupuesto de enlace (Link Budget).

La fibra no es un medio libre de pérdidas. Atenuación de la luz como una función del tipo de fibra utilizada, longitud de onda de funcionamiento y la longitud de la fibra. Presupuesto de enlace, a veces llamado el presupuesto de pérdida (Budget loss), es la máxima atenuación de la luz entre el transmisor óptico y el receptor que se puede tolerar antes de que el receptor deje de funcionar adecuadamente. (Liotine, 2008)

$$\text{Lb} = \text{Potencia De Salida OLT} - \text{Sensibilidad Del Equipo ONT}$$

$$\text{LB} = 6\text{dB} - (-27 \text{ dB})$$

$$\text{LB} = 33 \text{ dB}$$

$$\text{Pérdida conectores} = 0.3 \text{ dB}$$

$$\text{Perdida conectores} = 0.3\text{dB} \times 6\text{dB}$$

$$\text{Perdida conectores} = 1.8 \text{ dB}$$

$$\text{Pérdida en el Splitters } 2 \times 8 = 10.5 \quad 1 \times 16 = 13.7 \text{ (Valores especificados en los equipos)}$$

$$\text{Perdida FO} = 0.3 \text{ dB/Km} \times 11.20\text{Km}$$

Perdida FO = 3,36 dB

Distancia = (LB – Perdidas conectores – Perdidas del Splitter- Perdida FO) / perdidas FO dB/Km

Distancia = 32 dB - 1.8dB - 10.5 dB - 13.7dB - 3.36dB / 0.3dB /km

Distancia = 3.64dB / 0.3 dB/Km

Distancia = 12.14 Km

En conclusión como podemos observar la distancia para que funcione correctamente los equipos de la red GPON en Cumbayá es de 12.14 km, lo cual nos hace notar estaría en los parámetros correctos, ya que la distancia máxima que tenemos en nuestro diseño es de 11. 20 Km desde la oficina central hasta el punto más remoto.

Tipo de fibra óptica

Debido a las distancias, se escogió fibra óptica de tipo monomodo que cumpla con el estándar G.652.D, ya que permite trabajar en un rango de 1310 nm a 1625 nm.

Interconexión de la red GPON

El equipo OLT debe ser capaz de interconectarse con las redes IP-MPLS o SDH, ya que actualmente son las redes más utilizadas a nivel WAN. Para soportar los servicios de vídeo es necesario realizar una conversión electro-óptica y amplificar la señal de vídeo RF a niveles ópticos funcionales en la ventana de los 1550 nm. También es necesario implementar un equipo que permita combinar las longitudes de onda mediante la técnica WDM, y de esta manera se distribuya una sola señal a nivel de acceso para su entrega al usuario final.

Número de puertos GPON

G.983.1 especifica un máximo total de 64 ONTs por puerto GPON del OLT. Nótese que cada 64 usuarios, se incorpora una conexión GPON.

Características de la red GPON

La ITU-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones), estandariza tanto las descripciones de las fibras monomodo y multimodo como las definiciones de parámetros y test de medida asociados, también se toma importancia a las limitaciones debidas principalmente a los siguientes factores:

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

Cuanto mayor es la tasa de transmisión, menor es la tolerancia a estos factores. Las características ópticas, geométricas y de transmisión de las fibras monomodo utilizadas en los sistemas de comunicación de larga distancia en la actualidad, utilizan generalmente fibras definidas en los estándares ITU-T G.652 y G.655.

CAPÍTULO III

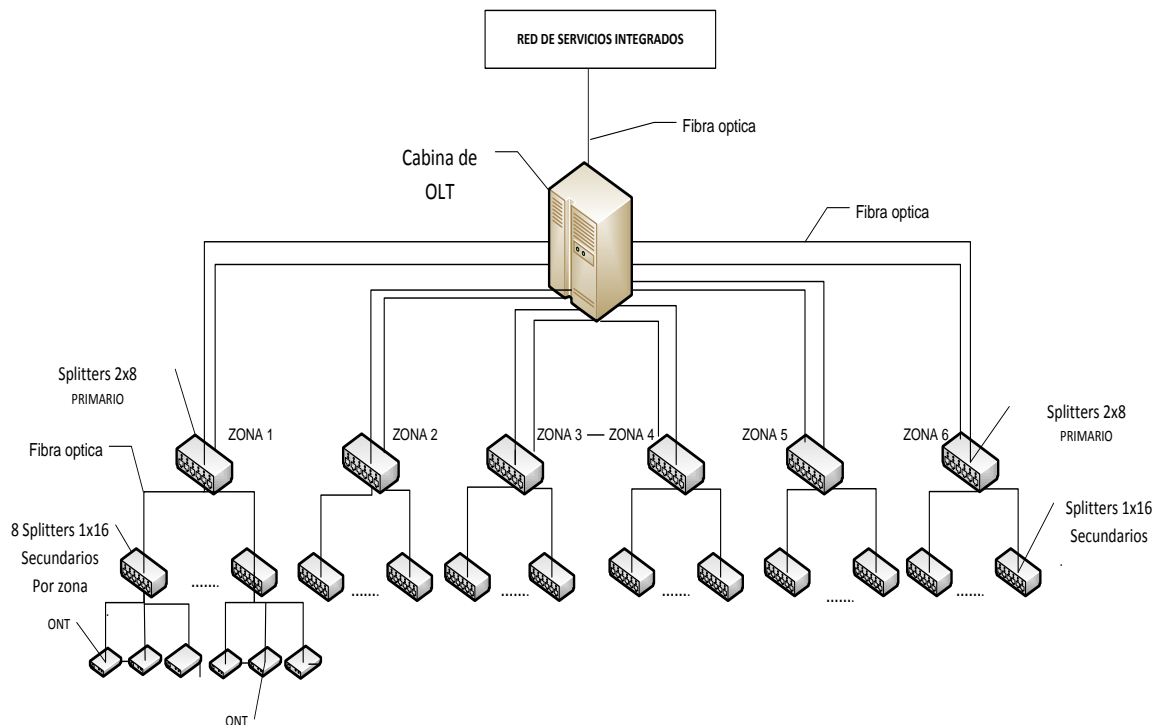
RESULTADOS

3.1. Esquema de Red GPON Propuesta

El diseño a proponer para la red GPON se basa en dos topologías de redes cuyas ventajas son aprovechadas en mayor cantidad, tomando en cuenta el coste reflejado en el uso de un solo esquema y otras propiedades de cada esquema. Las topologías a usar son, de acuerdo al grado jerárquico utilizado, en anillo y en árbol. La disposición de la fibra óptica en esta primera parte del diseño, permite asegurar de cierta manera la redundancia de la red, que resulta necesaria para dar confiabilidad al usuario en el establecimiento de la conexión ante posibles fallos a gran escala.

La redundancia debe asegurarse con la utilización de equipos adecuados para la re-conexión de forma automática o manual, como el caso de algunos splitters disponibles en el mercado.

Gráfico 38 Esquema de la red GPON (Propuesta)



Elaborado por: El autor

3.2.Construcción de la Red GPON

3.2.1. Posibles soluciones para última milla

Dentro de las soluciones que se consideran para la implementación de los sistemas de la familia PON, se han desarrollado las infraestructuras Fibra Hasta X, FTTx (Fiber To The x) las siguientes:

FTTH (Fiber to the Home), Fibra hasta la casa, arquitectura de red que considera el despliegue de fibra óptica desde la oficina central del proveedor hasta la casa del abonado considerando todos los elementos que forman la ODN (Red de Distribución Óptica) conectados de forma apropiada.

FTTC (Fiber to the Curb), Fibra hasta la esquina, en donde el tendido de fibra óptica llega hasta la ONT, continuado hasta la residencia del usuario en la denominada última milla por medio de cobre, con tecnologías con soporte para este medio como xDSL.

FTTB (Fiber to the Building) Fibra hasta el edificio, esquema que considera como medio de transporte a la fibra óptica hasta los concentradores o enrutadores de grandes edificios o comercios con entrega de servicios hasta el usuario final a través del tendido de cobre disponible en el edificio.

FTTN (Fiber To The Node) Fibra hasta el Nodo, donde el tramo de instalación de la fibra es menor, llegando hasta un terminal remoto desde el cual se reparte todo el tendido a través de cobre ya dispuesto en la red a ser mejorada.

3.2.2. Objetivo y Justificación de las posibles soluciones

Debido a distancias mucho mayores, la fibra óptica selecciona es monomodo (de modo único o SM), que es compatible como G.652 que puede trabajar en un rango de 1310 a 1625nm, contrario a la norma G.655 sólo opera en el rango de 1530nm 1565nm, incluso si se transmisiones programadas pueden soportar longitudes de onda.

En redes GPON el máximo teórico es de 60Km. Cabe destacar que en la conexión del usuario el tendido de cobre puede ser cable par trenzado sin blindaje UTP (Unshielded Twisted Pair) o cableado estructurado en edificios CAT5 (Category 5, cableado según norma EIA¹/TIA² 568 con capacidades máximo de hasta 100Mb/s, contiene 4 pares de hilos de cobre trenzados).

Fibra Óptica Escogida

Puesto que las distancias son moderadas se ha escogido fibra óptica de tipo monomodo (*single mode* o SM), que cumpla con el estándar G.652, ya que ésta permite trabajar en un rango de 1310 nm a 1625 nm., a diferencia del estándar G.655 que trabaja sólo en el rango de 1530 nm y 1565 nm, pese a que se ha previsto que puedan soportar transmisiones en longitudes de onda mayores de 1625 nm y menores de 1460 nm. (Rubio , 1994, pág. 76) Dentro de las subcategorías de la norma G.652, se ha escogido la D, debido a que en este tipo de fibra se ha reducido el pico de dispersión por iones hidroxilo (OH-), aumentando de esta manera las velocidades de transmisión. Por la amplitud de rango de trabajo de la fibra G.652D, permite trabajar con facilidad en:

Tabla 6 Fibra óptica escogida

➤ Datos y voz:	➤ Vídeo:
1310 nm para <i>upstream</i>	1550 nm.
1490 nm para <i>downstream</i>	

Cable de fibra óptica escogido

Después de haber analizado anteriormente los diversos tipos de cables se escogió el cable de fibra óptica escogido para exteriores es el cable figura 8 el cual da soporte esencial debido a sus características con este tipo de elementos se puede asegurar un tiempo de vida útil elevado así como una capacidad superior de trabajo, las características de este tipo de cable son idóneas para Cumbayá, sector en el cual el clima varia frecuentemente pasando de intensos calores a copiosas lluvias y en muchos casos inundaciones de las zonas más bajas del valle por lo que las tecnologías de la comunicación menos avanzadas quedan interrumpidas.

Habiendo analizado minuciosamente cada señalado anteriormente se decidió escoger el cable subterráneo escogido es el ESP el cual cumple con todas las expectativas y necesidades de la zona siendo el mismo uno de los más avanzados en su tipo y que mayor y mejor servicio brindan, por otra parte es de destacar que las tareas de mantenimiento y reparación se ven favorecidas al utilizar este tipo de tecnologías propiciando por ende un mayor y mejor control en las tareas de mantenimiento y reparación.

Equipos GPON escogidos

OLT

Según las especificaciones técnicas, se escogió los equipos que puedan satisfacer a los posible carga de usuarios de la parroquia de Cumbayá, lo cuales deben cumplir con las especificaciones requeridas, además deben ser económicos y garantizar su buen funcionamiento .

Adicionalmente, la empresa que ofrezca los equipos, deben cumplir con los siguientes términos:

- Asistencia técnica completa
- Responsabilidad de los trámites de importación y nacionalización de los equipos
- Sustitución temporal de partes en caso de fallas
- Sistema completo de administración centralizado de la red GPON
- Stack de servidores.
- Responsabilidad de las licencias de GPON tanto para OLT como ONTs.

Gráfico 39 OLT



Fuente: (Huawei, 2012)

El equipo OLT que se escogió soporta múltiples métodos de acceso, por su capacidad de conmutación de 960 G/s o superior, para poder cubrir la demanda de usuarios existente en el sector , por su capacidad de agregación de 3.2 T/s en el backplane para futuras ampliaciones, 512K direcciones MAC, además de su alta densidad de interfaces de GE/10GE en cascada, hasta 36 * 140 * 10GE o interfaces de GE, al igual que a su costo económico y a sus características las cuales cumplen satisfactoriamente con las expectativas y necesidades de la zona además de contar con una garantía atractiva y ser capaz de otorgar una alta densidad de interface sin la necesidad de realizar inversiones adicionales en switches de agregación.

Gráfico 40 ONT



Fuente: (Global Telecom, 2012)

ONT

Este equipo fue seleccionado dado su soporte de servicios Triple - play. Múltiples interfaces, a sus tasas de Transferencia: máxima de bajada de 2.488 Gbps y máxima de subida de 1.244 Gbps y su potencia de transmisión óptica -1.5 dBm a 5 dBm, además se seleccionó este equipo debido a su bajo costo, a la alta eficiencia y rentabilidad siendo el mismo ideal para cumplir sus funciones en Cumbayá debido a que a pesar de que en la misma existe una gran demanda de servicios informáticos la cantidad puede ser manejada de forma eficiente con esta tecnología la cual a pesar de ser de primer orden tecnológico tiene un precio económico, accesible en comparación con tecnologías similares utilizadas en Europa.

Splitters ópticos

Se escogió los Splitters 2x8 como primarios, ya que posibilitan la configuración de redes PON con topología de redundancia.

Son utilizados principalmente en redes ópticas que necesiten de la implementación de mecanismos de protección.

También se escogió como secundarios a los Splitters 1 x 8, 1x16, con fibra de 900 um cuya presentación es de bandeja ya que sus uniformidad es de $\leq 0,5$, además no posee pérdidas de Retorno (dB), además de que sus puertos de salida de fibras (m) es Ribbon 8 fibras x 8 (2,5 m fibras individuales)

Los Splitters ópticos fueron escogidos debido a la necesidad existente en las nuevas redes de distribuir de forma eficiente las múltiples señales ópticas y brindar un servicio rápido, económico y óptimo.

Este equipamiento será adquirido en un precio económico atractivo con una excelente garantía y soporte técnico además de la misión de cumplir un rol protagónico y vital en la difusión óptica de la señal.

Descripción técnica

Tabla 7 Descripción técnica

Características ONT	Valor
Puertos GPON	1
Puerto 10/100 Base-T (RJ-45)	1
Salida RF (Coaxial)	1
Puerto RJ-11	1
Velocidades de Transmisión	2,4 Gbps Downstream y en Upstream de 1,2 Gbps
Potencia de transmisión óptica a 1310 nm	5 dB o superior
Minima sensibilidad a 1490 nm	-27 o inferior

Características ONT	Valor
Puertos GPON	1
Puerto 10/100 Base-T (RJ-45)	1
Salida RF (Coaxial)	1
Puerto RJ-11	1
Velocidades de Transmisión	2,4 Gbps Downstream y en Upstream de 1,2 Gbps
Potencia de transmisión óptica a 1310 nm	5 dB o superior
Minima sensibilidad a 1490 nm	-27 o inferior

Características Splitters	Valor
# de entradas x # de salidas	2 x 4 , 1 x 16 , 1 x 32
Temperatura de operación	-40°/+85°C
Temperatura de operación	-40°/+85°C
Pérdidas inserción (dB)	2x 4 = 7.6 / 7.8 1x 16 = 13 / 13,7 1x32 = 17 / 17.1
Humedad máxima de operación y almacenamiento	93 %

3.2.2.1. Cálculo de demanda de Mbps y Kbps por servicio

Para estimar el ancho de banda tanto de subida como de bajada por servicio se toma en consideración información previa estimada por una de las empresas que cuentan con estos servicios y que se encuentran operando dentro de la zona o sus alrededores como es TV Cable, que se presenta a continuación. Este se convertiría en el ancho de banda requerido por los usuarios de telecomunicaciones en los momentos actuales, los mismos que se deben ofertar por parte del nuevo servicio o conexión GPON.

Tabla 8 Mbps y Kbps por servicio

Servicio	Ancho de Banda de subida	Ancho de banda de bajada
SDTV	64 kbps	4 Mbps
HDTV POR CANAL	64 kbps	16 Mbps
Navegación internet	128 Kbps 640 Kbps	128 Kbps - 1,5 Mbps
Juegos en línea	2 - 3 Mbps	2 - 3 Mbps
Voz	64 - 256 Kbps	64 - 256 Kbps
Video conferencia	384 Kbps - 1,5 Mbps	384 Kbps - 1,5 Mbps
Transferencia de archivos	128 - 512 Kbps	128 - 512 Kbps
Video baja demanda	64 - 128 Kbps	6 Mbps
Total	6.164 Mbps	23.768 Mbps

Para el cálculo de la velocidad de banda que se requiere o se pretende asignar para cada usuario, considerando como lineamiento que se les entregue a todos los mismos servicios dependerá en esencia del número de suscriptores por sistema OLT, por consiguiente considerando la recomendación de UIT-T G.983.1, si el puerto OLT

trabaja u opera con máxima velocidad de 64 OLT los usuarios tendrán una velocidad asignada de 37,5 Mbps en downstream y 18,75 Mbps en upstream por cada usuario.

Tabla 9 Velocidad de GPON por usuarios

	GPON	1:32 SPLIT	1:64 SPLIT
Downstream	2.4 Gbps	75 Mbps	37,5 Mbps
Upstream	1.2 Gbps	37,5 Mbps	18,76 Mbps

Como se puede entonces, establecer cada usuario requerirá una capacidad mínima de 7 Mbps de upstream y 33 Mbps de downstream que le permita contar con los servicios, no se requiere una capacidad mayor puesto que son pocos los usuarios existentes y las distancias existentes son mínimas.

Calidad de servicio

La calidad de servicio se define como la capacidad que tiene un sistema de asegurar, con un grado de fiabilidad preestablecido, que se cumplan los requisitos de tráfico, en términos de perfil y ancho de banda, para un flujo de información dado.

Los parámetros de calidad de servicio de una red son: caudal o ancho de banda, pérdida de paquetes, retardo total y variabilidad del retardo o Jitter.

El operador de telecomunicaciones debe cumplir lo que acuerde el contrato con el usuario (SLA, Service Level Agreement o Acuerdo del Nivel de Servicio) respecto a la calidad de servicio en los servicios ofrecidos, y para ello debe asegurarse que la red de comunicaciones, y en especial la red de acceso, garanticen el nivel contratado.

Disponibilidad de la red

La Disponibilidad, es definida como la capacidad de una red para entregar el funcionamiento continuo sin interrupción del tráfico, es fundamental para un proveedor de servicios. En el área de telecomunicaciones, la disponibilidad depende de los nodos, enlaces de fiabilidad, mantenimiento y la arquitectura de la red.

Las dos unidades comúnmente usadas para medir la disponibilidad son:

Tiempo medio antes de fallos (MTBF) y Tiempo medio de reparación (MTTR), lo que representa el promedio del tiempo necesario para reparar / restaurar el bloque funcional y llevar de nuevo a un estado de funcionamiento. (Liotine, 2008)

Por consiguiente para calcular el tiempo de disponibilidad de una red se utiliza la siguiente formula.

$$A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Ejemplo:

Se tomó para realizar este ejemplo a la marca HUAWEI con los siguientes equipos; OLT MA5600T, ONT HG865 los cuales tiene por defecto en el MTBF (Tiempo medio antes de fallos) de 150000 horas y 30000 horas respectivamente; también se eligió los Splitters Meridian Technologies que tiene un MTBF de 170000 horas, cabe destacar que estos datos se encuentran en el manual de usuario de cada equipo.

Por otra parte se tomó como MTTR (Tiempo medio de reparación) a los posibles fallos que podrían suceder a los equipos que conforman la red GPON y el tiempo que tardarían en solucionarse los mismos, estos fallos podrían darse por desconfiguración del equipo, reemplazo de partes o equipos, etc.

Para sacar el MTTR se debe sumar todos los tiempos de reparación de los fallos y al mismo dividirlo para número de fallos al año.

Una vez obtenido el porcentaje de disponibilidad de cada uno de los equipos que pertenecen a la red se realiza la siguiente ecuación $A = 1 - [1 - A_A] [1 - A_B]$ si estos se encuentran en paralelo y se multiplican las de cada uno si están en serie.

Datos OLT:

MTBF: 150000 h

MTTR: Reemplazo 4 h

Desconfiguración 4 h

$$\text{MTTR} = 4\text{h} + 4\text{h}/2$$

$$\text{MTTR} = 4\text{h}$$

$$A_{\text{OLT}} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

$$A_{\text{OLT}} = 150000\text{h} / (150000\text{h} + 4\text{h})$$

$$A_{\text{OLT}} = 99.9973\%$$

Datos ONT:

MTBF: 30000 h

MTTR: Reemplazo 2h

Desconfiguración 0.5 h

MTTR= 2h + 0.5h/2

MTTR=1.25 h

$$AONT = MTBF / (MTBF+MTTR)$$

$$AONT = 30000 \text{ h} / (30000 \text{ h} + 1.25 \text{ h})$$

$$AONT = 99.9958 \%$$

Datos Splitters:

MTTF: 170000 h

MTTR: Reemplazo 4 h

$$Asplitter = MTBF / (MTBF+MTTR)$$

$$Asplitter = 170000 \text{ h} / (170000 \text{ h} + 4 \text{ h})$$

$$Asplitter = 99.9976 \%$$

Disponibilidad total en la red:

$$A = AOLT * AONT * Asplitter$$

$$A = (99.9973 \% / 100 \%) * (99.9958 \% / 100\%) * (99.9976 \% / 100\%)^2$$

$$A = 0.999973 * 0.999958 * 0.999952$$

$$A = 0.999883 * 100 \%$$

$$A = 99.9883 \%$$

Para sacar en hora se realiza la siguiente operación:

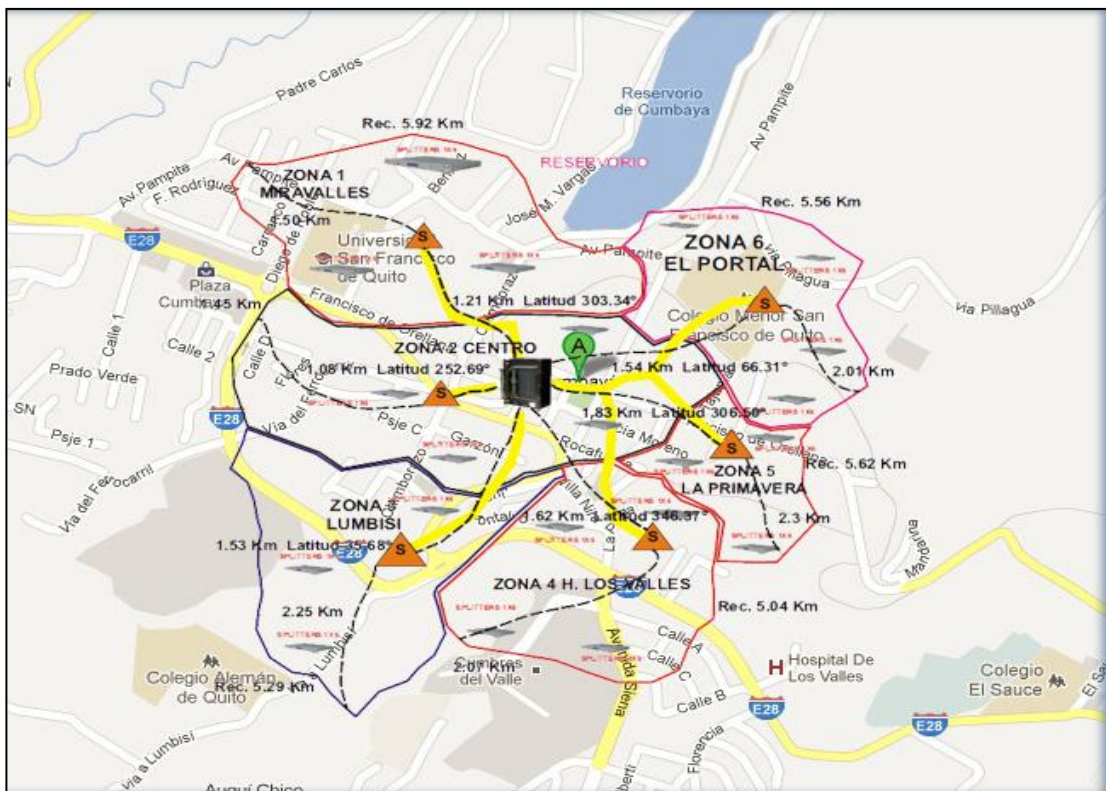
$$Ahoras = \text{Horas al año} * (1 - \text{Disponibilidad})$$

$$Ahoras = 8760 * (1 - 0.9999883)$$

$$Ahoras = 1,0129553$$

En conclusión se puede decir que la red GPON a implementarse en la Parroquia de Cumbayá usando la marca de equipos antes descritos, tendría una disponibilidad del 99.93% y una caída anual de una hora, un minuto con 29 segundos .

Gráfico 41 Plano de localización de la red para Cumbayá



Elaborado por: El autor

Para la determinación de la red se tomaron como eje la formación de 6 zonas referenciales en base a los delimitantes de cada una de las áreas geográficas

Gráfico 42 Zonas específicas para la red GPON Cumbayá



Elaborado por: el Autor

3.2.3. Plan inicial de pruebas

La solución GPON-Tester de Telnet Redes Inteligentes resuelve todos estos problemas y dificultades a los que se enfrentan los instaladores de FTTH. Consta de dos equipos, uno de campo y otro opcional de central.

Gráfico 43 GPON - Tester



Fuente: (TELNET)

El equipo de campo es un dispositivo portátil que permite la realización de manera autónoma de test rápidos para la comprobación de la fibra, comprobando que la potencia recibida es correcta, la presencia de reflexiones, y la sincronización con la OLT de la central. Este test rápido se realiza presionando un botón y se puede comprobar su resultado mediante unos LEDs en el equipo. Además de este tipo de test, mediante una conexión USB con un portátil y su aplicación específica GPON-Tester App es capaz de realizar mediciones y pruebas más avanzadas, como medir la potencia óptica recibida, la señal reflejada y la distancia a la central. También es

posible configurarlo para emular la ONT del abonado, haciéndose pasar por esta, sincronizándose y provisionando los servicios que le llegan desde la OLT. (TELNET)

El equipo de central es un emulador de OLT pensado para una primera fase de despliegue en la que aún no existe una OLT operativa. El emulador provisiona tráfico, además de medir la potencia de la señal óptica que recibe y hacer un análisis de tasa de error de bit (BER). Este emulador de OLT se comunica con el GPON-Tester del instalador y le proporciona los datos de sus mediciones. GPON-Tester tiene también la capacidad de generar informes certificados sobre el estado de la instalación. Estos informes son no repudiables, porque no pueden ser modificados posteriormente o falsificados y son siempre generados por la herramienta de test. Esto asegura que los datos son correctos y no han sido alterados. (TELNET)

“Se sugiere un intervalo de evaluación de un minuto para: Retardo de transferencia de paquetes IP (IPTD, IP packet transfer delay) , Variación del retardo de paquetes IP (IPDV, IP packet delay variation) y Tasa de pérdida de paquetes IP (IPLR, IP packet lose ratio), y en todos los casos se debe registrar el intervalo con el valor observado. Cualquier minuto observado debe cumplir esos objetivos.”

Tests para comprobar la validez de implementación de un protocolo acorde a cierta recomendación: “Conformance” o “Compliance”

Tests de compatibilidad con tecnologías existentes y con otras implementaciones. En este ámbito pueden definirse pruebas de interoperabilidad y pruebas en el interior de una red homogénea.

Tests para comprobar el rendimiento de una red. Normalmente se definen unos puntos estratégicos de la red donde definir los diferentes parámetros a medir. También los tests son específicos para cada protocolo implicado. “Performance” o rendimiento.

Tests de seguridad.

Tests que miden la calidad percibida por el usuario. Por ejemplo en un servicio de video que la imagen sea clara y nítida, también incluye aspectos referentes al proveedor como rapidez ante incidencias, atención al cliente, etc. A menudo se le llama a esta QOS.

Los tests de rendimiento que se proponen están orientados extremo a extremo, con la intención de hacerlos lo más genéricos posible. Las recomendaciones sobre este tipo de tests son específicas para cada tecnología y cada tramo de red. Al realizarlas extremo a extremo y con la tendencia actual hacia “AllIP” se gana en generalidad.

Finalmente, los tests de calidad percibida por el usuario final, son tests específicos para cada uno de los servicios que se desee ofrecer. En este caso se han considerado dos servicios básicos para voz y vídeo.

La calidad percibida por el usuario final depende fuertemente de cómo se implemente la red y cómo se negocien con el proveedor los diferentes servicios. Ya que, la opinión de los usuarios, estará condicionada por aspectos como el precio del servicio, la disponibilidad de la red, la atención al cliente, etc. Pero no es ese el objeto del presente proyecto, donde lo que se pretende evaluar es la calidad con la que llegan flujos de audio o vídeo entre usuarios finales, en una red “libre”. Es decir, cómo afecta a los flujos de audio y vídeo.

Conexión TCP: Se realiza una conexión TCP entre dos puntos de la red donde se desea conocer el BW y se envía tráfico a la máxima capacidad. TCP es un protocolo de transmisión que recupera paquetes perdidos pidiendo retransmisión, además implementa algoritmos que reducen la tasa de transmisión cuando se detectan pérdidas y también aumenta la tasa de transmisión progresivamente si no se detectan pérdidas. Debido a estos mecanismos de autorregulación de TCP, podría obtenerse una medida que infravalore la capacidad de la red, pero es recomendable conocer la máxima capacidad de transferencia TCP ya que este es el protocolo utilizado cuando se realizan transmisiones que no admiten pérdidas, como por

ejemplo transferencia de ficheros. La tasa de tráfico en recepción será el máximo BW de la red para TCP.

Conexión UDP: Se establece una conexión UDP entre los dos puntos de la red donde se desea medir el BW y se envía tráfico por encima de la capacidad de la red. La tasa en el receptor será el BW máximo de la red. UDP no recupera los paquetes perdidos, y por tanto es el protocolo utilizado en difusión de video y audio en tiempo real, donde la pérdida de algún paquete no implica una degradación significativa de la transmisión.

Se recomienda utilizar varios tamaños de paquete (200bytes, 800bytes, 1400bytes), para ver si el BW se ve afectado. Los flujos multimedia utilizan diferentes tamaños de paquete según la aplicación (por ejemplo: aproximadamente 200 bytes para audio y 1500 bytes para video)

3.2.4. Consideraciones estéticas

El diseño de la red está de acuerdo a los objetivos ya que los mismos plantean caracterizar la tecnología Gpon, al igual que se establecieron los requerimientos técnicos básicos para implementar este tipo de tecnología en la parroquia de Cumbayá, se realizó adecuadamente el estudio y diseño técnico de la red para la posible utilización de la red por parte un proveedor.

El OLT se encuentra ubicado ya sea en el cuarto de equipos o en la oficina central en el área residencial, seguido de los splitters que se colocan fuera del edificio, montados en la pared o en una cabina exterior, generalmente el divisor se encuentra en el centro de los edificios con el objetivo de ahorrar el tendido de la fibra.

Finalmente se interconecta la fibra con la cabina de conexión y entra en la habitación de los abonados en donde se encuentra el ONT, el cual se coloca sobre el escritorio o montado en la pared. Para la transmisión se utiliza multiplexación por división de longitud de onda (WDM), permitiendo transportar la información directamente con SDH a tasas de 155, 622 Mbps o superiores.

Debido a las propiedades de la fibra óptica la cual no sufre severos cambios con los incrementos o descensos de la temperatura a la misma se la adiciona solamente un pequeño espacio extra de cable utilizándose un espiral brillante con el objetivo de especificar la porción de cable sobrante.

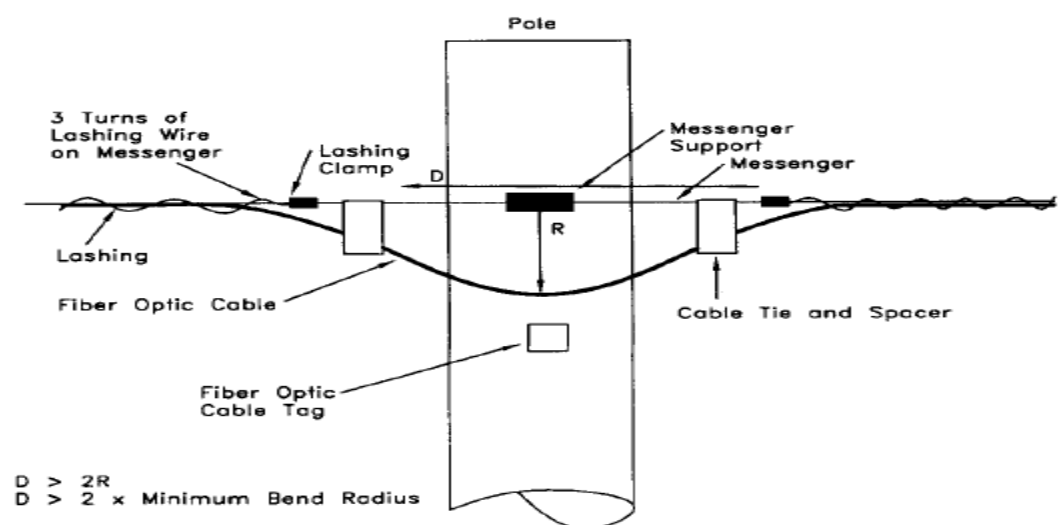
En la actualidad es de destacar que algunas fibras ópticas no requieren esta porción de cable extra pero las mismas deben ser instaladas atendiendo a las especificaciones de los productores.

Se debe destacar que en los polos terminales en los cuales el cable está ubicado bajo tierra debe existir un conductor metálico con el fin de ser utilizado como polo con el objetivo de proteger el cable de posibles daños.

Cuando la fibra óptica se encuentra ubicada bajo tierra se deben utilizar materiales especiales para su cobertura y protección y de esta forma evitar que el cable entre en contacto con el agua o la humedad.

Cuando la fibra óptica se encuentra ubicada bajo tierra se debe adicionar un exceso de cable en las terminaciones de una longitud aproximada de 6 metros (20 pies) con el fin de utilizar este exceso de cable en procesos de reparación

Gráfico 44 Cableado en poste

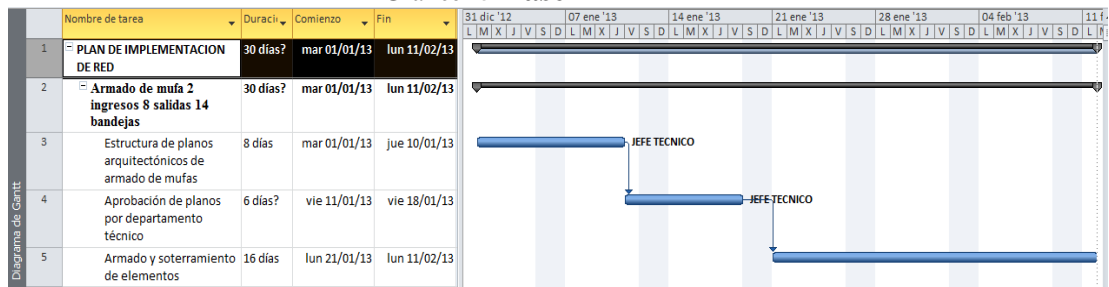


Fuente: (Chomycz, Fiber Optic Installer's Field Manual, 2000)

3.2.5. Planificación de actividades

El tiempo estimado de implementación de la red se lo considera para un año de trabajo con tiempos de holgura y los recursos estimados

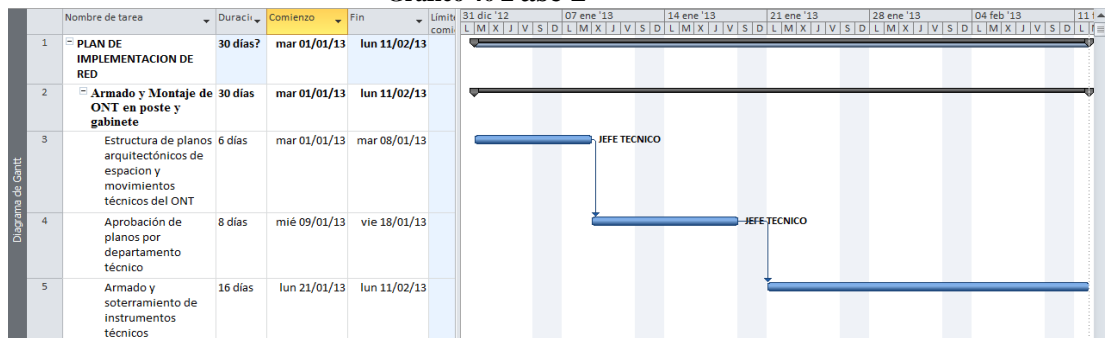
Gráfico 45 Fase 1



Elaborado por: El Autor

Plan de implementación de red: aquí se realiza el armado de las mufas, estructura de planos arquitectónicos de mufas, aprobación de los planos por departamento técnico y armado y soterramiento de elementos. Esta fase tendrá una duración de 30 días.

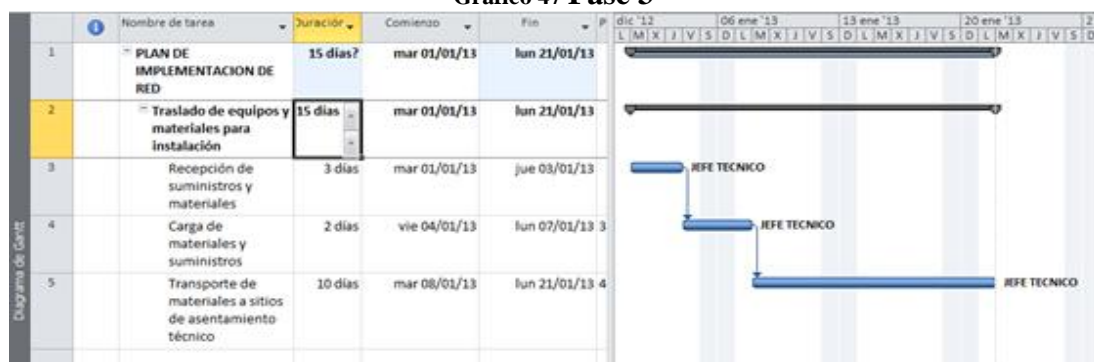
Gráfico 46 Fase 2



Elaborado por: El Autor

Armado y Montaje de ONT en poste y gabinete: aquí se realizará la Estructura de planos arquitectónicos de espacios y movimientos técnicos del ONT, aprobación de planos por departamento técnico y armado y soterramiento de instrumentos técnicos. Esta fase tendrá una duración de 30 días.

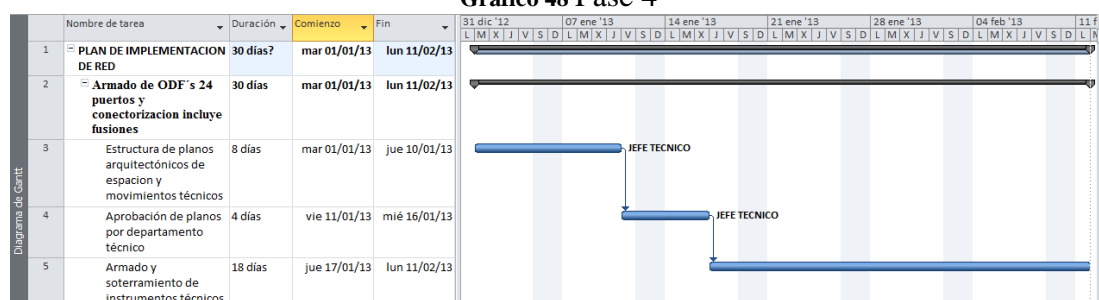
Gráfico 47 Fase 3



Elaborado por: El Autor

Traslado de equipos y materiales para instalación: aquí se realizara la recepción de suministros y materiales, carga de materiales y suministros y el transporte de materiales a sitios de asentamiento técnico. Esta fase tendrá una duración de 15 días.

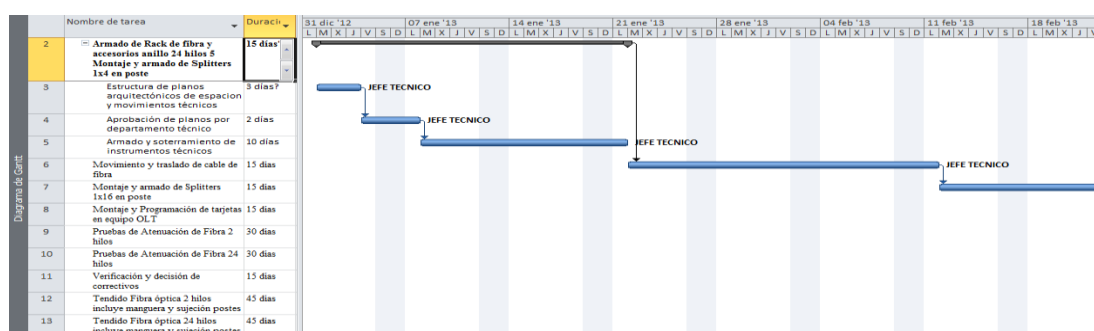
Gráfico 48 Fase 4



Elaborado por: El Autor

Armado de ODF's 24 puertos y conectorizacion incluye fusiones: aquí se realiza la Estructura de planos arquitectónicos de espacios y movimientos técnicos, aprobación de planos por departamento técnico y armado y soterramiento de instrumentos técnicos. Esta fase tendrá una duración de 30 días.

Gráfico 49 Fase 5



Elaborado por: El Autor

Armado de Rack de fibra y accesorios anillo 24 hilos 5 Montaje y armado de Splitters 1x4 en postes: aquí se realizará la estructuración de planos arquitectónicos de espacios y movimientos técnicos, aprobación de planos por departamento técnico, armado y soterramiento de instrumentos técnicos, movimiento y traslado de cable de fibra, montaje y armado de Splitters 1x16 en poste montaje y Programación de tarjetas en equipo OLT, pruebas de Atenuación de Fibra 2 hilos, pruebas de Atenuación de Fibra 24 hilos, verificación y decisión de correctivos, tendido Fibra óptica 2 hilos incluye manguera y sujeción postes y tendido Fibra óptica 24 hilos incluye manguera y sujeción postes. Esta fase tiene una duración de 225 días.

3.2.6. Estudio del producto

Servicios

En la siguiente tabla se resume los diferentes servicios de GPON en la redes de última generación. Se indica además los protocolos, recomendaciones y requerimientos técnicos a considerarse para la implementación en la parroquia de Cumbayá.

Tabla 10 Servicios

Categoría de servicio	Servicio	Observación
Servicios de Datos	Ethernet **	Estandarizado en IEEE 802.3 Cumple con IEEE 802.1D
Categoría de servicio	Servicio	Observación
PSTN	POTS	El tiempo de retardo de la transferencia de la señal principal debe ser 1.5 ms. Sincronización con el reloj de red

	ISDN (BRI)	La velocidad de portadora es de 144 Kbps. El retardo de transferencia debe ser de 1.5 ms Sincronización con el reloj de red ***
	ISDN (PRI)	La velocidad de portadora es de 1.54 Mbps y 2.048 Mbps. Retardo de transferencia de 1.5 ms Sincronización con el reloj de red ***
Líneas Privadas	T1	La velocidad portadora es de 1.544 Mbps. Retraso de transmisión menor a 1.5 ms
	E1	La velocidad de portadora es de 2.048 Mbps. Retraso de transmisión menor a 1.5 ms
	DS3	La velocidad de portadora es de 44.736 Mbps.
	E3	La velocidad de portadora es de 34.368 Mbps.
Categoría de Servicio *	Servicio	Observación
Vídeo	Video Digital	Se enfoca en el video sobre IP con QoS (Calidad de Servicio)
<ul style="list-style-type: none"> La categoría de servicio no es más que un índice. No tiene sentido en sí mismo, pero es útil en la visualización de los servicios. Los servicio Ethernet son principalmente para transmitir datos como IP, el cual incluye VoIP, stream de video codificado en MPEG-2 o MPEG-4, etc. ITU-T G.810, TU-T G.813, TU-T G.8261, TU-T G.703 y TU-T G.8262. 		

Fuente: (TELNET) Redes Inteligentes

Requisitos para implementar un ISP con tecnología GPON para la zona de Cumbayá

- Asegurarse de que se guardan todas las precauciones de seguridad.
- Instalar el fijador con la tensión de comba adecuada y asegurarse de que se lleva a tierra adecuadamente.
- Preparar el equipamiento, instalar el cable de guía y el fijador al fiador. El cable guía debería mantenerse 4 pies por delante del fijador con una barra rígida.

- Asegurarse de que la curvatura de canalón del cable guía es suave y mayor que el radio mínimo de instalación del cable. También se podría utilizar una polea de radio adecuado.
- Elevar el cable hasta el cable guía y hasta el fijador. Mantener la bobina del cable al menos 15m separada del fijador. Asegurarse de que el cable no se curva más que su radio de curvatura mínima.
- Instalar el fijador y asegurarlo al fijador con una abrazadera.
- Para mantener temporalmente el cable sobre el fijador, atar el cable al fijador en la abrazadera.
- Ajustar el fijador para una operación adecuada.
- Fijar un cabo de tiro al fijador. Debería tirarse del cabo de tiro el fijador a mano.
- Comenzar la operación de fijar a mano tirando del fijador a una velocidad constante y conduciendo el vehículo que lleva el carrete de tal manera que este a 50 pies del fijador.
- Siempre y cuando se alcance un poste debería detenerse el tendido. Se desconectan el fijador y la guía y se mueven al otro lado del poste. El hilo del fijador se termina con una abrazadera y se forma con el cable un lazo de expansión (si se requiere).
- Una vez que se han situado el fijador y la guía en el otro lado del poste y se ha completado el lazo de expansión se continúa con la operación del fijador.
- Instalar donde se requieran etiquetas de aviso de cable de fibra óptica.

3.2.6.1. Servicios posibles de implementar

La Parroquia de Cumbayá por los efectos de la reubicación del nuevo aeropuerto, razón que hace a este sector estratégico en las comunicaciones, por lo que requiere un alto nivel de servicios como los que se describe a continuación.

Internet

El servicio de conexión a Internet por fibra óptica se prevé para el sector es la evolución de la conexión tradicional por línea telefónica, que se utiliza actualmente, manejado tanto por las operadoras estatales como por las privadas, su principal limitación es la lentitud con que viaja la información, no es apta para transportar

video, imágenes, o multimedia en general, algo que desde esta perspectiva y con el futuro escenario estratégico de la zona es sumamente necesario o requirente, ya sea por las personas que se ubican en este sector como por las empresas que realizan actividades comerciales y de transferencia.

La fibra óptica hace posible navegar por Internet a velocidades en el orden de los Gbps., impensables en el sistema convencional, debido a estas velocidades se permite trabajar con gran rapidez en entornos multimedia, tales como videos, sonidos, entre otros, lo que hace previsible el nivel de aceleración de las actividades de la zona.

Redes

La fibra óptica ha ganado gran importancia en el campo de las redes de área local, a diferencia de las comunicaciones de larga distancia, estos sistemas conectan a una serie de abonados locales con equipos centralizados como computadoras o impresoras. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios, considerando el sitio estratégico que alcanzaría con la ubicación del nuevo aeropuerto y las agencias de las distintas aerolíneas así como empresas que requieren operar con el mismo por su localización buscan sistemas que les garanticen trabajar en red con mayores seguridades y garantías tanto de velocidad como soporte lo que le brindaría la nueva conexión GPON.

Otros recursos informáticos conectados son las redes de área amplia (WAN, Wide Área Network) o las centrales particulares (PBX). Las WAN son similares a las LAN, de acuerdo a (Rubio , 1994), conectan entre sí ordenadores separados por distancias mayores, situados en distintos lugares de un país o en diferentes países; emplean equipo físico especializado y costoso y arriendan los servicios de comunicaciones.

Telefonía

En este campo es en el que más se está extendiendo la fibra óptica, en todas las ciudades modernas como el caso de Quito y Guayaquil se está introduciendo el sistema de fibra para el teléfono e Internet, tomando en consideración el tipo de

usuario, este servicio es de vital importancia tanto en telefonía fija como el móvil y los servicios que este puede entregar como conexión a internet, banca móvil entre otros que no simplemente dependan del dispositivo que utilizan sino de un soporte de velocidad y capacidad tanto de emisión como de respuesta.

La fibra permite una comunicación libre de interferencias, así como de posibilidad de boicoteo de la línea, el sonido es mucho más nítido, no hace falta el empleo de amplificadores de señal en pequeñas distancias.

Otras Aplicaciones

La fibra óptica permite acceder a una infinidad de servicios referente a las telecomunicaciones tales como:

Televisión: Recepción de un gran número de canales como paquete básico, canales premium, vídeo bajo demanda, pago por visión, una oferta amplísima compuesta por canales informativos, musicales, espectáculos, deportivos, documentales, infantiles, ante el crecimiento poblacional y el vertiginoso cambio demográfico que ha experimentado la zona como se pudo apreciar es clave el apareamiento de nuevos centros o ejes comerciales y de servicios que requieren este tipo de servicios incluyendo los clientes actuales que disponen de estos servicios a través de otras operadoras.

Banco en Casa: Realización de cualquier tipo de transacción bancaria, desde movimientos entre cuentas, contratación de un depósito o la cancelación y cambio de entidad.

Telecompra: Tener acceso directo a anuncios por palabras con opción a compra, hasta navegar por un centro comercial con la posibilidad de adquirir el objeto que más desee.

Telemedida: Recoger información sobre medidas de servicios como el agua, el gas o la electricidad que, posteriormente serán enviados a las empresas correspondientes que procederán a facturar de acuerdo con el consumo.

Web TV: Será uno de los mejores ejemplos de la interactividad que permite la fibra óptica. Facilitará el acceso a información sobre restaurantes, comercios, eventos, espectáculos.

Radio Digital: Canales temáticos con mejor calidad de sonido.

3.2.6.2. Análisis y diseño del prototipo

ANILLOS PRINCIPALES

Para la determinación de la arquitectura de la red GPON el trabajar a través de anillos, los mismos que están definidos en base a la distribución geográfica de las zonas de la siguiente forma:

ANILLO 1.- Zona 1 Miravalle

Comprende las calles Diego de Robles, Benítez, Av. Pampite, Chimborazo, Calle José M. Vargas, bordeando el sector Noroccidental del Reservorio de Cumbayá, bordeando las calles Padre Carlos, calle Francisco Rodríguez, calle N, hasta tomar la intersección de la Av. De los Conquistadores y Av. Interoceánica.

Se han definido las conexiones ubicadas en las siguientes vías:

Tabla 11 Conexiones

Splitter	Conexiones	Ubicación
2 X 8	1	Diego de Robles y Av. Pampite
1 x 16	2	Av. Pampite y Francisco Rodríguez
1 x 16	3	Padre Carlos y Las Acacias
1 x 16	4	Calle N e Interoceánica
1 x 16	5	José M. Vargas y Av. Las Acacias
1 x 16	6	Av. Pampite y Chimborazo

Tabla 12 Distribución por zona de influencia

Elemento	Localización	Área de influencia y cobertura
SPLITTER 1 X 16	Pampite y Francisco Robles	Universidad San Francisco Fray Domingo E. Lovato Bautista Monacho Av. Francisco Orellana Simón Valenzuela Calle Caranco
SPLITTER 1 X 16	Interoceánica Fray A. Rodríguez	Urbanización Miravalle 4 Conjunto Residencial Rincón Comarca Centro Comercial Cumbayá Simón Valenzuela Padre Carlos
SPLITTER 1 X 16	Padre Carlos e Isla Santiago	Urbanización Miravalle 3 Urbanización Jardín del Este 1 Calle Robles Padre Carlos Las Acacias Maderos Magnolias Cucardas Arupos Jacarandana
SPLITTER 2 X 8	Eudoro Crown Mena Franco Calle Cárdenas	Miravalle Miravalle 1 Miravalle 2
SPLITTER 1 X 16	Las Acacias Fray Benítez	Av. Pampite Calle Salguero Urbanización Jacaranda Urbanización del Valle 1 Calle Arupos Laureles Nogales Arrayán El Roble El Cedro El Eucalipto José M. Vargas

Las áreas de influencia de la red de la zona 1 comprende: Urbanización Miravalle, Miravalle 1, Miravalle 4, Conjunto Residencial Rincón Comarca, Urbanización Jardín del Este – Etapa 1, Urbanización Jardín del Este – Etapa 2.

Universidad San Francisco de Quito, Centro Comercial Cumbayá, Fábrica Textil Deltex, Oficinas y Bodegas de la Empresa Eléctrica Quito

Tabla 13 Infraestructura Sector 1

Infraestructura del Sector 1		Cantidad
Acometidas		600
Fibra		6 Km

ANILLO 2.- Sector 2 -Zona Centro

En esta zona se encuentra ubicado el OLT principal de captación de fibra que distribuya a los demás sectores, zonas y mufas de la Red GPON, se toma la decisión de ubicar el OLT en el sector centro de Cumbayá, considerando la distribución geográfica y la aproximación a los 20 km de longitud de captación de frecuencia a fin de no tener interrupciones y pérdidas en la subida y bajada de información.

Las vías comprendidas para este sector está determinado por la Av. Interoceánica y calle 1, partiendo desde el patio de Fybeca en el Sector de Cumbayá, descendiendo por la Av. Interoceánica, la Av. Francisco de Orellana, el tramo de la Av. Pampite y Juan Montalvo, pasando por al Chaquiñán de Cumbayá, retornando por la calle El Ceibo, interceptando las calles García Moreno, Rocafuerte, Villa Nila, Pasaje B, Calle Chimborazo, hasta tomar la vía del ferrocarril y la calle Prado Verde

Tabla 14 Zona Centro Sector 2

Splitter	Conexiones	Ubicación
OLT	1	Calle García Moreno y Salinas.
2 X 8	1	Av. Interoceánica y Chimborazo
1 x 16	2	Vía del Ferrocarril e Interoceánica
1 x 16	3	Calle 1 e Interoceánica
1 x 16	4	Chimborazo y Francisco de Orellana
1 x 16	5	Tajemar y Francisco de Orellana
1 x 16	6	Juan Montalvo y El Chaquiñán

Las áreas de influencia de la zona 2 comprenden: El Barrio San Juan Bautista Bajo, Cooperativa de Vivienda Cebollar, La Praga, Centro de Cumbayá, Mercado de

Cumbayá, Centro de Desarrollo Manos Alegres, Academia de Corte Cristo Rey, Centro Artesanal de Cumbayá, Centro Educativo Caminitos, Casa de Retiro Mi Merced, Parque de Cumbayá y La Sede Social de la Cervecería Nacional.

Tabla 15 Infraestructura del Sector 2

Infraestructura del Sector 2	Cantidad
Acometidas	700
Fibra	6 Km

SECTOR 3 – Zona 3 Lumbisí

Comprende la ubicación, tomando la Vía Lumbisí, hasta llegar a la Calle Juan León Mera, e interceptarse con la calle Adoum, para retornar por la vía del ferrocarril y tomar la Interoceánica descendiendo hasta la intersección de la Villa Nila y La Praga, descendiendo por la Av. Siena hacia Cumbres del Valle, La Hondonada y el Barrio Auquichico, a la altura de la Unidad Educativa Cardenal Spellman.

Tabla 16 Lumbisí Sector 3

Splitter	Conexiones	Ubicación
2 X 8	1	Av. Juan León Mera paralela a Vía a Lumbisí
1 x 16	2	Jorge Adoum y Juan León Mera
1 x 16	3	Vía del Ferrocarril y Gral. Eloy Alfaro
1 x 16	4	Interoceánica y Vía a Lumbisí
1 x 16	5	Vía a Lumbisí y Unidad Educativa Cardenal Spellman

Las áreas de influencia de la Zona 3 están delimitadas por Urb. La católica, Urb. Florencia, La Praga, Colegio Cumbayá, Colegio Spellman y Colegio Alemán.

Tabla 17 Infraestructura del Sector 3

Infraestructura del Sector 3	Cantidad
Acometidas	500
Fibra	5 Km

SECTOR 4 – Zona 4 Hospital de los Valles

Esta zona está delimitada por la intersección Av. Interoceánica y el Redondel San Patricio, bordeando las calles Villa Nila, La Praga, Pasaje El Valle, descendiendo hacia el Hospital de los Valles y las calles Florencia, pasando por la Iglesia La Primavera tomando la Av. Siena, calle Miguel Ángel, Juan de Herrera, Jacopo Bignola, Rafaelle Grannetti, La Hondonada hasta perfilar la vía Lumbisí y retornar hacia la Av. Interoceánica.

Tabla 18 Sector Hospital de los Valles Sector 4

Splitter	Conexiones	Ubicación
2 X 8	1	Av. Siena entre Calle A y Calle C en Cumbres del Valle
1 x 16	2	Calle Juan de Herrera paralela a la calle Miguel Ángel
1 x 16	3	Intersección Av. Interoceánica y Vía a Lumbisí
1 x 16	4	Calle B e Interoceánica y Hospital de Loa Valles
1 x 16	5	Calle Miguel Ángel y Alberti (Iglesia de La Primavera)
1 x 16	6	Sector La Hondonada

Las áreas de influencia La Praga, Urb. La Concepción y La Primavera, Hospital de Los Valles, Centro Educativo La Primavera.

Tabla 19 Infraestructura del Sector 4

Infraestructura del Sector 4	Cantidad
Acometidas	500
Fibra	5 Km

SECTOR 5 – Zona 5 La Primavera

Parte de la Av. Interoceánica, descendiendo por las Calles Villa Nila, hacia la Urb. La Concepción retornando por El Chaquiñán, la Av. Francisco de Orellana, calle Mandarina hasta llegar a la Calle El Ceibo y Tajamar, pasando por la Calle Cumba y García Moreno.

Tabla 20 Zona La Primavera Sector 5

Splitter	Conexiones	Ubicación
2 X 8	1	Av. Francisco de Orellana y El Chaquiñán
1 x 16	2	Calle Rocafuerte y Cumba
1 x 16	3	Calle El Ceibo y El Chaquiñán
1 x 16	4	El Chaquiñán y

		Francisco Salguero
1 x 16	5	Calle Francisco de Orellana y La Mandarina
1 x 16	6	Av. Interoceánica y Urb. La Concepción

Áreas de influencia tenemos El Estadio, La Cervecería Andina, Urb. Portal de Cumbayá N° 1, Oficinas y Bodegas de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 21 Infraestructura del Sector 5

Infraestructura del Sector 5	Cantidad
Acometidas	600
Fibra	6 Km

SECTOR 6 - Zona 6 El Portal

Esta zona comprende el anillo formado desde la Av. Pampite a la altura del Reservorio de Cumbayá en el lado Nororiental, descendiendo hasta tomar la calle Tajamar, la Francisco de Orellana, La García Moreno y Rocafuerte descendiendo por el Chaquínán hasta bordear el Colegio Menor San Francisco de Quito e interceptar con la Av. Interoceánica y colindar con el Ventura Mall por la Calle El Sauce y retomar la Av. Francisco de Orellana y ascender hacia al Abdón Calderón por la Urb. Chambala, subiendo por la Vía La Viña hasta acceder a la Vía Pilagua y la Vía Pampite.

Tabla 22 Zona El Portal Sector 6

Splitter	Conexiones	Ubicación
2 X 8	1	Vía Pilagua Urb. El Portal
1 x 16	2	Tajamar y Francisco de Orellana
1 x 16	3	Interoceánica y El Sauce
1 x 16	4	Vía Pilagua y Av. Pampite
1 x 16	5	Urb. La Viña
1 x 16	6	Abdón Calderón y El Sauce Urb. Chambal

Áreas de influencia tenemos Urb. El Mandarino, Urb. Portal de Cumbayá N° 1, Urb. Eucaliptos, Urb. San Rafael, Complejo Turístico California.

Tabla 23 Infraestructura del Sector 6

Infraestructura del Sector 6	Cantidad
Acometidas	600
Fibra	6 Km

3.2.6.3. Propiedad Industrial, protección de derechos

REQUISITOS PARA LA CONCESIÓN DE SERVICIOS PORTADORES DE TELECOMUNICACIONES

En cumplimiento del artículo 14 del Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones (reformado mediante Resolución No. 483-20-CONATEL-2008), el peticionario de una concesión para prestar servicios de telecomunicaciones (Servicio de Telefonía Fija Local, Servicios Portadores nacionales o regionales, Servicio final de telecomunicaciones por satélite, y los que determine el CONATEL), deberá presentar, ante la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, una solicitud acompañada de un Plan de Concesión escrito y fundamentado conteniendo, por lo menos, la siguiente información:

Información e Identificación del solicitante.-

- a. Una hoja con la siguiente información: nombre del solicitante; nombre del contacto, direcciones y teléfonos y correo electrónico.
- b. Cuando se trate de una persona natural: nombres, apellidos del solicitante.
En caso de personas jurídicas: razón social o denominación objetiva y nombre del representante legal;
- c. Copia de la cédula de identidad, de ciudadanía o pasaporte de la persona natural;
- d. Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC);
- e. Copia certificada o protocolizada, del nombramiento del representante legal, que se halle vigente, debidamente inscrito en el Registro. Mercantil;
- f. Para las personas jurídicas, se deberá presentar el certificado de existencia legal de la compañía, capital social, objeto social, plazo de duración y cumplimiento de obligaciones extendido por la Superintendencia de Compañías;

- g. Copia del Estatuto Social de la compañía y sus reformas, si fuere el caso;
- h. La declaración juramentada de la persona natural o del representante legal de la persona jurídica, de no hallarse impedido de contratar con el Estado; e,
- i. Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas, incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas

Descripción detallada del o de los servicios a prestar.

Estudio de Mercado y del Sector describiendo los usos actuales y potenciales del o los servicios; la segmentación demográfica y comportamiento del mercado potencial; la competencia directa e indirecta y las bases de esta competencia; ubicación y dimensión del mercado objetivo del servicio determinando las bases de segmentación; la demanda esperada; y, el análisis de precios existentes en el mercado.

Proyecto Técnico, sustentado en un estudio general de Ingeniería que al menos contenga:

- a. Descripción técnica detallada de cada servicio propuesto, incluyendo cobertura geográfica de éste;
- b. Proyecto técnico que describa los equipos, redes, la localización geográfica de los mismos, los requerimientos de conexión e interconexión, la identificación de los recursos del espectro radioeléctrico que sean necesarios, si fuere el caso, con precisión de bandas y anchos requeridos y los elementos necesarios para demostrar la viabilidad técnica, firmado por un ingeniero en electrónica o telecomunicaciones, con título legalmente reconocido por el organismo competente; y,
- c. Plan tarifario propuesto.

Descripción de la Organización y Respaldo General presentando la capacidad profesional y experiencia del equipo directivo, la estructura organizacional dimensionada y el modelo de operación para la concesión.

Análisis y viabilidad financiera en un horizonte de 5 años, determinando el tamaño y distribución temporal de las inversiones los costos y gastos de arranque y operación; proyección de los estados financieros, entre los principales: Estado de Resultados, Flujo de Caja y Balance General; y, la viabilidad financiera por métodos de común aceptación.

Adicionalmente, cuando el solicitante sea persona natural: copia de las declaraciones de impuesto a la renta correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos. Cuando el solicitante sea una persona jurídica: copia de los estados financieros presentados a la Superintendencia de Compañías, correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos y copia de los informes de auditores externos por los mismos períodos, de ser el caso.

Evaluación de Riesgo y Estrategia de Mitigación, que identifica y dimensiona los posibles riesgos antes y durante la operación; y, presenta posibles estrategias de mitigación. Acuerdos de soporte a la Concesión definiendo los posibles acuerdos comerciales y financieros para soportar el negocio.

Derechos

Concesión Mediante Resolución 402-16-CONATEL-2001, El Consejo Nacional de Telecomunicaciones resuelve:

Fijar como valor único por derechos de concesión para servicios portadores de telecomunicaciones la cantidad de 250.000,00 dólares de los Estados Unidos de América, valor que deberá ser cancelado al otorgamiento del título habilitante.

Los operadores de servicios portadores actualmente concesionados podrán adecuar sus contratos al régimen vigente previo el pago de la diferencia entre el valor fijo pagado por concepto de concesión, descontando el valor no

devengado por el plazo pendiente de la concesión a razón de diez mil dólares por año de acuerdo a la siguiente fórmula.

Valor a pagar en US\$ = 250.000 – (150.000 –(# de años devengados * 10.000)). Fijar como garantía de fiel cumplimiento de las obligaciones contenidas en el contrato de concesión la cantidad de 60.000 dólares de los Estados Unidos de América, mediante una garantía bancaria, vigente durante el período de concesión.

Registro

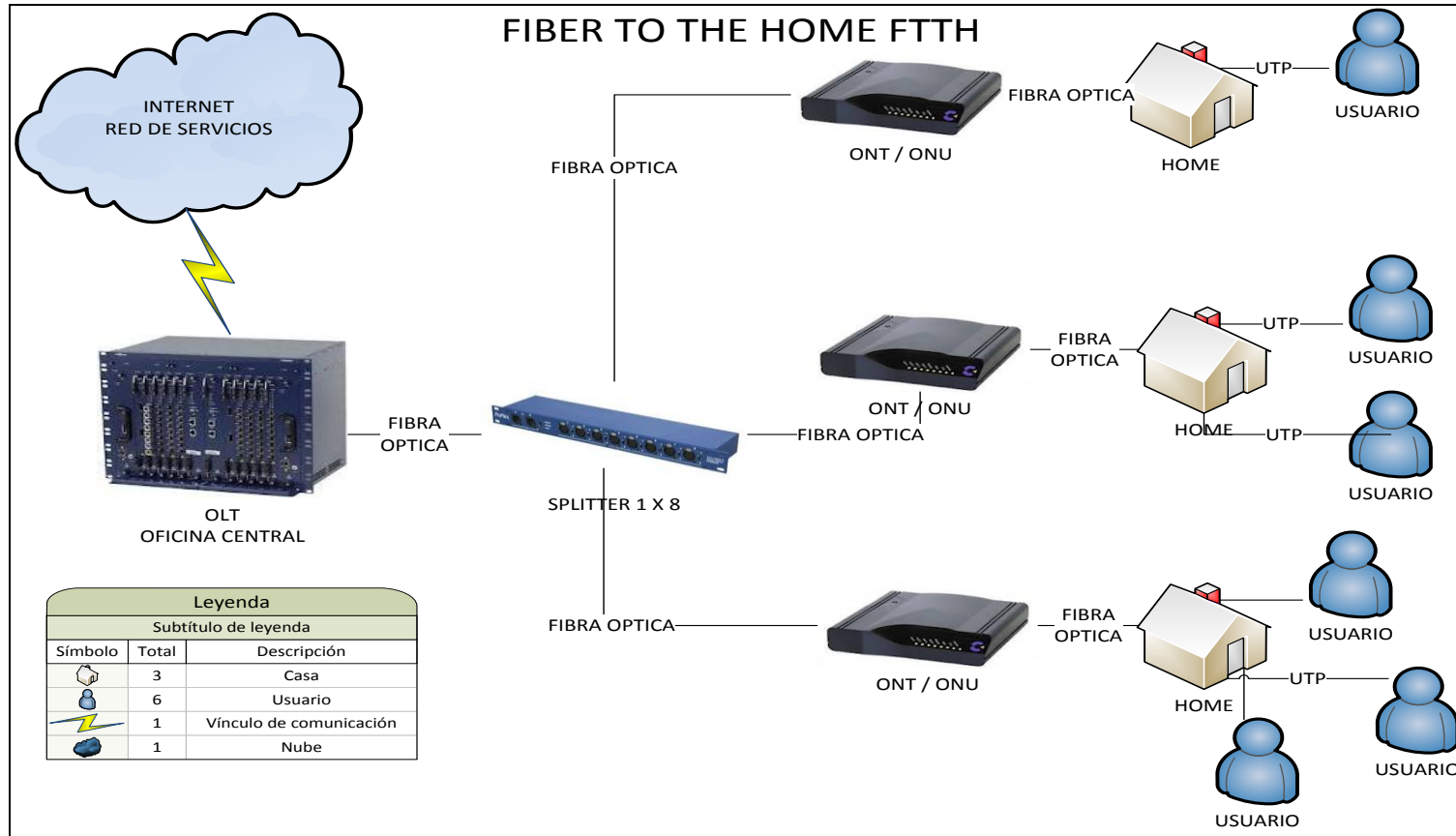
Mediante Resolución 403-16-CONATEL-2001, El Consejo Nacional de Telecomunicaciones resuelve establecer los siguientes derechos administrativos por el registro de: a) US 200 para registro de infraestructura física requerida para la prestación de los servicios de telecomunicaciones.

Duración

El título habilitante para la prestación del servicio para los portadores tendrá una duración de 15 años renovable por igual período a solicitud escrita del concesionario presentada con cinco (5) años de anticipación a la fecha de vencimiento y con sujeción al reglamento pertinente.

3.3.Implementación

Gráfico 50 Implementación



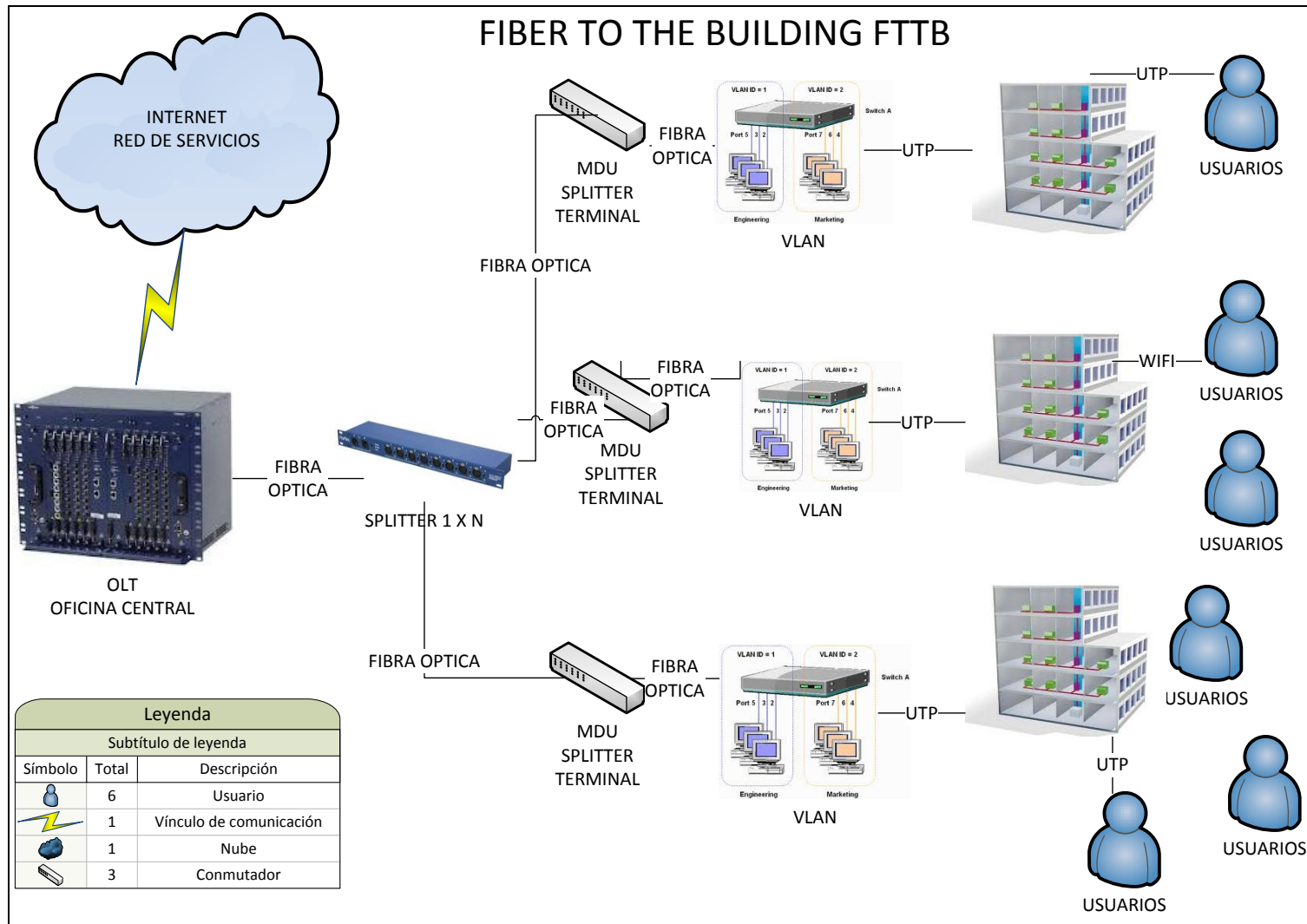


Gráfico 51 PLANOS ZONA 1



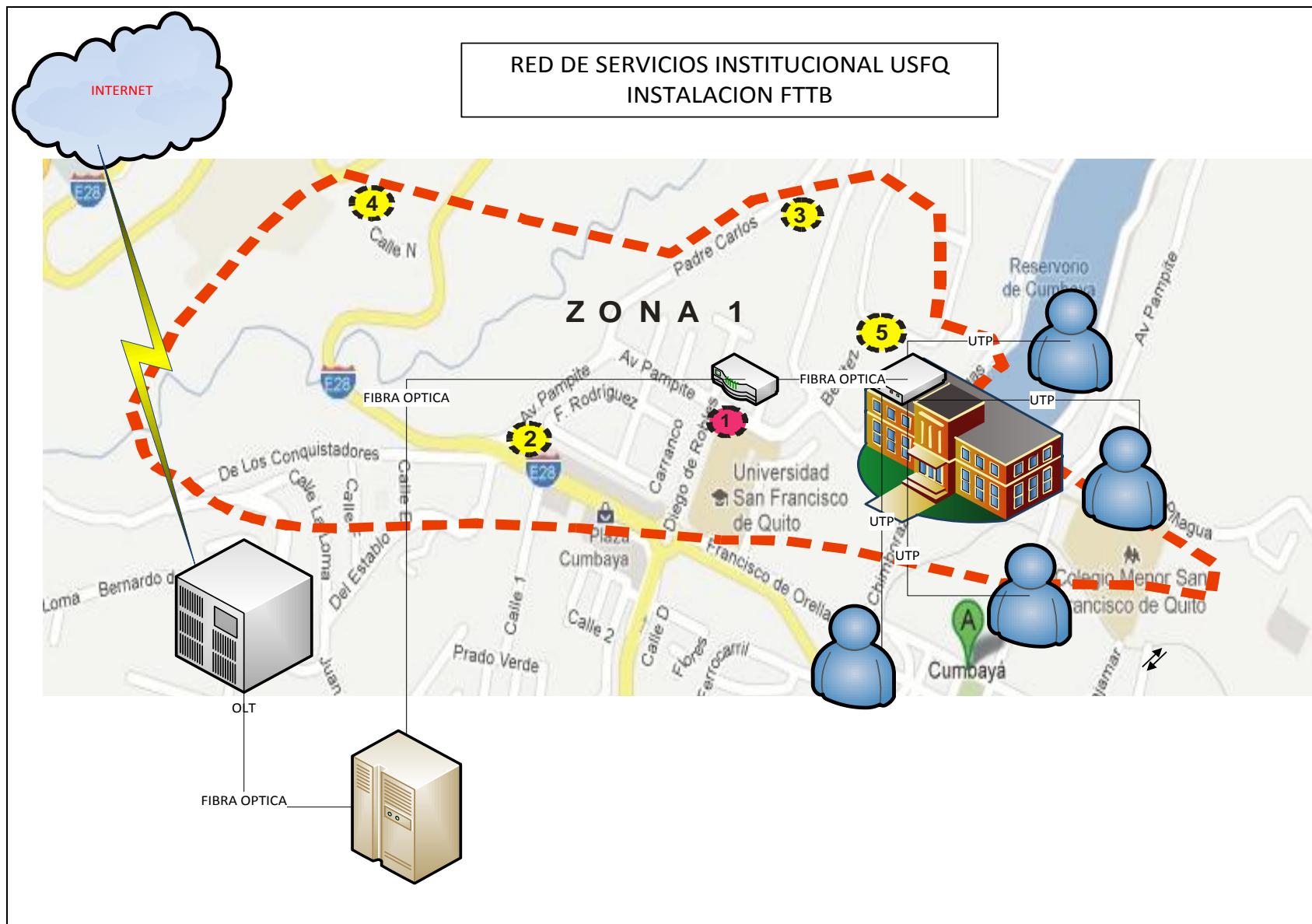




Gráfico 52 PLANOS ZONA 2

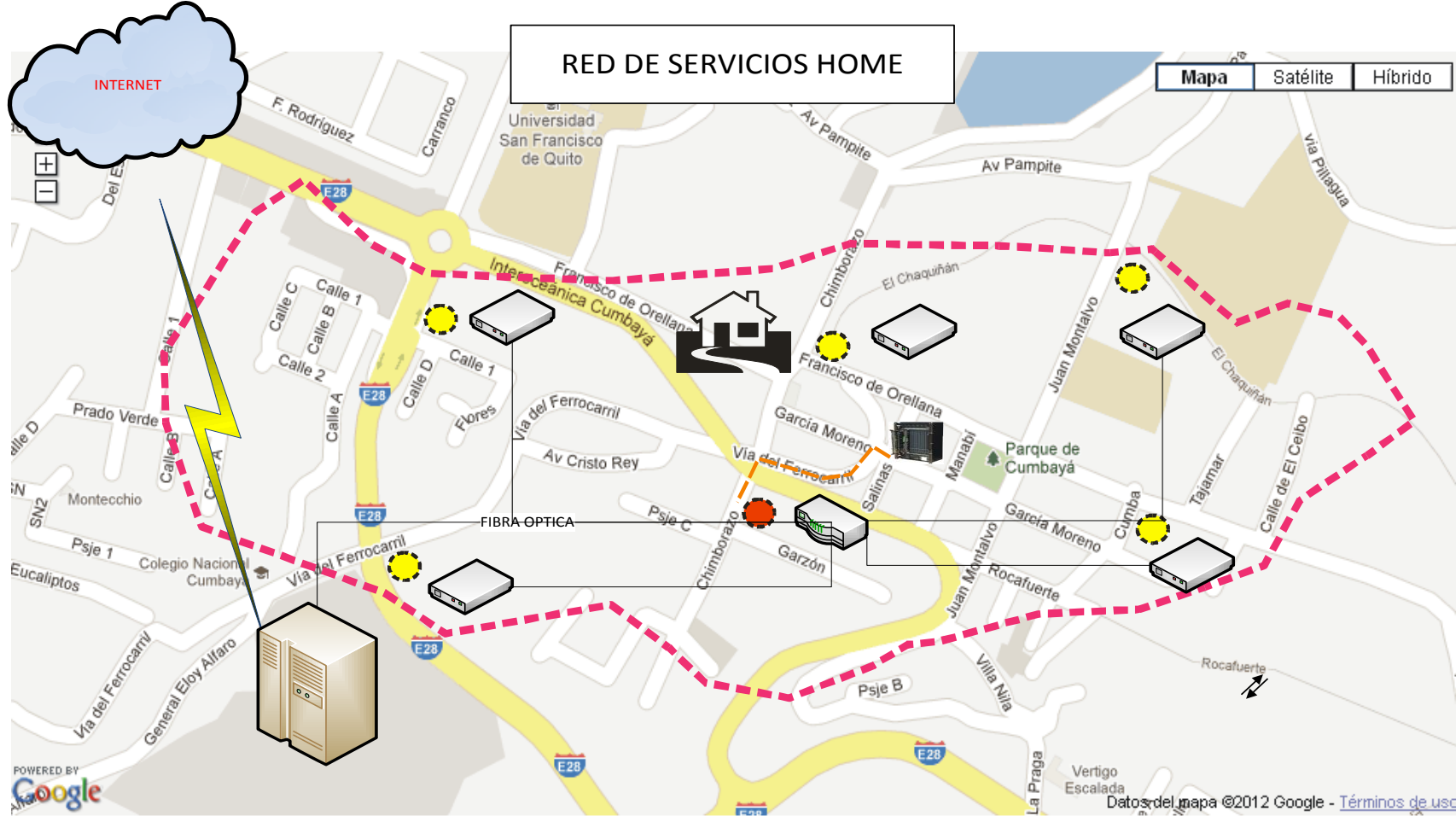


Gráfico 53 PLANOS ZONA 3



Gráfico 54 PLANOS ZONA 4

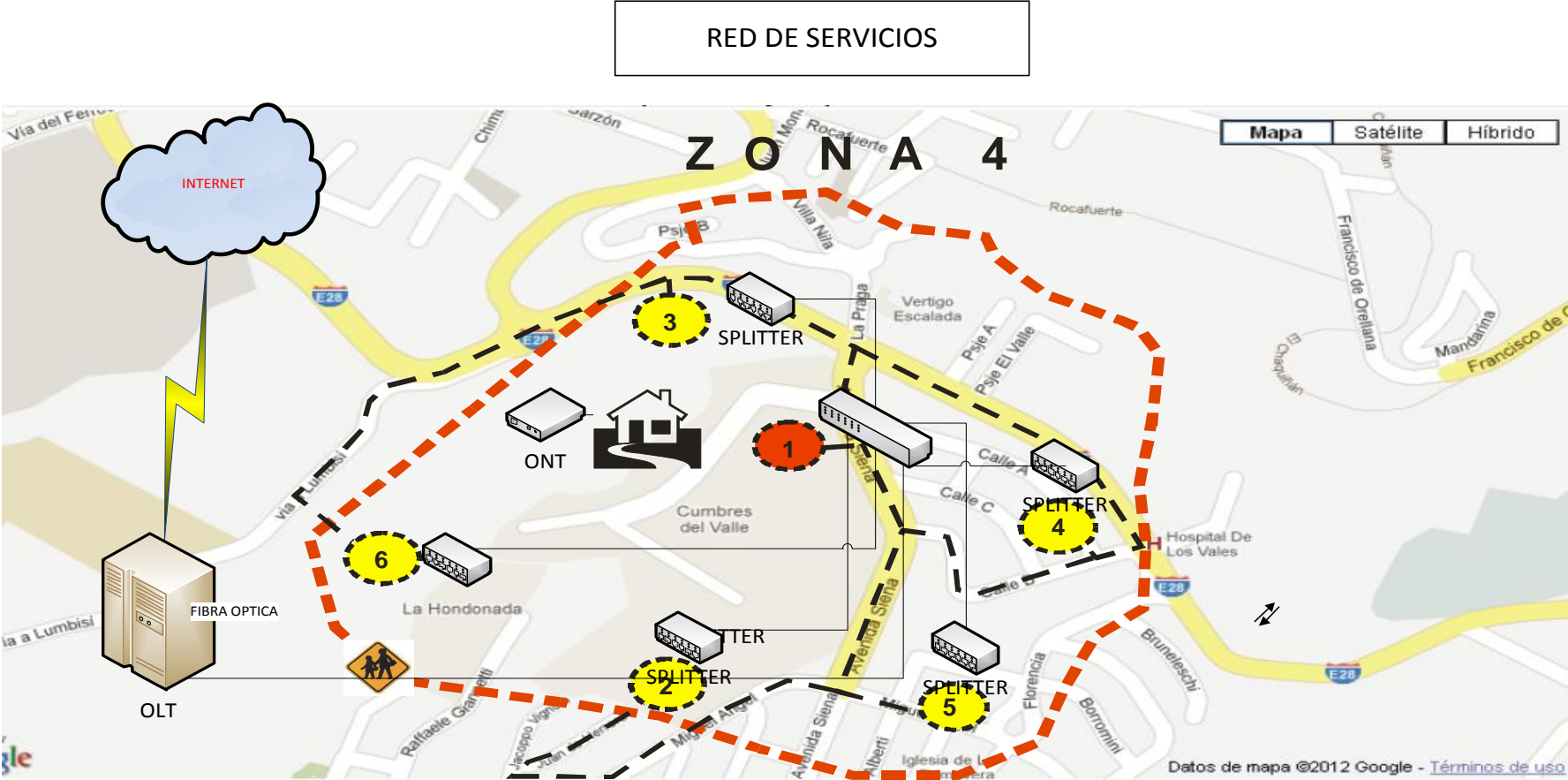


Gráfico 55 PLANOS ZONA 5



Gráfico 56 PLANOS ZONA 6



Cumbayá es una parroquia eminentemente agrícola que, con la construcción de la Vía Interoceánica, pasó a ser también zona industrial, al instalarse grandes y pequeñas empresas, instalación de los Centros Comerciales Villa Cumbayá, Plaza Cumbayá y La Esquina, salones, bares y restaurantes de comidas típicas. Esta parroquia es considerada turística por sus numerosos atractivos, por su agradable clima, el amplio horizonte y sus paisajes a lo largo del camino.

Cumbayá, mediante el anillo de telecomunicaciones. Gracias al tendido telefónico en las poblaciones aledañas, CNT provee acceso de datos mediante la tecnología ADSL principalmente para los domicilios y pequeños negocios.

Para las plantaciones, industrias medianas y grandes que se encuentran asentadas en el sector y en general para sitios alejados al tendido telefónico de CNT, la empresa Stealth Telecom del Ecuador S.A. ofrece servicios inalámbricos de datos mediante enlaces de microonda, con una banda asimétrica de velocidades desde 192 Kbps hasta 512 Kbps. Los servicios que actualmente ofrecen son los siguientes: registro de dominios, *hosting*, páginas web, voz sobre IP, cámaras IP, servicios de seguridad sobre Internet, entre otros. Otro tipo de soluciones de acceso son las de tipo inalámbrico, que proporcionan las compañías de telefonía celular como Telefónica Movistar y Claro con sus respectivas redes, haciendo uso del modem USB para acceder al servicio con una capacidad aproximada de 1.5 Mbps.

3.3.1. Estudio Financiero

Considerando las condiciones del mercado actual en cuanto al uso de los servicios de internet, se establece en base a los requerimientos de las familias como potenciales usuarios, para esto se consolida la tendencia que mantiene el Consejo Nacional de Telecomunicaciones en cuanto al promedio de disponibilidad de internet en las familias u hogares del país, estimando que se prevee que en las poblaciones urbanas cerca del 65% de la población cuenta al menos el servicio básico de internet, por ende se considera este indicador para el cálculo de la demanda actual y potencial.

Tabla 24 CONSUMO ACTUAL DE SERVICIOS DE INTERNET

Telefonía	32,30%	1.054
internet	25,80%	842
televisión por cable	20,40%	665
Telefonía e internet	7%	228
telefonía y Cable	1,50%	49
Internet y cable	5,50%	179
todos	2,50%	82
otros	3%	98
Internet y Otro	0,50%	16
Telefonía y Otros	0,50%	16
Telefonía e Internet y Televisión por cable	1%	33
	1,00	3.262

(Vallejo, Investigación de Mercados, 2012)

Como se puede observar en la tabla anterior se estima que cerca de las 3262 familias de la Parroquia cuentan al menos con uno de los servicio de internet que ofertan los distintos proveedores, con un grupo considerable de 1757 familias que no lo tienen, esto como se dejó indicado conforme a lo que arroja la información del Consejo de Telecomunicaciones, bajo estos indicadores y tomando en cuenta el índice de crecimiento del sector de telecomunicaciones así como la inflación, se presenta la estimación de la demanda.

3.3.1.1 Objetivo

Determinar la viabilidad económica y financiera del proyecto a través de la aplicación de herramientas financieras y contables estableciendo la rentabilidad.

3.3.1.2. Plan De Inversión

Tabla 25 PLAN DE INVERSIÓN

RESUMEN DE ACTIVOS FIJOS	
EQUIPOS TECNOLOGICOS	119.800,00
HERRAMIENTAS	3.000,00
MUEBLES Y ENSERES	1.140,00
SUMINISTROS Y MATERIALES	1.360,00
EQUIPOS INSTALACION	110.000,00
EQUIPOS DE OFICINA	1.310,00
INVERSIONES DIFERIDAS	18.000,00
VEHICULOS	20.940,00
	275.550,00

Elaborado por: El autor

Para la implementación de este proyecto se requiere una inversión de \$ **275550** en inversiones fijas. Para el capital de trabajo se requiere una inversión de \$ 24.333,57, que permitirá a la empresa continuar con sus operaciones normales, el resto de la inversión se orienta para la adquisición de activos fijos tanto para muebles y enseres, equipos de oficina así como también para gastos de estrategias y de investigación para la ejecución de este proyecto.

3.3.1.3. Estado De Situación Inicial

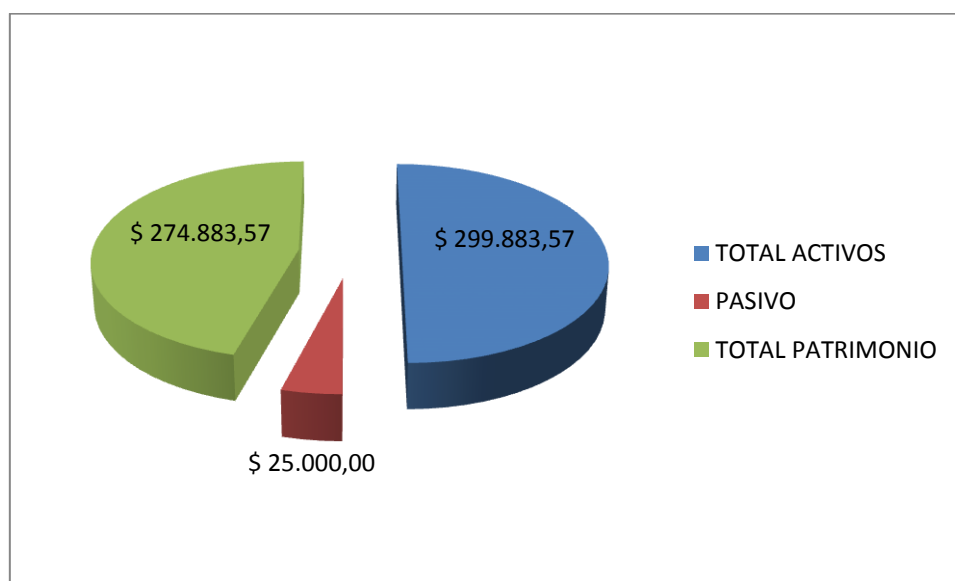
Tabla 26 Estado de Situación Inicial

ESTADO DE SITUACION INICIAL DEL PROYECTO					
AL 1 DE ENERO DEL 2011					
ACTIVO					
ACTIVO CIRCULANTE				\$ 24.333,57	
CAJA			\$ 24.333,57		
NO CIRCULANTE				\$ 275.550,00	
EQUIPOS TECNOLOGICOS			\$ 119.800,00		
HERRAMIENTAS			\$ 3.000,00		
MUEBLES Y ENSERES			\$ 1.140,00		
SUMINISTROS Y MATERIALES			\$ 1.360,00		
EQUIPOS INSTALACION			\$ 110.000,00		
EQUIPOS DE OFICINA			\$ 1.310,00		
INVERSIONES DIFERIDAS			\$ 18.000,00		
VEHICULOS			\$ 20.940,00		
TOTAL ACTIVOS					\$ 299.883,57
PASIVO					
PASIVO A LARGO PLAZO				\$ 25.000,00	
PRÉSTAMO BANCARIO POR PAGAR			\$ 25.000,00		
TOTAL PASIVO					
PATRIMONIO					
CAPITAL PAGADO			\$ 274.883,57		
TOTAL PATRIMONIO				\$ 274.883,57	
TOTAL DE PASIVO Y PATRIMONIO					\$ 299.883,57

Elaborado por: El autor

Para iniciar con la implementación del proyecto se establece un estado de situación inicial que demuestra la composición de los activos, pasivos y patrimonio de la empresa, como se puede identificar el valor de los pasivos 25.000,00, los mismos se encuentran comprometidos para con instituciones financieras y el 274.883,57, constituye al capital social de la empresa, indicando que en su mayoría se encuentra cubierta la inversión con fondos propios.

Gráfico 57 Composición del Estado de Situación Inicial



Elaborado por: El autor

3.3.1.4. Fuentes De Financiamiento Y Amortización Del Crédito

Para la ejecución del proyecto se establece una inversión proveniente desde fuentes propias que implica el 92% de la totalidad de los activos y de fuentes de terceros que para este caso provienen de instituciones financieras el 8 %.

Tabla 27 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

FUENTES PROPIAS			\$ 274.883,57	92%
Accionista 1	50%	\$ 137.441,78		
Accionista 2	50%	\$ 137.441,78		
INSTITUCIONES FINANCIERAS			\$ 25.000,00	8%
			\$ 299.883,57	

Elaborado por: El autor

Sobre esta base de financiamiento se prevé un financiamiento a través de una institución financiera, de manera preferente a través del Banco Pichincha, La tasa de interés para el financiamiento se establece el 16,3%, en la que se considera tanto el

interés establecido más los rubros que se cargan por administración de la línea de crédito.

Tabla 28 AMORTIZACION DEL CREDITO

PERIODO	CUOTA	INTERES	AMORTIZACIÓN	SALDO
0				25.000,00
1	7.688,74	4.075,00	3.613,74	21.386,26
2	7.688,74	3.485,96	4.202,78	17.183,48
3	7.688,74	2.800,91	4.887,83	12.295,65
4	7.688,74	2.004,19	5.684,55	6.611,10
5	7.688,71	1.077,61	6.611,10	- 0,00

Elaborado por: El autor

El valor a financiar es de \$ 25.000, con una cuota fija de \$ 7.688,75, con un importe del interés en los cinco años de \$ 13.443,67, representando este interés el 71% del capital a ser financiado, es preciso indicar que este porcentaje está considerado con datos a valores acumulados sin traerlos a valores presentes.

3.3.1.5. Capital De Trabajo

Tabla 29 CAPITAL DE TRABAJO

COD.	CUENTA	1 MES		
	COSTO DE PRODUCCION		4.982,07	4.982,07
	GASTOS ADMINISTRATIVOS		7.400,00	7.400,00
	GASTOS DE VENTAS		3.200,00	3.200,00
	GASTOS DE MARKETING		1.552,33	1.552,33
	GASTOS AMBIENTALES		1.259,17	1.259,17
	GASTOS GENERALES		9.140,00	9.140,00
CAPITAL DE TRABAJO				\$ 24.333,57

Elaborado por: El autor

Para determinar el capital de trabajo de la empresa ha debido considerarse el costo de los servicios que se entregarán y los gastos que se incurrirán en el lapso de

cuatro meses por la naturaleza del tipo de servicio, considerando la rotación de estos productos en el período de tiempo que se toma en cuenta para la recuperación y rotación del efectivo, de la misma forma se consideró rubros para gastos de administración, marketing, estrategias ambientales y gastos generales.

3.3.1.6. Ingresos y Ventas

Para la determinación de las ventas es preciso considerar los requerimientos de los abonados que se encuentran en la zona.

Tabla 30 PLAN DE VENTAS

PROYECCION DE VENTAS SERVICIO HOME

RUBRO	1	2	3	4	5
UNIDADES DE SERVICIO	6.325	6.562	6.808	7.064	7.329
PRECIO	35	36,12	37,27	38,46	39,68
TOTAL DOLARES	\$ 221.382,00	\$ 237.010,74	\$ 253.742,81	\$ 271.656,10	\$ 290.834,00

PROYECCION DE VENTAS SERVICIO EMPRESARIAL PYME

RUBRO	1	2	3	4	5
CLIENTES	1.054	1.094	1.135	1.177	1.221
GASTO PROMEDIO	140	144,47	149,07	153,83	158,74
TOTAL DOLARES	\$ 147.588,00	\$ 158.007,16	\$ 169.161,87	\$ 181.104,07	\$ 193.889,33

PROYECCION DE VENTAS SERVICIO CORPORATIVO

RUBRO	1	2	3	4	5
--------------	----------	----------	----------	----------	----------

CLIENTES	422	437	454	471	489
GASTO PROMEDIO	550	567,55	585,65	604,33	623,61
TOTAL DOLARES	\$ 231.924,00	\$ 248.296,96	\$ 265.825,80	\$ 284.592,10	\$ 304.683,24

PROYECCION DE VENTAS SERVICIO PREMIUM

RUBRO	1	2	3	4	5
CLIENTES	211	219	227	235	244
GASTO PROMEDIO	1100	1135,09	1171,30	1208,66	1247,22
TOTAL DOLARES	\$ 231.924,00	\$ 248.296,96	\$ 265.825,80	\$ 284.592,10	\$ 304.683,24

TOTAL VENTAS	\$ 832.818,00	\$ 891.611,83	\$ 954.556,28	\$ 1.021.944,37	\$ 1.094.089,81
--------------	---------------	---------------	---------------	-----------------	-----------------

Elaborado por: El autor

Costo De Ventas

El costo de ventas está estructurado por los costos el de producción que implica lo que la empresa incurre en producir el servicio que en este caso es la prestación de servicios en los cuatros tipos o líneas desde home hasta premium que se entregan para los clientes como familias y empresas, sumado a estos los productos adicionales que se comercializan.

Tabla 31 COSTO DE VENTAS

PROYECCION DE COSTO DE PRODUCCION SERVICIO HOME

RUBRO	1	2	3	4	5
UNIDADES DE SERVICIO	6.325	6.562	6.808	7.064	7.329
PRECIO	15,75	16,25	16,77	17,31	17,86
TOTAL DOLARES	\$ 99.621,90	\$ 106.654,83	\$ 114.184,26	\$ 122.245,24	\$ 130.875,30

PROYECCION DE COSTO DE PRODUCCION SERVICIO EMPRESARIAL PYME

RUBRO	1	2	3	4	5
CLIENTES	1.054	1.094	1.135	1.177	1.221

GASTO PROMEDIO	63,00	65,01	67,08	69,22	71,43
TOTAL DOLARES	\$ 66.414,60	\$ 71.103,22	\$ 76.122,84	\$ 81.496,83	\$ 87.250,20

PROYECCION DE COSTOS DE PRODUCCION SERVICIO CORPORATIVO

RUBRO	1	2	3	4	5
CLIENTES	422	437	454	471	489
GASTO PROMEDIO	247,50	255,40	263,54	271,95	280,62
TOTAL DOLARES	\$ 104.365,80	\$ 111.733,63	\$ 119.621,61	\$ 128.066,45	\$ 137.107,46

PROYECCION DE SERVICIOS PREMIUM

RUBRO	1	2	3	4	5
CLIENTES	211	219	227	235	244
GASTO PROMEDIO	495,00	510,79	527,08	543,90	561,25
TOTAL DOLARES	\$ 104.365,80	\$ 111.733,63	\$ 119.621,61	\$ 128.066,45	\$ 137.107,46

TOTAL VENTAS	\$ 374.768,10	\$ 401.225,32	\$ 429.550,33	\$ 459.874,97	\$ 492.340,42
---------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Elaborado por: El autor

El costo de ventas para el primer año es de 374.768,10 dólares cerrando para el quinto año 492.340,42 dólares, representando el 45% como costo de producción del valor de la venta.

3.3.1.7. COSTOS Y GASTOS OPERACIONALES

Gastos De Personal

La empresa cuenta con cinco personas de planta que están constituidos por el gerente general, contador, personal de servicio.

ROL DE PAGOS

Tabla 32 Rol de pagos

GASTOS DE PERSONAL ADMINISTRACIÓN										
Cod	Cargo	Sueldo	XIII	XIV	Vacac.	Fondo Res.	Aport. Patron.	Total Adicion.	Total Mes	Costo Total
1	GERENTE	700,00	58,33	24,33	29,17	58,33	85,05	255,22	700,00	955,22
2	JEFE ADMINISTRATIVO FINANCIERO	500,00	41,67	24,33	20,83	41,67	60,75	189,25	500,00	689,25
3	CONTADOR	350,00	29,17	24,33	14,58	29,17	42,53	139,78	350,00	489,78
4	ASISTENTE DE CARTERA Y COBRANZA	300,00	25,00	24,33	12,50	25,00	36,45	123,28	300,00	423,28
	TOTAL	\$ 1.850,00	\$ 154,17	\$ 97,33	\$ 77,08	\$ 154,17	\$ 224,78	\$ 707,53	\$ 1.850,00	\$ 2.557,53
GASTOS DE PERSONAL DE LOGÍSTICA										
Cod	Cargo	Sueldo	XIII	XIV	Vacac.	Fondo Res.	Aport. Patron.	Total Adicion.	Total Mes	Costo Total
1	JEFE DE OPERADORES	500,00	41,67	24,33	20,83	41,67	60,75	189,25	500,00	689,25
2	OPERADOR TECNICO	400,00	33,33	24,33	16,67	33,33	48,60	156,27	400,00	556,27
3										
4										
	TOTAL	\$ 900,00	\$ 75,00	\$ 48,67	\$ 37,50	\$ 75,00	\$ 109,35	\$ 345,52	\$ 900,00	\$ 1.245,52
		\$ 22.200,00						\$ 8.490,30	INFLACION	3,19%
GASTOS PERSONAL DE VENTAS										
Cod	Cargo	Sueldo	XIII	XIV	Vacac.	Fondo Res.	Aport. Patron.	Total Adicion.	Total Mes	Costo Total
1	JEFE COMERCIAL	500,00	41,67	24,33	20,83	41,67	60,75	189,25	500,00	689,25
2	ASISTENTE COMERCIAL	300,00	25,00	24,33	12,50	25,00	36,45	123,28	300,00	423,28
3										
4										
5										
	TOTAL	\$ 800,00	\$ 66,67	\$ 48,67	\$ 33,33	\$ 66,67	\$ 97,20	\$ 312,53	\$ 800,00	\$ 1.112,53

Elaborado por: El autor

Para determinar el gasto de personal se considera al personal de logística como personal operativo y el personal administrativo y ventas.

Para la determinación de la carga económica del personal, se considera los rubros que los establece la ley a través del Código de Trabajo, siendo estos horas extras, tanto ordinarias como extraordinarias, décimo tercer sueldo, décimo cuarto sueldo, fondos de reserva, vacaciones, aporte patronal al seguro social.

Gastos Generales

Tabla 33 GASTOS GENERALES

GASTOS GENERALES	mensual	2011	2012	2013	2014	2015	2016
SERVICIOS BASICOS	\$ 235,00	\$ 2.820,00	\$ 2.909,96	\$ 3.002,79	\$ 3.098,57	\$ 3.197,42	\$ 3.299,42
PROMOCION Y PUBLICIDAD	\$ 50,00	\$ 600,00	\$ 619,14	\$ 638,89	\$ 659,27	\$ 680,30	\$ 702,00
SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO	\$ 350,00	\$ 4.200,00	\$ 4.333,98	\$ 4.472,23	\$ 4.614,90	\$ 4.762,11	\$ 4.914,02
SUMINISTROS Y MATERIALES	\$ 150,00	\$ 1.800,00	\$ 1.857,42	\$ 1.916,67	\$ 1.977,81	\$ 2.040,91	\$ 2.106,01
ARRIENDOS	\$ 1.500,00	\$ 18.000,00	\$ 18.574,20	\$ 19.166,72	\$ 19.778,14	\$ 20.409,06	\$ 21.060,11
	\$ 2.285,00	\$ 29.564,33	\$ 30.404,03	\$ 31.276,97	\$ 32.276,03	\$ 33.299,20	\$ 34.212,93

Elaborado por: El autor

Para la determinación de los gastos generales, se tomaron en cuenta los servicios básicos, que lo consolidan energía eléctrica, servicio de agua potable, servicio telefónico; otro rubro considerado son suministros y materiales, tanto como útiles de oficina y materiales de limpieza, se adicionó el valor de mantenimiento y uniformes para el personal de la empresa.

Gastos De Estrategias

Para la consolidación de los gastos de operación y ventas, se toman en cuenta los gastos para estrategias de marketing y estrategias ambientales.

Tabla 34 GASTOS ESTRATEGIA

RESUMEN GASTO DE ESTRATEGIAS								
ESTRATEGIAS		mensual	2011	2012	2013	2014	2015	2016
MARKETING		\$ 388,08	\$ 4.657,00	\$ 4.805,56	\$ 4.958,86	\$ 5.117,04	\$ 5.280,28	\$ 5.448,72
AMBIENTALES		\$ 314,79	\$ 3.777,50	\$ 3.898,00	\$ 4.022,35	\$ 4.150,66	\$ 4.283,07	\$ 4.419,70
		\$ 702,88	\$ 8.434,50	\$ 8.703,56	\$ 8.981,20	\$ 9.267,70	\$ 9.563,34	\$ 9.868,42

Elaborado por: El autor

Debe indicarse que la carga de gastos para estrategias está distribuida con él para estrategias de marketing y para estrategias ambientales.

3.31.8. Plan De Medios

Tabla 35 Plan de Medios

Empresa	Producto	Cantidad	Valor unitario	Total USD\$
Diario El Comercio	Publicación dominical Revista	40	\$ 28,00	\$ 1.120,00
Radio Modular	Cuñas radiales y menciones p	40	\$ 5,00	\$ 200,00
Imprenta Gráficas Galaxia	folletos	40	\$ 8,00	\$ 320,00
Imprenta Gráficas Galaxia	Tarjetas de presentación	1000	\$ 0,05	\$ 50,00
	Facturas (blocks de 100 unidad	10	\$ 8,00	\$ 80,00
			Total	\$ 1.770,00

Elaborado por: El autor

Presupuesto Ambiental

Tabla 36 PRESUPUESTO AMBIENTAL

CANTIDAD	RUBRO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	BUENAS PRACTICAS AMBIENTALES		
60	FOCOS AHORRADORES	\$ 2,50	\$ 150,00
	FUNDAS BIODEGRADABLES		
20	Fundas pequeñas	\$ 13,50	\$ 270,00
15	Fundas grandes	\$ 22,25	\$ 333,75
10	Basureros	\$ 12,00	\$ 120,00
			\$ 873,75

Elaborado por: El autor

El presupuesto ambiental está direccionado hacia el cumplimiento de las buenas prácticas ambientales como el consumo de focos ahorradores de energía, fundas biodegradables, el rubro más significativo está previsto para el manejo de fundas.

Tabla 37 ESTADO DE RESULTADOS

ESTADO DE RESULTADOS Al 31 de diciembre del 20	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CUENTAS					
I. INGRESOS	\$ 832.818,00	\$ 891.611,83	\$ 954.556,28	\$ 1.021.944,37	\$ 1.094.089,81
1. INGRESOS OPERACIONALES	\$ 832.818,00	\$ 891.611,83	\$ 954.556,28	\$ 1.021.944,37	\$ 1.094.089,81
VENTAS NETAS	\$ 832.818,00	\$ 891.611,83	\$ 954.556,28	\$ 1.021.944,37	\$ 1.094.089,81
COSTO DE VENTAS	\$ 389.714,30	\$ 416.648,31	\$ 445.465,30	\$ 476.297,63	\$ 509.286,96
1. COSTO DE VENTAS	\$ 389.714,30	\$ 416.648,31	\$ 445.465,30	\$ 476.297,63	\$ 509.286,96
COSTO DE PRODUCCION	\$ 389.714,30	\$ 416.648,31	\$ 445.465,30	\$ 476.297,63	\$ 509.286,96
SALIDA DE RED	\$ 374.768,10	\$ 401.225,32	\$ 429.550,33	\$ 459.874,97	\$ 492.340,42
MANO DE OBRA	\$ 14.946,20	\$ 15.422,98	\$ 15.914,98	\$ 16.422,66	\$ 16.946,55
UTILIDAD OPERACIONAL	\$ 443.103,70	\$ 474.963,52	\$ 509.090,98	\$ 545.646,74	\$ 584.802,85
2. GTOS. ADMINISTRAC. VENTAS Y FINAN.	\$ 140.021,20	\$ 141.878,09	\$ 143.671,01	\$ 108.709,05	\$ 110.283,97
a. GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS	\$ 134.771,20	\$ 137.319,86	\$ 139.949,82	\$ 106.000,67	\$ 108.801,10
SUELDOS, SALARIOS	\$ 31.800,00	\$ 32.814,42	\$ 33.861,20	\$ 34.941,37	\$ 36.056,00
BENEFICIOS SOCIALES E INDEMNIZACIONES	\$ 12.240,70	\$ 12.631,18	\$ 13.034,11	\$ 13.449,90	\$ 13.878,95
ARRIENDOS	\$ 18.000,00	\$ 18.574,20	\$ 19.166,72	\$ 19.778,14	\$ 20.409,06
PROMOCION Y PUBLICIDAD	\$ 600,00	\$ 619,14	\$ 638,89	\$ 659,27	\$ 680,30
SUMINISTROS Y MATERIALES	\$ 1.800,00	\$ 1.857,42	\$ 1.916,67	\$ 1.977,81	\$ 2.040,91
AGUA, ENERGIA, LUZ Y TELECOMUNICACIONES	\$ 2.820,00	\$ 2.909,96	\$ 3.002,79	\$ 3.098,57	\$ 3.197,42
DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS	\$ 54.876,00	\$ 54.876,00	\$ 54.876,00	\$ 18.213,00	\$ 18.213,00
SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO	\$ 4.200,00	\$ 4.333,98	\$ 4.472,23	\$ 4.614,90	\$ 4.762,11
GASTO ESTRATEGIAS MARKETING	\$ 4.657,00	\$ 4.805,56	\$ 4.958,86	\$ 5.117,04	\$ 5.280,28
GASTO ESTRATEGIAS AMBIENTALES	\$ 3.777,50	\$ 3.898,00	\$ 4.022,35	\$ 4.150,66	\$ 4.283,07
b. GASTOS FINANCIEROS	\$ 5.250,00	\$ 4.558,23	\$ 3.721,19	\$ 2.708,38	\$ 1.482,87
INTERESES Y COMISIONES: LOCALES	\$ 5.250,00	\$ 4.558,23	\$ 3.721,19	\$ 2.708,38	\$ 1.482,87
UTILIDAD (PERDIDA) DEL EJERCICIO	\$ 303.082,50	\$ 333.085,43	\$ 365.419,97	\$ 436.937,69	\$ 474.518,88
UTILIDAD O PERDIDA DEL EJERCICIO	\$ 303.082,50	\$ 333.085,43	\$ 365.419,97	\$ 436.937,69	\$ 474.518,88
PARTICIP. TRABAJ. E IMP. A RENTA	\$ 45.462,38	\$ 49.962,81	\$ 54.812,99	\$ 65.540,65	\$ 71.177,83
15% PARTICIPACION TRABAJADORES	\$ 75.770,63	\$ 83.271,36	\$ 91.354,99	\$ 109.234,42	\$ 118.629,72
IMPUESTO A LA RENTA CAUSADO					
UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO	181.849,50	199.851,26	219.251,98	262.162,62	284.711,33

Elaborado por: El auto

Como refleja es estado de situación financiera de la empresa, está representado por los ingresos provenientes de las ventas de los productos y servicios.

El valor de la utilidad neta para el año 1 es de \$181.849,60; cerrando para el quinto año en \$ 284.711,33.

Tabla 38 FLUJO DE FONDOS

ESTADO DE RESULTADOS Al 31 de diciembre del 20	VALOR DE LA CUENTA AÑO 0	VALOR DE LA CUENTA AÑO 1	VALOR DE LA CUENTA AÑO 2	VALOR DE LA CUENTA AÑO 3	VALOR DE LA CUENTA AÑO 4	VALOR DE LA CUENTA AÑO 5
Cuentas						
TOTAL INGRESOS		\$ 857.151,57	\$ 1.149.376,76	\$ 1.463.062,58	\$ 1.799.755,72	\$ 2.146.441,02
Saldo Inicial de Caja		\$ 24.333,57	\$ 257.764,94	\$ 508.506,30	\$ 777.811,34	\$ 1.052.351,21
I. INGRESOS	\$ 299.883,57	\$ 832.818,00	\$ 891.611,83	\$ 954.556,28	\$ 1.021.944,37	\$ 1.094.089,81
1. INGRESOS OPERACIONALES		\$ 832.818,00	\$ 891.611,83	\$ 954.556,28	\$ 1.021.944,37	\$ 1.094.089,81
VENTAS NETAS		\$ 832.818,00	\$ 891.611,83	\$ 954.556,28	\$ 1.021.944,37	\$ 1.094.089,81
FUENTES PROPIAS	\$ 274.883,57					
INSTITUCIONES FINANCIERAS	\$ 25.000,00					
		\$ 389.714,30	\$ 416.648,31	\$ 445.465,30	\$ 476.297,63	\$ 509.286,96
1. COSTO DE VENTAS		\$ 389.714,30	\$ 416.648,31	\$ 445.465,30	\$ 476.297,63	\$ 509.286,96
COSTO DE PRODUCCION		\$ 389.714,30	\$ 416.648,31	\$ 445.465,30	\$ 476.297,63	\$ 509.286,96
SALIDA DE RED		\$ 374.768,10	\$ 401.225,32	\$ 429.550,33	\$ 459.874,97	\$ 492.340,42
MANO DE OBRA		\$ 14.946,20	\$ 15.422,98	\$ 15.914,98	\$ 16.422,66	\$ 16.946,55
		\$ 443.103,70	\$ 474.963,52	\$ 509.090,98	\$ 545.646,74	\$ 584.802,85
UTILIDAD OPERACIONAL		\$ 443.103,70	\$ 474.963,52	\$ 509.090,98	\$ 545.646,74	\$ 584.802,85
2. GTOS. ADMINISTRAC. VENTAS Y FINAN.		\$ 140.021,20	\$ 141.878,09	\$ 143.671,01	\$ 108.709,05	\$ 110.283,97
a. GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS		\$ 134.771,20	\$ 137.319,86	\$ 139.949,82	\$ 106.000,67	\$ 108.801,10
SUELDOS, SALARIOS		\$ 31.800,00	\$ 32.814,42	\$ 33.861,20	\$ 34.941,37	\$ 36.056,00
BENEFICIOS SOCIALES E INDEMNIZACIONES		\$ 12.240,70	\$ 12.631,18	\$ 13.034,11	\$ 13.449,90	\$ 13.878,95
ARRIENDOS		\$ 18.000,00	\$ 18.574,20	\$ 19.166,72	\$ 19.778,14	\$ 20.409,06
PROMOCION Y PUBLICIDAD		\$ 600,00	\$ 619,14	\$ 638,89	\$ 659,27	\$ 680,30
SUMINISTROS Y MATERIALES		\$ 1.800,00	\$ 1.857,42	\$ 1.916,67	\$ 1.977,81	\$ 2.040,91
AGUA, ENERGIA, LUZ Y TELECOMUNICACIONES		\$ 2.820,00	\$ 2.909,96	\$ 3.002,79	\$ 3.098,57	\$ 3.197,42
DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS		\$ 54.876,00	\$ 54.876,00	\$ 54.876,00	\$ 18.213,00	\$ 18.213,00
SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO		\$ 4.200,00	\$ 4.333,98	\$ 4.472,23	\$ 4.614,90	\$ 4.762,11
GASTO ESTRATEGIAS MARKETING		\$ 4.657,00	\$ 4.805,56	\$ 4.958,86	\$ 5.117,04	\$ 5.280,28
GASTO ESTRATEGIAS AMBIENTALES		\$ 3.777,50	\$ 3.898,00	\$ 4.022,35	\$ 4.150,66	\$ 4.283,07
		\$ 5.250,00	\$ 4.558,23	\$ 3.721,19	\$ 2.708,38	\$ 1.482,87
b. GASTOS FINANCIEROS		\$ 5.250,00	\$ 4.558,23	\$ 3.721,19	\$ 2.708,38	\$ 1.482,87
INTERESES		\$ 5.250,00	\$ 4.558,23	\$ 3.721,19	\$ 2.708,38	\$ 1.482,87
INVERSION INICIAL	\$ 275.550,00					
MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 119.800,00					
HERRAMIENTAS	\$ 3.000,00					
MUEBLES Y ENSERES	\$ 1.140,00					
SUMINISTROS Y MATERIALES	\$ 1.360,00					
EQUIPOS DE COMPUTACION	\$ 110.000,00					
EQUIPOS DE OFICINA	\$ 1.310,00					
MUEBLES DE OFICINA	\$ 18.000,00					
VEHICULO	\$ 20.940,00					
UTILIDAD (PERDIDA) DEL EJERCICIO		\$ 303.082,50	\$ 333.085,43	\$ 365.419,97	\$ 436.937,69	\$ 474.518,88
UTILIDAD O PERDIDA DEL EJERCICIO		\$ 303.082,50	\$ 333.085,43	\$ 365.419,97	\$ 436.937,69	\$ 474.518,88
15% PARTICIPACION TRABAJADORES		\$ 45.462,38	\$ 49.962,81	\$ 54.812,99	\$ 65.540,65	\$ 71.177,83
IMPUESTO A LA RENTA CAUSADO		\$ 75.770,63	\$ 83.271,36	\$ 91.354,99	\$ 109.234,42	\$ 118.629,72
UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO		\$ 181.849,50	\$ 199.851,26	\$ 219.251,98	\$ 262.162,62	\$ 284.711,33
GASTOS NO DESEMBOLSADOS		\$ 54.876,00	\$ 54.876,00	\$ 54.876,00	\$ 18.213,00	\$ 18.213,00
DEPRECIACIONES		\$ 54.876,00	\$ 54.876,00	\$ 54.876,00	\$ 18.213,00	\$ 18.213,00
		\$ 3.294,13	\$ 3.985,90	\$ 4.822,94	\$ 5.835,75	\$ 7.061,26
DESEMBOLSO CUOTA DEL CREDITO		\$ 3.294,13	\$ 3.985,90	\$ 4.822,94	\$ 5.835,75	\$ 7.061,26
SALDO FINAL DE CAJA	\$ 24.333,57	\$ 257.764,94	\$ 508.506,30	\$ 777.811,34	\$ 1.052.351,21	\$ 1.348.214,27

Elaborado por: El autor

El flujo de efectivo para el proyecto muestra valores positivos, siendo para el primer año de \$ 257.764,94; cerrando para el año 5 en \$ 1.348.214,27 incrementándose este último con el valor de salvamento de los activos, debe indicarse que este flujo identifica aquellos valores que por efectos contables se registran sin embargo no se

desembolsan como son las depreciaciones y amortizaciones. De la misma forma se descarga el capital del crédito que se cancela durante los cinco años.

Estado De Situación Financiera

Este estado muestra la posición económica y financiera de la empresa, con soporte en su activo, pasivo y patrimonio.

Tabla 39 Estado de Situación Financiera

BALANCE GENERAL						
Al 31 de diciembre del 20						
CUENTAS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ACTIVO	\$ 299.883,57	\$ 478.438,94	\$ 674.304,30	\$ 888.733,34	\$ 1.145.060,21	\$ 1.422.710,27
ACTIVO CIRCULANTE	\$ 24.333,57	\$ 257.764,94	\$ 508.506,30	\$ 777.811,34	\$ 1.052.351,21	\$ 1.348.214,27
CAJA	\$ 24.333,57	\$ 257.764,94	\$ 508.506,30	\$ 777.811,34	\$ 1.052.351,21	\$ 1.348.214,27
NO CIRCULANTE	\$ 275.550,00	\$ 220.674,00	\$ 165.798,00	\$ 110.922,00	\$ 92.709,00	\$ 74.496,00
MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 119.800,00	\$ 119.800,00	\$ 119.800,00	\$ 119.800,00	\$ 119.800,00	\$ 119.800,00
HERRAMIENTAS	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
MUEBLES Y ENSERES	\$ 1.140,00	\$ 1.140,00	\$ 1.140,00	\$ 1.140,00	\$ 1.140,00	\$ 1.140,00
SUMINISTROS Y MATERIALES	\$ 1.360,00	\$ 1.360,00	\$ 1.360,00	\$ 1.360,00	\$ 1.360,00	\$ 1.360,00
EQUIPOS DE COMPUTACION	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00
EQUIPOS DE OFICINA	\$ 1.310,00	\$ 1.310,00	\$ 1.310,00	\$ 1.310,00	\$ 1.310,00	\$ 1.310,00
MUEBLES DE OFICINA	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00
VEHICULO	\$ 20.940,00	\$ 20.940,00	\$ 20.940,00	\$ 20.940,00	\$ 20.940,00	\$ 20.940,00
DEPRECIACION ACUMULADA ACTIVOS FIJOS		\$ 54.876,00	\$ 109.752,00	\$ 164.628,00	\$ 182.841,00	\$ 201.054,00
PASIVO	\$ 25.000,00	\$ 21.705,87	\$ 17.719,97	\$ 12.897,04	\$ 7.061,28	\$ 0,02
PASIVO A LARGO PLAZO	\$ 25.000,00	\$ 21.705,87	\$ 17.719,97	\$ 12.897,04	\$ 7.061,28	\$ 0,02
PRÉSTAMO BANCARIO POR PAGAR	\$ 25.000,00	\$ 21.705,87	\$ 17.719,97	\$ 12.897,04	\$ 7.061,28	\$ 0,02
PATRIMONIO	\$ 274.883,57	\$ 456.733,07	\$ 656.584,33	\$ 875.836,31	\$ 1.137.998,92	\$ 1.422.710,25
CAPITAL PAGADO	\$ 274.883,57	\$ 274.883,57	\$ 274.883,57	\$ 274.883,57	\$ 274.883,57	\$ 274.883,57
UTILIDAD DEL EJERCICIO		\$ 181.849,50	\$ 199.851,26	\$ 219.251,98	\$ 262.162,62	\$ 284.711,33
UTILIDADES RETENIDAS DE EJERCICIOS ANTERIORES			\$ 181.849,50	\$ 381.700,76	\$ 600.952,74	\$ 863.115,35
TOTAL PASIVO MAS PATRIMONIO	\$ 299.883,57	\$ 478.438,94	\$ 674.304,30	\$ 888.733,34	\$ 1.145.060,21	\$ 1.422.710,27

Elaborado por: El autor

La consolidación financiera de la empresa muestra que el pasivo va decreciendo paulatinamente por efectos de la cancelación del crédito durante los cinco años, identificando un crecimiento del patrimonio por efecto de la acumulación de las utilidades retenidas en los cinco años, llegando a mostrar tanto el activo como el patrimonio al final de los cinco años con el 100%.

3.3.1.9. Viabilidad Financiera

Valor Actual Neto (VAN)

Para determinar el valor actual neto, es necesario establecer la tasa de descuento que toma en cuenta el rendimiento financiero que se espera por parte de los accionistas en la inversión que realizan para la actividad económica y la tasa de interés que se paga sobre el crédito a la institución financiera.

TMAR

Tabla 40 TASA DE DESCUENTO

TASA DE DESCUENTO				
FUENTES PROPIAS	\$ 274.883,57	92%	30%	27%
INSTITUCIONES FINANCIERA	\$ 25.000,00	8%	16%	1%
	\$ 299.883,57	\$ 1,00		29%

Elaborado por: El autor

La inversión efectuada por los dueños es del 92% de la inversión total, con una perspectiva de rendimiento del 30% y el financiamiento a través de instituciones financieras es del 8% con una tasa de interés del 16,3%, generando una tasa de descuento del 29%

Con estos indicadores el valor actual neto genera valores positivos como se muestra a continuación:

Tabla 41 VALOR ACTUAL NETO

PERIODO	FLUJO	FACTOR	VALOR PRESENTE	FACTOR A CERO	FLUJOS DESCONTADOS	FLUJOS ACUMULADOS
0	\$ (299.883,57)		\$ -299.883,57			
1	\$ 257.764,94	1,290	\$ 199.817,78	1,810	\$ 0,00	\$ 199.817,78
2	\$ 508.506,30	1,664	\$ 305.574,36	3,276	\$ 0,00	\$ 505.392,14
3	\$ 777.811,34	2,147	\$ 362.330,71	5,930	\$ 0,00	\$ 867.722,85
4	\$ 1.052.351,21	2,769	\$ 380.015,98	10,733	\$ 0,00	\$ 1.247.738,83
5	\$ 1.348.214,27	3,572	\$ 377.407,36	19,426	\$ 0,00	\$ 1.625.146,20
			\$ 1.325.262,63	\$ 1.625.146,20	\$ 0,00	

Elaborado por: El autor

Los flujos acumulados para el año 5 es de \$ 1.625.146,20, restada la inversión inicial que se realiza en el año cero tenemos un saldo de \$ 1.325.262,63.

TASA INTERNA DE RETORNO

La tasa interna de retorno, muestra la tasa óptima en que los flujos al ser descontados generan un valor actual neto de cero, este indicador es del 82%.

Tabla 42 TASA INTERNA DE RETORNO

	\$	\$	\$	
TIR	1.325.262,63	1.625.146,20	0,82	82%

Elaborado por: El autor

Como se logra percibir esta tasa está por sobre la tasa de descuento que es del 29% demostrando la viabilidad del proyecto.

Tabla 43 PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSIÓN (PRI)

PRI	AÑOS			1,33
	MESES	0,33	9 MESES	3,96
	DIAS	0,96	7 DIAS	28,80

Elaborado por: El autor

Para la determinación del período de recuperación es necesario visualizar que entre los dos últimos años de los flujos descontados; frente a la inversión inicial se encuentra el tiempo que se recupera la misma. Por lo tanto la recuperación de la inversión está comprendida entre 1 AÑO, 3 MESES Y 28 DÍAS, lo que compagina con el 31% de tasa interna de retorno.

COSTO BENEFICIO Y BENEFICIO COSTO

Tabla 44 RELACION COSTO/BENEFICIO

COSTO BENEFICIO	0,18
BENEFICIO COSTO	5,42

Elaborado por: El autor

El costo beneficio para este proyecto es de 0.184, es decir que para generar un dólar la empresa necesita invertir 18 centavos de dólar.

En cuanto al beneficio costo, esto implica que por cada dólar que la empresa invierte recibe un beneficio de 1 dólar con 82 centavos.

PUNTO DE EQUILIBRIO

Es necesario determinar el punto de equilibrio para la empresa, este indicador permite identificar el momento en que la empresa cubre sus costos y gastos que a partir de este momento de generan utilidades o beneficio para la empresa.

Tabla 45 PE por año

PE año 1 = \$	263.171,30
PE año 2 = \$	266.336,63
PE año 3 = \$	269.386,16
PE año 4 = \$	203.601,69
PE año 5 = \$	206.326,91

Elaborado por: El autor

Para establecer el punto de equilibrio se tomaron en cuenta los ingresos por concepto de ventas que genera la empresa, de igual manera el costo fijo y el costo variables que forman el costo total.

Tabla 46 Fórmula Punto de equilibrio

		COSTOS FIJOS TOTALES
PUNTO DE EQUILIBRIO =		
	1 -	COSTOS VARIABLESTOTALES
		VENTAS TOTALES

Para calcular el punto de equilibrio se aplicó la fórmula que muestra la relación de los costos fijos totales frente a uno menos la relación costos variables totales sobre las ventas totales, arrojando los siguientes resultados:

Tabla 47 PUNTO DE EQUILIBRIO

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	ACUMULADO
VENTAS	\$ 832.818,00	\$ 891.611,83	\$ 954.556,28	\$ 1.021.944,37	\$ 1.094.089,81	\$ 4.795.020,29
COSTOS FIJOS	\$ 140.021,20	\$ 141.878,09	\$ 143.671,01	\$ 108.709,05	\$ 110.283,97	\$ 644.563,32
COSTOS VARIABLES	\$ 389.714,30	\$ 416.648,31	\$ 445.465,30	\$ 476.297,63	\$ 509.286,96	\$ 2.237.412,51
COSTO TOTAL	\$ 529.735,50	\$ 558.526,40	\$ 589.136,31	\$ 585.006,68	\$ 619.570,93	\$ 2.881.975,82

Elaborado por: El autor

Para el año 1 el punto de equilibrio es de \$, 263.171,30 cerrando para el año 5 en \$ **206.326,91**; sin embargo, es necesario observar que entre los años 2, 3 y 4 el punto de equilibrio es menor que para el año 1.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. Por las características, la tecnología GPON es superior a ADSL ya que maneja velocidades desde 2.4/1.8 Gb de bajada y subida los cuales permite beneficiar a los servicios de transmisión de información, VOIP, IPTV y aplicaciones en internet.
2. El cambio de tecnología en la parroquia de Cumbayá permitiría ofrecer nuevos y mejores paquetes en cuanto a velocidad de navegación permitiendo satisfacer las necesidades de los posibles usuarios y aplicaciones que requieren mayor ancho de banda.
3. Del estudio realizado se concluye que es factible técnicamente, ya que existe el medio necesario físico como ductería, postes de distribución, etc. y se cuenta con empresas proveedoras que brindan los equipos necesarios para la implementación de esta red.
4. El diseño planteado ofrece cobertura de red a los sectores más importantes de la parroquia de Cumbayá, ya que, al dividir en 6 zonas se establece una mejor distribución de los recursos y aplicaciones que daría la red GPON, garantizando la calidad de servicio.
5. Se ha realizado el diseño técnico de una red de última milla para el sector de Cumbayá, utilizando la tecnología GPON desde la oficina central (OLT) hasta el usuario final (ONT).

4.2. Recomendaciones

1. Explotar todos los beneficios que nos dará la nueva tecnología GPON, ya que al tener altas velocidades, podremos conseguir mayor número de servicios y aplicaciones con una excelente calidad.
2. Difundir los servicios que le brinda la red GPON para que se identifique con claridad la cadena de valor en cuanto al uso de la nueva red como una opción aceptable y razonable.
3. Según los estudios realizados de factibilidad económica, se recomienda la implementación del diseño planteado, obteniendo los siguientes resultados Valor Actual Neto (VAN) mayor a cero, que representa la viabilidad del proyecto y la Tasa Interna de Retorno (TIR) la recuperación de la inversión sería en un periodo menor a cinco años.
4. Generar nuevos proyectos especializados para cada uno de los segmentos como son el residencial o conocido como HOME, especializarse hacia la pequeña empresa, que si bien es cierto existen empresas que direccionan su servicio hacia este sector no se especializan en cuanto a las necesidades que estas tienen.
5. Es necesario que se garantice a la población, usuarios y abonados la calidad y disponibilidad del servicio garantizando así la confianza en un sistema seguro, por lo que se recomienda a más de implementar esta nueva red; el mantenimiento constante de la misma tanto en su línea de tendido como en sus respectivos componentes desde la oficina central hacia cada uno de los puntos, como los splitters y/o hasta el usuario final.

4.3. Bibliografía

- DISTRIBUCION LOGICA*. (7 de Octubre de 2009). Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de DISTRIBUCION LOGICA: <http://infolezano.blogspot.com/2009/10/distribucion-logica-red-punto-punto-las.html>
- Asesoría Técnica Especializada*. (06 de 2011). Recuperado el 21 de 07 de 2011, de Resolución SNT-2011-0669 -: Disponible en: http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=1470:resolucion-snt-2011-0669-asesoria-tecnica-especializada-banda-1900-mhz&catid=46:noticias-arti
- AgoraSysTel. (2012). *Fabila*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Fabila: <http://www.fabila.com/proyectos/ftth/serviciose.asp>
- Apuntes de Networking. (2011). *La fibra óptica (1). Monomodo y Multimodo*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de La fibra óptica (1). Monomodo y Multimodo: <http://apuntesdenetworking.blogspot.com/2012/01/la-fibra-optica-monomodo-y-multimodo.html>
- ARQHYS. (2011). *Tipos de cables de red*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Tipos de cables de red: <http://www.arqhys.com/casas/tipos-cables-red.html>
- Campo Rodríguez, J. C. (2010). *Curso de Fibra óptica*. Oviedo: ATE Universidad de Oviedo.
- Chomycz, B. (1998). *“Instalaciones de Fibra Óptica.”* Ed. McGraw-Hill .
- CINIT. (01 de 08 de 2001). *Centro de Investigación e Innovación en Telecomunicaciones*. Recuperado el 07 de 01 de 2012, de WDM, Una Tecnología con fibra: <http://www.cinit.org.mx/articulo.php?idArticulo=1>
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones. (2009). *Plan de Inversiones 2009, Corporación Nacional de Telecomunicaciones*. Quito: CNT.
- Corporativo. (2010). *Movimiento ondulatorio*. Recuperado el 12 de 04 de 2011, de <http://fisicaenondax4blog.blogspot.com/p/de-que-manera-se-grafican-las-ondas.htm>
- Derecho, I. y. (2012). *Internet, Nuevas Tecnologías y Derecho*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Internet, Nuevas Tecnologías y Derecho: <http://www.internetjuridico.zobyhost.com/T7%20NGA.html>
- Di Santi, C. (2010). *A la carga dijo Coulomb*. Recuperado el 06 de 04 de 2011, de Optica Geométrica y Reflexión: http://masfisica.ucoz.com/index/optica_geometrica_y_reflexion/0-6
- Escuela Politécnica Nacional. (08 de 06 de 2011). *CEM*. Obtenido de <http://cem.epn.edu.ec/applets/APPLETS/5%20Cuantica/137%20El%20espectro%20electromagn%C3%A9tico/espectro.htm>

- Fibremex. (12 de Abril de 2012). *Fibremex El catálogo de las Telecomunicaciones*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Fibremex El catálogo de las Telecomunicaciones: <http://fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=news&ext=news&id=30>
- Frenzel, L. E. (2003). *Electrónica aplicada a los sistemas de las comunicaciones*. México D.F.: Alfaomega.
- Galeón. (2006). *Cable de Fibra óptica*. Recuperado el 29 de 06 de 2011, de Aficiones: <http://modul.galeon.com/aficiones1366320.html>
- Global Telecom. (2012). *Quality is our pledge*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Quality is our pledge: <http://www.globaltele.com.ua/eng/products/464/387/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Cumbayá. (2011). *Plan de Desarrollo Territorial*. Quito: GAD Cumbayá.
- Gossing, M. (2000). *Conductores de fibras ópticas*. Marcombo.
- GS. (1997). *Comunicaciones, Telecomunicaciones: Redes de datos*,. México: Mc. Graw-Hill.
- Guanopatín , A. (s.f.). *Estudio de Servicios de Telecomunicaciones Inalámbricas (Voip, Datos E Internet) para Los Sectores De Tumbaco Y Cumbayá Para La Empresa Lutrol S.A.* Recuperado el 13 de 03 de 2011, de Interactive.: <http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/384/1/T-ESP>
- Guanopatín, A. (2010). *Estudio de Servicios de Telecomunicaciones Inalámbricas*. Quito: ESPE.
- Harte, L. (2012). *IPTV Optical Distribution*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de IPTV Optical Distribution: http://www.iptvmagazine.com/2008_07/IPTVMagazine_2008_07_IPTV_Optical_Distribution.html
- HARVRD BUSINNES . (s.f.). *COMOMEDIR EL RENDIMIEMTO DE LA EMPRESA*.
- Hidalgo, P. (Septiembre 2008.). *“Redes de Área Extendida”*. .
- Huawei. (2012). *Huawei Carrier Network*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Huawei Carrier Network: <http://www.huawei.com/en/products/fixed-access/fttx/olt/ma5600t/index.htm>
- Huintema,, C. (2001). *Routing in the internet, Englewood Cliffs*, . New Jersey, : Prentice Hall.
- Información, T. d. (Octubre de 2009). *Diseño de la Infraestructura y Sistema de Información*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Diseño de la Infraestructura y Sistema de Información: <http://www.oocities.org/es/argenisc/tinfo/tfinal/tfinal.html>
- Innovation, N. E. (2012). *Acceso FTTx*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Acceso FTTx: http://ar.nec.com/es_AR/global/solutions/nsp/fixed/fttx.html
- Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. (2010). *Estadísticas*. Recuperado el 10 de 06 de 2011, de WWW.INEC.GOB.EC

- Jiménez, M. S. (2008). "Comunicaciones Ópticas" . En *Comunicaciones Ópticas* (págs. 15 - 84).
- Leonberger. (2002). *Revealing the small range of radio-microwave frequencies*. *Phys. Educ.* September 2002 (Vol. Vol. 37).
- Llorente, A. (2001). *firaopticahoy.com*. Recuperado el 28 de 07 de 2011, de Detector de roturas de fibras ópticas: <http://www.fibraopticahoy.com/detector-de-rotura-de-fibras-opticas/>
- Logroño López, J. (2008). *Integración de las redes ópticas pasivas Ethernet (EPON/GPON)*.
- Madrou, T. (2003). *Local Area Networks: New Technologies, Emergin Standards*, . Nueva York, : Wiley .
- Martín, J. M. (1988). *Comunicaciones ópticas*. Paraninfo.
- Martínez Abadía, J. (2004). *Manual básico de tecnología audiovisual y técnicas de creación emisión y difusión de contenidos*.
- Moreton, M. A. (28 de Marzo de 2011). *Teoría y Cálculo de Antenas*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Teoría y Cálculo de Antenas: <http://martinmoreton.wordpress.com/>
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2011). *Estadísticas*. Recuperado el 20 de 06 de 2011, de <http://www4.quito.gov.ec/mapas/indicadores/empleo.htm>
- Notas de Ingeniero en Sistemas. (29 de Septiembre de 2011). *Fibra óptica*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Fibra óptica: <http://notasensistemas.blogspot.com/2011/09/fibra-optica.html>
- Ortega, B. (2002). *Libro Redes ópticas, por* . Tamarit.
- Pabón Taco, D. P. (2009). *Diseño de acceso de una red GPON para proveer servicio triple play*. Quito: EPN.
- Pabón, D. (2011). *Diseño de una red de acceso para promover servicios triple play*. Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- Palmer Navarro, Roberto; Rojas Carmona, Emilio; Sánchez Illiana, Angel; Ortíz Fernández, Javier;. (27 de Junio de 2006). *Ciencia en acción*. Recuperado el 2 de 04 de 2011, de OFECYT: http://www.google.com.ec/imgres?um=1&hl=es&tbm=isch&tbnid=-lLODroIh2lyNM:&imgrefurl=http://www.cienciaenaccion.org/anteriores/material/trabajos_cas/id_130/index.htm&docid=t_0clrNMpXW8UM&imgurl=http://www.cienciaenaccion.org/anteriores/material/trabajos_ca
- Peña Patiño, L. A. (12 de 04 de 2012). *Tipo de fibra óptica*. Recuperado el 20 de 06 de 2012, de Luis Alberto Peña Patiño: <http://luis1194.blogspot.com/>
- Pereda, José. , M. (2004). *"Sistemas y Redes Ópticas de Comunicaciones"*.. Pearson – Prentice Hall .

- Planet Art. (2011). *Planet Art*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Planet Art:
<http://www.biosonic.org/ManualSpa/COLORS.html>
- Portal Hacker. (2009). *Portal Hacker*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Portal Hacker: <http://www.portalhacker.net/index.php?topic=86911.0>
- Power & Tel. (2012). *Fttx Solutions*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Fttx Solutions:
<http://www.ptsupply.com/>
- reference, I. (28 de Noviembre de 2008). *El modelo jerárquico de 3 capas de Cisco*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de El modelo jerárquico de 3 capas de Cisco:
<http://ipref.wordpress.com/2008/11/28/modelo-jerarquico-de-red/>
- Robledo, C. S. (2006). *Redes de computadoras*,. México,: Editores e Impresores Foc, S.A. de C.V.
- Rubio , M. B. (1994). *Introducción a la ingeniería de la fibra óptica*. . Buenos Aires: : Addison-Wesley Iberoamericana, .
- Saborit, J. I. (20 de Enero de 2008). *Fabila*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Principios de la transmisión por Fibra Óptica:
<http://www.fabila.com/noticia.asp?id=670>
- Safford, E. (1988). *Introducción a la fibra óptica y el láser*. Paraninfo.
- Safford,, E., & Nobre García, J. (1994). *Introducción a la fibra óptica y el láser*. . Madrid: : Paraninfo, .
- Serviojr. (16 de Diciembre de 2007). *Programación y tecnología*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Programación y tecnología: <http://serviojr.blogspot.es/i2007-12/>
- Stalling, W. (2001). *Data and Computers Communications*, . N. J. : 5ª. Ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall .
- Stallings, W. (2002). *Comunicaciones y Redes* (Vol. Sexta Edición). Madrid - España.
- Stealth Telecom . (s.f.). *Stealth Telecom* . Recuperado el 16 de Diciembre de 2012, de Stealth Telecom : <http://www.stealthtelecom.net/>
- St-P. , A., & S. William,. (2002). *Redes Locales e Internet*, . México, : Trillas 2002.
- Telecomasia.net. (s.f.). *"FTTx Solution White Paper"* . Recuperado el 23 de 05 de 2012, de http://www.telecomasia.net/pdf/ZTE/ZTE_091709.pdf
- Telecorc. (2009). *Telecorc*. Recuperado el 26 de 06 de 2011, de Conceptos Básicos:
<http://telecorc.blogspot.com/2010/11/conceptos-basicos.html>
- TELNET. (s.f.). *Redes Inteligentes*. Recuperado el 10 de 07 de 2011, de www.telnet-ri.es

textoscientíficos. (25 de 11 de 2005). *Textoscientíficos.com*. Recuperado el 26 de 06 de 2011, de Tipos de fibra óptica:
<http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>

Universidad del Azuay. (s.f.). *Universidad del Azuay estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/optica.htm*, . Recuperado el 10 de 06 de 2012, de Teleproceso Apuntes:
http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/optica.htm

Vallejo, D. (2012). *Investigación de Mercados*. Quito.

Vallejo, D. (2012). *Investigación de Mercados*. Cumbayá.

Wikipedia. (2010). *Onda Electromagnética*. Recuperado el 19 de 06 de 2011, de
http://es.wikipedia.org/wiki/Onda_electromagn%C3%A9tica

wikipedia org. (s.f.). *Wikipedia Fibra óptica*. Recuperado el 23 de 06 de 2011, de
http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica

Glosario de Términos Básicos

ACL (Lista de Control de Acceso): Una Lista de Control de Acceso o ACL es un concepto de seguridad informática usado para fomentar la separación de privilegios, permiten controlar el flujo del tráfico en equipos de redes, tales como routers y switches y su principal objetivo es filtrar tráfico, permitiendo o denegando el tráfico de red de acuerdo a alguna condición.

Amortización: Es una disminución gradual o extinción gradual de cualquier deuda durante un periodo de tiempo. La amortización de un préstamo se da cuando el prestatario paga al prestamista un reembolso de dinero prestado en un cierto plazo con tasas de interés estipuladas. “Algunas formas de amortización son: pago de una deuda mediante pagos consecutivos al acreedor, extinción gradual en libros de una prima de seguros o bonos, reducción al valor en libros de una partida de activo fijo, depreciación o agotamiento, baja en libros.” (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, 2010)

Ancho de Banda: Longitud de onda de la señal, medida en Hertz (Hz), del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal

BER (*Bit Error Ratio*): en telecomunicaciones, el número de bits o bloques incorrectamente recibidos, con respecto al total de bits o bloques enviados durante un intervalo especificado de tiempo.

Bit: acrónimo de Binary digit (dígito binario), “unidad mínima de información empleada en informática, como parte del sistema de numeración binario. Un bit o dígito binario puede representar uno de los siguientes valores: 0 (cero) ó 1 (uno). P)”.

Campo Magnético: es una región del espacio en la cual una carga eléctrica que se desplaza a una velocidad V sufre los efectos de una fuerza que es perpendicular y proporcionad tanto a la velocidad como al campo. Dicho campo es producido por la corriente eléctrica que circula por un conductor.

Concesión de uso de frecuencias: “Derechos por el uso del espectro electromagnético a todos los sistemas y servicios, contemplados en el Reglamento Especial a la Ley de Telecomunicaciones, emitido por el CONATEL.” (Jiménez, 2008)

FBT (*Fused Biconic Tapered*): “Método que permite que dos fibras fusionen sus revestimientos, con lo que se permite acercar los núcleos lo suficiente para que pueda existir una transferencia de potencia efectiva entre modos (válida para fibra monomodo)”. (Telecomasia.net)

Fibra óptica: es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. “El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED”. Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio o cable.

Firewall (Cortafuegos): Es una parte de un sistema o una red que está diseñado para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas. Se trata de un dispositivo o conjunto de dispositivos configurados para permitir, limitar, cifrar, descifrar, el tráfico entre los diferentes ámbitos sobre la base de un conjunto de normas y otros criterios.

Flujo de Fondos: Un flujo de fondos está definido como el excedente de recursos estables, con relación a los empleos duraderos, utilizado para financiar una parte de los activos circulantes. Corresponde a los elementos indispensables para que empiece y se mantenga el ciclo de explotación de la empresa.

GEM (*GPON Encapsulation Method*): Es un “método que encapsula datos sobre GPON y que permite transportar cualquier tipo de servicio basado en paquetes (Ethernet, TDM, ATM, etc.) en un protocolo síncrono basado en tramas periódicas de 125 ms. Con GEM, las tramas Ethernet son fragmentadas permitiendo el uso de entramado periódico constante, lo que posibilita que ciertos servicios con requerimientos estrictos sean transportados en el momento correcto” (Información, 2009). Además las tramas Ethernet pueden ser reensambladas después de la recepción.

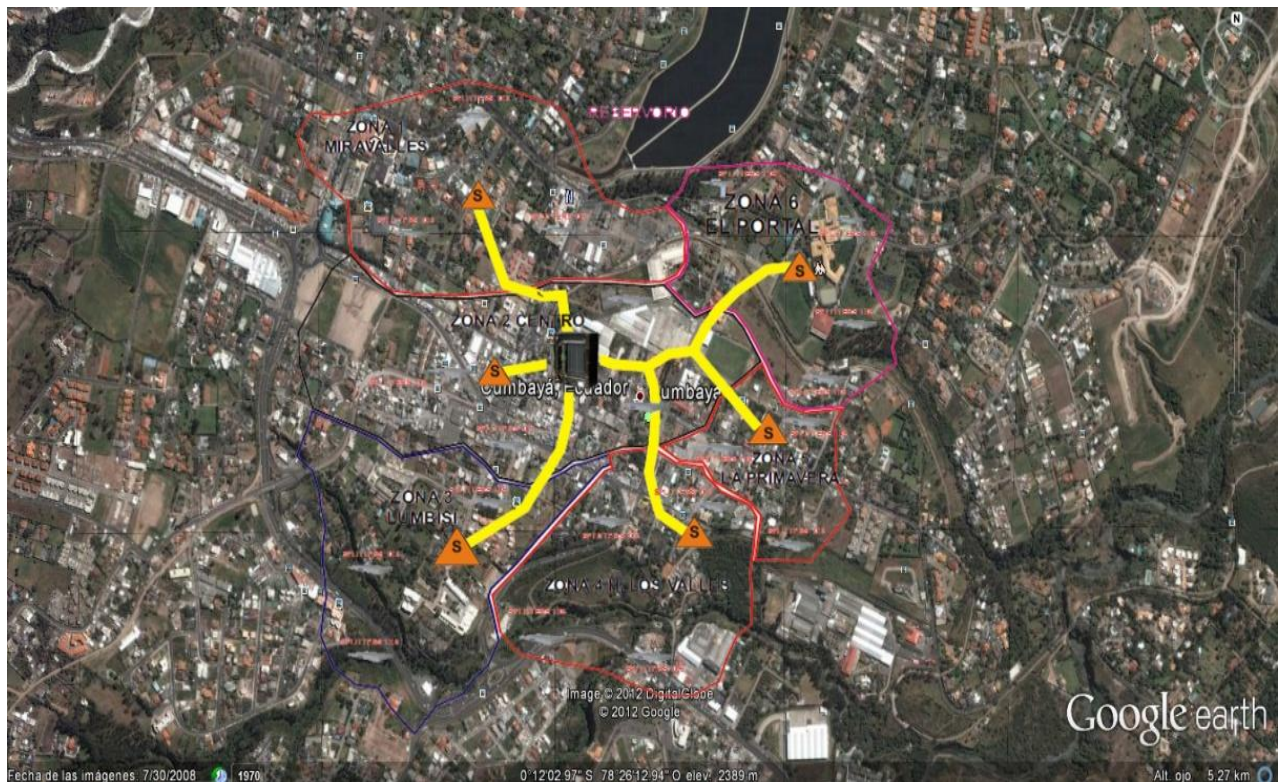
GEM se basa en el estándar GFP (Generic Framing Procedure) del ITU-T G.7041, con modificaciones menores para optimizarla para las tecnologías PON. GPON de este modo, no sólo ofrece mayor ancho de banda que sus tecnologías predecesoras, es además mucho más eficiente y permite a los operadores continuar ofreciendo sus servicios tradicionales (voz basada en TDM, líneas alquiladas, etc.) sin tener que cambiar los equipos instalados en las dependencias de sus clientes

ISP (Internet Servier Provider- Proveedor de Servicios de In Internet): es una empresa que brinda conexión a la Internet a sus clientes. “Un ISP conecta a sus usuarios a la Internet a través de diferentes tecnologías como DSL, Cable módem, GSM. Dial-up. Wifi, entre otros” (Stallings, 2002). Muchos ISP también ofrecen servicios relacionados con la Internet, como el correo electrónico, alojamiento web, registro de dominios, servidores de noticias etc.

Red de última milla: “La última milla es definida en las telecomunicaciones como el tramo final de una línea de comunicación, ya sea telefónica o un cable óptico, que da el servicio al usuario”. (Safford, & Nobre García, 1994)

ANEXOS

Anexo 1: Planos de Red GPON



Anexo 2: Encuesta.

UNIVERSIDAD SEK

ENCUESTA PARA USUARIOS DE INTERNET

OBJETIVO: Determinar el nivel de consumo y requerimientos de internet con tecnología GPON de la ciudad de Quito, parroquia de Cumbayá.

DATOS DE IDENTIFICACION

Género: masculino..... Femenino.....	Empresa:
Edad:	Sector :
Especialidad:	Actividad:

Instrucciones: Lea detenidamente cada una de las preguntas y responda según corresponda de manera clara y sincera para establecer mecanismos de cobertura a las necesidades de internet y transmisión de datos en red, de antemano le expresamos nuestros agradecimientos.

1. ¿Utiliza el servicio de internet para transmitir información?

Definitivamente si	Probablemente si	Probablemente no	Definitivamente no
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.- ¿Cuál es su proveedor de internet actualmente?

CNT EP	TV Cable	Telecom del Ecuador S.A.	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.- ¿Para que utiliza internet?

3.1. Correo electrónico	<input type="checkbox"/>	3.5. Video Conferencia	<input type="checkbox"/>
3.2. Transmisión de datos	<input type="checkbox"/>	3.6. VOIP	<input type="checkbox"/>
3.3. Televisión digital	<input type="checkbox"/>		
3.4. Telefonía	<input type="checkbox"/>		

OTRO:

4.- ¿Considera usted como elemento importante la velocidad del servicio de internet?

Definitivamente Si	Probablemente Si	Probablemente No	Definitivamente No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.- ¿El Internet le ha servido como una herramienta de trabajo para desarrollo de sus actividades?

Siempre

Casi Siempre

Algunas Veces

Nunca

6.- ¿Qué inconvenientes encuentra en el servicio que le brinda el proveedor actual de internet?

Cortes de servicio

Lentitud en la descarga de información

Lentitud en el envío de información

Otros

Indique cual.....

7.- ¿Sus solicitudes de información o atención a fallas técnicas han sido atendidas de manera eficiente?

Siempre

Casi Siempre

Algunas Veces

Nunca

8.- ¿Cuál es su habito de uso y que nivel de importancia le da a las siguientes herramientas que le brinda internet?

S = Siempre

CS = Casi siempre

RV = Rara vez

N = Nunca

PREGUNTAS	HABITO DE USO				Tiempo en horas	NIVEL DE IMPORTANCIA		
	S	C.S	R.V	N		ALTA	MEDIA	BAJA
8.1. Video Conferencia								
8.2. Herramienta didáctica								
8.3. Aprendizaje digital								
8.4. Portal de noticias								
8.5. Televisión digital								
8.6. Radio digital								
8.7. Redes sociales								
8.8. Telefonía local								
8.9. Correo electrónico								
8.10. Transacciones bancarias								

9.- ¿Qué tipo de red le gustaría que se implementara?

Redes Cableadas

Redes inalámbricas

10.- ¿Si su red fuese atacada, que daño no le gustaría que le ocasionara ese ataque?

Robo de Información

Daño de Maquinas

Usar la red para otros ataques

11.- Para usted, ¿Qué es lo más importante en su conexión a Internet?

Velocidad.

Seguridad.

Movilidad.

Escalabilidad.

Flexibilidad.

Adaptabilidad

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

"Se necesita coraje para pararse y hablar. Pero mucho más para sentarse y escuchar".

Winston Churchill

Anexo 3 Estudio del Mercado de la parroquia de Cumbayá

Usuarios Potenciales

Luego de un análisis del sector, se determinó que los usuarios potenciales se dividirán en grupos: habitantes de la zona, residentes domiciliarios y negocios, cadenas comerciales, restaurantes, etc.

Análisis e Interpretación de resultados

En esta sección se realizará el análisis e interpretación de los resultados de la investigación de mercados realizada a las familias de la parroquia de Cumbayá, considerando que el servicio o los servicios que ofrece el nuevo sistema tecnológico de GPON, va encaminado hacia el sector residencial, comercial o empresarial.

Tabla 48 Pregunta 1

Actualmente dispone de alguno de los siguientes servicios					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Telefonía	65	32,3	32,3	32,3
	internet	52	25,9	25,9	58,2
	televisión por cable	41	20,4	20,4	78,6
	Telefonía e internet	14	7,0	7,0	85,6
	telefonía y Cable	3	1,5	1,5	87,1
	Internet y cable	11	5,5	5,5	92,5
	todos	5	2,5	2,5	95,0
	otros	6	3,0	3,0	98,0
	Internet y Otro	1	,5	,5	98,5
	Telefonía y Otros	1	,5	,5	99,0
	Telefonía e Internet y Televisión por cable	2	1,0	1,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

Se ha logrado determinar que del total de los encuestados, disponen del servicio de telefonía un 32,3%, seguido por un 25,9% que utiliza el servicio de internet y un 20,4% con uso de televisión por cable, esto demuestra que de los 201 encuestados la gran mayoría solo dispone de un solo servicio, existe un 7% de usuarios que disponen de telefonía e internet, un 1,5% telefonía y cable, un 5,5% internet y cable, un 2,5% que dispone de todos los servicios, un 3% que utiliza otros servicios que los mencionados, un 0,5% de usuarios que ocupan los servicios de internet y otro aparte y así mismo un 0,5% con el uso de telefonía y otro servicio, finalmente un 1% que utiliza los tres servicios, lo que nos indica que se debería fomentar la utilización de múltiples servicios ofrecidos por la red GPON

Tabla 49 Pregunta 2

Qué tipo de servicio le gustaría contratar					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Telefonía	19	9,5	9,5	9,5
	Internet	61	30,3	30,3	39,8
	Televisión por cable	77	38,3	38,3	78,1
	Telefonía y Cable	1	,5	,5	78,6
	Internet y Cable	14	7,0	7,0	85,6
	Todos	4	2,0	2,0	87,6
	Otros	24	11,9	11,9	99,5
	internet y cable y otro	1	,5	,5	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

Hemos determinado que, de los encuestados que le gustaría contratar un nuevo servicio o cambiar el que actualmente poseen un 9,5% se inclina al servicio de telefonía, un 30,3% al servicio de internet, un 38,3% se interesa por televisión por cable, un 0,5% telefonía y cable, un 7% internet y cable y un 2% interesado en los tres, lo que nos demuestra que la mayoría de usuarios se rige a la contratación de un solo servicio siendo los más predominantes el servicio de internet y televisión por cable.

Tabla 50 Pregunta 3

Utiliza el servicio de internet para transmitir información					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Definitivamente Si	121	60,2	60,2	60,2
	Probablemente Si	61	30,3	30,3	90,5
	Probablemente No	12	6,0	6,0	96,5
	Definitivamente No	4	2,0	2,0	98,5
	No responde	3	1,5	1,5	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados se ha querido determinar si el servicio de internet le ha servido para el tráfico de información por lo cual hemos determinado que definitivamente el internet es un servicio fuerte en la transmisión de información obteniendo como respuesta un 60,2% de usuarios que expresan que definitivamente si lo utiliza con el fin de transmitir información, un 30,3% que probablemente si lo usa con ese fin, un 6% probablemente no, un 2% definitivamente no y un 1,5% que no responde.

Tabla 51 Pregunta 4

Cuál es su proveedor de internet actualmente					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	CNTEP	48	23,9	23,9	23,9
	TV Cable	63	31,3	31,3	55,2
	Telecom del Ecuador S.A.	33	16,4	16,4	71,6
	Otro	45	22,4	22,4	94,0
	CNTEP y TV Cable	5	2,5	2,5	96,5
	TV cable y Telecom del Ecuador S.A.	1	,5	,5	97,0
	Ninguno	4	2,0	2,0	99,0
	TV Cable y Otro	2	1,0	1,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados se ha determinado a los proveedores que actualmente ofrecen sus servicios, CNTEP un 23,9%, un 31,3% Tv Cable, un 16,4% Telecom del Ecuador S.A., un 22,4% que utilizan otro proveedor, un 2,5% utilizan los servicios de CNTEP y Tv Cable, un 0,5% Tv Cable y Telecom del Ecuador S.A., un 2% que no utiliza ninguno y un 1% el uso de Tv Cable y Otro proveedor, esto nos demuestra que los proveedores más posicionados son CNTEP y Tv Cable, así mismo con sus servicios más ponderantes que son el internet y la televisión por cable.

Tabla 52 Pregunta 5

Para que utiliza internet					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Correo electrónico	34	16,9	16,9	16,9
	Trasmisión de datos	64	31,8	31,8	48,8
	Televisión digital	24	11,9	11,9	60,7
	Telefonía	24	11,9	11,9	72,6
	Video	11	5,5	5,5	78,1
	VOIP	1	,5	,5	78,6
	Correo electrónico y Trasmisión de datos	19	9,5	9,5	88,1
	Correo electrónico y Televisión digital	2	1,0	1,0	89,1
	Correo electrónico y Telefonía	1	,5	,5	89,6
	Correo electrónico y Video	2	1,0	1,0	90,5
	Correo electrónico y Trasmisión de datos y Televisión digital	7	3,5	3,5	94,0
	Correo electrónico y Trasmisión de datos y Telefonía	5	2,5	2,5	96,5
	Correo electrónico y Trasmisión de datos y Video	3	1,5	1,5	98,0
	Correo electrónico y Televisión digital y Video	2	1,0	1,0	99,0
	Trasmisión de datos y Televisión digital y Telefonía y VOIP	1	,5	,5	99,5
	Correo electrónico y Televisión digital y otro	1	,5	,5	100,0

Elaborado por: El autor

De los encuestados hemos podido determinar la utilización que le dan al servicio de internet, obteniendo, un 16,9% al uso de correo electrónico, un 31,8 a la trasmisión de

datos, un 11,9% a la televisión digital, y así mismo un 11,9% lo usa para telefonía, un 5,5% para la utilización de video, un 0,5% a VOIP (Voz sobre Protocolo de Internet), un 9,5% correo electrónico y transmisión de datos, un 1% al uso de correo electrónico y televisión digital, un 0,5% correo electrónico y telefonía, un 1% correo electrónico y video, un 3,5% correo electrónico, transmisión de datos y televisión digital, un 2,5% correo electrónico, transmisión de datos y telefonía, un 1,5% correo electrónico, transmisión de datos y video, un 1% correo electrónico, televisión digital y video, un 0,5% transmisión de datos, televisión digital, telefonía y VOIP y un 0,5% correo electrónico, televisión digital y otro, lo cual nos indica que de los 201 encuestados la mayoría muestra una mayor utilización a herramientas básicas de internet, en este caso el correo electrónico y la transmisión de datos.

Tabla 53 Pregunta 6

Qué servicio le gustaría tener		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Correo electrónico	10	5,0	5,0	5,0
	Trasmisión de datos	28	13,9	13,9	18,9
	Televisión digital	53	26,4	26,4	45,3
	Telefonía	27	13,4	13,4	58,7
	Video	39	19,4	19,4	78,1
	VOIP	5	2,5	2,5	80,6
	Correo electrónico y Trasmisión de datos	8	4,0	4,0	84,6
	Trasmisión de datos y Televisión digital	1	,5	,5	85,1
	Trasmisión de datos y Telefonía	1	,5	,5	85,6
	Trasmisión de datos y Video	1	,5	,5	86,1
	Televisión digital y Telefonía	3	1,5	1,5	87,6
	Televisión digital y Video	4	2,0	2,0	89,6
	Telefonía y Video	2	1,0	1,0	90,5
	Correo electrónico y Trasmisión de datos y Televisión digital	9	4,5	4,5	95,0
	Trasmisión de datos y Televisión digital y Video	1	,5	,5	95,5
	Televisión digital y Telefonía y Video	4	2,0	2,0	97,5
	Televisión digital y Video y VOIP	1	,5	,5	98,0
	Correo electrónico y Trasmisión de datos y Televisión digital y Telefonía	2	1,0	1,0	99,0
	Trasmisión de datos y Televisión digital y Telefonía y Video	1	,5	,5	99,5
	Otro	1	,5	,5	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados se ha podido determinar los servicios que les gustaría que se le sean proporcionados a los usuarios, un 5% tiene preferencia por el correo electrónico, un 13,9% transmisión de datos, un 26,4% televisión digital, un 13,4% telefonía, 19,4% desearía el servicio de video, un 2,5% VOIP, un 4% correo electrónico y transmisión de

datos, un 0,5% transmisión de datos y televisión digital de igual manera un 0,5% transmisión de datos y telefonía, un 0,5% transmisión de datos y video, un 1,5% televisión digital y telefonía, un 2% televisión digital y video, un 1% telefonía y video, un 4,5% correo electrónico, transmisión de datos y televisión digital, un 0,5% transmisión de datos, televisión digital y video, un 2% televisión digital, telefonía y video, un 0,5% televisión digital, video y VOIP, un 1% correo electrónico, transmisión de datos, televisión digital y telefonía, un 0,5% transmisión de datos, televisión digital, telefonía y video, y así mismo un 0,5% otros servicios, lo que nos demuestra que los servicios más preferentes por los usuarios son televisión digital y video, seguidas por transmisión de datos y telefonía, por lo cual se debe tomar énfasis en estos servicios para ofrecer un servicio de alta calidad.

Tabla 54 Pregunta 7

El internet le ha servido como una herramienta de trabajo para desarrollo de sus actividades					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	75	37,3	37,3	37,3
	Casi siempre	95	47,3	47,3	84,6
	Algunas veces	28	13,9	13,9	98,5
	Nunca	3	1,5	1,5	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

Para determinar el uso y ayuda que significa el internet en el trabajo del usuario hemos obtenido de los 201 encuestados las siguientes respuestas, un 37,3% expresa que siempre le ha servido como herramienta de trabajo en el desarrollo de sus actividades, un 47,3% manifiesta que casi siempre, un 13,9% Algunas veces y un 1,5% nunca, lo cual indica que el internet se ha convertido en una herramienta indispensable como soporte en el desarrollo de las actividades del usuario.

Tabla 55 Pregunta 8

Que inconvenientes encuentra en el servicio que le brinda el proveedor actual de internet					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Cortes de servicio	58	28,9	28,9	28,9
	Lentitud en el envío de información	45	22,4	22,4	51,2
	Lentitud en la descarga de información	84	41,8	41,8	93,0
	Cortes de servicio y Lentitud en la descarga de información	4	2,0	2,0	95,0
	Lentitud en el envío de información y Lentitud en la descarga de información	8	4,0	4,0	99,0
	No responde	2	1,0	1,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados hemos podido determinar problemas de sus proveedores actuales, un 28,9% indico que existen cortes de servicio, un 22,4% lentitud en el envío

de información, un 41,8% lentitud en la descarga de información, un 2% cortes de servicio y lentitud en la descarga de información, un 4% lentitud en el envío y en la descarga de información y un 1% no responde, esto nos demuestra que el mayor problema del servicio brindado por los proveedores actuales ha sido la lentitud en la descarga de información, por lo cual tenemos que tener muy en cuenta este problema para el mejoramiento de la calidad de nuestros servicios.

Tabla 56 Pregunta 9

Sus solicitudes de información o atención a fallas técnicas han sido atendidas de manera eficiente					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	92	45,8	45,8	45,8
	Casi siempre	74	36,8	36,8	82,6
	Algunas veces	28	13,9	13,9	96,5
	Nunca	6	3,0	3,0	99,5
	No responde	1	,5	,5	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

Para determinar el interés de estas empresas hacia las solicitudes y sugerencias de los clientes, hemos obtenido de los 201 encuestados las siguientes respuestas, un 45,8% indica que siempre, un 36,8% casi siempre, un 13,9% algunas veces, un 3% nunca y un 0,5% no responde, lo cual nos da a notar que si existe interés por las peticiones, sugerencias y quejas de los clientes.

Tabla 57 Video conferencia

Cuáles de las siguientes herramientas y usos le brinda internet					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	53	26,4	26,4	26,4
	Casi siempre	65	32,3	32,3	58,7
	Rara vez	57	28,4	28,4	87,1
	Nunca	26	12,9	12,9	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	49	24,4	24,4	24,4
	Media	117	58,2	58,2	82,6
	Baja	33	16,4	16,4	99,0
	No responde	2	1,0	1,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados hemos podido analizar el uso de esta herramienta lo cual nos indica que si existe un nivel de uso alto pero no con una gran importancia, es decir, posee un nivel de uso intermedio.

Tabla 58 Herramientas didácticas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	25	12,4	12,4	12,4
	Casi siempre	84	41,8	41,8	54,2
	Rara vez	78	38,8	38,8	93,0
	Nunca	14	7,0	7,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	51	25,4	25,4	25,4
	Media	125	62,2	62,2	87,6
	Baja	21	10,4	10,4	98,0
	No responde	4	2,0	2,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los encuestados hemos determinado que el nivel de uso de internet como herramienta didáctica es significativo pero con un nivel de importancia media lo cual nos indica que su uso con este fin es intermedio.

Tabla 59 Aprendizaje digital

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	25	12,4	12,4	12,4
	Casi Siempre	85	42,3	42,3	54,7
	Rara vez	80	39,8	39,8	94,5
	Nunca	11	5,5	5,5	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	63	31,3	31,3	31,3
	Media	116	57,7	57,7	89,1
	Baja	18	9,0	9,0	98,0
	No responde	4	2,0	2,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados hemos determinado que el nivel de uso de internet en el campo del aprendizaje digital es medio, ya que posee un gran nivel de uso y un nivel medio en cuanto a importancia de uso.

Tabla 60 Portal de noticias

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	12	6,0	6,0	6,0
	Casi siempre	85	42,3	42,3	48,3
	Rara vez	90	44,8	44,8	93,0
	Nunca	14	7,0	7,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	52	25,9	25,9	25,9
	Media	114	56,7	56,7	82,6
	Baja	33	16,4	16,4	99,0
	No responde	2	1,0	1,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los encuestados y su uso en esta área hemos determinado que el nivel de uso es medio puesto que el uso de la mayoría es casi siempre y rara vez y de igual manera un nivel medio en cuanto a importancia de uso.

Tabla 61 Televisión digital

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	12	6,0	6,0	6,0
	Casi siempre	75	37,3	37,3	43,3
	Rara vez	85	42,3	42,3	85,6
	Nunca	29	14,4	14,4	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	61	30,3	30,3	30,3
	Media	87	43,3	43,3	73,6
	Baja	49	24,4	24,4	98,0
	No responde	4	2,0	2,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados hemos podido observar que el nivel de uso del internet como televisión digital ha sido un nivel medio obteniendo como respuestas significativas casi siempre y rara vez

Tabla 62 Radio digital

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	9	4,5	4,5	4,5
	Casi siempre	75	37,3	37,3	41,8
	Rara vez	96	47,8	47,8	89,6
	Nunca	21	10,4	10,4	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	53	26,4	26,4	26,4
	Media	96	47,8	47,8	74,1
	Baja	48	23,9	23,9	98,0
	No responde	4	2,0	2,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

Al igual que el uso de internet como televisión digital podemos observar que la utilización como radio digital mantiene un nivel de habitualidad medio, 41,8%, y de igual manera un nivel de 74,1% entre medio y alto en cuanto a importancia.

Tabla 63 Redes sociales

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	55	27,4	27,4	27,4
	Casi siempre	71	35,3	35,3	62,7
	Rara vez	65	32,3	32,3	95,0
	Nunca	10	5,0	5,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	91	45,3	45,3	45,3
	Media	87	43,3	43,3	88,6
	Baja	21	10,4	10,4	99,0
	No responde	2	1,0	1,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 entrevistados hemos determinado que la utilización del internet en el campo de las redes sociales tiene un nivel alto de uso, 95%, al igual que el nivel de

importancia, 99%, lo que nos demuestra que existe mayor utilización del internet con este fin.

Tabla 64 Telefonía local

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	40	19,9	19,9	19,9
	Casi siempre	63	31,3	31,3	51,2
	Rara vez	72	35,8	35,8	87,1
	Nunca	26	12,9	12,9	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	74	36,8	36,8	36,8
	Media	86	42,8	42,8	79,6
	Baja	40	19,9	19,9	99,5
	No responde	1	,5	,5	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados podemos observar que el internet en el área de telefonía local muestra un nivel de utilización medio, 51,2%, sin embargo, el nivel de importancia es de 79,9% entre medio y alto, por lo cual se debe mejorar ese tipo de servicio.

Tabla 65 Correo electrónico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	55	27,4	27,4	27,4
	Casi siempre	65	32,3	32,3	59,7
	Rara vez	73	36,3	36,3	96,0
	Nunca	8	4,0	4,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	95	47,3	47,3	47,3
	Media	83	41,3	41,3	88,6
	Baja	21	10,4	10,4	99,0
	No responde	2	1,0	1,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados determinamos que el promedio de uso en este campo es alto puesto que prevalecen las respuestas siempre casi siempre y rara vez, lo cual indica que es bastante utilizado y en cuanto a su nivel de importancia observamos un porcentaje de 88,6% entre medio y alto.

Tabla 66 Transacciones bancarias

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	21	10,4	10,4	10,4
	Casi siempre	58	28,9	28,9	39,3
	Rara vez	69	34,3	34,3	73,6
	Nunca	53	26,4	26,4	100,0
	Total	201	100,0	100,0	
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Alta	65	32,3	32,3	32,3
	Media	72	35,8	35,8	68,2
	Baja	59	29,4	29,4	97,5
	No responde	5	2,5	2,5	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados determinamos que existe un nivel medio de uso, sin embargo el nivel de importancia es entre medio y alto, 68,2%.

Tabla 67 Qué tipo de red le gustaría que se implementara

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Redes cableadas	67	33,3	33,3	33,3
	Redes inalámbricas	131	65,2	65,2	98,5
	todos	1	,5	,5	99,0
	No responde	2	1,0	1,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los 201 encuestados hemos determinado que la mayoría de usuarios se inclina por las redes inalámbricas, con un 65,2% de aceptación.

Tabla 68 Si su red fuese atacada, que daño no le gustaría que le ocasionara ese ataque

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Robo de información	112	55,7	55,7	55,7
	Daño de Maquinas	32	15,9	15,9	71,6
	Usar la red para otros ataques	38	18,9	18,9	90,5
	Robo de información y Daño de Maquinas	17	8,5	8,5	99,0
	No responde	2	1,0	1,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

De los daños más producentes los encuestados, la mayoría de ellos rechazan el robo de información, por lo cual debemos crear soportes para que este tipo de daños no afecten en gravedad en los servicios de la red GPON.

Tabla 69 Género del encuestado

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Masculino	90	44,8	44,8	44,8
	Femenino	111	55,2	55,2	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

Tabla 70 Edad del Encuestado

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	18,00	2	1,0	1,0	1,0
	19,00	7	3,5	3,5	4,5
	20,00	6	3,0	3,0	7,5
	21,00	5	2,5	2,5	10,0
	22,00	8	4,0	4,0	13,9
	23,00	11	5,5	5,5	19,4
	24,00	18	9,0	9,0	28,4
	25,00	11	5,5	5,5	33,8
	26,00	11	5,5	5,5	39,3
	27,00	25	12,4	12,4	51,7
	28,00	12	6,0	6,0	57,7
	29,00	11	5,5	5,5	63,2
	30,00	13	6,5	6,5	69,7
	31,00	7	3,5	3,5	73,1
	32,00	4	2,0	2,0	75,1
	33,00	3	1,5	1,5	76,6
	34,00	3	1,5	1,5	78,1
	35,00	6	3,0	3,0	81,1
	36,00	5	2,5	2,5	83,6
	37,00	5	2,5	2,5	86,1
	38,00	5	2,5	2,5	88,6
	39,00	4	2,0	2,0	90,5

40,00	2	1,0	1,0	91,5
41,00	2	1,0	1,0	92,5
42,00	5	2,5	2,5	95,0
43,00	2	1,0	1,0	96,0
45,00	3	1,5	1,5	97,5
46,00	2	1,0	1,0	98,5
48,00	2	1,0	1,0	99,5
51,00	1	,5	,5	100,0
Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

Tabla 71 Sector de residencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Altos de Miravalle	6	3,0	3,0	3,0
	Anaxanispá	6	3,0	3,0	6,0
	Balcón del Valle 1	6	3,0	3,0	9,0
	Balcones de Cumbayá	4	2,0	2,0	10,9
	Bellavista Alta	6	3,0	3,0	13,9
	Coop. San José	6	3,0	3,0	16,9
	Cumbayá	8	4,0	4,0	20,9
	El Cebollar	6	3,0	3,0	23,9
	Eucaliptos	6	3,0	3,0	26,9
	Florencia	5	2,5	2,5	29,4
	Jacaranda	6	3,0	3,0	32,3
	Jardines del Este E2	6	3,0	3,0	35,3
	La Católica	5	2,5	2,5	37,8
	La Concepción	5	2,5	2,5	40,3
	La Praga	5	2,5	2,5	42,8
	La Primavera	14	7,0	7,0	49,8
	Miravalle	6	3,0	3,0	52,7
	Miravalle 1	12	6,0	6,0	58,7
	Miravalle 2	6	3,0	3,0	61,7
	Miravalle 4	6	3,0	3,0	64,7
	Pacaypamba	6	3,0	3,0	67,7
	Portal de Cumbayá	6	3,0	3,0	70,6
	Portal de Cumbayá 1	6	3,0	3,0	73,6
	Rincón Comarca	6	3,0	3,0	76,6
	San Isidro	6	3,0	3,0	79,6
	San Juan Bautista	6	3,0	3,0	82,6
	San Rafael	6	3,0	3,0	85,6
	Trigoloma	6	3,0	3,0	88,6
	Urb. Chico	5	2,5	2,5	91,0
	Urb. del Valle No. 4	6	3,0	3,0	94,0
	Urb. del Valle No. 7	6	3,0	3,0	97,0
	Urb. San Francisco	6	3,0	3,0	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Elaborado por: El autor

Principales proveedores de servicios de internet

Con respecto al número de proveedores de acuerdo al CONATEL (Asesoría Técnica Especializada, 2011), a diciembre de 2008, se encontraban registradas 167 personas jurídicas y naturales que poseen un permiso para ofrecer servicios de valor agregado de acceso a internet. Sin embargo solamente 128 reportan información a la SUPERTEL y 100 proveen información actualizada de número de usuarios.

De este centenar de opciones que tiene el usuario, 5 empresas tienen control del 90% del mercado. La empresa estatal CNT junto con el grupo TV Cable (Suratel y Satnet) atienden al 82% de la población de usuarios de internet. No obstante, existe una marcada diferencia entre atender al mercado de cuentas conmutadas y al de cuentas dedicadas, llamadas también corporativas o de banda ancha. El acceso mediante cuentas dial-up, consiste en la conexión temporal a través de una línea telefónica. Existe diversidad de ofertas, como planes que consideran horarios especiales, pago por horas o acceso ilimitado. Este tipo de conexión contempla además del pago por el acceso, el pago por el respectivo consumo telefónico.

Análisis de crecimiento de usuarios

Considerando las condiciones del mercado actual en cuanto al uso de los servicios de internet, se establece en base a los requerimientos de las familias como potenciales usuarios, para esto se consolida la tendencia que mantiene el Consejo Nacional de Telecomunicaciones en cuanto al promedio de disponibilidad de internet en las familias u hogares del país, estimando que se prevé que en las poblaciones urbanas cerca del 65% de la población cuenta al menos el servicio básico de internet, por ende se considera este indicador para el cálculo de la demanda actual y potencial.

Tabla 72 CONSUMO ACTUAL DE SERVICIOS DE INTERNET

Telefonía	32,30%	1.054
Internet	25,80%	842
Televisión por cable	20,40%	665
Telefonía e internet	7%	228
Telefonía y Cable	1,50%	49
Internet y cable	5,50%	179
Todos	2,50%	82
Otros	3%	98
Internet y Otro	0,50%	16
Telefonía y Otros	0,50%	16
Telefonía e Internet y Televisión por cable	1%	33
	1,00	3.262

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El autor.

Como se puede observar en la tabla anterior se estima que cerca de las 3262 familias de la Parroquia cuentan al menos con uno de los servicios de internet que ofertan los distintos proveedores, con un grupo considerable de 1757 familias que no lo tienen, esto como se dejó indicado conforme a lo que arroja la información del Consejo de Telecomunicaciones, bajo estos indicadores y tomando en cuenta el índice de crecimiento del sector de telecomunicaciones así como la inflación, se presenta la estimación de la demanda.

Tabla 73 DEMANDA POTENCIAL FUTURA

Servicio	Porcentaje	Familias con servicios internet	Familias sin servicios y aplicaciones internet	Precio promedio del servicio	Demanda potencial en dólares mensual	Demanda potencial anual
Telefonía	10%	310	167	30	\$ 5.006,03	\$ 60.072,30
Internet	30,30%	988	532	33	\$ 17.563,24	\$ 210.758,92
Televisión por cable	38,30%	1249	673	35	\$ 23.545,88	\$ 282.550,59
Telefonía y Cable	0,50%	16	9	40	\$ 351,30	\$ 4.215,60
Internet y Cable	7%	228	123	40	\$ 4.918,20	\$ 59.018,40
Todos	2%	65	35	60	\$ 2.107,80	\$ 25.293,60
Otros	11,90%	388	209	40	\$ 8.360,94	\$ 100.331,28
internet y cable y otro	0,50%	16	9	60	\$ 526,95	\$ 6.323,40
TOTAL	100%	3.262	1.757		\$ 62.380,34	\$ 748.564,09

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por el autor

En base a la información del sector y la competencia, de manera específica la información de empresas como Ecuánnet con su servicio Net Life y Tv Cable, se estiman precio promedio de los servicios para el sector, estableciéndose desde los servicios de telefonía, internet, cable. De los 1757 potenciales clientes que no cuentan con el servicio de internet actualmente se estima un ingreso potencial al mes de 62.380,34 dólares que implica un ingreso anual de 748.564,09 dólares durante el año de servicios, de esta demanda se considera un 20% para cobertura del proyecto como demanda objetiva.

Tabla 74 INGRESOS POTENCIALES

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
DEMANDA OBJETIVA	149.712,82	169.939,02	192.897,78	218.958,27	248.539,53
INGRESO MENSUAL	12.476,07	14.161,59	16.074,82	18.246,52	20.711,63

Elaborado por: El autor

Para la estimación de la demanda se consideró el 8,4% de crecimiento del sector de telecomunicaciones, sumado al 5,11% promedio de inflación, considerándose un ingreso mensual potencial de 12.476 dólares, cerrando en el año en 149.712 dólares, observándose como atractivo el ingresar en este sector, ya que no se toma en cuenta las familias que potencialmente pueden tomar la decisión de cambiar de proveedor.

Selección en forma comparativa

Cuadro comparativo de tecnologías PON

En la siguiente tabla se resume las principales características de las tecnologías PON.

Tabla 75 Comparación de tecnologías PON

Tecnología	Estándares	Tipo de Trama	Divisiones por fibra	Velocidad de subida	Velocidad de bajada	Alcance
Ethernet FTTH	IEEE 802.3	Ethernet	1	10 Gbps	10 Gbps	10 Km
APON	ITU-T G.983.1	ATM	32	155 Mbps	622 Mbps	20 Km
BPON	ITU-T G.983.x	ATM	32	155 Mbps	622 Mbps	20 Km
EPON	IEEE 802.3ah	Ethernet	32	1.2 Gbps	1.2 Gbps	20 Km
GEAPON²	IEEE 802.3ah	Ethernet	32	1.25 Gbps	2.5 Gbps	20 Km
GPON	ITU-T G.984.x	ATM GFP	32 64	622 Mbps 622 Mbps	1.2 Gbps 2.5 Gbps	20 Km

Fuente: TELNET Redes Inteligentes

Anexo 4 Proformas

		IDEA DE PRECIOS						
		<p> Deyanira Cabrera C. Sales and Marketing Manager Device Business Department EMAIL: deyanira.cabrera@huawei.com </p> <p> AV. República de El Salvador N 34-493 y Portugal Edificio Torre Gibraltar, Piso 7 PBX: (593-2) 3972300 x 2650 </p>						
Item	Cantidad	Marca	Modelo	IMPORTE	TERMINOS	PU (DDP) USD\$	CONTRIBU CION MKF POR UNIDAD	Total (FCA HK) USD\$
1	1	Huawei	OLT MA5600T	HW	DDP	\$33.416, 69	\$0,00	\$33416,69
2	1000	Huawei	ONTHG8 25	HW	DDP	\$88,00	\$0,00	\$88.000,00
Total Oferta USD \$;								\$121.416,69

Quito 22/06/2012 Válida hasta: 31/02/2013 Cotización No. DCAUIO-052889

Marcelo Romo

Señores:

mromo@desca.com

RUC:

68520

Atención:

Revisión No.: 3

Dirección:

Red GPON en Cumbayá

A continuación encontrarán nuestra oferta comercial y de precios para la solución de tecnología por ustedes requerida

Productos

Item #	Código	Descripción	Cantidad	Precio Unit.	Sub-Total	IVA
Fibra Óptica						

1	Fibra Óptica	Fibra Óptica	1
2	FZ12D5-5M30Y	30 MTR - 12Fiber 10GIG OM4 Flat Ribbon Plenum Rated Female MTP - Female MTP Interconnect Cable Assemblies	7
3	FZ12D5-5M25Y	25 MTR - 12Fiber 10GIG OM4 Flat Ribbon Plenum Rated Female MTP - Female MTP Interconnect Cable Assemblies	4
4	FZ12D5-5M20Y	20 MTR - 12Fiber 10GIG OM4 Flat Ribbon Plenum Rated Female MTP - Female MTP Interconnect Cable Assemblies	2
5	FZ12D5-5M15Y	15 MTR - 12Fiber 10GIG OM4 Flat Ribbon Plenum Rated Female MTP - Female MTP Interconnect Cable Assemblies	2
6	FZ12D5-5M10Y	10 MTR - 12Fiber 10GIG OM4 Flat Ribbon Plenum Rated Female MTP - Female MTP Interconnect Cable Assemblies	10
7	FHP9125LM003N	12Fiber 9/125µm OS1/OS2 Flat Ribbon Plenum Rated Male MTP-Duplex LC w/24" Breakout 3 Mtr	7
8	FZ12D5-5M5Y	5 MTR - 12Fiber 10GIG OM4 Flat Ribbon Plenum Rated Female MTP - Female MTP Interconnect Cable Assemblies	13
9	FCZ-24-10Y	OM4 50µm 12 LC Duplex Fiber Cassette, Method A	21
10	FCE1U	Rack Mount Fiber Enclosure 1RU	21
11	PVQ-FMTMTP-ZZ	PViQ Fiber Tray, 24 Port, OM4 MTP	21
12	PVQ-PM	PanView iQ Panel Manager	7
13	PVQ-EM	PanView iQ Expansion Module	15
14	PVQ-PS12VDC-S	PanView iQ Power Supply , North America, 30W	21
15	FXE10-10M3Y	LC-LC 10 GbE 50µ 1.6mm Dupl 3m	122
16	PVFXL10-10M3Y	Fiber Patch Cord, PanView, LSZH 50/125 OM3, LC-LC, 3m	39
17	HLS-75R0	Hook & Loop Roll, 75'L (22.9m), .75"W (19.1mm), Black	5
Sub-Total:			USD 62.133,66
IVA:			USD 7.456,04
Fibra Óptica			
1	Fibra Óptica	Fibra Óptica	1
2	FR4X4YL6	Channel, 4" x 4" (100mm x 100mm), 6', FiberRunner	55
3	FRHC4YL6	Channel Cover, Hinged, Snap-On, 4" x 4" (100mm x 100mm), 6', FiberRunner	55
4	FRBC4X4YL	Coupler, 4" x 4" (100mm x 100mm), FiberRunner, YL	106

5	FREC4X4YL	Fitting, End Cap, 4" x 4" (100mm x 100mm), FiberRunner, YL	12
6	FRRA4X4YL	Fitting, Horizontal Right Angle, 4" x 4" (100mm x 100mm), FiberRunner, YL	4
7	FRRASC4YL	Split Cover, Horizontal Right Angle, 4" x 4" (100mm x 100mm), FiberRunner, YL	4
8	FRT4X4YL	Fitting, Horizontal Tee, 4" x 4" (100mm x 100mm), FiberRunner, YL	8
9	FRTSC4YL	Split Cover, Horizontal Tee, 4" x 4" (100mm x 100mm), FiberRunner, YL	8
10	FRSPJ4X4YL	Spill-Over Junction Fitting with 4x4 Exit	23
11	FRSPJC44YL	Spill-Over Junction with 4x4 Exit Cover, 4x4 Channel	23
12	FRIDT4X4YL	Fitting, 2-Port Spillout to 1.5" (38mm) Inside Diameter Corrugated Tubing, YL	23
13	CLT150F-X4	Corr. Loom Tubing Slit, 1.50" (38.1mm) X 10' (3.0m), Yellow	23
14	FR6TRBN12	Bracket, New 1/2" Thr. Rod QuikLock for 4" x 4" & 6" x 4" FiberRunner	109
Sub-Total:			USD 19.502,82
Impuesto al Valor Agregado:			USD 2.340,34
Total Productos:			
Impuesto al Valor Agregado:			USD 9.796,38
Total:			USD 91.432,86
Términos y Condiciones			
1.- La orden de Compra debe salir a Nombre de DESCASERV ECUADOR S.A.			
2.- Los equipos serán remitidos con la factura sin implicar que esto modifique las condiciones de pago de equipos y servicios			
3.- Esta propuesta contiene información de propiedad de Descaserv Ecuador S.A. y ha sido preparado para el uso único y exclusivo de EL CLIENTE.			
4.- Los costos indicados responden a una propuesta INTEGRAL, caso contrario los montos carecerán de valor y se tratará en una propuesta adicional en donde se definirán los nuevos alcances y responsabilidades.			

Incoterm: DDP

• **Limited Warranty:**

- Todos los productos provistos, gozarán de una garantía contra fallas de componentes y/o fabricación y/o fallas que afecten el normal funcionamiento de los mismos por vicios y/o defectos de fabricación por un período de 12 (doce) meses a partir de la salida de estos de la fábrica.
- El Cliente debe entregar el equipamiento defectuoso en la oficina de Desca. Tiempo de reparación o reposición sobre la base del mejor esfuerzo.
- Esta garantía no incluye ninguna intervención de DESCA mas allá de solicitar la aprobación del RMA al Fabricante, todos los costos asociados a transporte, importación, o gasto que se genere por la sustitución de la parte son a cargo del cliente.

• **Advanced Replacement:**

- Para los equipos que se adquiera Advanced Replacement, se incluye por el periodo cotizado, cobertura sobre defectos de hardware efectiva a partir del despacho de los equipos de la fábrica o para el caso de renovaciones la fecha de inicio pactada.
- Tiempo de reparación o reposición según nivel de servicio seleccionado.
- Entrega de partes a cargo de Desca según cobertura Geográfica definida en esta cotización, retorno a cargo del Cliente.

• **Smartnet:**

- Para los equipos Cisco que se adquiera Smartnet se incluye por el periodo cotizado, asistencia remota y remplazo de partes sobre defectos de hardware, desde la fecha dada por Cisco.
- El Cliente deberá efectuar sus requerimientos directamente a Cisco Systems.