



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones

TEMA:

“RED DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL
MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DE
LA EMPRESA PUNTONET S.A EN LA CIUDAD DE AMBATO”

Proyecto de Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Comunicaciones Ópticas

AUTOR: Rómulo Bladimir Barrera Moreano

PROFESOR REVISOR: Ing. Marco Antonio Jurado Lozada, Mg.

Ambato - Ecuador

Febrero 2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación modalidad TEMI, siendo el tema: **“RED DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DE LA EMPRESA PUNTONET S.A EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, del señor Rómulo Bladimir Barrera Moreano, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero 2014

EL TUTOR

Ing. Marco Antonio Jurado Lozada, Mg.

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: **“RED DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DE LA EMPRESA PUNTONET S.A EN LA CIUDAD DE AMBATO”**. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Febrero 2014

Rómulo Bladimir Barrera Moreano

CC: 180447756-8

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Edison Homero Álvarez Mayorga, Mg., Ing. Geovanni Brito, e Ing. Fredy Robalino, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado : **“RED DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DE LA EMPRESA PUNTONET S.A EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, presentado por el señor Rómulo Bladimir Barrera Moreano de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Edison Homero Álvarez Mayorga, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Giovanni Danilo Brito Moncayo, Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Edgar Freddy Robalino Peña, Mg
.DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

*A mis queridos padres Román Barrera y Narcisa Moreano
quienes han sido parte fundamental del esfuerzo
que ha permitido conseguir esta meta.*

*A mis hermanitas Magaly y Cristina por estar siempre
a mi lado brindándome su apoyo incondicional.*

*A todas y cada una de las personas que supieron extender
su mano y darme fuerza en este largo camino.*

Bladimir Barrera

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme iluminado por el camino del bien y me ha guiado por cada paso que doy.

A mis padres, hermanas y demás familiares quienes me brindaron su apoyo y la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mi tutor el Ingeniero Marco Jurado por el gran apoyo y paciencia que me supo brindar en la realización de este proyecto.

A la empresa de Telecomunicaciones PUNTONET S.A y su personal por las facilidades brindadas.

Al Ingeniero Édison Terán por compartir su experiencia y conocimientos para la elaboración de este proyecto.

Un reconocimiento muy especial a todos mis amigos, compañeros y profesores de facultad.

Finalmente un agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato y la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

Bladimir Barrera

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

	Pag.
PRELIMINARES	
CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE TABLAS.....	xix
RESUMEN EJECUTIVO.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	xxii

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	TEMA	1
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1.	CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2.	ARBOL DEL PROBLEMA	3
1.2.3.	ANÁLISIS CRÍTICO.....	3
1.2.4.	PROGNOSIS.....	4
1.2.5.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.6.	PREGUNTAS DIRECTRICES	4
1.2.7.	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.	JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4.	OBJETIVOS	6
1.4.1.	GENERAL	6
1.4.2.	ESPECÍFICOS	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	7
2.2.	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	9
2.3.	INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	10

2.3.1.	CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	11
2.3.2.	CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	12
2.4.1	FUNDAMENTOS DE FIBRA ÓPTICA.....	13
2.4.2	ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO	13
2.4.3	VENTANAS DE OPERACIÓN.....	14
2.4.4	PRINCIPIOS FISICOS DE LA FIBRA ÓPTICA	15
2.4.4.1	REFLEXIÓN.....	15
2.4.4.2	REFRACCIÓN	15
2.4.4.3	ÍNDICE DE REFRACCIÓN.....	16
2.4.4.4	DIFRACCIÓN	16
2.4.4.5	LEY DE SNELL	16
2.4.4.6	ÁNGULO CRÍTICO.....	17
2.4.4.7	ÁNGULO Y CONO DE ACEPTACIÓN	17
2.4.4.8	APERTURA NUMÉRICA	19
2.4.5	FIBRA ÓPTICA.....	19
2.4.5.1	ELEMENTOS BÁSICOS	20
2.4.6	TIPOS DE FIBRA.....	20
2.4.6.1	FIBRA MULTIMODO (MM)	20
2.4.6.1.1	ÍNDICE ESCALONADO	21
2.4.6.1.2	ÍNDICE GRADUAL.....	21
2.4.6.2	CARACTERÍSTICAS FIBRA MULTIMODO.....	22
2.4.6.3	FIBRA MONOMODO (SM).....	22
2.4.6.4	CARACTERÍSTICAS FIBRA MONOMODO.....	23
2.4.7	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	23
2.4.8	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	24
2.4.9	VENTAJAS	24
2.4.9.1	ANCHO DE BANDA DE LA F.O	25
2.4.9.2	ATENUACIÓN	25
2.4.9.3	AISLAMIENTO.....	25
2.4.9.4	SEGURIDAD.....	25
2.4.9.5	ESTABILIDAD A VARIACIONES DE TEMPERATURA.....	25
2.4.10	DESVENTAJAS	25
2.4.10.1	ELEVADO COSTO	26
2.4.10.2	CAMINOS HOMOGÉNEOS.....	26
2.4.10.3	INSTALACIÓN ESPECIAL.....	26
2.4.10.4	REPARACIONES	26
2.4.11	PARÁMETROS DE PÉRDIDAS.....	26
2.4.11.1	PÉRDIDAS POR CURVATURA.....	27
2.4.11.1.1	PÉRDIDAS POR MACROCURVATURAS	27
2.4.11.1.2	PÉRDIDAS POR MICROCURVATURAS.....	27

2.4.11.2	PÉRDIDAS POR ACOPLAMIENTO	28
2.4.11.3	DISPERSIÓN	28
2.4.11.3.1	DISPERSIÓN MODAL (SM)	29
2.4.11.3.2	DISPERSIÓN INTRAMODAL O CROMÁTICA	29
2.4.11.4	ATENUACIÓN	29
2.4.12	CABLES DE FIBRA ÓPTICA	30
2.4.12.1	CABLE DE ESTRUCTURA HOLGADA	30
2.4.12.2	CABLE DE ESTRUCTURA AJUSTADA	31
2.4.13	APLICACIONES DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA	32
2.4.13.1	CABLES AEREOS ADSS	32
2.4.13.2	CABLES CANALIZADOS	32
2.4.13.3	CABLE PLANO	33
2.4.13.4	CABLE SUBAMRINO	33
2.4.14	PUNTOS A CONSIDERAR SOBRE EL TIPO DE CABLE Y FIBRAS	33
2.4.15	APLICACIONES DE LA FIBRA ÓPTICA	34
2.4.16	TÉCNICAS DE TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA	34
2.4.17	EMPALMES Y CONECTORES	35
2.4.18	SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES	35
2.4.18.1	ESTRUCTURA	36
2.4.19	SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA	36
2.4.20	SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	37
2.5	HIPÓTESIS	39
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	39
2.6.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	39
2.6.2	VARIABLE DEPENDIENTE	39

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1	ENFOQUE	40
3.2	MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	40
3.2.1	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA	40
3.2.2	INVESTIGACIÓN DE CAMPO	41
3.3	NIVELES DE INVESTIGACIÓN	41
3.3.1	EXPLORATORIO	41
3.3.2	DESCRIPTIVA	41
3.3.3	ASOCIACIÓN DE VARIABLES	41
3.3.4	EXPLICATIVA	41
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	41
3.4.1	POBLACIÓN	41
3.4.2	MUESTRA	42
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43

3.5.1	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	43
3.5.2	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	44
3.6	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	45
3.6.1	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	45
3.7	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	45

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	ANÁLISIS DE DATOS.....	46
4.2	ANÁLISIS DE LA ENCUESTA REALIZADA	46
4.3	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.....	56
4.4	SITUACIÓN ACTUAL Y OBSERVACIÓN.....	56
4.4.1	LA EMPRESA	61
4.4.1.1	PLATAFORMA TECNOLÓGICA	61
4.4.1.2	BACKBONE INTERNACIONAL	61
4.4.1.3	BACKBONE NACIONAL	62
4.4.1.4	PLATAFORMA SATELITAL	63
4.4.2	SITUACIÓN ACTUAL EN AMBATO.....	64
4.4.2.1	DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS	64

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	67
5.2	RECOMENDACIONES	68

CAPÍTULO VI
PROPUESTA

6.1	DATOS INFORMATIVOS	69
6.1.1	TEMA DE LA PROPUESTA.....	69
6.1.2	INSTITUCIÓN EJECUTORA.....	69
6.1.3	BENEFICIARIOS.....	69
6.1.4	UBICACIÓN.....	69
6.1.5	EQUIPO RESPONSABLE	69
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	70
6.3	JUSTIFICACIÓN.....	70
6.4	OBJETIVOS	71
6.4.1	OBJETIVO GENERAL	71
6.4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	71
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	71

6.5.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	71
6.5.2	FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	72
6.5.3	FACTIBILIDAD CIENTÍFICA.....	72
6.6	FUNDAMENTACIÓN.....	72
6.6.1	ARQUITECTURA DE ACCESO EN REDES DE FIBRA ÓPTICA.....	72
6.6.2	REDES FTTX.....	73
6.6.2.1	FTTB (FIBRA HASTA EL EDIFICIO).....	73
6.6.2.2	FTTH (FIBRA HASTA EL HOGAR).....	73
6.6.2.3	FTTC (FIBRA HASTA LA ACERA).....	74
6.6.2.4	FFTN (FIBRA HASTA EL NODO).....	74
6.6.3	ANTECEDENTES DE LA FAMILIA GPON.....	75
6.6.4	DESCRIPCIÓN DEL ESTÁNDAR GPON.....	76
6.6.5	ESTRUCTURA.....	77
6.6.6	TOPOLOGIAS DE RED.....	78
6.6.7	PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN Y SEGURIDAD.....	80
6.6.7.1	TDM (MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO).....	80
6.6.7.2	TDMA (ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO).....	80
6.6.7.3	DBA (ASIGNACIÓN DINÁMICA DE ANCHO DE BANDA).....	81
6.6.7.4	ATM (MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONA).....	82
6.6.7.5	GEM (MÉTODO DE ENCAPSULACIÓN GPON).....	82
6.6.7.6	SONET Y SDH.....	82
6.6.7.7	WDM (MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA).....	83
6.6.8	RECOMENDACIONES UIT G.984.....	84
6.6.8.1	UIT-T G.984.1.....	84
6.6.8.2	UIT-T G.984.2.....	84
6.6.8.3	UIT-T G.984.3.....	84
6.6.8.4	UIT-T G.984.4.....	84
6.6.8.5	UIT-T G.984.5.....	85
6.6.9	NIVEL DE POTENCIA.....	85
6.6.10	ELEMENTOS.....	85
6.6.10.1	FIBRA ÓPTICA.....	85
6.6.10.2	OLT.....	85
6.6.10.3	ONT.....	86
6.6.10.4	SPLITTER.....	87
6.6.11	TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA.....	88
6.6.11.1	TENDIDO AEREO.....	89
6.6.11.1.1	MÉTODO DE ENROLLADO RETRACTABLE FIJO.....	90
6.6.11.1.2	MÉTODO DE ENROLLADO MÓVIL.....	91
6.6.11.1.3	RECOMENDACIONES.....	91
6.6.11.2	HERRAJES.....	92

6.6.11.3	TENDIDO TERRESTRE.....	93
6.6.11.4	MANGAS	95
6.6.11.5	ODF (MARCO DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICO).....	96
6.6.11.6	FUSIÓN DE LOS HILOS DE FIBRA ÓPTICA.....	96
6.7	METODOLOGÍA	99
6.7.1	SITUACIÓN ACTUAL PUNTONET S.A SUCURSAL AMBATO	99
6.7.1.1	DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS	99
6.7.2	PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA RED ÓPTICA	103
6.7.2.1	CRITERIOS DE DISEÑO	103
6.7.2.2	CRITERIOS TÉCNICOS.....	104
6.7.2.3	REQUERIMIENTOS DE COBERTURA.....	105
6.7.2.4	ANÁLISIS DE DEMANDA Y TRÁFICO.....	106
6.7.2.5	DISPONIBILIDAD DE LA RED	108
6.7.2.6	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.....	109
6.7.2.7	NIVELES DE SPLITEO.....	¡Error! Marcador no definido.
6.7.2.8	SELECCIÓN DE LA RUTA.....	110
6.7.3	DISEÑO DE LA RED ÓPTICA GPON EN LA CIUDAD DE AMBATO	111
6.7.3.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	111
6.7.3.2	ESQUEMA DE LA RED GPON.....	112
6.7.3.3	ANÁLISIS DE RUTAS.....	113
6.7.3.4	CÓDIGO DE COLORES.....	115
6.7.3.5	DISEÑO DE LA RED DE BACKBONE.....	115
6.7.3.5.1	RUTAS.....	115
6.7.3.6	DISEÑO DE LA RED GPON.....	119
6.7.4	CÁLCULOS DEL ENLACE	127
6.7.4.1	VENTANAS DE OPERACIÓN.....	127
6.7.4.2	DECIBEL DB.....	127
6.7.4.3	ATENUACIÓN	128
6.7.4.4	POTENCIA Y ALCANCE	128
6.7.4.5	PÉRDIDAS EN EL ENLACE.....	129
6.7.4.6	DETERMINACIÓN DEL MEJOR Y PEOR CASO DE ENLACE.....	130
6.7.4.6.1	DETERMINACIÓN DEL MEJOR CASO	131
6.7.4.6.1.1	RAMAL DE LA AVENIDA ATAHUALPA	131
6.7.4.6.1.2	RAMAL DE LA AVENIDA BOLIVARIANA	133
6.7.4.6.1.3	SECTOR PARQUE INDUSTRIAL.....	134
6.7.4.6.2	DETERMINACIÓN DEL PEOR CASO	135
6.7.4.6.2.1	RAMAL DE LA AVENIDA ATAHUALPA	135
6.7.4.6.2.2	RAMAL DE LA AVENIDA BOLIVARIANA	136
6.7.4.6.2.3	SECTOR PARQUE INDUSTRIAL.....	138
6.7.4.7	RESULTADOS DE DISEÑO PROPUESTO	139

6.7.5	SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	139
6.7.5.1	EQUIPOS DE TRANSPORTE	140
6.7.5.2	EQUIPOS DE ENLACE.....	145
6.7.5.3	EQUIPOS DE MONTAJE	149
6.7.5.4	CONFIGURACION DE EQUIPOS.....	152
6.7.5.4.1	CREACIÓN DE UN CLIENTE.....	153
6.7.5.4.2	CREACIÓN DE VLANS.....	153
6.7.5.4.3	CONFIGURACION BASICAS DE UN OLT	154
6.7.5.4.4	CARACTERÍSTICAS DE CONFIGURACION DE UN ONT	155
6.7.5.4.5	CONFIGURACION DE UN EQUIPO FINAL.....	157
6.7.6	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	158
6.7.6.1	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	158
6.7.6.2	CÁLCULO DE LA DEMANDA	161
6.7.6.3	RESUMEN DE RESULTADOS DE DIMENSIONAMIENTO.....	162
6.7.6.4	PRESUPUESTO DE GASTOS.....	162
6.7.6.5	MANO DE OBRA E INSTALACION.....	166
6.7.6.6	AMPLIACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE.....	¡Error! Marcador no definido.
6.7.6.7	ARRENDAMIENTO DE POSTES A LA EEASA	167
6.7.6.8	ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN	167

CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	CONCLUSIONES.....	175
7.2	RECOMENDACIONES	176
GLOSARIO DE TÉRMINOS		173
BIBLIOGRAFÍA.....		182
BIBLIOGRAFÍA DE LIBROS		182
BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET		182
ANEXOS.....		181

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pag.
Figura 1.1: Árbol del problema.....	3
Figura 2.1: Categorías fundamentales.....	10
Figura 2.2: Constelación de ideas variable Independiente.....	11
Figura 2.3: Constelación de ideas variable Dependiente.....	12
Figura 2.4: Espectro Electromagnético.....	15
Figura 2.5: Ventanas de operación.....	15
Figura 2.6: Reflexión y Refracción de la Luz.....	16
Figura 2.7: Difracción de la Luz.....	17
Figura 2.8: Ángulo Critico	18
Figura 2.9: Ángulo y cono de aceptación.....	19
Figura 2.10: Fibra óptica.....	21
Figura 2.11: Fibra Multimodo.....	22
Figura 2.12: Fibra Multimodo con índice escalonado.....	22
Figura 2.13: Fibra Multimodo con índice gradual.....	23
Figura 2.14: Fibra Monomodo.....	24
Figura 2.15: Pérdidas por macrocurvaturas.....	29
Figura 2.16: Pérdidas por microcurvaturas.....	29
Figura 2.17: Pérdidas por acoplamiento.....	30
Figura 2.18: Dispersión Modal.....	31
Figura 2.19: Cable de estructura holgada – Loose Tube.....	32
Figura 2.20: Cable de estructura holgada – Central Loose Tube.....	32
Figura 2.21: Cable de estructura ajustada.....	33
Figura 2.22: Cable Autosoportado.....	33
Figura 2.23: Cable Canalizado.....	34
Figura 2.24: Cable Plano.....	34
Figura 2.25: Cable Submarino.....	35
Figura 2.26: Conectores.....	37
Figura 2.27: Empalmes.....	37
Figura 2.28: Sistema de Telecomunicaciones.....	38
Figura 2.29: Sistema básico de fibra óptica.....	38

Figura 2.30: Red de transporte.....	40
Figura 4.1: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 1.....	48
Figura 4.2: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 2.....	50
Figura 4.3: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 3.....	51
Figura 4.4: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 4.....	52
Figura 4.5: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 5.....	54
Figura 4.6: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 6.....	55
Figura 4.7: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 7.....	56
Figura 4.8: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 8.....	57
Figura 4.9: Ubicación de los Nodos en forma Geográfica.....	63
Figura 6.1: FTTB (Fiber To The Building)	72
Figura 6.2: FTTH (Fiber To The Home)	73
Figura 6.3: FTTH (Fiber To The Curb)	73
Figura 6.4: FTTN (Fiber To The Node)	74
Figura 6.5: Estructura Red GPON.....	76
Figura 6.6: Canal Descendente y Ascendente Red GPON.....	77
Figura 6.7: Topología de anillo.....	78
Figura 6.8: Topología en árbol.....	79
Figura 6.9: TDM y TDMA.....	80
Figura 6.10: BDA (Dynamic Bandwidth Allocation).....	81
Figura 6.11: WDM (Wavelength Division Multiplexing).....	82
Figura 6.12: OLT (Optical Line Termination)	85
Figura 6.13: ONT (Optical Network Termination)	86
Figura 6.14: Splitter.....	87
Figura 6.15: PC (Physical Contact) y APC (Angle Physical Contact).....	87
Figura 6.16: Herraje temporal.....	89
Figura 6.17: Enrollado retractable/Fijo.....	90
Figura 6.18: Enrollado móvil.....	90
Figura 6.19: Herrajes de Fibra Óptica.....	91
Figura 6.20: Herrajes preformados de Fibra Óptica.....	92
Figura 6.21: Tensores de Fibra Óptica.....	92
Figura 6.22: Herrajes en conjunto.....	92

Figura 6.23: Ducterías.....	93
Figura 6.24: Cable de Fibra Óptica en forma de 8.....	94
Figura 6.25: Zanjado.....	95
Figura 6.26: Mufas o Mangas.....	95
Figura 6.27: ODF (Optical Distribution Frame)	96
Figura 6.28: Fusionadora, cortadora y pinza especial.....	97
Figura 6.29: Colocación de hilos y tubillos de fusión.....	97
Figura 6.30: Alineamiento de hilos de fusión.....	98
Figura 6.31: Backbone PUNTONET S.A Sucursal Ambato.....	101
Figura 6.32: AP's que distribuyen los servicios a los usuarios finales.....	103
Figura 6.33: Concentración de clientes actuales.....	106
Figura 6.34: Configuraciones de splitters.....	110
Figura 6.35: Ubicación de la ciudad de Ambato.....	112
Figura 6.36: Topología en árbol propuesta.....	113
Figura 6.37: Ruta de Fibra Óptica.....	114
Figura 6.38: Código de colores.....	115
Figura 6.39: Empalmes de fusión.....	117
Figura 6.40: Diagrama Lógico Red de Backbone.....	119
Figura 6.41: Red GPON ciudad de Ambato.....	126
Figura 6.42: Esquema de empalmes y conectores.....	131
Figura 6.43: Fibra Óptica Monomodo Prysmian.....	141
Figura 6.44: Manga Fosc 350, Tyco.....	142
Figura 6.45: Cajas multimedia.....	142
Figura 6.46: Splitter PLC 1x8.....	143
Figura 6.47: ODF de 24 puertos con accesorios.....	144
Figura 6.48: Patch cord tipo SC.....	144
Figura 6.49: OLT Corecess S506.....	146
Figura 6.50: ONT Corecess serie 3800.....	148
Figura 6.51: Conectores SFP GLC ZX SM Cisco.....	149
Figura 6.52: Esquema general de un cliente GPON.....	152
Figura 6.53: OLT Corecess S102.....	152
Figura 6.54: Manga Fosc 350, Tyco.....	154

Figura 6.55: ONT Corecess S3800.....	156
Figura 6.56: Router Cisco 1700 Series.....	157

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pag.
Tabla 3.1: Operacionalización variable independiente.....	44
Tabla 3.2: Operacionalización variable dependiente.....	45
Tabla 4.1: Análisis de Resultados Pregunta 1.....	49
Tabla 4.2: Análisis de Resultados Pregunta 2.....	49
Tabla 4.3: Análisis de Resultados Pregunta 3.....	51
Tabla 4.4: Análisis de Resultados Pregunta 4.....	52
Tabla 4.5: Análisis de Resultados Pregunta 5.....	53
Tabla 4.6: Análisis de Resultados Pregunta 6.....	55
Tabla 4.7: Análisis de Resultados Pregunta 7.....	56
Tabla 4.8: Análisis de Resultados Pregunta 8.....	57
Tabla 4.9: Análisis de Resultados Pregunta 9.....	
Tabla 4.10: Datos Observados.....	
Tabla 4.11: Datos Esperados.....	
Tabla 4.12: Cálculo del Chi-cuadrado.....	
Tabla 4.13: Tabla de distribución Chi-cuadrado.....	
Tabla 4.9: Coordenadas geográficas de los Nodos.....	65
Tabla 6.1: SONET y SDH tasas de transmisiones comúnmente utilizadas..	82
Tabla 6.2: Perdidas en Splitters ópticos.....	87
Tabla 6.3: Norma UIT-T G.652D.....	88
Tabla 6.4: Zonas de interés, Red GPON.....	105
Tabla 6.5: Clientes PUNTONET S.A Ambato.....	108
Tabla 6.6: Coordenadas de los Nodos.....	116
Tabla 6.7: Ubicación de los empalmes de fusión.....	118
Tabla 6.8: Empalmes y Splitters.....	120
Tabla 6.9: Mangas y splitters utilizadas en la red GPON.....	123
Tabla 6.10: Ventanas de operación utilizadas por PUNTONET S.A.....	127
Tabla 6.11: Determinación del mejor caso Avenida Atahualpa.....	131
Tabla 6.12: Determinación del mejor caso Avenida Bolivariana.....	133
Tabla 6.13: Determinación del mejor caso Parque Industrial.....	134
Tabla 6.14: Determinación del peor caso Avenida Atahualpa.....	135

Tabla 6.15: Determinación del peor caso Avenida Bolivariana.....	137
Tabla 6.16: Determinación del mejor caso Parque Industrial.....	138
Tabla 6.17: Datos obtenidos Red GPON.....	139
Tabla 6.18: Características Ópticas - Fibra Óptica Monomodo Prysmian...	141
Tabla 6.19: Características de Conectores SC.....	145
Tabla 6.20: Características de Corecess S506.....	147
Tabla 6.21: Características de Corecess Serie 3800.....	148
Tabla 6.22: Características Conector SFP GE ZX.....	149
Tabla 6.23: Características Herrajes tipo A.....	150
Tabla 6.24: Características Herrajes tipo B.....	150
Tabla 6.25: Características de Tensores de fibra óptica.....	151
Tabla 6.26: Características Cinta Heriban.....	151
Tabla 6.27: Clientes Iniciales.....	158
Tabla 6.28: Cálculo de la Demanda.....	160
Tabla 6.29: Presupuesto de gastos.....	161
Tabla 6.30: Costo Mano de Obra.....	161
Tabla 6.31: Costo de Instalación.....	162
Tabla 6.32: Costo por arrendamiento de postes.....	163
Tabla 6.33: Costos por migración de clientes.....	164
Tabla 6.34: Gastos de implementación.....	165
Tabla 6.35: Ingreso por costos Operativos Mensuales.....	165
Tabla 6.36: Ingreso por planes de servicios Mensuales.....	166
Tabla 6.37: Costos operativos totales.....	166
Tabla 6.38: Análisis de VAN y TIR.....	168
Tabla 6.39: Período de Recuperación de la Inversión.....	169

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación titulado “Red de fibra óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato” tiene como objetivo la ampliación de la cobertura de la red GPON y cuenta con siete capítulos que se detallan a continuación.

El Capítulo I, presenta el planteamiento del problema, la justificación del proyecto, los objetivos que se van a desarrollar, la hipótesis y el señalamiento de las variables.

El Capítulo II, consta de información general y los conceptos básicos de la fibra óptica para tener respaldo de las variables necesario para empezar la investigación.

El Capítulo III, detalla la metodología es decir el enfoque que se obtuvo, la modalidad y el tipo de investigación, con lo cual se forma la población y muestra a la cual va a ser destinado el proyecto.

El Capítulo IV, se indica el análisis e interpretación de resultados obtenidos de la investigación, también las herramientas para la recolección y procesamiento de la información.

El Capítulo V, se recogen las conclusiones y recomendaciones, resultado de la investigación teórica.

El Capítulo VI, se detalla la propuesta relacionada con la “Red de fibra óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato”, también consta de equipos y costos lo que da solución al problema de investigación.

El Capítulo VII, se establecen las conclusiones y recomendaciones, partiendo del diseño de la red de fibra óptica realizado en la empresa PUNTONET S.A.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo e incremento de la demanda de los servicios de telecomunicaciones, hace necesario la implementación de nuevas tecnologías con el fin de cumplir con las expectativas previstas. La empresa de telecomunicaciones PUNTONET S.A busca cumplir con esta demanda buscando la ampliación de la red mediante la incorporación de una red de fibra óptica.

Los sistemas de fibra óptica presentan mayores ventajas frente a los sistemas inalámbricos que posee la empresa con sus actuales clientes de esta manera se busca una solución para mejorar los servicios y poder ampliar sus servicios.

El presente trabajo de investigación trata sobre el diseño de una red de fibra óptica para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones en la ciudad de Ambato por parte de PUNTONET S.A de esta manera se amplía la cobertura de fibra óptica a nivel nacional.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.TEMA

“Red de Fibra Óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato”.

1.2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

Uno de los avances más importantes en telecomunicaciones es el que tiene que ver con la manera de utilizar la luz como medio para enviar información, esto se remonta a 1880 donde Alexander G. Bell realizó los primeros estudios de esta forma de comunicación. Sin embargo, no fue hasta mediados de los años setenta que se publicaron los resultados del trabajo teórico donde se logró transmitir información por medio de una guía óptica, a partir de esta fecha empiezan a producirse eventos que darán como resultado final la implantación y utilización cada vez mayor de la Fibra Óptica como alternativa a los cables de cobre.

Hoy en día el elevado ancho de banda necesario y tráfico de información en las redes actuales ameritan la creación de medios de transmisión de altas velocidades y de mayor rendimiento en el menor tiempo posible, un claro ejemplo es la fibra óptica que es el medio de transmisión más avanzado, que a diferencia de las

comunicaciones tradicionales como radio y de cable, es el único capaz de soportar los servicios de nueva generación, como servicios triple play, televisión HD en vivo, interconexión de redes entre otros.

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

Actualmente, Ecuador se interconecta a la fibra óptica del cable Panamericano ubicado frente a la costa continental (Punta Carnero - Ecuador), proveedores nacionales como CNT., CONECEL S.A., ETAPA TELECOM S.A., MEGADATOS S.A., PUNTONET S.A., TELCONET S.A., interconectan a las ciudades con redes Backhaul, que cubren casi todo el territorio nacional permitiendo de esta forma el más avanzado desarrollo de servicios de telecomunicaciones.

La empresa de telecomunicaciones PUNTONET S.A posee la tercera infraestructura de red más grande a nivel nacional, llegando a lugares donde otros proveedores no logran acceder como es la ciudad de Ambato en la provincia de Tungurahua, donde actualmente cuenta con radio enlaces para la transmisión de datos, pero debido a la demanda y al desarrollo comercial esta red se ha ido saturando, disminuyendo la velocidad de transmisión, provocando inconvenientes como pérdidas de señal o problemas de conexión, por esta razón la ciudad de Ambato representa una zona potencial para expandir su infraestructura a través de la conexión de Fibra Óptica, brindando a sus usuarios beneficios como: mayor ancho de banda, confiabilidad y crecimiento constante.

1.2.2. ARBOL DEL PROBLEMA

En la figura 1.1 se detallan las causas y consecuencias del problema.

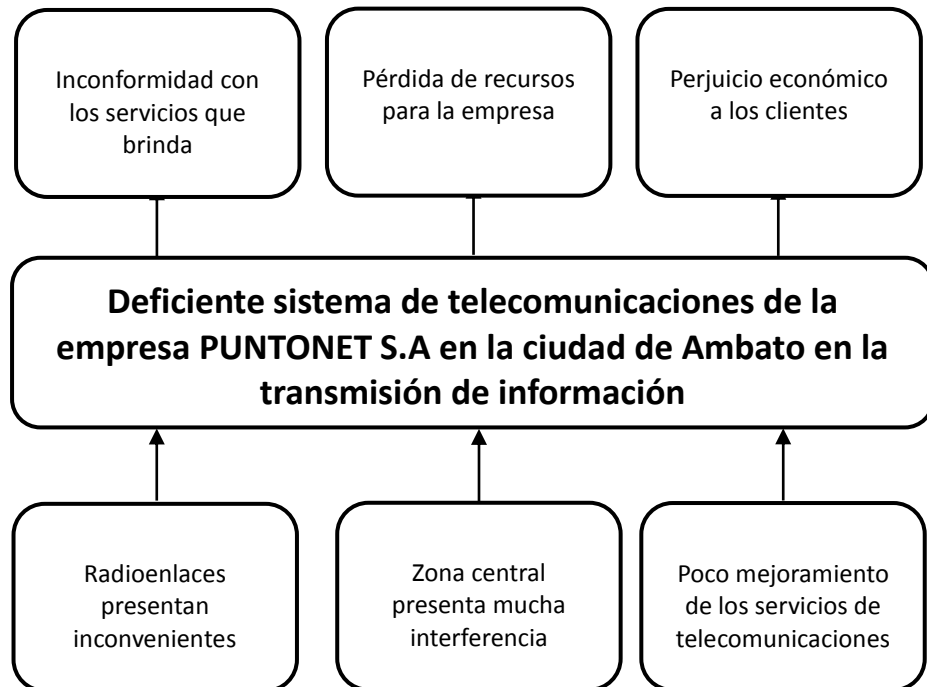


Figura1.1: Árbol del problema
Fuente: El Investigador

1.2.3. ANÁLISIS CRÍTICO

En la actualidad y debido a la gran demanda e incremento de los usuarios por los servicios de telecomunicaciones, la infraestructura de la red actual presenta inconvenientes de capacidad debido a que se ha mantenido por mucho tiempo, existiendo la necesidad de mejoramiento, la misma se ha ido saturando, generando disminución de la velocidad de transmisión y provocando problemas como pérdidas de señal o problemas de conexión.

Además, el incremento de la actividad comercial en la zona central de la ciudad, donde existen gran cantidad de proveedores de servicios de comunicaciones la mayoría de forma inalámbrica, los cuales causan interferencia en dicha zona, teniendo fallas para la interconexión con la red, ocasionando la pérdida de potenciales clientes, generando problemas para competir en el mercado actual.

Otro problema que causa son las caídas repentinas de los radio enlaces en la ciudad cortando el servicio de internet y datos de un momento a otro debido a que las frecuencias de operación se interfieren entre sí, causando molestias e inconvenientes a los clientes, ya que en la actualidad el trabajo se lo realiza mediante este servicio y las fallas que tenga la red ocasiona pérdidas al no ser eficiente la comunicación.

1.2.4. PROGNOSIS

De continuar con el problema de telecomunicaciones en la ciudad de Ambato, el sistema de Radio Enlace seguirá teniendo inconvenientes ocasionando problemas, pérdidas, interferencia y saturaciones en la red debido al crecimiento de sus clientes.

Además al no incorporar un nuevo sistema de telecomunicaciones, la red actual podría no prestar la confiabilidad y rendimiento suficiente debido a la interferencia producida para la conexión y al limitado ancho de banda de los equipos de radio frecuencia, se afectaría la velocidad de transmisión y recepción de datos.

Es por esta razón que al no poseer una red de fibra óptica son mucho los inconvenientes que tendrá la red actual de la empresa, poniendo en peligro su parte comercial y empresarial.

1.2.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye la falta de una Red de Fibra Óptica para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones en la ciudad de Ambato para la transmisión de información?

1.2.6. PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cuál es el sistema de telecomunicaciones actual de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato?

- ¿Cuáles son los requerimientos técnicos necesarios para el diseño de una Red de Fibra Óptica en la ciudad de Ambato?
- ¿Se puede proponer un nuevo Sistema de Telecomunicaciones para la empresa PUNTONET S.A al diseñar una nueva Red para la ciudad de Ambato?

1.2.7. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

- **Área Académica:** Comunicaciones
- **Línea de Investigación:** Tecnologías de Comunicación
- **Sublínea de Investigación:** Comunicaciones Ópticas
- **Delimitación Espacial:** El presente trabajo de investigación se lo realizó en la ciudad de Ambato
- **Delimitación Temporal:** El tiempo en el que se realizó el presente trabajo de investigación fue de seis meses a partir de la aprobación del presente trabajo TEMI por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

1.3.JUSTIFICACIÓN

Esta investigación va dirigida a los potenciales nuevos usuarios como también a personal del área corporativa de la empresa de telecomunicaciones PUNTONET S.A., en la ciudad de Ambato, quienes en la misma se manejan con radio enlaces para la transmisión de datos e internet, pero debido al desarrollo comercial se ha incrementado la demanda del servicio y la red con la que cuenta se ha ido saturando provocando problemas con la red, es por esta razón que no poseen un nuevo sistema de telecomunicaciones que les permitan controlar en forma adecuada y eficaz el manejo de la información.

Razón por la que esta propuesta pretende dar una visión integral para el desarrollo y crecimiento sustancial de su personal y usuarios, proporcionar información

adecuada para la toma de decisiones que mejoren la calidad de vida y beneficien a sus propietarios, empleados, trabajadores y todas las personas involucradas en este tipo de trabajo y orientarlos sobre el desarrollo de la gestión en las innumerables actividades que hacen posible el desarrollo de la misma.

La investigación propuesta es susceptible de realizarse ya que puede contar con los recursos necesarios, tiempo suficiente, voluntad para cumplir el trabajo y el acceso a fuentes de información cuando amerite el caso. A demás el mismo es importante ya que busca la integración de un nuevo sistema de red como es la fibra óptica, para dar solución a los problemas que se están presentando en la red actual.

1.4.OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

- Analizar la incidencia de una Red de Fibra Óptica para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato.

1.4.2. ESPECÍFICOS

- Analizar el sistema de telecomunicaciones actual de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato en la transmisión de información.
- Analizar los requerimientos técnicos necesarios para el diseño de una Red de Fibra Óptica para la transmisión de información.
- Proponer el diseño de una Red de Fibra Óptica para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones de la empresa PUNTO NET S.A en la ciudad de Ambato.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Al investigar trabajos y revisar archivos sobre el deficiente sistema de telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato en la transmisión de información, únicamente se han encontrado trabajos que de una u otra manera tiene un grado de similitud. Tales como:

En la Universidad Técnica de Ambato:

Tesis con el nombre “RED ÓPTICA INTERURBANA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES ENTRE LAS CIUDADES AMBATO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, su autor Balseca Paredes, Lorena Elizabeth correspondiente a Junio 2011. Por lo que se ha tomado la conclusión de mayor relevancia; la misma que dice “Disponer de un diseño de una red óptica interurbana ayuda en los procesos para la implementación futura de la red, puesto que se puede realizar el estudio de la zona y tomar las mejores alternativas para seleccionar el diseño más apropiado para cualquier plan de expansión, o de migración, el cual ofrezca las mayores ventajas posibles”.

Tesis con el nombre “ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA MEDIANTE LA TÉCNICA DE MICROZANJADO PARA LA EMPRESA TELCONET S.A. EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO”, su autor Miranda Pozo, María Violeta, correspondiente a Abril 2010. Por lo que se ha

tomado la conclusión de mayor relevancia; la misma que dice “La forma de tendido del cable de fibra óptica mediante microzanjado, es una de las opciones más recomendadas por diferentes razones, entre ellas; es mucho más sencilla frente a otras formas de tendido del cable, su tendido presenta menos curvaturas, y cortes de fibra garantizando de esta manera la confiabilidad y seguridad del servicio”.

Tesis con el nombre “ENLACE DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR FIBRA ÓPTICA ENTRE LAS CIUDADES DE AMBATO–PÍLLARO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES QUE OFRECE UN ISP”, su autor Carvajal Vizuet, Paola Augusta correspondiente a Junio 2010. Por lo que se ha tomado la conclusión de mayor relevancia; la misma que dice “La implementación de un enlace con fibra óptica resulta ser beneficioso para cualquier empresa ya que se puede ofrecer mayor capacidad para transportar tráfico, ancho de banda mayor a 1 GHz, seguridad e inmunidad electromagnética”.

En la Escuela Politécnica Nacional:

Tesis con el nombre “DISEÑO DE UN BACKBONE DE FIBRA OPTICA CON TECNOLOGIA IP/MPLS CON ENLACE DE ULTIMA MILLA INALAMBRICO BASADO EN TECNOLOGIA WIMAX PARA LA RED DE LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES ECUAONLINE S.A. EN LA CIUDAD DE QUITO” sus autores Córdor Palacios, David Andrés y Valle Acuña, Kevin Alejandro correspondiente a Mayo 2012. Por lo que se ha tomado la conclusión de mayor relevancia; la misma que dice “MPLS permite realizar reservación de recursos, a través de protocolos de señalización como RSVP, garantizando calidad de servicio en toda la red, de acuerdo a los requerimientos de cada usuario, características que no se consigue en la red actual”.

Tesis con el nombre “DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO GPON PARA PROVEER SERVICIOS TRIPLE PLAY(TV, INTERNET Y TELEFONIA) EN EL SECTOR DE LA CAROLINA A TRAVES DE LA RED DEL GRUPO TVCABLE”, su autor Pabón Taco Diana, Patricia, correspondiente a Enero 2009.

Por lo que se ha tomado la conclusión de mayor relevancia; la misma que dice “La implementación de la fibra óptica en servicios triple play (voz, datos y video) de banda ancha permite alcanzar distancias de hasta 20 Km y los problemas de ruido, atenuación e interferencias se minimizan debido al tipo de elementos pasivos que se utilizan”.

En la actualidad no se ha realizado un análisis detenido sobre inexistencia de una red de fibra óptica por parte de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato por lo que esta investigación es original, ya que este rubro que es muy importante para el desarrollo e interés de la empresa.

2.2.FUNDAMENTACIÓN LEGAL

- El presente trabajo de investigación, se basó en ley especial de Telecomunicaciones y su reforma:
 - Entidades como: Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) y la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL).
- Los estatutos y reglamentos internos de la empresa de telecomunicaciones PUNTONET S.A:
 - MISIÓN
Empresa con cultura de calidad, procesos efectivos, innovadas plataformas tecnológicas y colaboradores con certificaciones técnicas, comprometidos en satisfacer las necesidades integrales de telecomunicaciones, manteniendo la fidelidad de nuestros clientes.
 - VISIÓN
Brindar soluciones tecnológicas integrales, acercando nuestros clientes al mundo, porque sabemos cómo hacerlo.
- También se rigió al reglamento de graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

2.3.INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

El presente proyecto de investigación se basa en dos variables que a continuación se detallan en la figura 2.1. Permitiendo observar cómo están interrelacionadas:

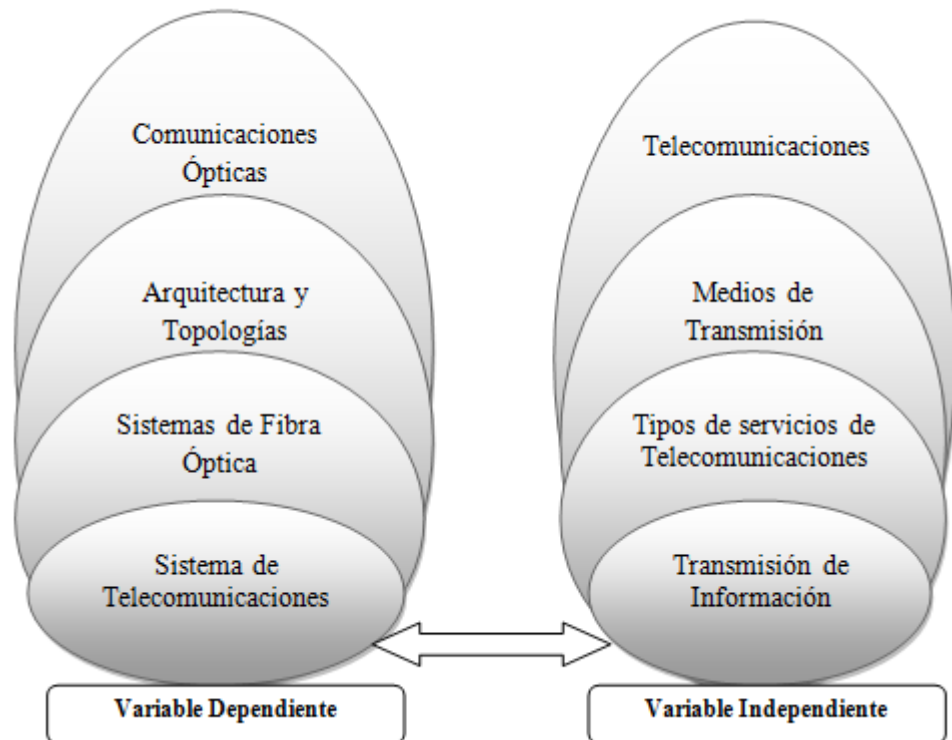


Figura 2.1: Categorías fundamentales
Fuente: El Investigador

2.3.1. Constelación de Ideas de la Variable Independiente

En la figura 2.2 se explica la variable independiente mediante una constelación.

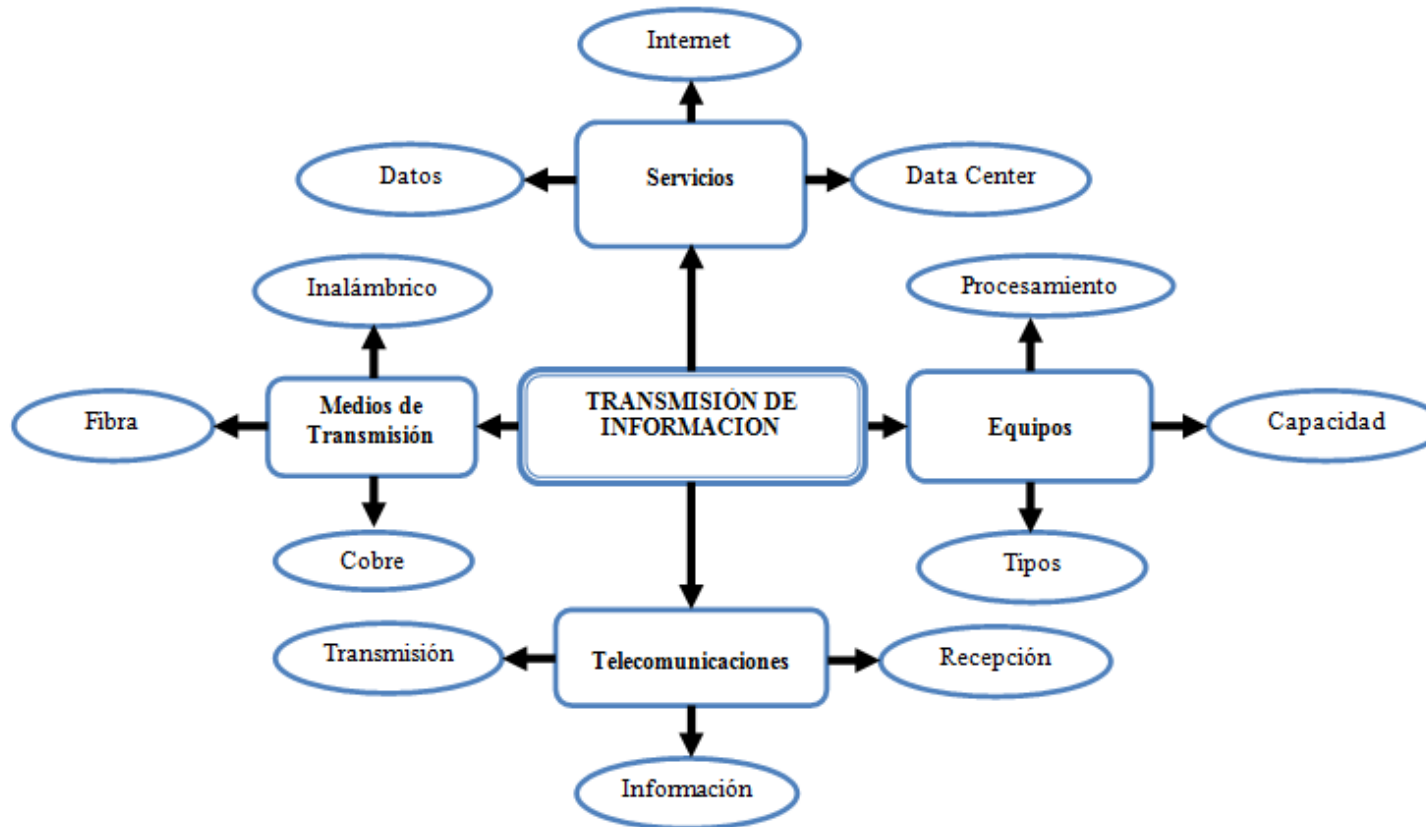


Figura 2.2: Constelación de ideas variable Independiente

Fuente: El Investigador

2.3.2. Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

En la figura 2.3 se explica la variable dependiente mediante una constelación.

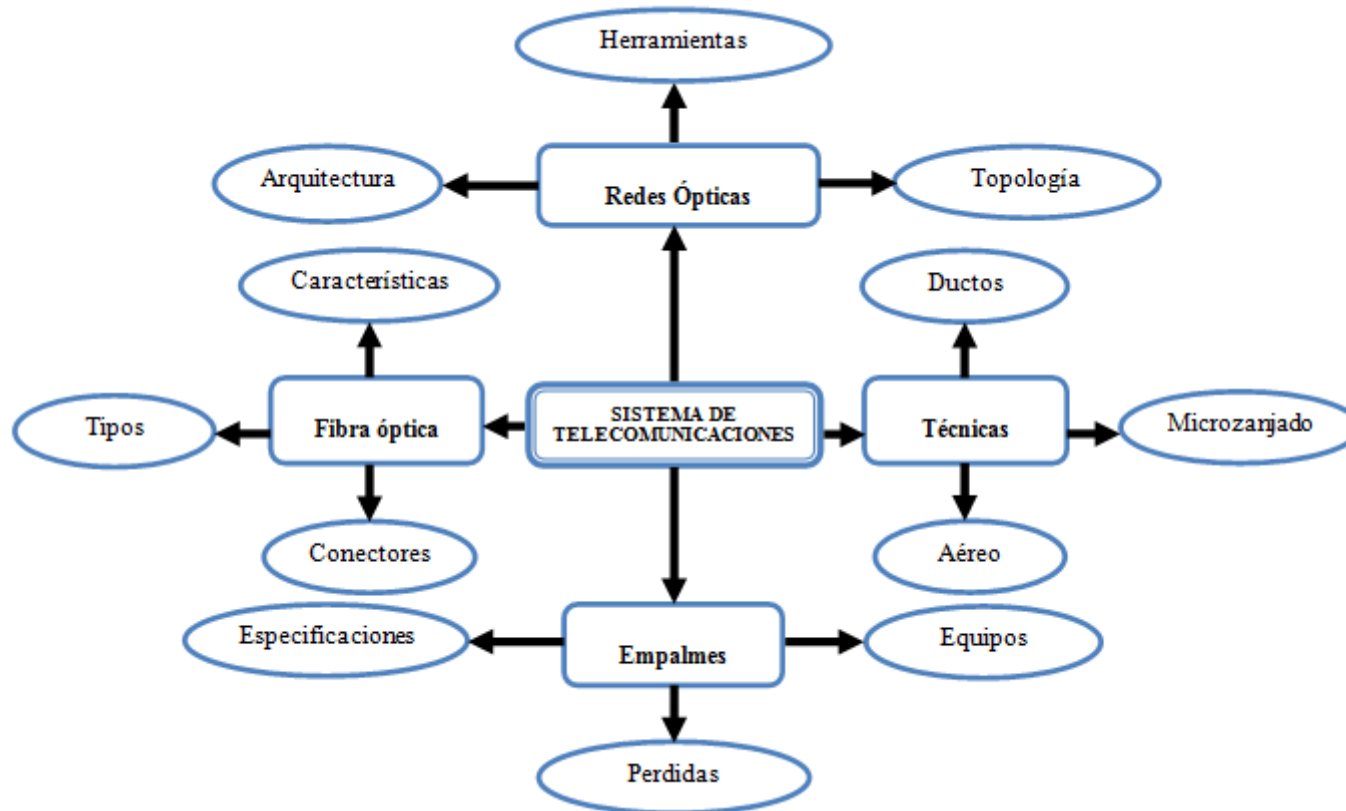


Figura 2.3: Constelación de ideas variable Dependiente
Fuente: El Investigador

2.4.1 FUNDAMENTOS DE FIBRA ÓPTICA

En los sistemas tradicionales de comunicación la información es conducida por medio de señales eléctricas o electromagnéticas. Pero por el incremento de nuevos usuarios y la aparición de nuevas tecnologías y sofisticados equipos la utilización de la luz como portadora de información en los últimos años ha recibido especial atención debido a las grandes ventajas que tiene frente a otros medios. El elemento principal de estos sistemas es la fibra óptica, la cual contiene y guía las ondas de luz de una fuente a un destino.

2.4.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Cuando se estudia dentro del campo de la fibra óptica es muy común que se trate el termino Longitud de Onda mas no el de Frecuencia, la longitud de ondas es el espacio que ocupa un ciclo completo de una onda electromagnética, esta depende la frecuencia de la onda y la velocidad de la luz en el vacío, matemáticamente se la representa con la siguiente relación:

$$\lambda = \frac{c}{f} \qquad \text{Ecuación 2.1}$$

Dónde:

λ : Longitud de onda (m)

c : Velocidad de la luz (m/s)

f : Frecuencia (Hertz)

El espectro electromagnético es el rango de longitud de onda que se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio. Generalmente, la radiación electromagnética se clasifica por la longitud de onda más no el de frecuencia.

Las fibras ópticas y los instrumentos ópticos trabajan en la región del espectro del infrarrojo y de la luz visible por las altas frecuencias que tienen, se utiliza la longitud de onda, la misma que comprende desde los 400 a los 700 nm visible

para el ojo humano, como se muestra en la figura 2.4. TOMASI, Wayne (2003. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; 2012, Noviembre, 24*).

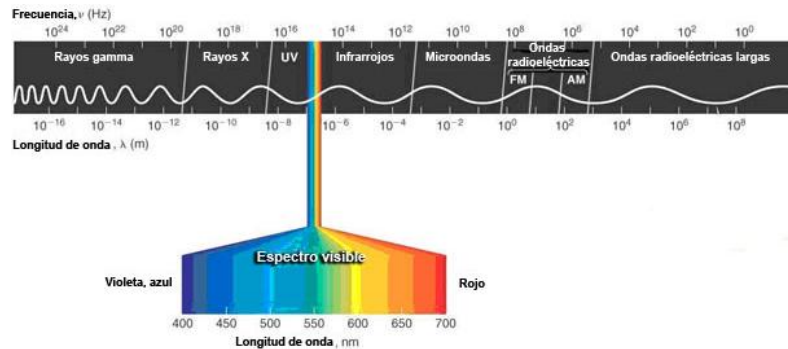


Figura 2.4: Espectro Electromagnético

Fuente: <http://ec.europa.eu/health/opinions/es/lamparas-bajo-consumo/figtableboxes/light-spectrum.htm>

2.4.3 VENTANAS DE OPERACIÓN

Las ventanas de operación en la fibra óptica se tienen en aquellas longitudes de onda en las cuales la atenuación son mínimas, entre las cuales sobresalen las siguientes y que se pueden apreciar en la figura 2.5.

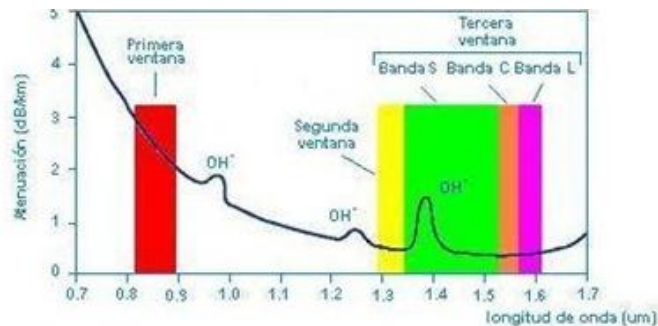


Figura 2.5: Ventanas de operación

Fuente: <http://nuevocircuito.wordpress.com/author/harmonix78/page/3/>

- 1ra ventana: $\lambda = 850$ (nm)
- 2da ventana: $\lambda = 1310$ (nm)
- 3ra ventana: $\lambda = 1550$ (nm)
- 4ta ventana: $\lambda = 1625$ (nm)
- 5ta ventana: $\lambda = 1470$ (nm)

En la actualidad la primera ventana ($\lambda = 850$ nm) ya no se la utiliza ya que posee mucha atenuación porque cubre distancias cortas, mientras que la segunda se la utiliza en sistemas de baja y media velocidad como en redes locales y urbanas, la tercera y cuarta ventana se las ocupa para sistemas DWM ya que alcanzan largas distancias con baja atenuación

2.4.4 PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA FIBRA ÓPTICA

2.4.4.1 REFLEXIÓN

La reflexión es el fenómeno que ocurre cuando un rayo de luz viaja a través de un material impactando con otro material diferente al primero reflejándose dentro del material original sin pérdida de luz, como se puede ver en la figura 2.6. Para este caso las leyes de la reflexión son las siguientes:

- **Primera Ley:** El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal, se encuentran en un mismo plano.
- **Segunda Ley:** El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

2.4.4.2 REFRACCIÓN

La refracción es otro fenómeno óptico el cual ocurre cuando un rayo de luz pasa de un medio 1 a un medio 2, cambiando la dirección de la onda al pasar de un medio a otro. Figura 2.6.

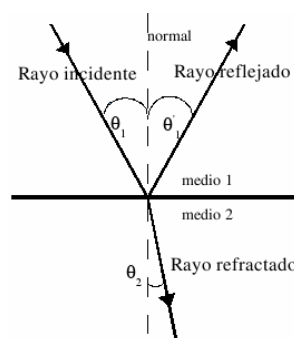


Figura 2.6: Reflexión y Refracción de la Luz

Fuente: http://contenidos.educarex.es/mci/2008/52/optica/optica_fis2.html

Dónde:

θ_1 : Ángulo de incidencia

θ_2 : Ángulo de refracción

θ_r : Ángulo de reflexión

2.4.4.3 ÍNDICE DE REFRACCIÓN

El índice de refracción no es más que la relación entre la velocidad de propagación de la luz en el espacio libre con la velocidad de la propagación de la luz en un material específico, matemáticamente se la representa de la siguiente manera.

$$n = \frac{c}{v} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Dónde:

n : Índice de Refracción

c : Velocidad de la luz en el espacio libre (m/s)

v : Velocidad de la luz en material específico (m/s)

2.4.4.4 DIFRACCIÓN

La difracción es un fenómeno que se caracteriza cuando una onda cualquiera al atravesar el borde de un objeto, no sigue una trayectoria recta, más bien esta se extiende. Figura 2.7.

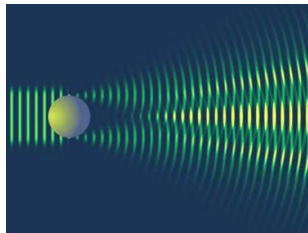


Figura 2.7: Difracción de la Luz

Fuente: <http://cienciascon8b.blogspot.com/>

2.4.4.5 LEY DE SNELL

La ley de Snell es una fórmula utilizada para calcular el ángulo de refracción de la luz al atravesar la superficie de separación entre dos medios de propagación de la luz (o cualquier onda electromagnética) con índice de refracción distinto, matemáticamente se la representa de la siguiente manera:

$$n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1 \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Dónde:

n_1 : Índice refractivo del medio 1

n_2 : Índice refractivo del medio 2

θ_1 : Ángulo de incidencia

θ_2 : Ángulo de refracción

2.4.4.6 ÁNGULO CRÍTICO

El ángulo crítico resulta cuando el rayo refractado tiende a formar 90° con la normal, si el ángulo de incidencia se hace mayor al ángulo crítico los rayos de luz serán totalmente reflejados. Figura 2.8.

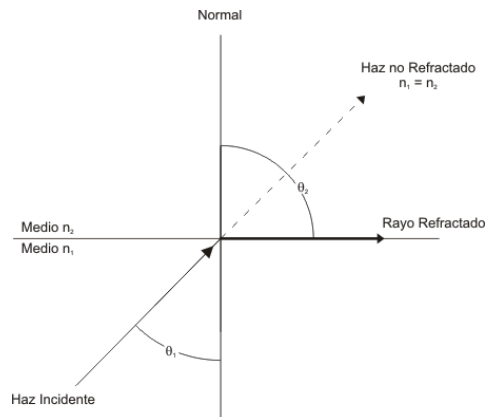


Figura 2.8: Ángulo Crítico

Fuente:

<http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/propagacion>

Por Ley de Snell *Ecuación 2.3*

$$n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1$$

Si $\theta_2 = 90^\circ$

$$\theta_1 = \theta_c = \text{ángulo crítico}$$

$$\therefore \theta_c = \text{sen}^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right) \quad \text{Ecuación 2.4}$$

A partir de este resultado se puede deducir que:

Hay Refracción si $\theta_1 < \theta_c$

Hay Reflexión total si $\theta_1 > \theta_c$

2.4.4.7 ÁNGULO Y CONO DE ACEPTACIÓN

El ángulo y cono de aceptación hace referencia a la capacidad de acoplar la luz de la fuente a la fibra óptica, es decir el máximo ángulo con los que los rayos de luz externos pueden chocar con la interface de aire/fibra y aun propagarse por la fibra,

mientras que al girar el ángulo de aceptación alrededor de su propio eje describe al cono de aceptación de la entrada como se observa en la figura 2.9. TOMASI, Wayne (2003. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*; 2012, Noviembre, 24).

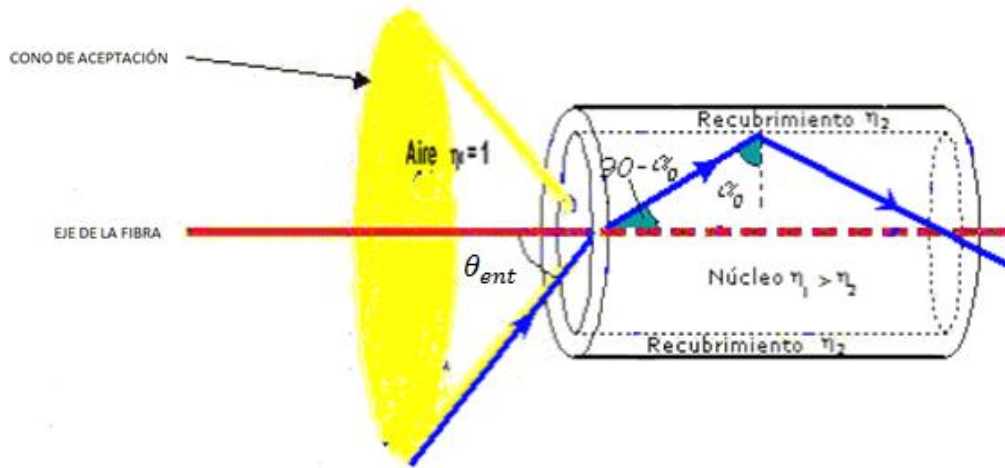


Figura 2.9: Ángulo y cono de aceptación

Fuente:

<http://ropalmaromera.wordpress.com/funcionamiento-de-las-fibras-opticas/>

Aplicando la ley de Snell resulta:

$$n_0 \sin \theta_{ent} = n_1 \sin \theta_1 \quad (1)$$

Por ángulos

$$\theta_1 = 90 - \theta_c \quad (2)$$

$$\sin \theta_1 = \sin(90 - \theta_c) = \cos \theta_c \quad (3)$$

Remplazando en (1)

$$n_0 \sin \theta_{ent} = n_1 \cos \theta_c$$

Resolviendo

$$\sin \theta_{ent} = \frac{n_1}{n_0} \cos \theta_c \quad (4)$$

Por Pitágoras

$$\cos \theta_c = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$$

Remplazando en (4)

$$\sin \theta_{ent} = \frac{n_1 \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1 n_0}$$

Debido a que los rayos de luz generalmente penetran a través del aire entonces tenemos que $n_0 = 1$, resultando la siguiente ecuación:

$$\theta_{ent} = \sin^{-1} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

2.4.4.8 APERTURA NUMÉRICA

La apertura numérica hace referencia a la habilidad de recoger la luz de una fibra óptica, entre más grande sea mayor será la cantidad de luz que puede ser receptada de una fuente de luz externa, matemáticamente se define como el seno del medio ángulo de aceptación.

$$NA = \sin \theta_{ent}$$

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

Para el caso de un índice graduado, NA es simplemente el seno del ángulo crítico.

$$NA = \sin \theta_c \quad \text{Ecuación 2.6}$$

2.4.5 FIBRA ÓPTICA

Las fibras ópticas son filamentos de vidrio de alta pureza extremadamente compactos. El grosor de una fibra es similar a la de un cabello humano tal y como se puede apreciar en la figura 2.9. “Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones”.

“<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/fibra-optica-maravilla-moderna/fibra-optica-maravilla-moderna.pdf>”

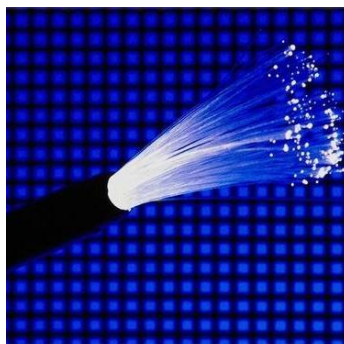


Figura 2.9: Fibra óptica

Fuente:

http://www.claupet.com/home/index.php?option=com_content&view=article&id=160&Itemid=87

2.4.5.1 ELEMENTOS BÁSICOS

Los tres elementos básicos de la fibra óptica son el core, el cladding y el recubrimiento, como se muestra en la figura 2.10.

- El núcleo o core es de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio), con un alto índice de refracción.
- El cladding es de un material muy similar al core, pero este es de un índice de refracción menor.
- Mientras que el recubrimiento es de acrílico.

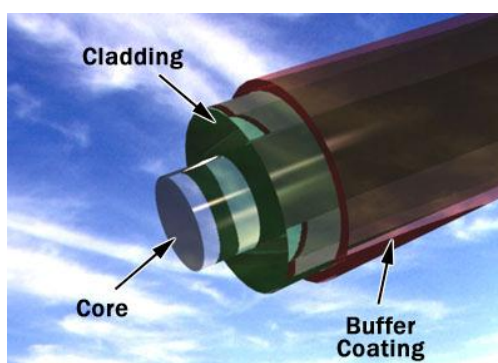


Figura 2.10: Elementos básicos

Fuente: <http://www.cctvbangkok.com/cctvbangkok-ipcamera-dome-dvr-ccd-infrared-camera-dvr-card-quad-page111.html>

2.4.6 TIPOS DE FIBRA

La luz puede propagarse por el cable de fibra óptica por reflexión o refracción, los tipos de fibra óptica se definen según la relación (núcleo/revestimiento), expresado en micras. Además por el número de modos en que transmite se clasifica en multimodo y monomodo.

2.4.6.1 FIBRA MULTIMODO (MM)

La fibra óptica multimodo por la cual los haces de luz viajan a varios modos o caminos, es adecuada para distancias cortas como por ejemplo redes LAN, esto quiere decir que se transmite las mismas longitudes de onda pero en diferentes trayectorias, entre las principales se encuentran las fibras de 100/140 - 62,5/125 - 50/125, todas estas en micras como se puede apreciar en la figura 2.11.

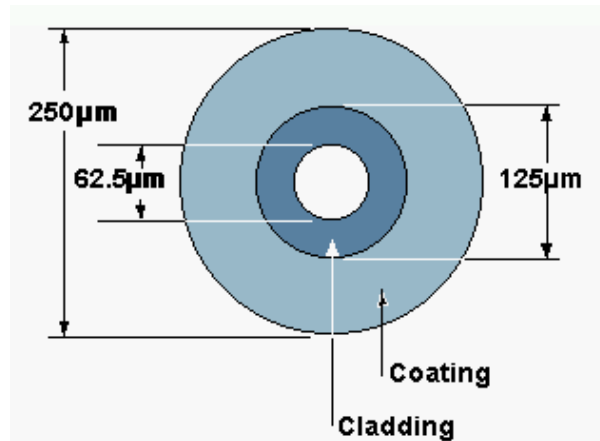


Figura 2.11: Fibra Multimodo

Fuente:

<http://images.yourdictionary.com/fiber-optics-glossary>

Existen dos tipos de fibra multimodo las de índice escalonado e índice gradual.

2.4.6.1.1 ÍNDICE ESCALONADO

Las de índice escalonado se propagan varias ondas o modos a través de la fibra, la desventaja de este tipo de fibra es que se presenta un fenómeno llamado dispersión que es la causante de la atenuación y pérdida de potencia de la señal transmitida y no poder alcanzar largas distancia como lo hace la fibra monomodo. Figura 2.12.

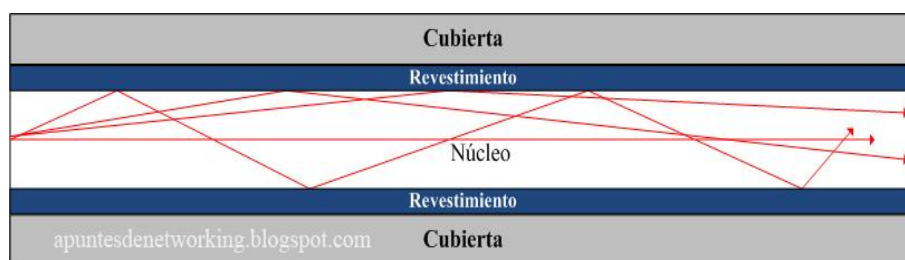


Figura 2.12: Fibra Multimodo con índice escalonado

Fuente:

<http://apuntesdenetworking.blogspot.com/2012/01/la-fibra-optica-monomodo-y-multimodo.html>

2.4.6.1.2 ÍNDICE GRADUAL

Las fibras de índice gradual el índice de refracción del núcleo decrece desde el centro hacia el revestimiento, haciendo que los rayos lleguen casi al mismo tiempo, por esta razón la dispersión se reduce, ya que cerca del revestimiento los rayos se propagan más rápido que en el núcleo. Figura 2.13.

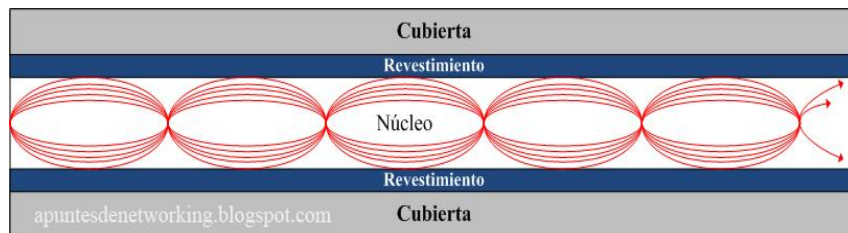


Figura 2.13: Fibra Multimodo con índice gradual

Fuente:

<http://apuntesdenetworking.blogspot.com/2012/01/la-fibra-optica-monomodo-y-multimodo.html>

2.4.6.2 CARACTERISTICAS FIBRA MULTIMODO

Entre las características más sobresalientes de la fibra multimodo son las siguientes y que se detallan a continuación:

- Se alcanza una distancia de enlaces menores a 2 Km.
- La conectorización es de bajo costo.
- Más pérdidas y menor ancho de banda.
- Generalmente para aplicaciones de Voz, Datos y Video.
- Para Gigabit entre 225 a 550 metros.
- Instalaciones en caminos cortos.
- La luz se transmite mediante Leds.

2.4.6.3 FIBRA MONOMODO (SM)

La fibra óptica monomodo por donde el haz de luz viaja en un solo modo o camino es decir que la luz viaja casi en forma paralela al eje de la fibra para evitar retardo, está diseñada para sistemas de comunicaciones ópticas de larga distancia. El principio es el mismo que la fibra multimodo pero el diámetro disminuye como se ve en la figura 2.14.

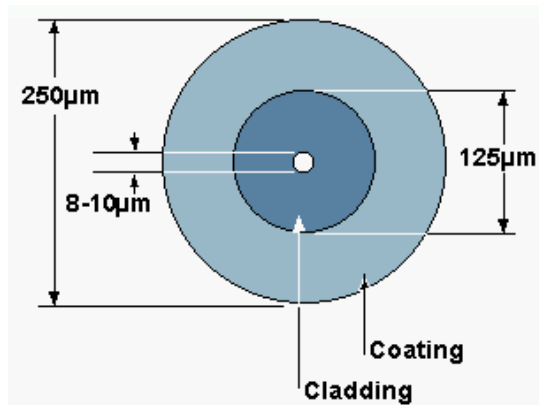


Figura 2.14: Fibra Monomodo

Fuente:

<http://images.yourdictionary.com/fiber-optics-glossary>

2.4.6.4 CARACTERÍSTICAS FIBRA MONOMODO

Las fibras monomodo cumplen con las siguientes características:

- Altos costos para medios activos.
- Costos de conectores elevados.
- Bajo costo del cable de fibra.
- Menor pérdida y ofrece más ancho de banda.
- Alcanza hasta 100Km de tendido
- La Luz se transmite mediante laser.

2.4.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

La fibra posee algunas características técnicas propias, las cuales ayudan de mejor manera a su desempeño como un medio de transmisión de información analógica o digital. Las ondas electromagnéticas viajan en el espacio a la velocidad de la luz. La capacidad de transmisión de información depende de:

- Del diseño geométrico de la fibra.
- De las propiedades de los materiales empleados en su elaboración.
- De la anchura espectral de la fuente de luz utilizada.
- Cuanto mayor sea esta anchura, menor será la capacidad de transmisión de información de esa fibra.

- Del recubrimiento que tiene un índice de refracción ligeramente menor que el núcleo, permitiendo así la reflexión total interna.

Estas topologías permiten evitar caos de conexión entre los dispositivos de la red porque los mismos no están con una conexión aleatoria sino ordenada entre sí. TOMASI, Wayne (2003. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*; 2012, Noviembre, 24).

2.4.8 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

La fibra óptica posee características mecánicas las cuales se debe tener en cuenta como son su sensibilidad a la curvatura y micro curvatura, la resistencia mecánica y las características de envejecimiento, por lo que se tienen las siguientes características mecánicas:

- **Tensión:** cuando se estira o contrae el cable se pueden causar fuerzas que rebasen el porcentaje de elasticidad de la fibra óptica y se rompa o formen micro curvaturas.
- **Compresión:** es el esfuerzo transversal de la fibra óptica.
- **Impacto:** se debe principalmente a las protecciones del cable óptico.
- **Enrollamiento:** existe siempre un límite para el ángulo de curvatura de la fibra óptica pero, la existencia del forro impide que se sobrepase.
- **Torsión:** es el esfuerzo lateral y de tracción que sufre la fibra óptica.
- **Limitaciones Térmicas:** estas limitaciones difieren en alto grado según se trate de fibras realizadas a partir del vidrio o a partir de materiales sintéticos.

2.4.9 VENTAJAS

Las fibras ópticas poseen varias ventajas respecto a los sistemas convencionales que emplean cables de cobre o microondas; algunas de las más sobresalientes se mencionan a continuación:

2.4.9.1 ANCHO DE BANDA DE LA F.O

La fibra óptica tiene la capacidad de transmitir grandes cantidades de información a altas velocidades debido al gran ancho de banda en frecuencias ópticas lo que permite flujos muy elevados y sirve para cubrir largas distancias.

2.4.9.2 ATENUACIÓN

La atenuación que presenta la fibra es independiente de la velocidad de transmisión a la que esté trabajando, lo cual no ocurre en cables convencionales, ya que en ellos la atenuación es mayor a medida que se aumenta la velocidad de transmisión o el ancho de banda.

2.4.9.3 AISLAMIENTO

La fibra óptica no se ve afectada por la interferencia electromagnética (EMI) o interferencia de radiofrecuencia (RFI), y no genera por sí misma interferencia, ello las hace un medio de transmisión ideal.

2.4.9.4 SEGURIDAD

La información que viaja por la fibra no se puede detectar, aunque sí interceptar, porque la luz no es sensible a ningún fenómeno de tipo inductivo por la configuración especial de su campo electromagnético.

2.4.9.5 ESTABILIDAD A VARIACIONES DE TEMPERATURA

La fibra óptica tiene un funcionamiento uniforme desde -55 °C a +125 °C sin degradación de sus características, al contrario de lo que ocurre con muchos cables metálicos, cuya atenuación depende de su resistencia y ésta de la temperatura.

2.4.10 DESVENTAJAS

Las primeras redes inalámbricas conocidas fueron las infrarrojas, que trabajaban con frecuencias de radiación electromagnética más bajas que las actuales redes Wireless. Las actuales redes sin cables han solucionado en gran medida los

inconvenientes que presenta la tecnología infrarroja, permitiendo que, por ejemplo, dos PCs puedan ubicarse en diferentes espacios y transmitir información con incluso una pared de por medio. *TOMASI, Wayne (2003. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; 2012, Noviembre, 24).*

2.4.10.1 ELEVADO COSTO

La fibra óptica tiene un costo elevadamente alto por el material utilizado en su fabricación (metro de cable), su mano de Obra es costosa y debe ser de alta calidad por utilizar equipos terminales, elementos activos y equipos de Test de última tecnología. Además deberían ser analizados todos los costes de operación e implementación de un servicio de fibra óptica.

2.4.10.2 CAMINOS HOMOGÉNEOS

Un camino homogéneo hace referencia a un camino físico recto para el cable de fibra óptica. El cable se puede enterrar directamente, situar en tubos o disponer de cables aéreos a lo largo de caminos homogéneos.

2.4.10.3 INSTALACIÓN ESPECIAL

Las fibras ópticas son muy delicadas debido a que es predominantemente de sílice lo cual requiere técnicas especiales para la ingeniería e instalación de los enlaces de Fibra Óptica.

2.4.10.4 REPARACIONES

Los procedimientos de reparación de la fibra óptica requieren un equipo de técnicos con mucha destreza y habilidad en el manejo del equipamiento. En algunas situaciones puede ser necesario reparar el cable entero.

2.4.11 PARÁMETROS DE PÉRDIDAS

La transmisión de información en la fibra óptica no es un 100%, por lo que la potencia de la señal disminuye con la distancia, se la mide en dB/Km. Varios son los factores de pérdida como:

- Pérdidas por curvaturas.
- Pérdidas por acoplamiento.

- Pérdidas por dispersión en el material.
- Pérdidas por absorción
 - Absorción Intrínseca, debida al material.
 - Absorción Extrínseca, debida a las impurezas.

2.4.11.1 PÉRDIDAS POR CURVATURA

Al momento de instalar los cables de fibra hay que tener cuidado con las especificaciones mínimas para el radio de curvatura de la misma, estas pueden causar macrocurvaturas y microcurvaturas.

2.4.11.1.1 PÉRDIDAS POR MACROCURVATURAS

Las pérdidas por curvatura se dan por lo general al momento de realizar algún tipo de dobles o esfuerzos cuando se realiza el tendido aéreo del cable ya que aquí se produce mucha tensión al cable lo que hace que los rayos de luz de mayor orden se escapen del núcleo multimodo y, por lo tanto, provocan pérdidas, se puede observar en la figura 2.15, en la actualidad los cables de fibra vienen más flexibles produciendo menos tensión en los cables siendo así menor la atenuación.

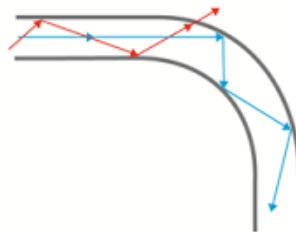


Figura 2.15: Pérdidas por macrocurvaturas

Fuente: <http://redespe2011.blogspot.com/2011/04/curvaturas-en-fibra-optica.html>

2.4.11.1.2 PÉRDIDAS POR MICROCURVATURAS

Las llamadas pérdidas por microcurvatura son causadas por imperfecciones microscópicas en la geometría de la fibra en sí, que se dan como resultado del proceso de fabricación, o como resultado de diferentes parámetros propios de la fibra. Se puede observar una microcurvatura en la siguiente figura 2.16.

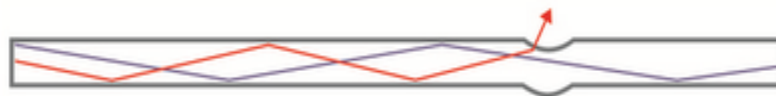


Figura 2.16: Pérdidas por microcurvaturas

Fuente: <http://redespe2011.blogspot.com/2011/04/curvaturas-en-fibra-optica.html>

2.4.11.2 PÉRDIDAS POR ACOPLAMIENTO

Este tipo de pérdidas se produce en todos los empalmes, ya sean estos por fusión o mecánicos, se atribuyen a varios factores incluyendo un mal corte, desalineamiento lateral, desalineamiento de entrehierro, desalineamiento angular, acabados superficiales imperfectos, etc., como se puede observar en la figura 2.17. También se presentan por pérdidas en los conectores de fibra óptica y dependen en gran medida del tipo de conector usado. *TOMASI, Wayne (2003. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; 2012, Noviembre, 24).*

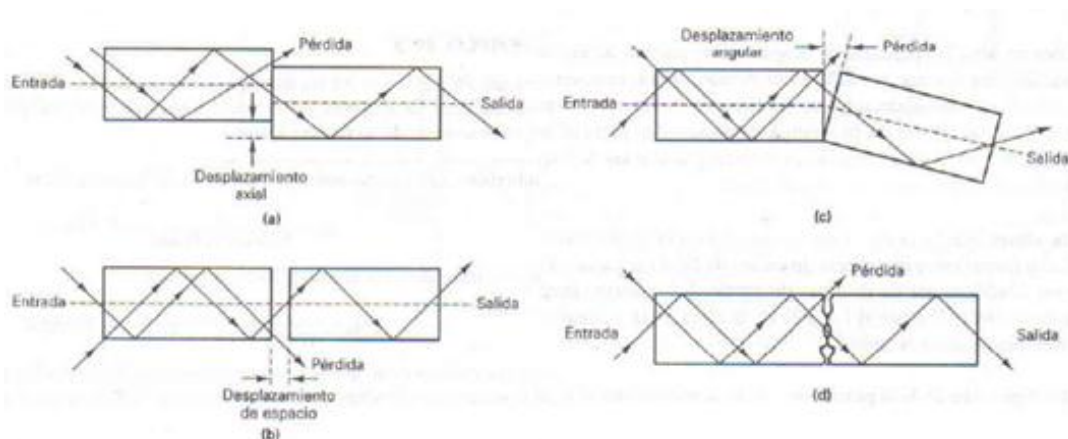


Figura 2.17: Pérdidas por acoplamiento

Fuente: <http://redespe2011.blogspot.com/2011/04/curvaturas-en-fibra-optica.html>

2.4.11.3 DISPERSIÓN

La dispersión en la fibra óptica es debido a efectos microscópicos de la misma, estos reflejan y disipan parte de la energía de la luz limitando la distancia de transmisión, la dispersión de energía óptica se clasifica en dos categorías:

- Dispersión modal.
- Dispersión cromática.

2.4.11.3.1 DISPERSIÓN MODAL (Sm)

La dispersión modal es una característica de la fibra multimodo, esta produce un ensanchamiento de los pulsos ópticos debido a la diferencia de tiempos de propagación de los rayos de luz al seguir diferentes caminos, esto se puede eliminar de forma considerable utilizando fibra de índice gradual. Figura 2.18.

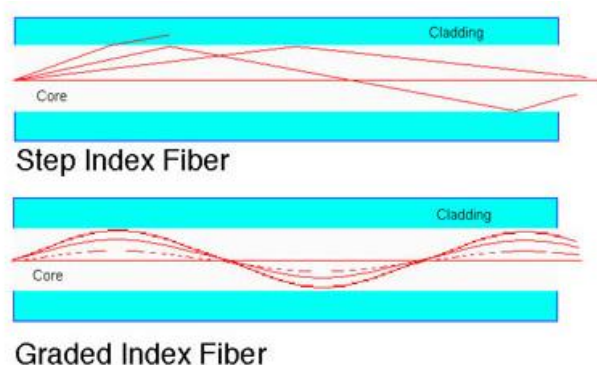


Figura 2.18: Dispersión Modal

Fuente: <http://www.thefoa.org/tech/ref/basic/fiber.html>

2.4.11.3.2 DISPERSIÓN INTRAMODAL O CROMÁTICA

La dispersión intramodal o cromática se presenta en todos los tipos de fibras ópticas y tiene como origen el hecho de que las fuentes de luz disponibles no emiten una sola frecuencia, sino un cierto espectro de una determinada anchura de banda, es decir si dos rayos tienen diferentes longitudes de onda son enviados simultáneamente por la misma trayectoria, estos arribarán ligeramente a diferentes tiempos. En las fibras multimodo, el fenómeno queda enmascarado por la dispersión intermodal, de mucha mayor amplitud, por lo que sólo se suele considerar este tipo de dispersión para las fibras monomodo. *TOMASI, Wayne (2003. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; 2012, Noviembre, 24).*

2.4.11.4 ATENUACIÓN

Los cables de fibra multimodales tienden a tener mayores pérdidas que los unimodales, debido a la dispersión de la luz producida por las impurezas, la atenuación se mide comparando la potencia de salida con la potencia de entrada.

TOMASI, Wayne (2003. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*; 2012, Noviembre, 24).

$$A = 10 \log \frac{P_{sal}}{P_{ent}} \quad \text{Ecuación 2.7}$$

Dónde:

A : Atenuación en (dB)

P_{sal} : Potencia de salida (vatios)

P_{ent} : Potencia de entrada (vatios)

2.4.12 CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Su principal función es dar robustez a la fibra óptica, para facilitar su manejo y utilización, existen cables con una sola fibra o de múltiples fibras. No existe estándares, sin embargo para cada aplicación hay consenso de que tipo de cable se utiliza. Se clasifican de acuerdo a sus características de construcción:

- Cable de estructura holgada.
- Cable de estructura ajustada.

2.4.12.1 CABLE DE ESTRUCTURA HOLGADA

Son aquellos cables en los cuales las fibras se encuentran en el interior de un buffer (loose tube), estos buffer se encuentran alrededor de un elemento central y rodeado de una cubierta protectora como se ve en la figura 2.19. Cada buffer o tubo hueco puede albergar hasta 12 hilos los cuales contienen un gel hidrófugo para protección contra la humedad, además protege las fibras de fuerzas mecánicas que se ejerzan sobre el cable. Se recomiendan para redes troncales y manejan capacidades altas, (2 a 144 hilos). Los cables de estructura holgada se usan en la mayoría de las instalaciones exteriores, incluyendo aplicaciones aéreas, en tubos o conductos y en instalaciones directamente enterradas. No es adecuado para instalaciones en recorridos muy verticales, ya que existe la posibilidad de que el gel interno fluya o que las fibras se muevan.



Figura 2.19: Cable de estructura holgada – Loose Tube

Fuente:

<http://www.fibermsd.com/en/pro.asp?ClassID=005&className=Fiber%20Optic%20Cables>

Otro tipo de cable de estructura holgada es uno que tiene los hilos dentro de un buffer central (central loose tube), es recomendable para redes acometidas y manejan capacidades bajas (2 a 12 hilos). Figura 2.20.



Figura 2.20: Cable de estructura holgada – Central Loose Tube

Fuente: <http://www.fiberstore.com/4-fibers-singlemode-central-loose-tube-outdoor-cable-gyxts-p-17075.html>

2.4.12.2 CABLE DE ESTRUCTURA AJUSTADA

El cable de estructura ajustada contiene varias fibras con protección secundaria que rodean un miembro central de tracción, las mismas que son hilaturas de aramida de fibra de vidrio y todo ello cubierto de una protección exterior como se ve en la figura 2.21. Son usados para instalaciones en el interior de edificios, así como también para instalaciones en tendidos verticales elevados, debido al soporte vertical que dispone cada fibra.



Figura 2.21: Cable de estructura ajustada

Fuente: <http://www.tdt-latinoamerica.tv/foro/actualidad-cablevision-fibertel-t10952-360.html>

2.4.13 APLICACIONES DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA

2.4.13.1 CABLES AEREOS ADSS

ADSS (All Dielectric Self Supported), se lo utiliza para tendidos aéreos y existen de dos tipos como se observa en la figura 2.22: los que poseen un mensajero cubierto por la misma chaqueta la cual proporciona la necesaria resistencia a la tracción llamados figura 8 y otros que no la poseen que pueden ser de tipo loose tube o de central loose tube de alta capacidad, ofrece bastante flexibilidad eliminando así la necesidad de un mensajero. Cuando se realiza el tendido aéreo con estos cables se debe tener en cuenta la distancia entre postes.

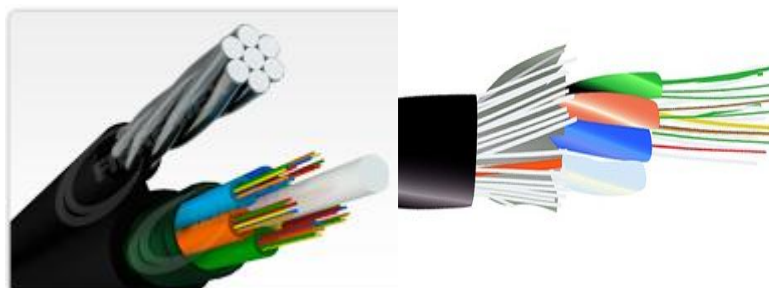


Figura 2.22: Tipos de Cable Autoportado

Fuente: <http://fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=showroom&ext=show&id=16>

2.4.13.2 CABLES CANALIZADOS

Los cables canalizados poseen su principal característica en una armadura metálica para protección contra roedores y resistencia mecánica, puede ser de loose tube o central loose tube. Figura 2.23.



Figura 2.23: Cable Canalizado

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>

2.4.13.3 CABLE PLANO

Los cables planos se los utilizan para acometidas, es de forma ovalada-plana, de bajas capacidades y de fácil manipulación, suele ser de tipo central loose tube. Figura 2.24.



Figura 2.24: Cable Plano

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>

2.4.13.4 CABLE SUBAMRINO

Es de tipo estructura holgada y son diseñados para permanecer sumergidos en el agua, los continentes se encuentran conectados mediante este tipo de cables. Figura 2.25.



Figura 2.25: Cable Submarino

Fuente: <http://blog.bricogeek.com/noticias/tecnologia/mapa-de-cables-submarinos-de-comunicaciones/>

2.4.14 PUNTOS A CONSIDERAR SOBRE EL TIPO DE CABLE Y FIBRAS

Para un desempeño óptimo en el diseño de una red de fibra óptica se debe tener en cuenta algunos aspectos básicos como:

- Tipo de fibra.
- Inconvenientes y conveniencias.

- Aplicaciones.
- Distancia.
- Normas.
- Hojas Técnicas.
- Radio de curvaturas de la fibra.

2.4.15 APLICACIONES DE LA FIBRA ÓPTICA

Las aplicaciones de fibra óptica son muy variadas y se encuentran en un continuo proceso de expansión sin conocer hasta dónde puede llegar. Si a todo esto sumamos la gran capacidad de transmisión de información de este medio (debido a su gran ancho de banda, baja atenuación, a que esta información viaja a la velocidad de la luz, etc.), dichas aplicaciones se multiplican.

Campos tales como las telecomunicaciones, medicina, arqueología, prácticas militares, mecánica y vigilancia se benefician de las cualidades de esta herramienta óptica.

Las fibras ópticas también se emplean en una amplia variedad de sensores, que van desde termómetros hasta giroscopios. Portadores comunes telefónicos y no telefónicos, Televisión por cable, Enlaces y bucles locales de estaciones terrestres, Automatización industrial, Controles de procesos, entre otros.

2.4.16 TÉCNICAS DE TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA

El tendido de cable es la acción propia de desplegar el cable de fibra óptica entre los extremos a conectar, existiendo varios métodos de tendido según la zona en la se va a realizar el tendido de cable.

Básicamente existen dos tipos de tendidos: tendidos en interiores y tendidos en exteriores. Dentro de los tendidos en exteriores se diferencian en:

- Tendidos en canalización exterior.
- Tendidos en fachada.
- Tendidos aéreos.
- Tendidos subterráneos.

2.4.17 EMPALMES Y CONECTORES

Los conectores son usados para conectar la fibra a los paneles o dispositivos activos, entre los más utilizados están ST, SC, FC entre otros, que se diferencian por aplicaciones o simplemente por su diseño, tal y como se puede apreciar en la figura 2.26.



Figura 2.26: Conectores

Fuente: http://www.aprendeinstalar.infored.mx/726442_FIBRA--PTICA-Y-CONECTORES.html

Los empalmes son conexiones fijas, se juntan los extremos de dos fibras, como los conectores los empalmes tienen incremento en las pérdidas del sistema como se observa en la figura 2.27. El uso más común de los empalmes es fuera de los edificios incorporando largos tramos de cables.



Figura 2.27: Empalmes

Fuente: <http://pedroaguirrecerda.olx.cl/empalme-de-fibra-optica-iid-42011085>

2.4.18 SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

Un sistema de telecomunicaciones consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente (emisor) hasta el destino (receptor), mediante un canal de transmisión (figura 2.28), mediante esta infraestructura se ofrece a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones.

2.4.18.1 ESTRUCTURA

La función del transmisor implica pasar el mensaje al canal en forma de señal, para que la transmisión sea eficiente y efectiva, se deben desarrollar varias operaciones de procesamiento de la señal. La más común es la modulación, un proceso que se distingue por el acoplamiento de la señal transmitida a las propiedades del canal, por medio de una onda portadora.

El Canal de Transmisión o medio entre el transmisor y el receptor, es el puente de unión entre la fuente y el destino, pero sin importar el tipo, todos los medios de transmisión se caracterizan por la atenuación, la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia en su trayecto.

La función del Receptor es extraer del canal la señal deseada, las señales son débiles, como resultado de la atenuación, esto implica que el receptor debe tener varias etapas de amplificación. La operación que ejecuta el receptor es la demodulación, el caso inverso del proceso de modulación del transmisor, con lo cual vuelve la señal a su forma original. En este proceso siempre existe una

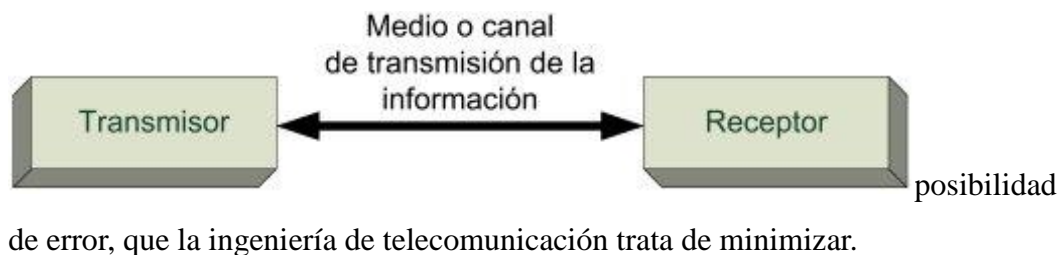


Figura 2.28: Sistema de Telecomunicaciones

Fuente: http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2007/espinoza_ap/html/sdx/espinoza_ap-TH.4.html

2.4.19 SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA

Los sistemas de fibra óptica, están diseñados con fibras separadas para la TX y RX, siendo estos el transmisor y receptor de luz ubicados en los extremos, como se ve en la figura 2.29.

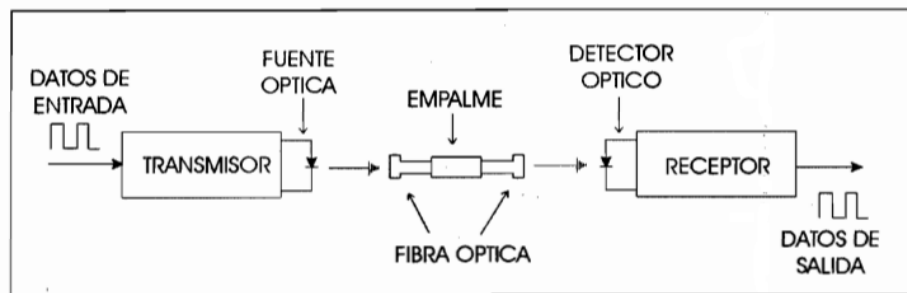


Figura 2.29: Sistema básico de fibra óptica

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/13977529/Sistemas-de-comunicacion-Fibra-optica.html>

El elemento transmisor puede ser un LED o un Laser como salida, a estos se los llama convertidores eléctrico-ópticos (E/O), es decir que transforman la señal eléctrica en óptica. Aquí hay que tener en cuenta que los láseres son de mayor ganancia con respecto a los diodos Led debido a su potencia de salida y un mejor acoplamiento de la luz dentro de la fibra. La diferencia entre estos dos elementos esta su costo.

El cable de fibra óptica se acopla al transmisor mediante un conector de precisión y de igual manera al receptor.

El receptor consta de un diodo PIN o APD (detector de avalancha), este convierte los impulsos de luz en impulsos eléctricos es decir es un adaptador opto-eléctrico (O/E), como la señal se propaga a través de la fibra se atenúa por lo que es necesario un regenerador de señal. Los regeneradores son dispositivos electrónicos capaces de recoger la señal, amplificarla y volver a transmitirla con diferente frecuencia o longitud de onda. TOMASI, Wayne (2003. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*; 2012, Noviembre, 24).

2.4.20 SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Para que un usuario final reciba un servicio de telecomunicaciones, este debe utilizar un equipo terminal a través del cual obtiene entrada a la red por medio de un canal de acceso. Cada servicio de telecomunicaciones tiene distintas características, puede utilizar diferentes redes de transporte, y, por tanto, el usuario requiere de distintos equipos terminales (figura 2.30). Por ejemplo, para tener acceso a la red telefónica, el equipo terminal requerido consiste en un aparato

telefónico; para recibir el servicio de telefonía celular, el equipo terminal consiste en teléfonos portátiles con receptor y transmisor de radio, etc.

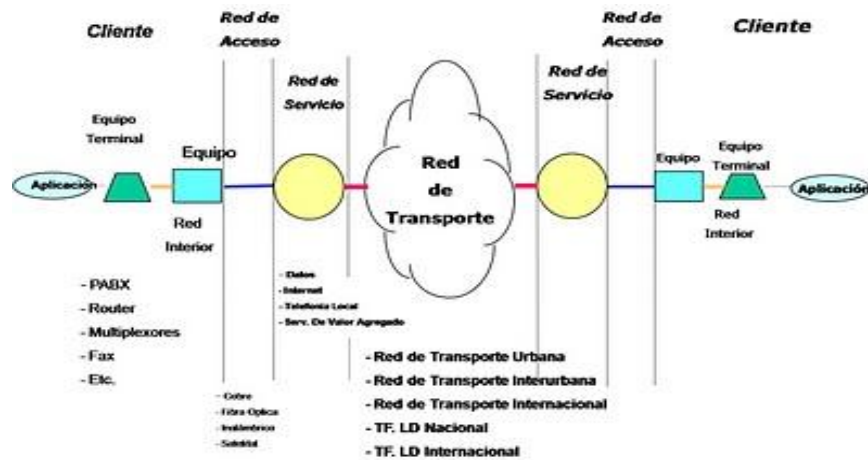


Figura 2.30: Red de transporte
Fuente: <http://redestrans.blogspot.com/>

El desarrollado de las redes de telecomunicaciones es que el costo de establecer un enlace dedicado entre dos usuarios de una red sería muy elevado, sobre todo cuando no todo el tiempo todos los usuarios se comunican entre sí, por esta razón es mucho mejor contar con una conexión dedicada para que cada usuario tenga acceso a la red a través de su equipo terminal, pero una vez dentro de la red los mensajes utilizan enlaces que son compartidos con otras comunicaciones de otros usuarios.

2.5 HIPÓTESIS

El Sistema de Telecomunicaciones actual de la empresa de PUNTONET S.A. en la ciudad de Ambato influye en la transmisión de información?

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Transmisión de información

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Sistema de Telecomunicaciones

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

El desarrollo de la investigación “Red de Fibra Óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato”, tuvo un enfoque cualitativo, según el cual se manifiesta que este modelo se caracteriza porque está orientado a observar, describir, interpretar y comprender al problema objeto de estudio, en un ambiente contextualizado, es decir, que el problema se investigó dentro del contexto que se produce, también se utilizó el esquema cuantitativo que permitió obtener conocimientos, evaluarlos, tomando decisiones y proponiendo posibles soluciones al problema.

3.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Investigación bibliográfica

Presentó características de este tipo porque se analizó el estado actual del problema de estudio del deficiente sistema de telecomunicaciones de la empresa PUNTO NET S.A en la ciudad de Ambato en la transmisión de información, para esta razón es de mucha utilidad y necesidad leer revistas, archivos, documentales, boletines, etc., que permitan estructurar de mejor manera la investigación.

3.2.2 Investigación de campo

Se utilizó investigación de campo porque se trata de un estudio de los hechos, en el lugar que se produce para ello se utilizó técnicas como la observación, la entrevista que permitió estar en contacto directo el investigador con la finalidad de recolectar y registrar información.

3.3 NIVELES DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Exploratorio

La investigación fue de nivel exploratorio porque ayudo a identificar, conocer y tratar de dar solución al problema, indagando las diversas variables que se plantean para así determinar la factibilidad de resolver el problema.

3.3.2 Descriptiva

Fue descriptiva porque determino las particularidades del problema, causas, consecuencias, además se planteó las variables a estudiar, es decir se describió el problema tal y cual se presenta.

3.3.3 Asociación de variables

Permitió establecer las relaciones entre las dos variables establecidas (dependiente e independiente).

3.3.4 Explicativa

Fue de nivel explicativa puesto que permitió proyectar los métodos, procesos que se utilizó para proponer una solución al problema en mención.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

Para el trabajo de investigación se considera como población a todas y cada uno de los clientes corporativos que cuenta la empresa distribuidos en la ciudad de Ambato, como también al personal que labora en la misma como son

administradores, asesores comerciales, departamento técnico y jefe de sucursal, los cuales conforman alrededor de 200 personas.

3.4.2 MUESTRA

Para la determinación de la muestra, se dispone de la siguiente fórmula matemática:

$$m = \frac{n}{\left(1 + \frac{n}{N}\right)} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Dónde:

m : Tamaño de la muestra

n : Varianza de la muestra / varianza de la población

N : Tamaño de la población

% Confianza = 95

$$\text{Varianza de la muestra} = \frac{100 - \% \text{ Confianza}}{100}$$

$$\text{Varianza de la población (constante)} = 0.015^2 = 0.000225$$

$$n = \frac{0.05}{0.000225}$$

$$n = 222.22$$

$$m = \frac{222.22}{\left(1 + \frac{222.22}{200}\right)}$$

$$m = 105.2626$$

Tamaño de la muestra alrededor de 105 personas.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 Operacionalización De La Variable Independiente

Variable Independiente: Transmisión de información				
Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Transferencia de datos por medio de un canal de comunicación, para la conexión de centrales con altas velocidades y muy poca atenuación, dependiendo del tipo de tecnología que se utilice.	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia de datos • Canal de comunicaciones • Tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos • Medios • Características • Ventajas • Desventajas • Estructura • Tecnologías • Topologías 	<p>¿Cuáles son los medios de transmisión que se utiliza?</p> <p>¿Cuáles son los tipos de canales de comunicación que se utiliza en la empresa?</p> <p>¿Cuál es el tipo de tecnología que utiliza la empresa?</p>	Encuesta con un cuestionario en la empresa PUNTONET S.A

Tabla 3.1: Operacionalización variable independiente

Fuente: El Investigador

3.5.2 Operacionalización De La Variable Dependiente

Variable Dependiente: Sistema de Telecomunicaciones				
Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Un sistema de telecomunicaciones una combinación de hardware y software compatibles para intercambio y procesamiento electrónico de la información a largas distancias, esto dependiendo de los servicios y características del sistema que desee utilizar.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de Telecomunicaciones • Equipos • Servicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura • Ventajas • Desventajas • Características • Tipos • Tipos • Características • Proveedor 	<p>¿Cuál es la estructura de un sistema de telecomunicaciones?</p> <p>¿Qué tipos de equipos se utilizan?</p> <p>¿Qué tipo de servicios brinda su proveedor?</p>	Encuesta con un cuestionario en la empresa PUNTONET S.A

Tabla 3.2: Operacionalización variable dependiente

Fuente: El Investigador

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.6.1 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de información se inició previa la visita de reconocimiento de la empresa y presentación del proyecto de investigación.

Se continuó con la respectiva entrevista dirigida al Ejecutivo Técnico de sucursal quien intervino directamente con la investigación; seguido se procede al levantamiento de la información, acompañada por cartas dirigidas a las autoridades indicando que dicha información permitirá a los usuarios gozar de un mejor servicio, mediante la implementación del sistema ya antes mencionado.

Con la encuesta mediante la que se recaudó información escrita por parte de los clientes corporativos que posee la empresa en la ciudad de Ambato, como también al personal técnico, para tener mejores resultados en el diseño del presente proyecto.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Una vez que se ha obtenido la información apropiada de la investigación, esta formo parte de un proceso estadístico, el cual consiste en:

- Revisión de la información recogida
- Tabulación de datos
- Manejo de información
- Análisis de información
- El análisis de los resultados se presentaran mediante cuadros estadísticos de acuerdo al objetivo y las variables de la hipótesis encontrada.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis se basó en datos proporcionados por los clientes y personal de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato.

Luego de la recolección de la información se procedió a cuantificarlos y organizarlos matemáticamente, se utilizó como técnica una encuesta en la modalidad de cuestionario, el mismo que constó de 8 ítems.

4.2 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA REALIZADA

La encuesta fue realizada a los clientes corporativos así como al personal técnico que labora en la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato, la totalidad de las personas encuestadas fueron de 105, el análisis de la encuesta se lo detalla como datos estadísticos basándose en relaciones numérico matemáticas de cada pregunta.

El formato de la encuesta se encuentra en el Anexo 2.

Pregunta 1: ¿Alguna vez usted ha tenido algún tipo de problema con los servicios que le brinda Punto Net S.A?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
SI	53	50,48
NO	49	46,67
Desconoce	3	2,86
TOTAL	105	100

Tabla 4.1: Análisis de Resultados Pregunta 1
Elaborado por: El Investigador

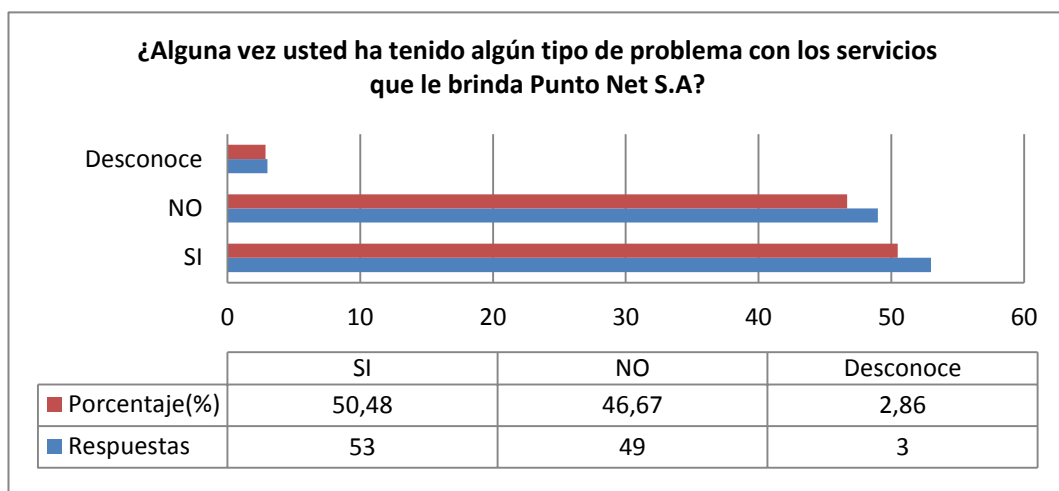


Gráfico 4.1: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 1
Fuente: Encuesta Realizada
Elaborado por: Investigador

Análisis

Según la encuesta del 100%, el 50,48% que corresponde a 53 respuestas manifiesta que si ha tenido con el servicio que posee, el 46,67% es decir 49 respuestas indica que no, mientras que existen 3 respuestas donde indica que desconoce y corresponde al 2.866%.

Interpretación

Por lo que se puede concluir que más de la mitad de los clientes corporativos han sufrido algún tipo de problema con el servicio que le brinda Punto Net S.A.

Pregunta 2: Qué clase de problemas ha tenido usted con el servicio contratado?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Conectividad	17	16,19
Interferencia	79	75,24
Velocidad	2	1,90
Ancho de Banda	7	6,67
TOTAL	105	100

Tabla 4.2: Análisis de Resultados Pregunta 2
Elaborado por: El Investigador

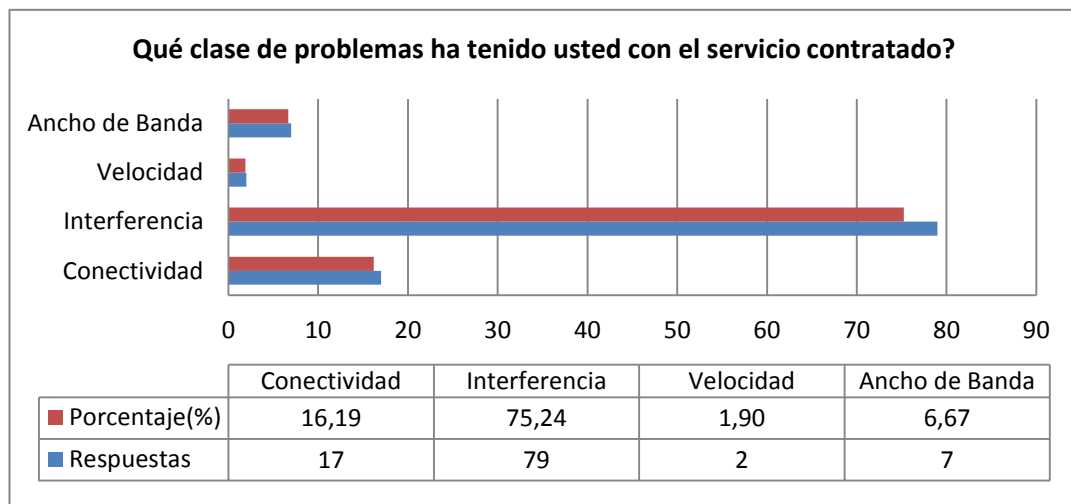


Grafico 4.2: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 2
Fuente: Encuesta Realizada
Elaborado por: Investigador

Análisis

En esta pregunta con un 75,24% de los encuestados manifiesta que la mayoría de los problemas presentados es debido a interferencia, mientras que el 16.19% y 6.67% presentan problemas de velocidad y conectividad, aunque con el 1.9% dice tener problemas de velocidad.

Interpretación

En esta pregunta se concluye que la mayoría presenta problemas de interferencia debido a que en la ciudad existe gran cantidad de proveedores que dan servicio por este tipo de medio, problema que logra solventar temporalmente ya que esto se ve también reflejado en la velocidad y ancho de banda para la transmisión de

información, mientras que los problemas de conectividad son causados por los proveedores internacionales q posee la empresa.

Pregunta 3: Qué tipo de servicio tiene usted contratado con PuntoNet S.A?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Transmisión de datos	52	49,52
Internet	39	37,14
Sistemas Satelitales	0	0,00
Data Center	2	1,90
VoIP	7	6,67
Cámaras	5	4,76
TOTAL	105	100

Tabla 4.3: Análisis de Resultados Pregunta 3
Elaborado por: El Investigador

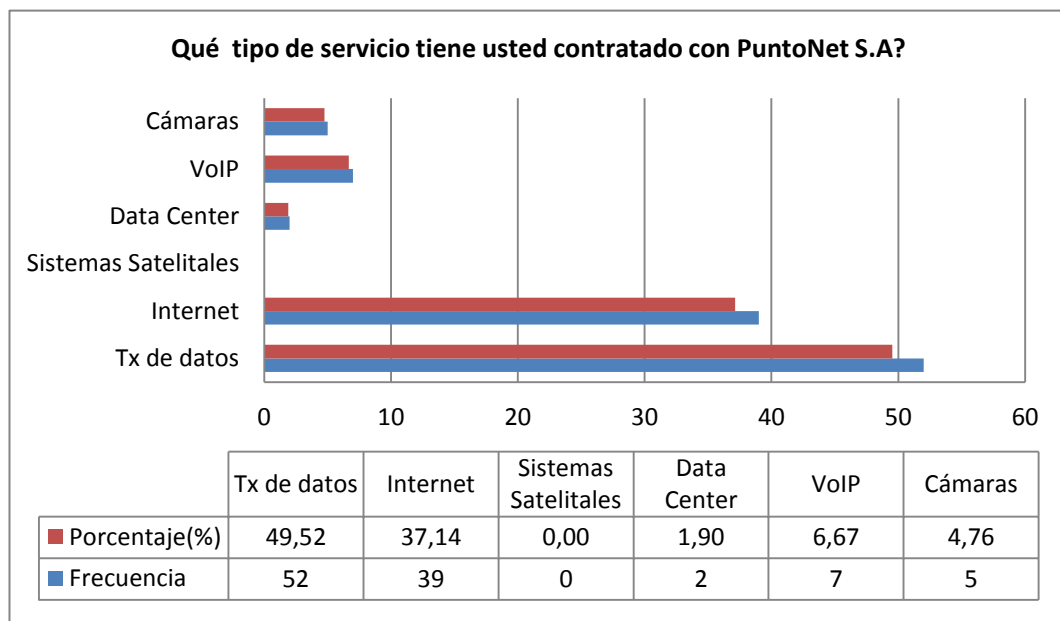


Grafico 4.3: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 3
Fuente: Encuesta Realizada
Elaborado por: Investigador

Análisis

En esta pregunta el 52% y 39% de las personas encuestadas indican que contratan el servicio para la transmisión de datos e internet, mientras que el 6.67% y 4.76% poseen el servicio para telefonía y cámaras IP.

Interpretación

La información que se obtiene mediante esta pregunta es que los servicios que más demanda tienen son los de internet y transmisión de datos para la comunicación entre sucursales de los negocios, mientras que la minoría utiliza servicios de cámaras y telefonía, esto conlleva a que estos servicios deben poseer un gran ancho de banda y buena velocidad ya que son de gran utilidad para empresas, instituciones bancarias, entre otras.

Pregunta 4: Qué tipo de enlace le ofrece para tener acceso a dichos servicios?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Enlace de Radio	89	84,76
ADSL	11	10,48
Fibra Óptica	4	3,81
Microonda	0	0,00
Modem GSM	1	0,95
VSAT	0	0,00
TOTAL	105	100

Tabla 4.4: Análisis de Resultados Pregunta 4
Elaborado por: El Investigador

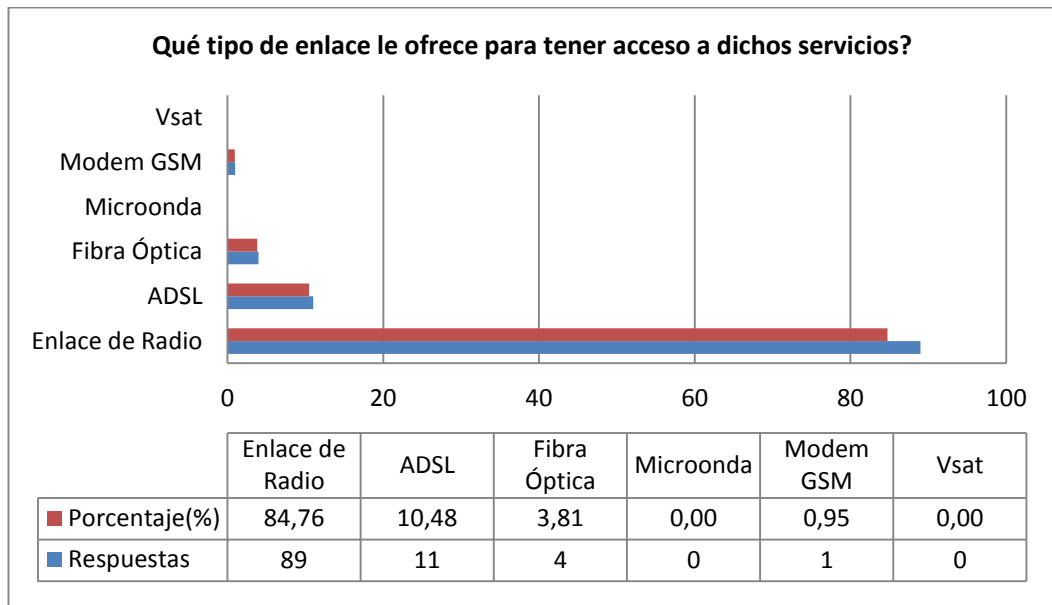


Grafico 4.4: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 4
Fuente: Encuesta Realizada
Elaborado por: Investigador

Análisis

De los resultados obtenidos el 84.76% de los encuestas poseen acceso a los servicios por medio de radio enlace, mientras que el 10.48% y el 3.81% tienen acceso mediante ADSL o fibra óptica, no obstante existe otros medios de comunicación los cuales no han sido solicitados por los encuestados.

Interpretación

Se concluye que la mayor parte de abonados posee acceso a los servicios mediante un radio enlace, mientras que unos pocos poseen otros medios, esto implica problemas ya que en la ciudad existe gran cantidad de proveedores que brindan servicio mediante radiofrecuencia causando interferencia e inconvenientes a los clientes causando malestar en los mismos.

Pregunta 5: Qué solución le ha dado la empresa ante los problemas presentados?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
Revisión de equipos	77	73,33
Cambio de equipos	18	17,14
Asesoría Técnica	7	6,67
Cambio de tecnología	3	2,86
TOTAL	105	100

Tabla 4.5: Análisis de Resultados Pregunta 5
Elaborado por: El Investigador

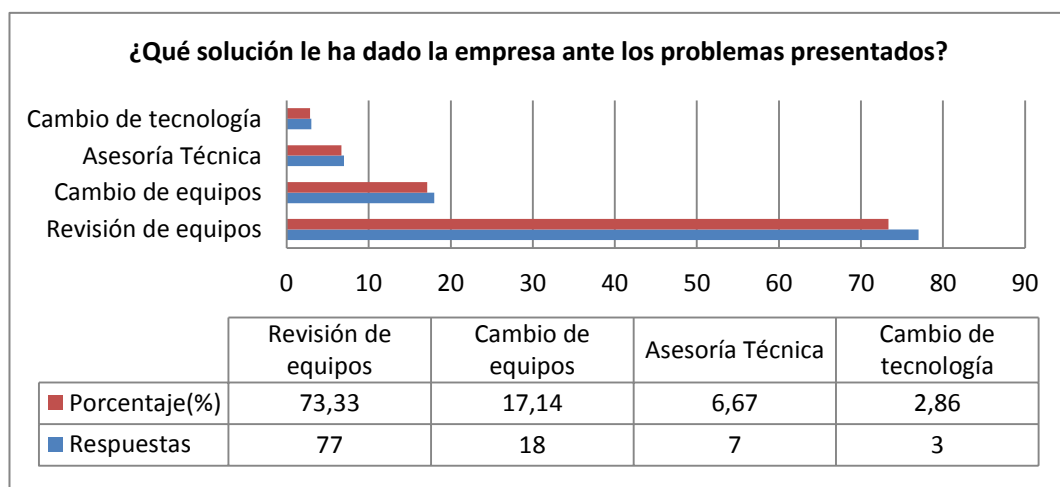


Grafico 4.5: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 5
Fuente: Encuesta Realizada
Elaborado por: Investigador

Análisis

El 73.33% de los encuestados respondió a esta pregunta que las soluciones que más se les brinda cuando tienen algún tipo de problema es la revisión equipos, el 17.18% respondió cambio de equipos, un porcentaje menor 6.67 y 2.86% se les brinda asesoría técnica y cambio de tecnología cuando esta es posible.

Interpretación

A pesar de que se brinda soluciones ante problemas presentados a los clientes estos no son suficientes ya que por el momento la empresa no cuenta con otro medio de acceso, es decir que si los problemas persisten se mantendría una irregularidad en los problemas antes mencionados.

Pregunta 6: Usted ha escuchado los beneficios que ofrece la fibra óptica como medio de acceso para servicios de telecomunicaciones?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
SI	68	62,96
NO	25	23,15
Desconoce	15	13,89
TOTAL	108	100

Tabla 4.6: Análisis de Resultados Pregunta 6
Elaborado por: El Investigador

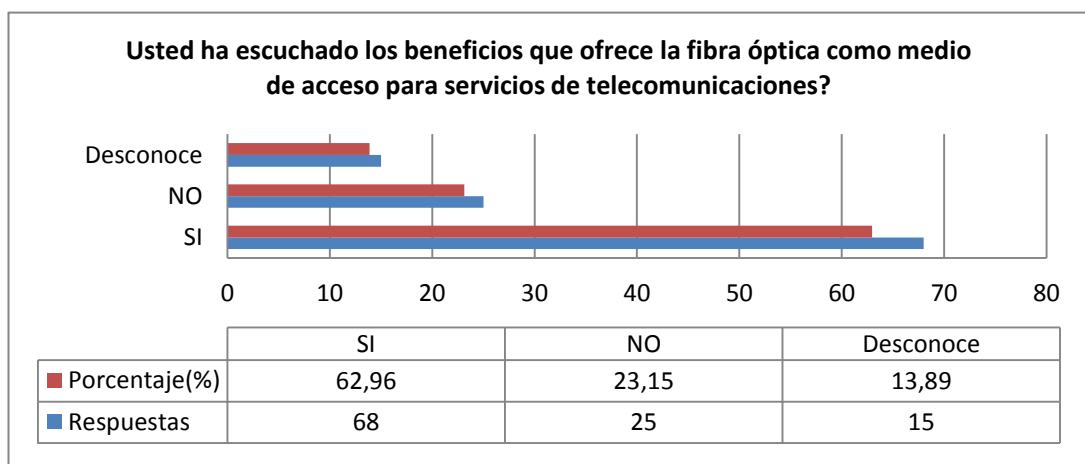


Gráfico 4.6: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 6
Fuente: Encuesta Realizada
Elaborado por: Investigador

Análisis

Los resultados de esta pregunta reflejan claramente que el 62.96% de los encuestados si han escuchado sobre los beneficios de la fibra óptica en telecomunicaciones, mientras que un 23.15% no ha escuchado y con un porcentaje de 13.89% admite desconocer del tema.

Interpretación

Esta pregunta demuestra claramente que la mayoría sabe o tiene conocimiento sobre fibra óptica como medio de acceso y las ventajas que tiene la misma, esto implica que la empresa debe realizar un esfuerzo para cambiar su actual medio de acceso para que de esta manera poder acaparar la mayor parte de clientes que solicitan los servicios por este tipo de medio.

Pregunta 7: Cree usted que la fibra óptica es el mejor medio para la transmisión de información?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
SI	69	65,71
NO	27	25,71
Desconoce	9	8,57
TOTAL	105	100

Tabla 4.7: Análisis de Resultados Pregunta 7
Elaborado por: El Investigador

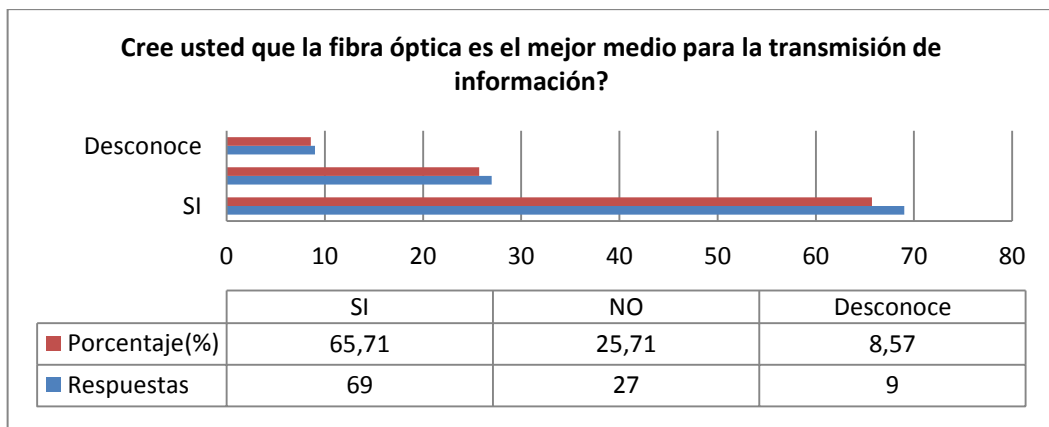


Gráfico 4.7: Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 7
Fuente: Encuesta Realizada
Elaborado por: Investigador

Análisis

En esta pregunta el 65.71% de los encuestados comentan que si creen que la fibra óptica es el mejor medio de transmisión, mientras que el porcentaje restante dijo que no conoce o no sabe que la fibra óptica es un medio de trasmisión.

Interpretación

Esto demuestra que la mayoría esta consiente que la fibra óptica es el mejor medio de transmisión y que su uso sería de gran beneficio para sus negocios o empresas.

Pregunta 8: Usted estaría de acuerdo con que se cambie a fibra óptica como medio de acceso a su empresa o negocio?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
SI	71	67,62
NO	24	22,86
Tal vez	10	9,52
TOTAL	105	100

Tabla 4.8: Análisis de Resultados Pregunta 8
Elaborado por: El Investigador

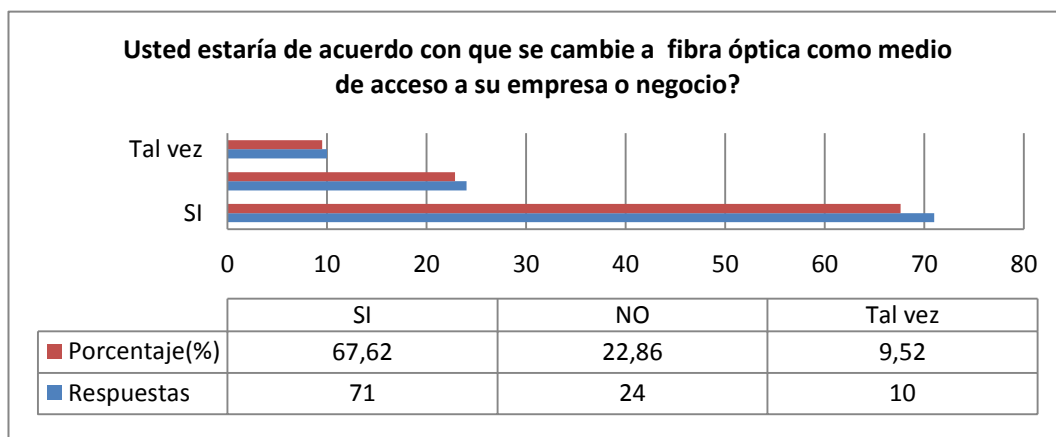


Gráfico 4.8: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 8
Fuente: Encuesta Realizada
Elaborado por: Investigador

Análisis

En esta pregunta el 67.62% de los encuestados manifiestan que si estarían de acuerdo en que se cambie su actual medio de acceso a fibra óptica para sus

negocios, mientras que el 22.86% de los encuestados están indecisos ya que no conocen que es la fibra óptica y un 9.52% no están de acuerdo en que se cambie su actual medio de acceso.

Interpretación

Esto demuestra que la mayoría de los encuestados si están de acuerdo en cambiar su actual medio de acceso a fibra óptica, demostrando una vez más que es factible un cambio de infraestructura de la empresa en la ciudad de Ambato

Pregunta 9: Cree usted que mejorara el servicio, si se cambia de su actual medio de acceso a fibra óptica?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje (%)
SI	59	56,14
NO	24	22,81
Seguiría igual	22	21,05
TOTAL	105	100

Tabla 4.9: Análisis de Resultados Pregunta 9
Elaborado por: El Investigador

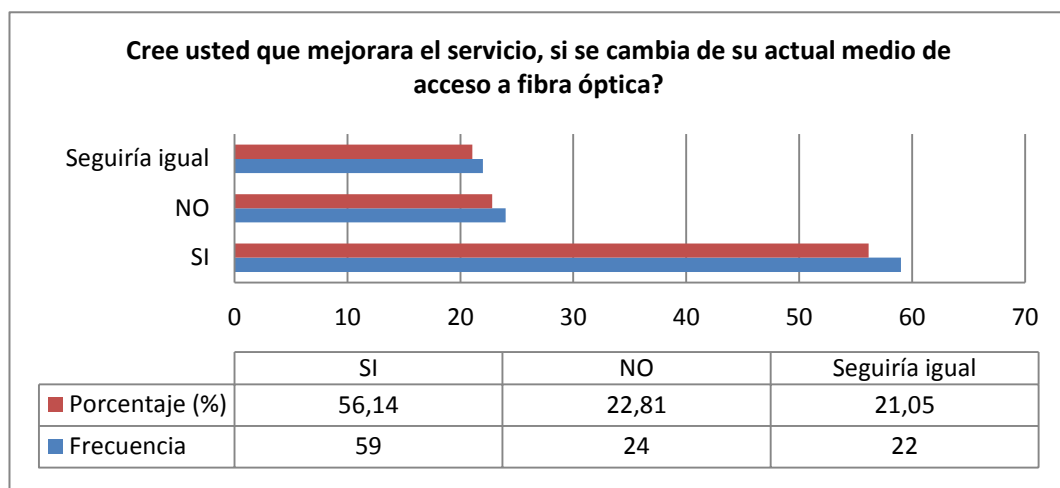


Gráfico 4.9: Análisis Grafico de Porcentajes Pregunta 9
Fuente: Encuesta Realizada
Elaborado por: Investigador

Análisis

En esta pregunta el 67.62% manifiesta que el cambio a fibra óptica como medio de acceso mejoraría la calidad de servicio, mientras que el 20.95% de los

encuestados dice no mejorara el servicio y el 11.43% manifiesta que el servicio seguiría igual.

Interpretación

Esto demuestra que la mayor parte de los encuestados están convencidos que un cambio de tecnología si mejoraría la situación actual del servicio, a pesar de que también hay una parte de los encuestados que no creen que esto sea posible.

4.3 ANALISIS E INTERPRETACIÓN

De los resultados obtenidos se puede observar que la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato, no cuenta con una infraestructura adecuada para poder acaparar la mayor cantidad de clientes y mejorar los servicios de telecomunicaciones, de acuerdo a esto las preguntas 2 y 3 reflejan que la mayoría de los problemas que presenta la actual infraestructura es debido a interferencia ya que la mayoría de los clientes tiene servicio mediante enlace de radio.

También se observó que aunque se realizan visitas a clientes para revisiones o cambios de equipos, los problemas se solventan por un tiempo, reflejándose este problema en la pregunta 4.

De esta manera se planea brindar un mejor servicio a los clientes mediante la incorporación de una nueva infraestructura de red con medio de acceso la fibra óptica, esto se aprecia en las preguntas 5 y 6 donde la mayoría de las personas encuestadas si tienen conocimiento de la fibra óptica como medio de acceso. Más aun cuando la mayoría opina que si estarían de acuerdo en cambiar de tecnología para poder mejorar los servicios de telecomunicaciones, esto se refleja en la pregunta 8.

4.4 ENTREVISTA

La entrevista se realizó al Jefe Técnico de la Zona Central de PUNTONET S.A el Ing. Edison Terán, el cual expreso lo siguiente:

1. ¿Porque es importante la implementación de un modelo de red en la ciudad de Ambato?

La permanente evolución tecnológica en la que nos hallamos inmersos, hace que el mercado de las Telecomunicaciones constituya actualmente un factor diferenciador de éxito para las Empresas, es así como PuntoNet continuamente desarrolla nuevas soluciones de conectividad acordes a la demanda nacional.

2. ¿Quiénes se encargaran de la administración de esta nueva red?

La implementación de nuevos servicios y el compromiso de nuestro personal han sido nuestros mayores desafíos a lo largo de este tiempo. Es así como en la actualidad contamos con cobertura, servicios, personal y herramientas de soporte necesarias para convertirnos no sólo en un proveedor de servicios sino en un aliado tecnológico.

3. ¿Porque se opta por la tecnología GPON?

Hasta hace poco tiempo, la penetración de circuitos con tecnología de Fibra Óptica estaba limitada exclusivamente a un estatus alto, sin embargo, la convergencia y desarrollo de tecnologías y con el objetivo de ampliar nuevos mercados y cumplir con los nuevos desafíos corporativos, PUNTONET mantiene en crecimiento una RED DE FIBRA OPTICA FTTX.

4. ¿Cómo funciona este tipo de red de fibra óptica?

La red Gpon (GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK) de PuntoNet, ha permitido masificar los accesos de Fibra Óptica basados en una topología de distribución de los sistemas por medio del uso de multiplexores ópticos. Es decir la red física se ramifica sucesivamente desde el backbone troncal hasta llegar al usuario final.

5. ¿Cree que con este nuevo modelo de Red se lograra más acogida de clientes?

Claro, gracias a la plataforma de backbone activa ratificamos la confianza hacia nuestros clientes sobre la investigación y desarrollo tecnológico permanente que nos caracteriza.

El formato de la entrevista se encuentra en el Anexo 3.

4.5 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS

4.5.1 PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS

El Sistema de Telecomunicaciones actual de la empresa de PUNTONET S.A. en la ciudad de Ambato influye en la transmisión de información?

HIPÓTESIS NULA (H₀)

El Sistema de Telecomunicaciones actual de la empresa de PUNTONET S.A. en la ciudad de Ambato no influye en la transmisión de información?

$$H_0: O - E = 0 \rightarrow O = E$$

Dónde:

O: Datos Observados

E: Datos Esperados

HIPÓTESIS ALTERNA (H₁)

El Sistema de Telecomunicaciones actual de la empresa de PUNTONET S.A. en la ciudad de Ambato influye en la transmisión de información?

$$H_0: O - E \neq 0 \rightarrow O \neq E$$

Dónde:

O: Datos Observados

E: Datos Esperados

DATOS OBSERVADOS (O)

Son los que se obtuvieron en la encuesta aplicada. (Anexo 2)

DATOS OBSERVADOS				
PREGUNTA	SI	NO	DESCONOCE	TOTAL
Pregunta 1	53	49	3	105
Pregunta 9	59	24	22	105
TOTAL	112	73	25	210

Tabla 4.10: Datos Observados
Elaborado por: El Investigador

DATOS ESPERADOS (E)

Son los datos que se esperan de acuerdo a los totales de las encuestas realizadas (Anexo 2).

DATOS ESPERADOS				
PREGUNTA	SI	NO	DESCONOCE	TOTAL
Pregunta 1	56	36,5	12,5	105
Pregunta 9	56	36,5	12,5	105
TOTAL	112	73	25	210

Tabla 4.11: Datos Esperados
Elaborado por: El Investigador

A partir de las tablas anteriores se procede a calcular el chi-cuadrado mediante la fórmula:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O - E)^2}{E}$$

Dónde:

X^2 : Chi-cuadrado

O : Datos Observados

E : Datos Esperados

RESPUESTAS	O	E	(O -E)	(O -E) ²	(O -E) ² /E
Si Pregunta 1	53	56	-3	9	0,161
No Pregunta 1	49	36,5	12,5	156,25	4,281
Desconoce Pregunta 1	3	12,5	-9,5	90,25	7,220
Si Pregunta 9	59	56	3	9	0,161
No Pregunta 9	24	36,5	-12,5	156,25	4,281
Desconoce Pregunta 9	22	12,5	9,5	90,25	7,220
TOTAL	210	210			23,323

Tabla 4.12: Cálculo del Chi-cuadrado
Elaborado por: El Investigador

Se obtiene un chi-cuadrado de $X^2 = 23,323$, ahora para determinar cuál de las dos hipótesis es la adecuada se calculan los grados de libertad (GL).

$$GL = (F - 1) * (C - 1)$$

Dónde:

F : Número de filas

C : Número de columnas

$$GL = (2 - 1) * (3 - 1)$$

$$GL = 2$$

Una vez calculados los grados de libertad se procede a observar la tabla de chi-cuadrada (Ver tabla completa en Anexo 4), en la fila grados de libertad igual a dos. Y como se ve en la misma, se tienen valores de alfa (α), este dato está relacionado con el nivel de confianza, si se quiere un nivel de confianza del 95% entonces $\alpha=0.05$, es decir el complemento del nivel de confianza, entonces:

$$X^2 = 23,323$$

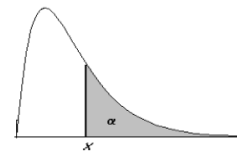
$$GL = 2$$

$$NC = 95\%$$

$$\alpha = 0,05$$

Tabla de la distribución chi-cuadrado.

La tabla contiene los valores x tales que $P[\chi_n^2 \geq x] = \alpha$ en función de los grados de libertad (n).



n	0,99	0,98	0,975	0,95	0,90	0,80	0,50	0,20	0,10	0,05	0,025	0,02
1	0,0002	0,0006	0,0010	0,0039	0,0158	0,0642	0,4549	1,6424	2,7055	3,8415	5,0239	5,4119
2	0,0201	0,0404	0,0506	0,1026	0,2107	0,4463	1,3863	3,2189	4,6052	5,9915	7,3778	7,8241
3	0,1148	0,1848	0,2158	0,3518	0,5844	1,0052	2,3660	4,6416	6,2514	7,8147	9,3484	9,8374
4	0,2971	0,4294	0,4844	0,7107	1,0636	1,6488	3,3567	5,9886	7,7794	9,4877	11,1433	11,6678
5	0,5543	0,7519	0,8312	1,1455	1,6103	2,3425	4,3515	7,2893	9,2363	11,0705	12,8325	13,3882

Tabla 4.13: Tabla de distribución Chi-cuadrado

Elaborado por: El Investigador

4.5.2 DECISIÓN

De los valores de chi-cuadrado, los grados de libertad, el nivel de confianza y la tabla de distribución de chi-cuadrado que se observó en la tabla 4.13; para aceptar la hipótesis nula, chi-cuadrado pudo haber válido hasta 5,99 pero como se obtuvo un valor de 23,323 que es mayor, se desecha la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Por tal razón se puede concluir lo siguiente:

“El Sistema de Telecomunicaciones actual de la empresa de PUNTONET S.A. en la ciudad de Ambato influye en la transmisión de información?”

4.6 SITUACIÓN ACTUAL Y OBSERVACIÓN

4.6.1 LA EMPRESA

La empresa de Telecomunicaciones PUNTONET S.A es una organización que nació en el Ecuador en el año 2000 debido a la creciente necesidad del mercado por contar con un servicio de comunicación rápido y confiable, , así como también que asegure la confidencialidad de la información requerida por los usuarios.

PUNTONET S.A que provee soluciones de acceso a Internet a clientes personales y corporativos, pudiendo acceder desde su casa, negocio o empresa a toda la variedad mundial de información disponible, brindando soluciones que contribuyen con el crecimiento de nuestros clientes y satisfacen sus necesidades, acompañadas de excelentes servicios y precios competitivos, la experiencia y buen servicio le ha permitido en poco tiempo ser uno de los principales proveedores de Servicios de Telecomunicaciones en el Ecuador.

4.6.1.1 PLATAFORMA TECNOLÓGICA

PUNTONET S.A a lo largo de estos años ha creído que la mejor carta de presentación es contar con una plataforma robusta y técnicamente preparada para la integración, implementación y acoplamiento de nuevos servicios, además de mantener personal calificado y comprometido no solo con la Empresa sino con nuestros clientes.

La implementación de nuevos servicios y el compromiso del personal han sido los mayores desafíos a lo largo de este tiempo. Es así como en la actualidad cuenta con cobertura, servicios, personal y herramientas de soporte necesarias para convertirnos no sólo en un proveedor de servicios sino en un aliado tecnológico.

4.6.1.2 BACKBONE INTERNACIONAL

PUNTONET S.A mantiene salidas a Internet basadas en redes de Fibra Óptica sobre tecnología SDH (Jerarquía Digital Sincrónica). Estos anillos de Fibra Óptica son administrados por equipos ADM (Add Drop Multiplexer) con capacidades de

transmisión superiores a un STM16 (2.488 Gigas) cada uno, lo que permite la conmutación automática de los enlaces en caso de que se presente algún daño en uno de los ramales de Fibra Óptica así como crecimientos inmediatos en ancho de banda.

La plataforma de salida Internacional cuenta con circuitos de conexión por medio de Fibra Óptica monomodo de 48 hilos hacia los operadores de cabecera, permitiendo el acceso directo hacia a los principales y más importantes NAP's (Punto de Acceso a la Red). Cuenta también con tres salidas independientes, dos salidas por el norte que cruzan el Atlántico y una por el sur que cruza el Pacífico lo que garantiza una alta redundancia.

Con el objetivo de optimizar y hacer más eficiente la navegación a páginas nacionales, PUNTONET S.A mantiene una conexión de Fibra Óptica con los principales miembros de la AEPROVI (Asociación de proveedores de Internet) logrando el intercambio de tráfico nacional (Peering Ecuador).

4.6.1.3 BACKBONE NACIONAL

Hasta hace poco tiempo, la penetración de circuitos con tecnología de Fibra Óptica estaba limitada exclusivamente a un target corporativo alto, debido a la relación directa entre los costos de implementación y los precios de acceso a grandes anchos de banda para lo cual fue diseñado inicialmente la Fibra Óptica. Sin embargo, la convergencia y desarrollo de tecnologías ha impulsado la universalidad de este tipo de aplicaciones, cuyo rendimiento van de la mano con la versatilidad de los circuitos. Es así, que con el objetivo de ampliar nuevos mercados y cumplir con los nuevos desafíos corporativos, PUNTONET S.A implementó y mantiene en crecimiento una RED DE FIBRA OPTICA FTTX que cumple con los estándares mencionados en la ITU_T G.984x.

La red GPON (GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK) de PUNTONET S.A, ha permitido masificar los accesos de Fibra Óptica basados en una topología de distribución de los sistemas por medio del uso de multiplexores ópticos. Es decir la red física se ramifica sucesivamente desde el backbone troncal hasta

llegar al usuario final, alcanzando velocidades de hasta 2.4 Gigabits lo que facilita el acceso de este tipo de tecnologías a un multitarjet.

Para localidades de difícil acceso, a las cuales no es posible llegar con medios guiados como son cobre o Fibra Óptica, PUNTONET S.A cuenta con el mayor despliegue de tecnología de radio enlaces en el país a nivel de red de acceso, mientras que su infraestructura a nivel de backbone se encuentra soportada en redes híbridas de fibra óptica y Microondas en banda licenciada con tecnología SDH, permitiendo la implementación de circuitos de conexión de última milla con tecnología inalámbrica en la banda de 5 GHz (5.125 – 5.875 GHz).

La integración de nuestra matriz con sucursales, se realiza mediante circuitos de tecnología híbrida (Fibra Óptica o Microondas SDH) logrando de esta forma consolidar nuestro backbone nacional, que se encuentra operando sobre tecnología IP MPLS de última generación lo que garantiza un alto grado de seguridad, estabilidad, redundancia, disponibilidad y efectividad en el envío y transmisión de información.

Gracias a la plataforma de backbone activa PUNTONET S.A ratifica la confianza hacia los clientes sobre la investigación y desarrollo tecnológico permanente que nos los caracteriza.

4.6.1.4 PLATAFORMA SATELITAL

Para la provisión de servicios satelitales, PUNTONET S.A cuenta con un Hub Real el que permite manejar independencia a nivel de gestión. Este se encuentra operando con una de las principales flotas de Satélites a nivel mundial, la que se compone de modernos satélites de elevada potencia con cobertura sobre Europa, América y el norte de África.

Adicionalmente, posee personal certificado por el operador en este tipo de plataforma, quienes se encuentran habilitados para la instalación, configuración, monitoreo y soporte en línea de toda la cadena satelital.

4.6.2 SITUACIÓN ACTUAL EN AMBATO

La empresa de telecomunicación PUNTONET S.A, cubre la mayor parte del territorio nacional entregando servicios múltiples en telecomunicaciones a través de las diversas formas de acceso tales como radio enlaces, enlaces de microondas, conexiones satelitales y conexiones con fibra óptica.

La misma que cuenta con cuatro oficinas centrales con gerente de sucursal como son Quito, Guayaquil, Cuenca y Santo Domingo, siendo su matriz Quito, encargándose del manejo de las ciudades del resto del país, entre las más importantes están: Quevedo, Manta, Portoviejo, Machala, Ibarra, Latacunga, Loja, Babahoyo, Ambato, Riobamba, Azogues, Tulcán, Coca, Macas, Chone, Esmeraldas, Tena. Su gerente propietario es el Ingeniero Enrique Quiroz.

Una de las plazas con mayor crecimiento y acogida es la sucursal de Ambato, jurisdicción que cubre las provincias de Tungurahua y Cotopaxi, proveyendo de servicios a las ciudades de Ambato, Pillaro, Pelileo, Cevallos, Latacunga, Salcedo, Pujilí, Saquisilí y Laso, misma que consta con oficinas propias en el sector de Ficoa en la ciudad de Ambato desde ya casi dos años estando a cargo el Jefe Técnico Ing. Edison Terán.

4.6.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS

PUNTONET S.A, al ser una empresa de prestigio a nivel nacional, posee estrictas políticas de seguridad interna y privacidad concerniente a la divulgación de datos exactos de la estructura de la red de cada sucursal, por lo que se utilizara información necesaria y generalizada.

Posee su nodo principal o Centro de Operaciones de Red (NOC) en la ciudad de Ambato, mismo que cuenta con dos proveedores internacionales, el primero con un enlace principal y de backup por medio de fibra óptica y el segundo para backup por medio de microonda en banda licenciada. Desde este lugar se cubre y se da servicio a las provincias de Tungurahua y Cotopaxi, las mismas que cuentan con nodos estratégicos, es así como:

- ✓ Para Cotopaxi posee tres nodos repetidores Putzalahua, Calvario y Cotopaxi (Páramo del Chasqui).
- ✓ Para Tungurahua posee tres nodos principales Nitón, Atahualpa y Mall de los Andes y un secundario (Ficoa) donde se encuentran ubicadas las oficinas.

Cada nodo posee infraestructura y respaldos de energía propia, donde se llegan con un enlace principal de Microonda en banda licenciada y un radio enlace de backup montados sobre radios Mikrotik.

En la figura 4.9 se puede visualizar la ubicación de los nodos desde los mapas de Google Earth distribuidos en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi.

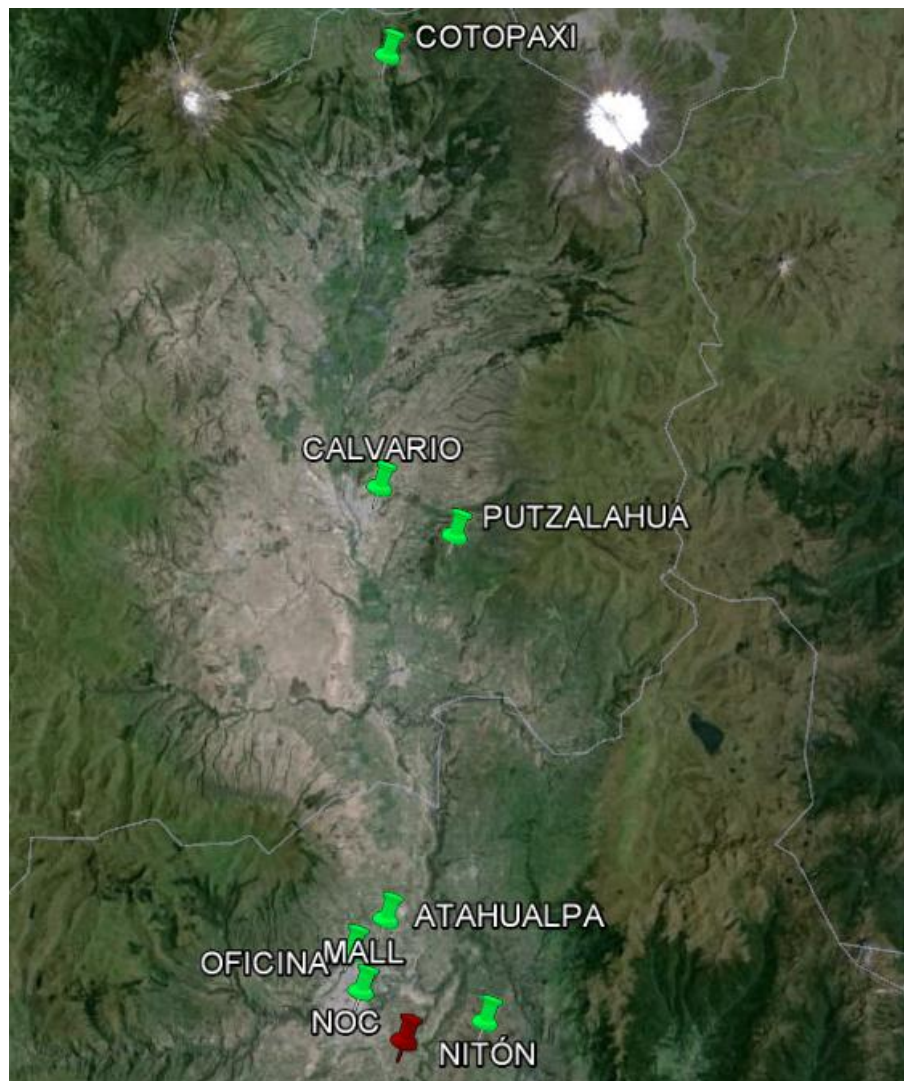


Figura 4.9: Ubicación de los Nodos en forma Geográfica
Elaborado por: Investigador

Los Nodos de Telecomunicación de la empresa PUNTONET S. A. correspondientes a la sucursal de Ambato se detallan en la tabla 4.9, en las siguientes localizaciones geográficas.







SÍMBOLO	NODO	LATITUD (S)	LONGITUD (O)
	NOC	1°17'52.35"	78°36'0.23"
	FICOA	1°14'17.77"	78°38'3.21"
	ATAHUALPA	1°12'55.52"	78°36'17.79"
	NITÓN	1°17'13.35"	78°32'47.90"
	MALL DE LOS ANDES	1°15'52.27"	78°37'41.21"
	PUTZALAHUA	0°57'56.84"	78°33'42.80"
	CALAVARIO	0°55'54.09"	78°36'42.56"
	COTOPAXI	0°38'45.09"	78°35'43.80"

Tabla 4.14: Coordenadas geográficas de los Nodos
Elaborado por: Investigador

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De la investigación realizada se obtuvo las siguientes conclusiones:

- La transmisión de información de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato se la hace mediante radio enlaces, lo que incide directamente en el servicio que brinda a sus clientes, esto representa problemas de saturación de la red, lo que ocasiona caída del enlace, pérdida de datos e inconformidad con el servicio de telecomunicaciones.
- Además la competitividad y la gran demanda de los servicios de telecomunicaciones en la actualidad, traen como resultado la necesidad de disponer de una infraestructura que se adapte al crecimiento, que sea confiable y de gran capacidad, con lo que se podrá acaparar a más clientes en la ciudad para brindar los servicios de mejor calidad.
- La falta de un nuevo sistema de telecomunicaciones provocará que se sigan presentando problemas en la transmisión de información en la ciudad de Ambato impidiendo tomar un plan de expansión, provocando pérdidas económicas a la empresa y a sus clientes.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para mejorar la calidad de servicio prestado por la empresa de telecomunicaciones PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato, se recomienda analizar otros medios para la transmisión de información, lo que permitirá reducir los problemas que se tiene actualmente y molestias a los clientes.
- Se recomienda cambiar la manera en que se brindan los servicios de telecomunicaciones a un sistema de transmisión más eficiente tomando en cuenta los actuales clientes y futuros que se integren a la nueva red, además de las características y parámetros técnicos ya que de esto depende la confiabilidad del servicio.
- Se recomienda realizar un análisis de la zona y la ruta a seguir por la nueva red de telecomunicaciones, así como también la cantidad de clientes que se va a cubrir, los actuales para migrar a la misma y su factibilidad de instalación.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 TEMA DE LA PROPUESTA

“Red de Fibra Óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato”.

6.1.2 INSTITUCIÓN EJECUTORA

Institución Educativa: Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

Nombre de la Institución: PUNTONET S.A

Tipo de organización: Privada

Departamento: Corporativo

6.1.3 BENEFICIARIOS

- Empresa de Telecomunicaciones PUNTONET S.A, sucursal Ambato.
- Clientes de la empresa PUNTONET S.A, sucursal Ambato.

6.1.4 UBICACIÓN

Provincia: Tungurahua

Cantón: Ambato

Dirección: Av. Los Guaytambos y las Delicia

Lugar: PUNTONET S.A, sucursal Ambato

6.1.5 EQUIPO RESPONSABLE

- **Tutor:** Ing. Marco Jurado Lozada
- **Investigador:** Rómulo Bladimir Barrera Moreano

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

PUNTONET S.A, es una empresa que cuenta con avanzada tecnología de telecomunicaciones en el Ecuador, proveedora de servicios de internet y transmisión datos por medio de enlaces de radio, fibra óptica y sistemas satelitales.

En la ciudad de Ambato y luego de recolectar información sobre el sistema actual de telecomunicaciones y la transmisión de la información, por medio de encuestas y observación directa, se concluye que actualmente la tecnología utilizada es por medio de radio enlaces razón por la cual los clientes han sufrido problemas como saturaciones, interferencia, causando pérdidas de datos y de señal, debido al incremento de usuarios, aspectos por los cuales no se puede brindar soluciones eficaces.

Un sistema de red por medio de fibra óptica permitirá el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones y la transmisión de información, brindando soluciones que contribuyan al crecimiento de la empresa y satisfagan sus necesidades, acompañadas de excelentes servicios y precios competitivos.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La permanente evolución tecnológica, hace que el mercado de las Telecomunicaciones constituya actualmente un factor diferenciador de éxito para las empresas, es así como PUNTONET S.A, continuamente desarrolla nuevas soluciones de conectividad, así como la inclusión de nuevos servicios.

Por tal motivo este proyecto se orienta al diseño de un nuevo sistema de red, para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones de la empresa en la ciudad de Ambato y con esto poder ofrecer un mejor servicio que cuente con gran eficiencia y un alto grado de confiabilidad a todos los clientes.

Es así, que con el objetivo de ampliar nuevos mercados y cumplir con los nuevos desafíos corporativos, PUNTONET S.A determinó así que es necesario aplicar

otro medio de transmisión para mejorar las condiciones actuales de la red empezando por el diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON para la ciudad de Ambato.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar una Red de Fibra Óptica para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la situación actual de la red de telecomunicaciones en la ciudad de Ambato.
- Definir cuál es la mejor topología de red y ruta que se adapte a los requerimientos técnicos para el diseño de una red de fibra óptica para la transmisión de información.
- Presentar como propuesta se solución el diseño de una Red de Fibra Óptica para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La presente propuesta es posible y tiene la aceptación por parte de las autoridades de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato, puesto que sienten la necesidad de un nuevo sistema de telecomunicaciones, además se basa en los resultados de la investigación. Para poder analizar de mejor manera su factibilidad se ha dividido en varios ámbitos entre los que se destacan los siguientes.

6.5.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

La propuesta planteada sobre el diseño de una Red de Fibra Óptica para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET

S.A en la ciudad de Ambato, es factible puesto que existen todos los recursos para su desarrollo de tal forma que se podría mejorar la calidad del servicio sustancialmente.

Además garantiza una alta seguridad y confiabilidad de la información, así como su integración con otras tecnologías, adicionalmente los materiales e implementos necesarios para el diseño de la propuesta se los puede obtener en el mercado nacional fácilmente a bajos costos.

6.5.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

La propuesta sobre el diseño de una Red de Fibra Óptica para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato, es económicamente viable puesto que la tecnología utilizada para el diseño es asequible y de fácil comprensión, adicionalmente la empresa destina presupuesto y para mantener el crecimiento de la misma.

6.5.3 FACTIBILIDAD CIENTÍFICA

El diseño de una Red de Fibra Óptica para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato sistema es bibliográficamente factible debido a que la información necesaria para su diseño se lo puede conseguir de forma fácil en internet, libros de electrónica y telecomunicaciones, revistas técnicas y en manuales de referencia de cada elemento utilizado en el diseño de la propuesta.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 ARQUITECTURA DE ACCESO EN REDES DE FIBRA ÓPTICA

Las limitaciones tecnológicas que existen para ofrecer servicios a altas velocidades y de gran calidad, hace que se analicen nuevas soluciones de acceso por medio de fibra óptica ya sea por su enorme ancho de banda y la posibilidad de ser acopladas a otras tecnologías.

6.6.2 REDES FTTX

Las redes FTTX (Fiber To The X), es una expresión para asignar a redes de transmisión de alto desempeño, son totalmente pasivas, es decir que desde la Oficina Central (Central Office CO) la señal se transmite por medio de una red óptica hacia los suscriptores, en este trayecto la señal se divide, las arquitecturas FTTx más importantes son:

- FTTB (Fibra hasta el Edificio)
- FTTH (Fibra hasta el Hogar)
- FTTC (Fibra hasta la Acera)
- FTTN (Fibra hasta el Nodo)

6.6.2.1 FTTB (FIBRA HASTA EL EDIFICIO)

La tecnología de telecomunicaciones FTTB (del inglés Fiber To The Building), también conocida como Fibra hasta el Edificio, es una arquitectura donde la red termina en un edificio (comercial o residencial) sin haber alcanzado un espacio habitable y la ruta de acceso sigue por otro medio ya sea cobre, Wireless, etc., hasta el abonado final. Como se puede observar en la figura 6.1, la señal óptica llega hasta la acometida del edificio y luego se realiza la conversión a señal eléctrica y se distribuye a la red del edificio.

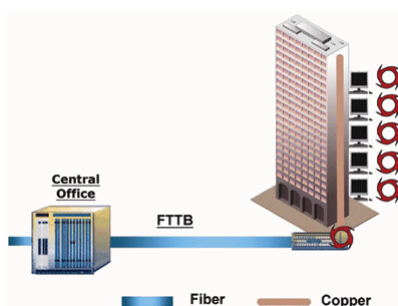


Figura 6.1: FTTB (Fiber To The Building)

Fuente: <http://www.ospmag.com/issue/article/driving-new-ftthybrid>

6.6.2.2 FTTH (FIBRA HASTA EL HOGAR)

Fibra hasta el Hogar del inglés Fiber To The Home, es una arquitectura donde la fibra óptica llega hasta el interior de la misma casa u oficina del abonado utilizando Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM), esta

arquitectura utiliza topología en estrella y utiliza divisores ópticos como son los Splitter. Como se puede ver en la figura 6.2 la señal óptica llega hasta el interior de la residencial a un conversor óptico ubicado junto a un equipo final ya sea una computadora, teléfono, tv, etc.

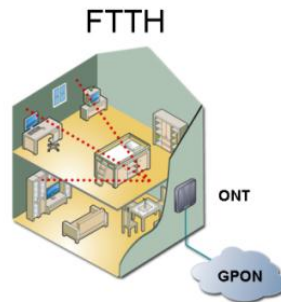


Figura 6.2: FTTH (Fiber To The Home)
Fuente: <http://wikitel.info/wiki/FTTx>

6.6.2.3 FTTC (FIBRA HASTA LA ACERA)

Del inglés Fiber To The Curb también llamado hasta la Acera, es una arquitectura que interconecta a los usuarios finales hacia un gabinete o armario de telecomunicaciones ubicado hasta 300m desde el abonado, esta interconexión se lo hace con cobre, coaxial o con fibra mismo. Esta arquitectura se basa en mini-nodos, como se puede apreciar en la figura 6.3.

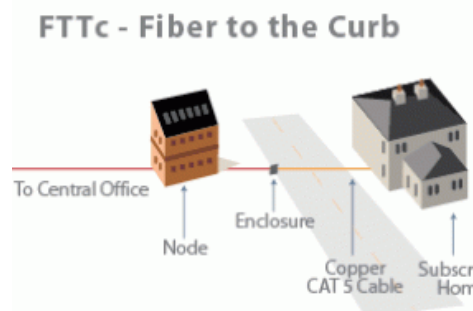


Figura 6.3: FTTC (Fiber To The Curb)
Fuente: <http://www.timbercon.com/FTTC.html>

6.6.2.4 FTTN (FIBRA HASTA EL NODO)

La tecnología de telecomunicaciones FTTN (del inglés Fiber To The Node), también conocida como Fibra hasta el Nodo, para este tipo de arquitectura el recorrido de la fibra óptica va hasta el nodo central de telecomunicaciones, la distribución de los servicios hacia el abonado final suele ser por otros medios. El

gabinete o central suele estar más lejos de los abonados que en FTTH y FTTB, también incluye aquellos casos en que la fibra termina en un punto de distribución, por ejemplo un conjunto de viviendas, tal y como se aprecia en la figura 6.4.

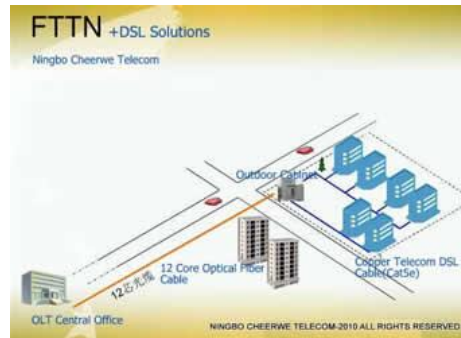


Figura 6.4: FTTN (Fiber To The Node)

Fuente: <https://sites.google.com/site/ebaby88888/ftthsolutions>

6.6.3 ANTECEDENTES DE LA FAMILIA GPON

La Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (GPON, Gigabit Passive Optical Network), es una tecnología de acceso mediante una red de fibra óptica con elementos pasivos, con el propósito de reducir el costo de equipos desde la central hasta el usuario final. El estándar GPON nació de las mejoras de las redes ópticas pasivas (PON, Passive Optical Network) y de las redes ópticas activas (AON, Active Optical Network) en la década de los 90 cuando se crea FSAN (Full Service Access Network), primer organismo encargado de dictar normas para operadores con tecnología PON.

En un inicio las redes PON contaban con una Terminación de línea Óptica (OLT, Optical Line Termination), que era la interface entre la red y el backbone, mientras que una Terminación de Red Óptica (ONT, Optical Network Termination) genera la interfaz de servicio al usuario final, donde el envío de la señal es lo realiza en dos sentidos. Ascendente utilizaba el protocolo de acceso TDMA mientras que en canal descendente utilizaba radiodifusión. La evolución de la tecnología PON consta de la siguiente síntesis:

APON/BPON: esta fue definida en la recomendación ITU-T G.983, donde “A” proviene de ATM (Asynchronous Transfer Mode) y “B” de (Broadband), su

principal limitación fue la incapacidad de manejo de video. Las velocidades de soporte de APON/BPON son: 155Mbps/622Mbps y 622Mbps/622Mbps.

EPON: aprobado en el documento IEEE 802.3ah, donde “E” proviene de Ethernet, para aprovechar las características de la tecnología de fibra óptica y las redes pasivas y aplicarlas a Ethernet manteniendo las características de la especificación IEEE 802.3. Las velocidades de transmisión se manejan en forma simétrica así en valores, la capacidad que soporta EPON es: 1.25Gbps/1.25Gbps y 2.5Gbps/2.5Gbps.

6.6.4 DESCRIPCIÓN DEL ESTÁNDAR GPON

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (ITU-T) comenzó a trabajar con GPON en el año 2002, es el más reciente miembro de esta familia con la creación de las recomendaciones ITU-T G.984.X, el principal desafío fue ofrecer mayor ancho de banda, eficiencia, más aplicaciones para servicio IP, una capa de transporte diferente, el envío de la señal en forma ascendente y descendente con rangos de 1.25Gbps y 2.5Gbps para el primer caso y de 2.5Gbps para el segundo ya sea de forma simétrica o asimétrica llegando bajo ciertas configuraciones a entregar hasta 100Mbps por abonado.

A diferencia de sus antecesores presenta características propias como son:

- Multiplexación por división de tiempo (TDM)
- Red Óptica Sincrónica (SONET)
- Jerarquía Digital Síncrona (SDH)
- ETHERNET (10/100 Base T)
- Modo de Transferencia Asíncrona (ATM)
- Soporte de varias velocidades, las indicadas para APON/BPON y EPON.

Es decir que el proveedor no se afectado con cambio de equipos y puede seguir ofreciendo los mismo servicios.

6.6.5 ESTRUCTURA

Un sistema de Red GPON no tiene componentes activos entre el servidor y el abonado. En su lugar se encuentran divisores ópticos pasivos o splitters. La utilización de sistemas pasivos reduce considerablemente las inversiones y los costes de conservación. El sistema en general se compone de los siguientes elementos como se ve en la figura 6.5.

- Una Terminación de línea Óptica (OLT, Optical Line Terminal) que se encuentra en el nodo central.
- Uno o varios divisores ópticos (splitter) que sirven para ramificar la red de fibra óptica.
- Una Unidad de Red Óptica (ONU, Optical Network Unit) o en su defecto una Terminación de Red Óptica (ONT, Optical Terminal Unit) con una Red de Distribución Óptica (ODN) que las interconecta.

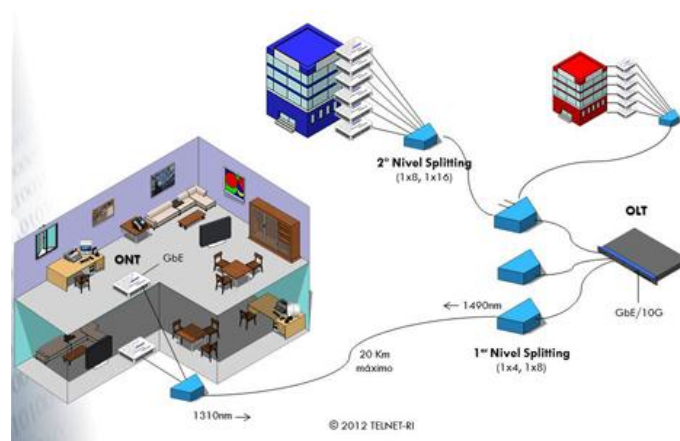


Figura 6.5: Estructura Red GPON

Fuente: <http://www.ccapitalia.net/>

Como utilizan elementos pasivos el alcance de la señal está restringido a las características de potencia de los equipos terminales, pero en base a las adaptaciones de los fabricantes de equipos GPON el alcance de la señal alcanza los 20Km.

Mientras que para la conexión entre la OLT y las diferentes ONT, se las enlaza por medio de fibra óptica, con señales asignadas en diferentes longitudes de onda, para que no se produzcan interferencias entre los contenidos en canal descendente

y ascendente se utilizan dos longitudes de onda diferentes superpuestas utilizando técnicas WDM (Wavelength Division Multiplexing). Al utilizar longitudes diferentes es necesario, por lo tanto, el uso de filtros ópticos para separarlas. (Figura 6.6).

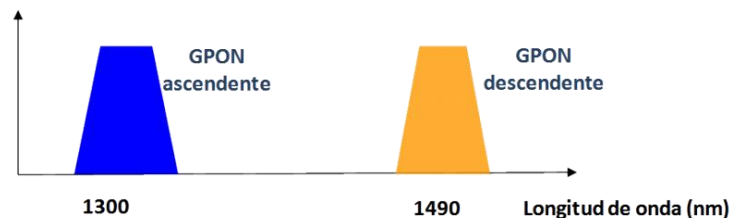


Figura 6.6: Canal Descendente y Ascendente Red GPON
Fuente: <http://wikitel.info/wiki/Imagen:GPON.png>

La función que tienen los divisores ópticos principalmente, es repartir y destinar la señal proveniente desde la OLT (Optical Line Terminal) hacia los terminales ópticos en una cantidad de hasta 64 Optical Network Termination (ONT).

6.6.6 TOPOLOGIAS DE RED

En la figura 6. 7 se muestra de manera general el NODO conectado a una red de servicios mediante una fibra óptica de acceso (Backbone) instalado previamente y que forma parte del proveedor internacional e interconexión con la matriz de PUNTONET S.A en la ciudad de Quito, misma que no forma parte del presente diseño. Desde aquí se bifurcan anillos principales o troncales según sea el número de ramales conectados al mismo, de esta manera el nodo queda estructurado con cabinas OLT conectado por medio de ODF (Marco De Distribución Óptico) con fibra monomodo de 24 hilos (fibra de distribución), misma que se distribuye de forma aérea hacia las mufas o mangas en conjunto con splitters, mismos que serán dimensionados dependiendo la necesidad de expansión de cobertura, de ahora en adelante llamado principales o primer nivel de spliteo, instalados en los postes de la ciudad previamente seleccionados en la cartografía de cada sector y respetando las distancias y recomendaciones UIT-T G.984.

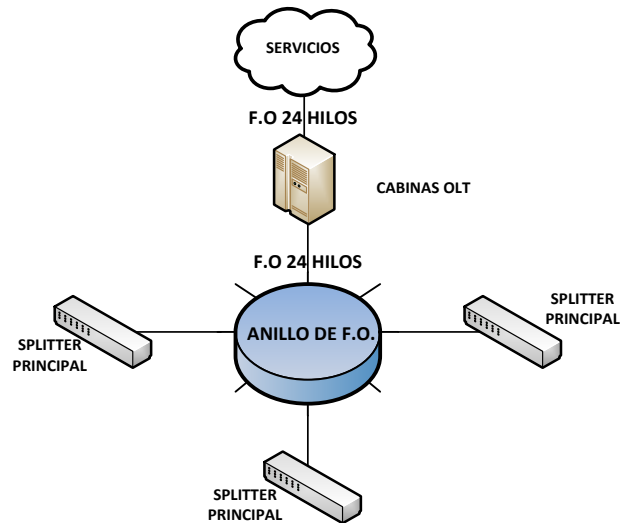


Figura 6.7: Topología de anillo

Elaborado por: Investigador, basado en diagramas de red de PUNTONET S.A

Esta disposición de Red permite asegurar la redundancia de la misma, necesaria para dar confiabilidad a los usuarios ante posibles fallos a gran escala mediante la utilización de equipos adecuados para la reconexión de forma automática o manual.

En la figura 6.8 se presenta la configuración de la Red basada en la topología en árbol, misma que es considerada como partida del anillo principal descrito anteriormente, en esta disposición los splitters secundarios de menor jerarquía o llamado segundo nivel spliteo van conectados a los splitters principales mediante fibra óptica monomodo de dos hilos (fibra de acceso) mismos que también deben ser dimensionados dependiendo la necesidad de expansión de cobertura, el cual no debe superar el rango de longitud considerado al momento de realizar los cálculos de pérdidas entre el equipo central y el equipo terminal cumpliendo con el estándar en los 20Km máximos desde la estación OLT GPON hasta la ONT GPON mencionado en las recomendaciones UIT-T G984, para la ciudad de Ambato.

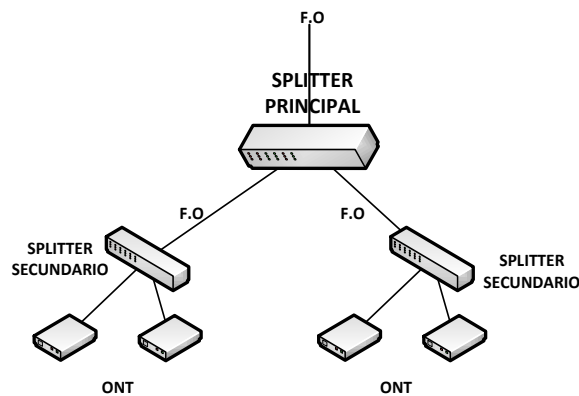


Figura 6.8: Topología en árbol

Elaborado por: Investigador, basado en diagramas de red de PUNTONET S.A

6.6.7 PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN Y SEGURIDAD

Para el presente trabajo de investigación hay que tener bien en cuenta los protocolos de comunicación y de transmisión que se utiliza en una Red GPON, así como también los parámetros técnicos y recomendaciones que utiliza, los cuales se describen a continuación.

6.6.7.1 TDM (MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO)

Para el sentido descendente se utiliza multiplexación por división de tiempo (TDM, Time Division Multiplexing), donde todos los datos se transmiten a todas las ONTs y cada ONT filtra los datos recibidos y sólo es capaz de acceder a aquellos datos que van dirigidos hacia ella. (Figura 6.9).

6.6.7.2 TDMA (ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO)

Para el sentido ascendente se utiliza acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, Time Division Multiple Access), asignando ventanas de tiempo de transmisión a cada ONT, además es necesario la perfecta sincronización de los paquetes ascendentes para que la OLT sea capaz de reconstruir la trama GPON. Por esta razón es necesario que la OLT conozca la distancia a la que se encuentra cada ONTs para tener en cuenta el retardo que sufre la información desde que parte del usuario. (Figura 6.9).

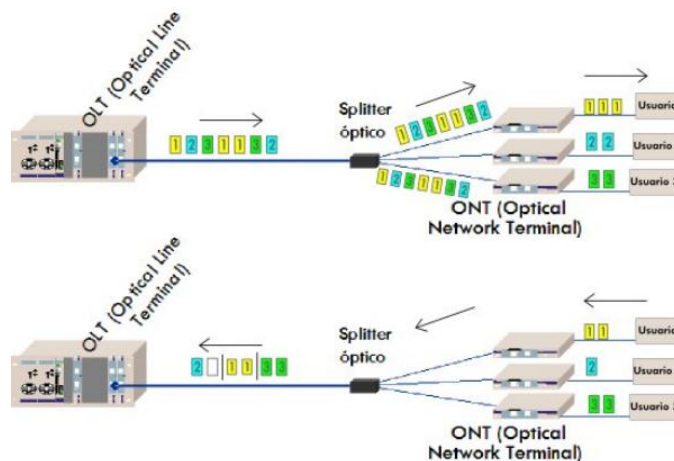


Figura 6.9: TDM y TDMA

Fuente: http://wikitel.info/wiki/UA-Redes_PON_GPON_derivados

Además utiliza técnicas de seguridad con el Estándar de Encriptación Avanzada AES (Advanced Encryption Standard), esto se debe a que GPON utiliza broadcasting para enviar la señal a todos los abonados.

6.6.7.3 DBA (ASIGNACIÓN DINÁMICA DE ANCHO DE BANDA)

La asignación dinámica de ancho de banda (BDA, Dynamic Bandwidth Allocation), es una técnica que en general se define como el proceso de proporcionar multiplexación estadística entre ONU's, donde el ancho de banda de un medio compartido puede ser asignado de forma adecuada y dependiendo de la necesidad entre diferentes usuarios.

La OLT requiere información instantánea de los requerimientos de ancho de banda de cada ONU para poder tomar decisiones. Cuando varios usuarios pertenecientes a una red no se hallen conectados, aquellos que si lo están se benefician con una mayor capacidad para la transmisión de datos, dando cabida a esa información en los intervalos no utilizados del ancho de banda.

En la figura 6.10 podemos ver que la asignación puede ser tanto estática como dinámica. Si es estática se tiene un tamaño fijo, lo cual lo hace simple y rentable en cuanto a costo-eficiencia, pero no es adaptable a las necesidades de la red, en el caso del dinámico la asignación es bajo demanda, además provoca que la asignación se ajuste mejor a las peticiones y que haya una mejor utilización.

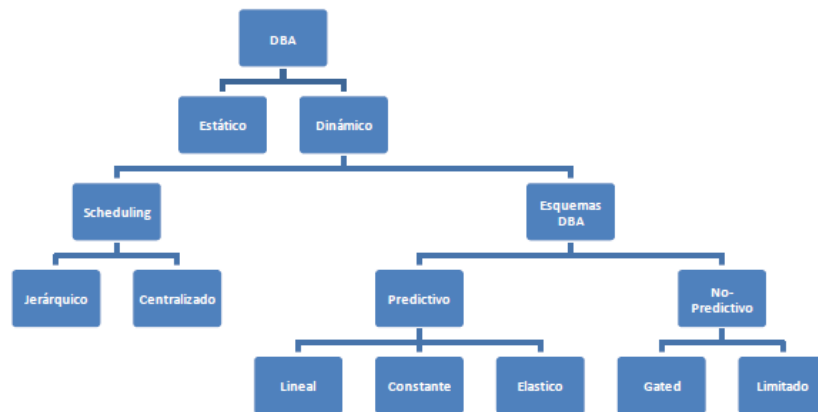


Figura 6.10: BDA (Dynamic Bandwidth Allocation),
Fuente: Tripp Barba C., Asignación Dinámica de Ancho de Banda en Redes Ópticas Pasivas

6.6.7.4 ATM (MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONA)

Modo de Transferencia Asíncrona (ATM, Asynchronous Transfer Mode), es un protocolo implementado para la conmutación de paquetes de tamaño fijo en tiempo real de la información aprovechando las ventajas sobre IP o Ethernet. Se considera a este protocolo, como base de funcionamiento en tecnologías como SONET y SDH.

6.6.7.5 GEM (MÉTODO DE ENCAPSULACIÓN GPON)

El método de encapsulación (GEM, GPON Encapsulation Method), es un protocolo de encriptación variable definido por la ITU-TG.984.3, GPON utiliza este tipo de encapsulación ya que permite soportar cualquier tipo de servicio (Ethernet, TDM, ATM, etc.), si no que al ser una adaptación de GFP (Procedimiento de Entramado Genérico) ofrece mayor ancho de banda, eficiencia y posibilidad de ofrecer los mismos servicios sin necesidad de cambiar los equipos del cliente.

6.6.7.6 SONET Y SDH

Red Óptica Síncrona (SONET) y Jerarquía Digital Síncrona (SDH), son estándares fijados para el transporte de información TDM por un medio óptico, estos estándares toman varios flujos de bits los multiplexan, modulan la señal y la

envía por medio de un emisor óptico cuya velocidad de transmisión es igual al número de canales existentes por velocidad que tienen cada uno de ellos.

La unidad utilizada de este estándar es de 64kbps o su equivalente a una llamada de voz, con multiplexación TDM en Estados Unidos se ocupan 24 canales y en Europa 32 canales, obteniendo velocidades de 1.544 o 2.048 Mbps respectivamente, para mayores niveles de multiplexación (>140 Mbps) se debe pasar a SDH, como se observa en la tabla 6.1.

SONET Level	Electrical Level	Line Rate (Mbps)	SDH Equivalent
OC-1	STS-1	51.840	
OC-3	STS-3	155.520	STM-1
OC-12	STS-12	622.080	STM-4
OC-24	STS-24	1244.160	STM-8
OC-48	STS-48	2488.320	STM-16
OC-96	STS-96	4976.640	STM-32
OC-192	STS-192	9953.280	STM-64

Tabla 6.1: SONET y SDH tasas de transmisiones comúnmente utilizadas

Fuente: <http://sx-de-tx.wikispaces.com/SONET+y+SDH>

6.6.7.7 WDM (MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA)

Multiplexación por división de longitud de onda (WDM, Wavelength Division Multiplexing), consiste en multiplexar diferentes longitudes de onda en una simple fibra, esto hace que el espectro óptico correspondiente a las bajas pérdidas se divida en algún número de canales de pequeña capacidad actuando como si fueran fibras diferentes optimizando la capacidad del canal de transmisión y reduciendo el número de hilos de fibra requeridos, como se observa en la figura 6.11.

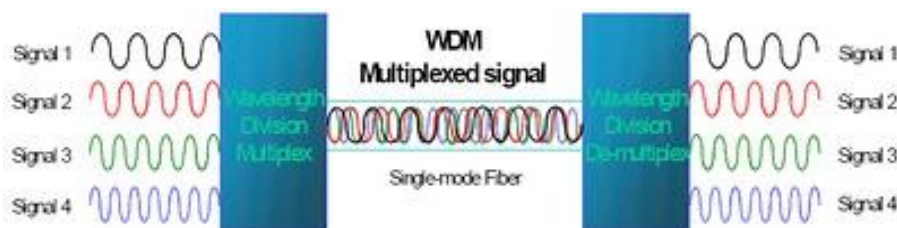


Figura 6.11: WDM (Wavelength Division Multiplexing),

Fuente: <http://fiberoptic101.blogspot.com/2010/11/signal-multiplexing.html>

6.6.8 RECOMENDACIONES UIT G.984

Para un mejor desempeño de nuestra Red óptica con tecnología GPON hay que tener en cuenta las recomendaciones del estándar GPON las cuales nacieron por la necesidad de mejorar los costos, competitividad y diversidad de las redes ópticas pasivas, fueron aprobadas en 2003-2004 por ITU-T en las recomendaciones G.984.1, G.984.2, G.984.3, G.984.4 y G.984.5, en la serie G: (Sistemas y Medios De Transmisión, Sistemas y Redes Digitales), las cuales se describen a continuación.

6.6.8.1 UIT-T G.984.1

Aquí se trata de dar una introducción al estándar GPON, donde se trata sus características generales y funcionamiento.

6.6.8.2 UIT-T G.984.2

Esta recomendación tiene por objeto describir las redes de acceso flexible que utilizan la tecnología de fibra óptica. Se centra principalmente en los servicios de soporte de red con requisitos de anchura de banda que van desde los servicios vocales hasta los servicios de datos con velocidades de gigabits por segundo. Además, se incluyen servicios distributivos.

6.6.8.3 UIT-T G.984.3

Esta recomendación expone los formatos de trama, el método de control de acceso, el método ranging, la funcionalidad OAM (Operation Administration and Maintenance) y la seguridad en redes GPON, denominada como la especificación de la capa de Convergencia de Transmisión TC (Transmission Convergence).

6.6.8.4 UIT-T G.984.4

Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica, en general, las especificaciones de esta recomendación, permiten conocer a fondo cómo se realiza la administración de los diferentes servicios y sus tramas, según sus relaciones y atributos dentro del complejo sistema de encriptación.

6.6.8.5 UIT-T G.984.5

Recomendación que sugiere el rango de bandas y longitudes de onda que se reservan para en un futuro, implementar señales de nuevos servicios, usa la técnica de multiplexación de información (WDM), para aprovechar de mejor manera en el caso de nuevas redes ópticas pasivas, en virtud del manejo recomendable de las ODN.

6.6.9 NIVEL DE POTENCIA

La atenuación máxima de un sistema que utilice el estándar GPON, está dado por la potencia máxima de la OLT (Optical Line Termination) menos la potencia mínima capaz de percibir la ONT (Optical Network Termination).

6.6.10 ELEMENTOS

6.6.10.1 FIBRA ÓPTICA

Debido a la extensión de la teoría de la fibra óptica solo se citan brevemente algunos conceptos básicos que ya se nombró en el capítulo 2, la fibra óptica es un medio de transporte en una guía de onda dieléctrica en forma de filamento formado por un núcleo central y un recubrimiento, otra característica a citar son los modos de la fibra ya sea monomodo o multimodo los cuales se diferencian por el modo de la propagación de la luz.

En lo que concierne al estándar GPON se hace referencia al uso de fibra óptica monomodo ya que tiene grandes ventajas como mayor alcance, altas velocidades, rendimiento, etc. Dentro de la estandarización de la fibra monomodo se ha considerar recomendaciones UIT como la UIT-T G.652, G.653, G.654 y G.655, las cuales hacen referencia a las características ópticas, mecánicas y los atributos de transmisión, cada una de las citadas recomendaciones abarca sub categorías con aplicaciones para sistemas STM-16 y STM-64.

6.6.10.2 OLT

Una Terminación de línea Óptica (OLT, Optical Line Terminal) es un elemento activo dentro de la estructura de la red GPON el cual tiene la capacidad de dar

servicio a los consumidores finales, además hace las funciones de un enrutador ya que agrega el tráfico proveniente de los clientes hacia la red de agregación para ofrecer los servicios demandados. Este equipo se encuentra ubicado en las dependencias del operador y consta de varios puertos los cuales soportan hasta 64 ONT que están en el usuario final que se conectan mediante un cable de fibra óptica con el uso de divisores ópticos o splitters. Figura 6.12.



Figura 6.12: OLT (Optical Line Termination)

Fuente: http://www.corecess.com/S5_EPON

En el canal descendente de una red GPON es una red punto-multipunto, donde la OLT envía una serie de contenidos hacia el divisor y este se encarga de repartir los contenidos a todos los ONT, mientras que en el canal ascendente es una red punto-punto donde las diferentes ONT transmiten contenidos al OLT son distribuidos en una longitud de onda distinta para evitar colisiones mientras que en el descendente son agregados por la misma unidad divisora pasiva, que hace las funciones de multiplexador en la dirección ascendente del tráfico.

Para el tráfico descendente se realiza un broadcast, cada ONT será capaz de procesar el tráfico que le corresponde, es decir que procesa el tráfico para el cual tiene acceso por parte del operador (OLT), gracias a las técnicas de seguridad AES (Advanced Encryption Standard) que asocia la información hacia un único terminal, mientras que para el tráfico descendente los protocolos basados en TDMA (Time Division Multiple Access) aseguran la transmisión sin colisiones desde la ONT hasta la OLT.

6.6.10.3 ONT

Terminación de Red Óptica (ONT, Optical Terminal Unit) es el elemento final, el que se encuentra donde el usuario final hasta donde llega la fibra óptica, debido a que no existen interoperabilidad entre la OLT y ONT, los fabricantes de bien ser

los mismos para que exista compatibilidad. Existe una gran variedad de ONT's dependiendo del servicio que se desee contratar, por lo general bienes equipados de la siguiente manera, como se observa en la figura 6.13.

- Interfaces Fast-Ethernet que alcanza velocidades de hasta 100Mbps generalmente para servicios residenciales como internet, tv, etc.
- Interfaces Gigabit-Ethernet que alcanzan velocidades de 1Gbps, esto servicios empresariales.



Figura 6.13: ONT (Optical Network Termination)

Fuente: <http://adrenaline.uol.com.br/forum/internet-redes/457155-opiniao-qual-e-melhor-banda-larga-do-brasil-e-porque-4.html>

6.6.10.4 SPLITTER

Son dispositivos pasivos que no necesitan de una fuente de luz externa, únicamente añaden pérdidas ya que dividen la potencia de entrada, es decir que permiten la derivación de la señal óptica a su ingreso, hacia dos o más fibras distintas a sus salidas como se aprecia en la figura 6.14.

Dentro de la estructura GPON la forma como se implementen los splitters están sujetos a la manera en la cual se conecten, pudiendo ser estructuras tipo conmutadas, en cascada o centralizadas.

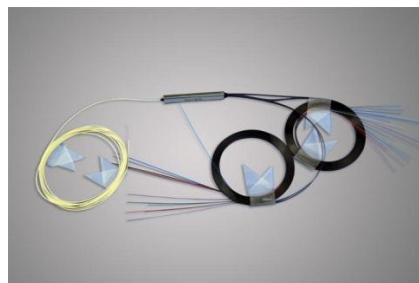


Figura 6.14: Splitter

Fuente: Investigador

Además en la tabla 6.2 se indican los valores de pérdidas de los diferentes tipos de splitters:

Configuración de splitters	Pérdidas inserción (dB)
1 x 2	3,5
1 x 4	7,0
1 x 8	10,5
1 x 16	14,0
1 x 32	17,5
1 x 64	21,0

Tabla 6.2: Perdidas en Splitters ópticos

Fuente: http://www.telnet-ri.es/fileadmin/user_upload/hojas_producto/COP/Splitter_ES_V3.0.pdf

El extremo final de la fibra debe llegar a la férula del conector que suele ser pulido y aislado, el pulido de la férula es de dos formas Contacto Físico (PC, Physical Contact) y Ángulo de contacto físico (APC, Angle Physical Contact), como se ve en la figura 6.15.

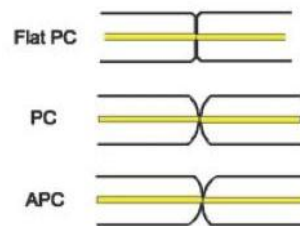


Figura 6.15: PC (Physical Contact) y APC (Angle Physical Contact)

Fuente: <http://www.fibraoptica hoy.com/conectores-para-fibra-optica-un-poco-de-historia-2/>

6.6.11 TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA

Para el equipamiento de la red GPON se presume una gran cantidad de materiales, herramientas y accesorios, dentro de esto sobresale el tipo de fibra óptica que se va utilizar en dicho diseño y el tipo de tendido que se va a realizar, para esto se debe tener en cuenta consideraciones para la instalación de una red de Fibra óptica de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T en la recomendación L.35 que hace referencia a la instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso, proporcionando información sobre los métodos aconsejados para dicha instalación y tendido ya sea aéreo o enterrado. Además hay que nombrar las distancias promedio de tendido y condiciones ambientales a las que debe soportar.

En lo que respecta al tipo de fibra, esta deberá dar cumplimiento a la norma UIT-T G.652D, la cual establece el manejo de la segunda y tercera ventana operando a longitudes de onda de 1310nm y 1550nm en la que trabaja GPON, asegurando las atenuaciones que se muestran en la tabla 6.3, además para su reconocimiento interno, la codificación de colores de las fibras ópticas, seguirá las indicadas en la norma EIA/TIA 598.

Ventana de operación	Atenuación (dB/Km)
2da	igual o menor a 0,35
3ra	igual o menor a 0,25

Tabla 6.3: Norma UIT-T G.652D
Fuente: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/es>

Como se mencionó anteriormente la ciudad de Ambato no tiene las mismas características de relieve por lo que no se ocupa un solo tipo de tendido de fibra en todas las áreas que se requiere dar cobertura mismos que se describen a continuación, pero antes hay que tener en cuenta que para el tendido de fibra óptica se necesita de personal y equipamiento calificado, la empresa de Telecomunicaciones PUNTONET S.A, posee su propio departamento de Fibra Óptica mismo que ese capacita constantemente a su personal.

6.6.11.1 TENDIDO AEREO

Para el realizar el tendido aéreo de la fibra óptica ya se mencionó que se debe hacer una inspección minuciosa de la ruta para que de esta manera determinar con exactitud los cruces especiales, los posibles inconvenientes, disponibilidad de estructuras, distancias y otros aspectos propios del campo.

Al referirse a tendido aéreo implica la utilización de postes, haciendo uso de los postes de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. previamente seleccionados en la cartografía de cada sector y respetando las distancias y recomendaciones UIT-T G.984.X. Para la adjudicación de permisos de utilización de los postes de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. se presenta un plano de posteria donde se da a conocer los postes y la ruta que se va a utilizar, mismos que serán arrendados y se

pagara una mensualidad por su utilización de acuerdo al contrato que se establezca.

El tendido aéreo de fibra óptica posee algunas consideraciones que se citan a continuación:

- Máxima tensión que soporte el cable de fibra óptica.
- Monitoreo de todos los puntos de fijación.
- Radio de curvatura del cable.
- Reservas para empalmes.
- Correcta sujeción del cable.

Para comenzar el tendido se debe instalar los herrajes temporales (poleas), en las estructuras donde se va a instalar el cable (Figura 6.16) y luego sujetar la manila a lo largo del trayecto a instalar, luego se hala y tensiona el cable hasta que quede paralelo a la línea existente, finalmente se fija a la estructura ya sea postes o torres con herrajes terminales.



Figura 6.16: Herraje temporal

Fuente: http://www.gmptools.com/nf/spanish/70335_S.htm

Existen dos maneras de tendido aéreo de fibra óptica, enrollado retractable/fijo y enrollado móvil.

6.6.11.1.1 MÉTODO DE ENROLLADO RETRACTABLE FIJO

En este caso el remolque debe colocarse en línea con el alambre y a doble distancia de la guía de instalación al piso desde la guía, esto impedirá que el cable roce el poste. El cable se coloca desde el carrete hacia arriba tirando por un bloque que va hacia adelante manteniéndose por los soportes, luego se realiza el bucle de expansión o reservas del cable como se observa en la figura 6.17.

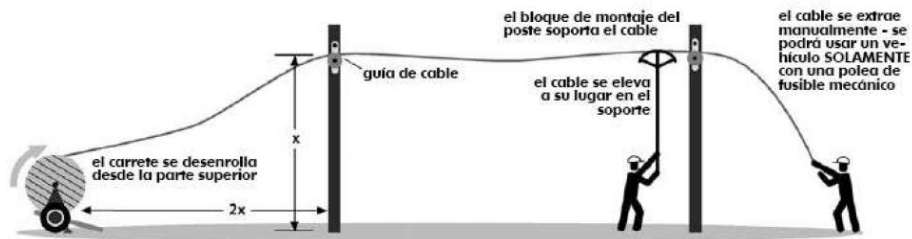


Figura 6.17: Enrollado retractable/Fijo

Fuente: Normas de Construcción e Instalación de Fibras Ópticas, Página 9

6.6.11.1.2 MÉTODO DE ENROLLADO MÓVIL

Este método de desplazamiento es la manera más simple de colocar el cable de fibra óptica ya que ahorra tiempo pero en cambio requiere más recursos y mano de obra, el cable se acopla y se desenrolla alejándose, a medida que se tira el cable los bucles o reservas se hacen al mismo tiempo, como se aprecia en la figura 6.18.



Figura 6.18: Enrollado móvil

Fuente: Normas de Construcción e Instalación de Fibras Ópticas, Página 8

6.6.11.1.3 RECOMENDACIONES

- Tomar medidas de precaución durante la instalación. Esto cuando se comparte con cables de alimentación, seguir cada precaución de seguridad eléctrica, incluyendo el uso de guantes aislados.
- Hay que colocar barreras y conos protectores según necesite para proteger a los peatones.
- Si la tracción del cable es inconsistente, esto puede hacer que el cable se ‘balancee’ y se dañe en los bloques del poste.
- Los bucles o reserva de fibra óptica se deben calcular como un 3% a 5% de la longitud de la bobina.
- El recorrido de la fibra óptica debe identificarse mediante la utilización de placas de acrílico que identifican al propietario.

6.6.11.2 HERRAJES

Los herrajes son accesorios indispensables al momento del paso de la fibra óptica cuya función principal es sujetar el cable a la estructura (poste o torre). Existen herrajes terminales y de paso, como se observa en la figura 6.19.

- Los herrajes terminales se utilizan cuando existen cambios de dirección en las rutas de cable o cuando existe vanos considerables o mayores a 100 metros donde hay que considerar el span entre postes.
- Mientras que los herrajes de paso o suspensión se utilizan en tramos muy cortos y rectos, su función es sujetar firmemente la fibra sin dañarla.



Figura 6.19: Herrajes de Fibra Óptica

Fuente: Normas de Construcción e Instalación de Fibras Ópticas, Página 8

También suelen usarse accesorios adicionales para tener un mayor radio de curvatura a través una mayor separación desde el poste llamados herrajes preformados, al igual que los anteriores existen para retención y de paso. Figura 6.20.



Figura 6.20: Herrajes preformados de Fibra Óptica

Fuente: Normas de Construcción e Instalación de Fibras Ópticas, Página 13

Cuando se realiza tendido cortos o de span muy pequeño en zonas urbanas, se utilizan tensores que actúan como grapas para sujetar el cable de fibra óptica

suelen ser de plástico y de fabricación local, se usan en conjunto con collarines o abrazaderas y actúan haciendo presión directa sobre el cable. Figura 6.21.

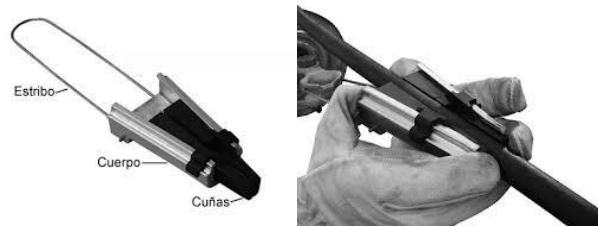


Figura 6.21: Tensores de Fibra Óptica
Fuente: <http://www.humbrall.com/catv.htm>

A continuación se puede observar la utilización en conjunto de los herrajes de retención los cuales se utilizan cada cierta distancia regularmente cada 3 postes y cuando el cable va a dar curva o baja a cámaras, mientras que los de paso es aconsejable dos seguidos cuando los tramos son cortos y rectos, como se puede ver en la figura 6.22.

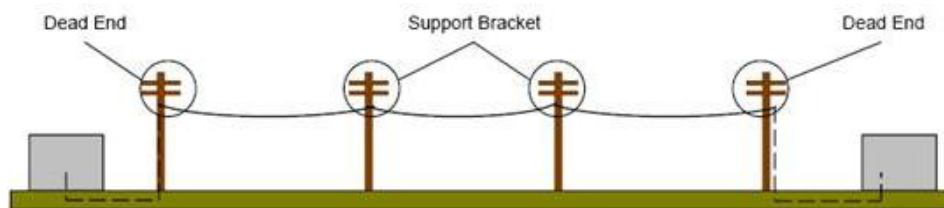


Figura 6.22: Herrajes en conjunto
Fuente: <http://www.humbrall.com/catv.htm>

6.6.11.3 TENDIDO TERRESTRE

También se requiere este tipo de instalaciones con fibra óptica sobre todo en la zona centro de la ciudad de Ambato donde actualmente y desde hace tiempo la Municipalidad y la Empresa Eléctrica han decidido retirar los postes con la finalidad de mejorar la estética de la misma, razón por la que las empresas como EEASA, CNT han optado por instalar su propia canalización o ducterías.

Motivo por el la empresa de telecomunicaciones PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato se ve también en la necesidad de aplicar este tipo de instalaciones con fibra óptica, previo a la implementación la empresa debe enviar una comunicación con los planos de la ruta a los organismos correspondientes: Empresa Eléctrica, Empresa Municipal del agua potable y alcantarillado de la ciudad; donde se les

indica la ruta del proyecto de fibra óptica y a la vez se les solicita a ellos los planos de la ruta, distancias, profundidades y ubicación de los servicios por ellos suministrados.

Dentro del tendido terrestre podemos mencionar en primer lugar el paso de fibra por ductos, donde ya existe canalización ya sea con tubos de PVC de 4" o con el sistema de monoductos, biductos o triductos como se observa en la figura 6.23, es muy importante que:



Figura 6.23: Ducterías
Fuente: Investigador

- Se verifique que los tubos estén limpios en su interior esto se lo hace mediante la utilización de un serpentil (tubería plástica o varilla), mismo que sirve como guía del cable.
- Cuando se realice los trabajos en pozos estos deben estar ventilados y siempre estar una persona como supervisor.
- Los tramos a halar se determina por la cantidad de personal que se encuentre laborando.
- En los tramos de parada de debe formar 8 con el cable, para luego continuar con el halado, como se observa en la figura 6.24.
- Al igual que en el tendido hay que colocar placas de acrílico para identificar el tipo de cable y el propietario.



Figura 6.24: Cable de Fibra Óptica en forma de 8
Fuente: <http://ingenieriagilaysanchez.com/galeria/>

Otra manera de tender fibra en el centro de la ciudad sin provocar mucho congestionamiento y malestar es realizando un zanjado con equipos de excavación, como se aprecia en la figura 6.25.

- El corte se realiza junto a la acera a una distancia de 15cm con un ancho de 8cm y 16cm de profundidad.
- Por el reducido tamaño del microzanjado es recomendable para tendidos urbanos.
- De igual manera se coloca una tubería de PVC por donde va la fibra para evitar humedad.
- El tapado se lo realiza con material suave para no dañar el cable de fibra óptica.
- En este tipo de tendido no se necesita de reservas.



Figura 6.25: Zanjado

Fuente: <http://sx-de-tx.wikispaces.com/micro+zanjas>

Es muy importante que cuando se realice tendido terrestre se disponga de señalización extra, misma que puede ser una cinta de advertencia hacha de PVC, la que indica o previene que existe algún tipo de tendido de fibra óptica cuando se realice otro tipo de canalizaciones.

6.6.11.4 MANGAS

También llamadas mufas, es muy importante dentro de la Red ya que dan soporte y protección a los empalmes de fibra óptica, su finalidad es encerrar

herméticamente las conexiones de puntos de red, para brindar seguridad y proteger contra condiciones ambientales, como se aprecia en la figura 6.26, existe de dos tipos, lineal y de tipo domo.



Figura 6.26: Mufas o Mangas

Fuente: http://www.estec.cl/mkt/com_2009/fo_abril_2009.html

6.6.11.5 ODF (MARCO DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICO)

Este equipo se lo utiliza como punto de interconexión entre la fibra óptica de planta externa con equipos activos, suelen ser cajas metálicas que poseen varios puertos de ingreso y área de patcheo con el fin de mejorar la manipulación, organización, mantenimiento del mismo. Figura 6.27.



Figura 6.27: ODF (Optical Distribution Frame)

Fuente: Investigador

6.6.11.6 FUSIÓN DE LOS HILOS DE FIBRA ÓPTICA

Uno de los puntos más importantes en el tendido de fibra óptica tiene que ver con los empalmes de los hilos de fibra ya que aquí también se producen pérdidas, para reducir al mínimo se utiliza una maquina empalmadora automática también llamada fusionadora. (Figura 6.28)

El proceso de fusión sigue los siguientes pasos:

- Se retira los recubrimientos del cable de fibra óptica teniendo especial cuidado en no dañar o cortar los hilos, se utiliza una pinza especial con el cuidado de no cortarla.
- Luego se coloca un tubillo de fusión en el extremo de un hilo, el cual protegerá de agentes externos la unión de los dos hilos.
- Los hilos de fibra deben estar limpios, sin residuos, lo cual nos impedirá que la fibra sea cortada, en la máquina de corte, a una longitud deseada.



Figura 6.28: Fusionadora, cortadora y pinza especial
Fuente: Investigador

- Una vez cortados los hilos, se les coloca dentro de la fusionadora en cada extremo a las distancias indicadas, se los asegura, se coloca la tapa y finalmente se presiona el botón set e iniciara el proceso de fusión automáticamente.
- La fusionadora indica cuando ha terminado de unirse los dos hilos, luego se procede con el calentamiento de los tubillos de fusión para proteger el empalme. (Figura 6.29).



Figura 6.29: Colocación de hilos y tubillos de fusión
Fuente: Investigador

- Cuando se hayan colocados los dos extremos de los hilos que se desean fusionar, se observaran imágenes como las de la figura 6.30 en el cual se ve el alineamiento automático que realiza la fusionadora.



Figura 6.30: Alineamiento de hilos de fusión
Fuente: Investigador

6.7 METODOLOGÍA

Para el presente proyecto se tendrá en cuentas los siguientes puntos para el diseño de red con fibra óptica:

- Descripción de la Red actual de PUNTONET S.A, correspondiente a la sucursal Ambato.
- Determinar parámetros para el diseño.
- Diseño de la mejor ruta y esquema de Red.
- Cálculos de enlace ópticos.
- Selección los equipos apropiados.
- Análisis Económico.

6.7.1 SITUACIÓN ACTUAL PUNTONET S.A SUCURSAL AMBATO

La empresa de telecomunicación PUNTONET S.A, cubre la mayor parte del territorio nacional entregando servicios múltiples en telecomunicaciones, la misma que cuenta con cuatro oficinas centrales con gerente de sucursal como son Quito, Guayaquil, Cuenca y Santo Domingo, siendo su matriz Quito, encargándose del manejo de las ciudades del resto del país, entre las más importantes están: Quevedo, Manta, Portoviejo, Machala, Ibarra, Latacunga, Loja, Babahoyo, Ambato, Riobamba, Azogues, Tulcán, Coca, Macas, Chone, Esmeraldas, Tena.

Una de las plazas con mayor crecimiento y acogida es la sucursal de Ambato, jurisdicción que cubre las provincias de Tungurahua y Cotopaxi, proveyendo de servicios a las ciudades da Ambato, Pillaro, Pelileo, Cevallos, Latacunga, Salcedo, Pujilí, Saquisilí y Laso, misma que consta con oficinas propias en el sector de Ficoa en la ciudad de Ambato.

6.7.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS

PUNTONET S.A, al ser una empresa de prestigio a nivel nacional, posee estrictas políticas de seguridad interna y privacidad concerniente a la divulgación de datos

exactos de la estructura de la red de cada sucursal, por lo que se utilizara información necesaria y generalizada.

Posee su nodo principal o Centro de Operaciones de Red (NOC) en la ciudad de Ambato en el sector de Terremoto, mismo que cuenta con dos proveedores internaciones, el primero con un enlace principal y de backup por medio de fibra óptica y el segundo para backup por medio de microonda en banda licenciada. Desde este lugar se cubre y se da servicio a las provincias de Tungurahua y Cotopaxi, distribuyéndose a través de una red Mesh ya que está estructurada con varios tipos de topologías como son la de Estrella y la de árbol como se muestra en la figura 6.31, las mismas que cuentan con nodos estratégicos, es así como:

- ✓ Para Cotopaxi posee tres nodos repetidores Putzalahua, Calvario y Cotopaxi (Páramo del Chasqui).
- ✓ Para Tungurahua posee tres nodos repetidores Nitón, Atahualpa y Mall de los Andes y un secundario en el sector de Ficoa donde se encuentran ubicadas las oficinas.

Cada nodo posee infraestructura y respaldos de energía propia, donde se llegan con un enlace principal de Microonda en banda licenciada y un radio enlace de backup montados sobre radios Mikrotik. En el presente proyecto solamente se describe de manera más detallada los nodos correspondientes a la ciudad de Ambato los cuales forman parte del estudio.

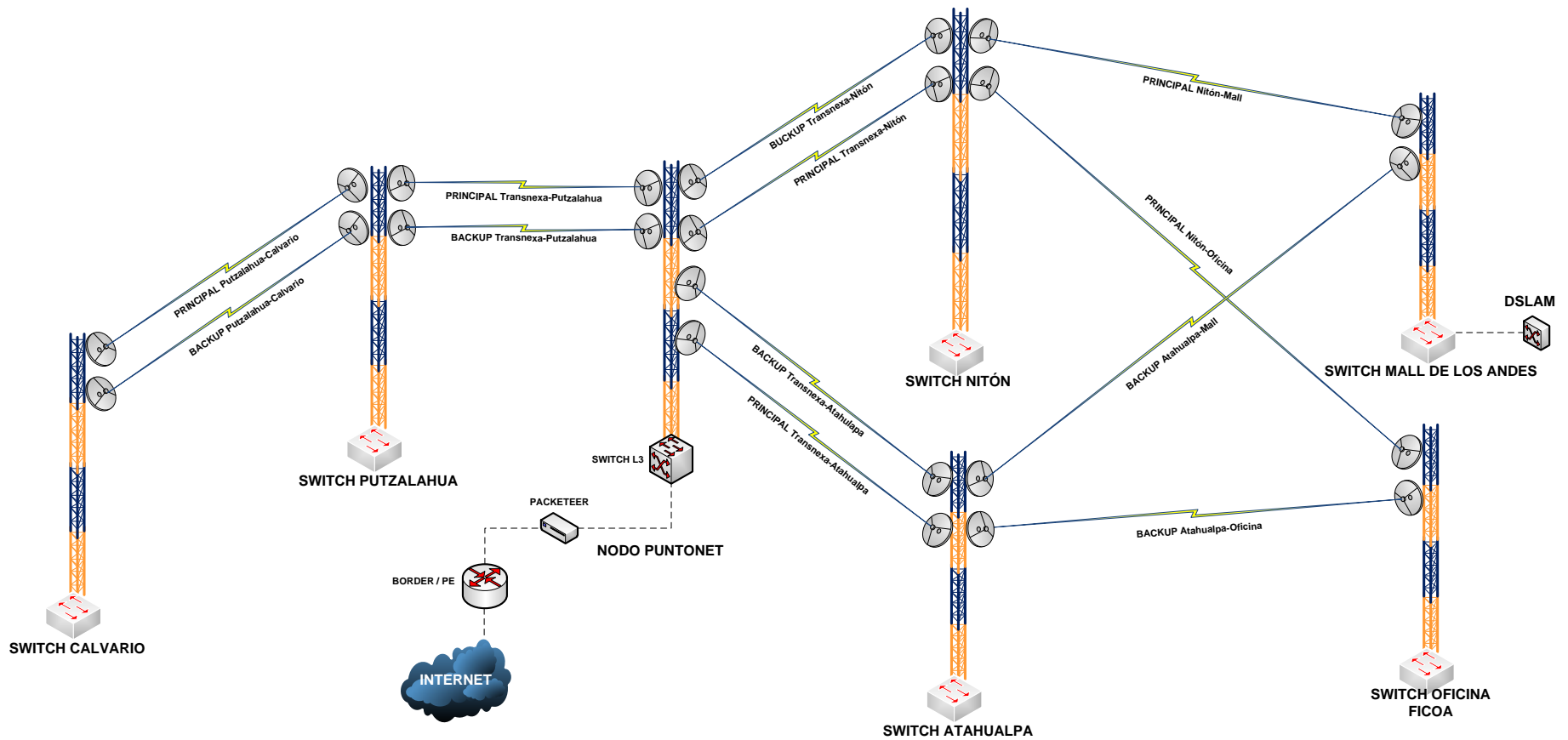


Figura 6.31: Backbone PUNTONET S.A Sucursal Ambato
Fuente: Investigador, basado en sistema de Monitoreo PUNTONET S.A.

Dónde:

El nodo principal de PUNTONET S.A de Ambato (NOC) se encuentra ubicado en el sector de Totoras donde están instalados los equipos principales y de donde se distribuye el servicio hacia los demás nodos. Este se encuentra equipado con:

- Un Router de Border y un PE (Provider Edge) para la conexión con las demás sucursales a nivel nacional ya sea por la red Metro Ethernet o MPLS (Multiprotocol Label Switching) dependiendo de la necesidad o requerimientos de los clientes.
- Un Packeteer encargado de la administración del ancho de banda para enlaces de comunicación hacia Internet y dictar políticas de control y prioridad que le aseguren un desempeño adecuado a las aplicaciones importantes para el cliente.
- Un Switch capa 3 o también llamado Switch de clientes, donde se almacena los datos de los clientes mediante la asignación de vlan's.
- Además aquí se encuentran tanto los enlaces principales y de backup hacia cada Nodo.

Los nodos Atahualpa, Nitón, Oficina y Mall de los Andes se encuentran montados sobre torres de viento, donde está ubicado un Switch principal el cual recibe el tráfico proveniente del NOC y donde se encuentran conectados los enlaces principales y de backup, como también los AP's que distribuyen los servicios a los usuarios finales, mediante radio enlaces en frecuencia 5.4Ghz. (Figura 6.32).

El nodo Mall de Andes a diferencia de los demás también se encuentra equipado con un Multiplexor de línea de acceso de Abonado Digital (DSLAM, Digital Subscriber Line Access Multiplexer, para distribuir mediante cableado a los clientes que se encuentran en el interior del mismo.

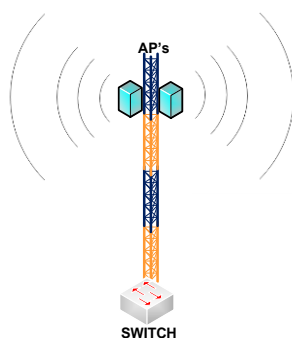


Figura 6.32: AP's que distribuyen los servicios a los usuarios finales
Fuente: Investigador, basado en sistema de Monitoreo PUNTONET S.A.

6.7.2 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA RED ÓPTICA

Una vez realizado un análisis de la forma como se encuentra estructurada la red de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato y la manera de cómo se realiza la transmisión de la información, se analizan los parámetros necesarios para la propuesta del diseño de la Red de fibra óptica con tecnología GPON, en la que se debe tener en cuenta una serie de consideraciones y requerimientos propios de este tipo de tecnología como también los que exige y da la empresa PUNTONET S.A para que de esta manera poder seguir expandiendo su Red de fibra óptica a nivel nacional, mismos que serán tomados en cuenta para el diseño.

6.7.2.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Con el fin de ampliar la red de fibra óptica GPON, la empresa ha solicitado que se cumpla con ciertos criterios de diseño, los cuales se nombran a continuación:

- La red debe ser capaz de soportar servicios como: Ethernet, Gigabit Ethernet, SONET/SDH, TDM, ATM.
- Capacidad de integrarse a la red MPLS que actualmente conforma el backbone de PUNTONET S.A.
- Cada uno de los Nodos GPON deben tener un enlace principal de fibra óptica Punto-Punto y enlace de radio de backup con capacidad suficiente para suplir el tráfico actual en dichas zonas.
- El nuevo modelo de red debe ser escalable y flexible, es decir que debe adaptarse a cualquier tipo de servicio y/o aplicaciones ya sean actuales o a

futuro para los usuarios, además que pueda ir incrementando su capacidad de red sin la necesidad de realizar cambios severos en la misma.

- Debe ser manejable, debe contar con equipos de gestión y monitoreo constante para asegurar la estabilidad de la red.
- La capacidad de la red debe adaptarse a las necesidades actuales y futuras de tráfico.
- La selección de equipos y su ubicación debe basarse en un estudio del área a cubrir y la demanda de la misma.

6.7.2.2 CRITERIOS TÉCNICOS

Los criterios técnicos a considerarse a continuación también mantienen la estructura propia del estándar GPON como también de los criterios que impone la empresa para su diseño e implementación.

- Estudio y localización del área geográfica.
- Dimensionamiento de la Red.
- Esquema y topología de la Red.
- Selección de la Ruta
- Tendido de la fibra óptica
 - ✓ Tipos de tendido
 - ✓ Tipos de fibra
 - ✓ Herrajes
 - ✓ Tensores
 - ✓ Cantidad
 - ✓ Mangas o mufas
- Interconexión de Nodos
- Cálculos de parámetros del enlace óptico
- Selección de equipos
 - ✓ Equipos de conmutación
 - ✓ Equipos de terminación
 - ✓ Conectores

6.7.2.3 REQUERIMIENTOS DE COBERTURA

El objetivo del diseño propuesto a continuación es dar una solución tecnológica a un problema de crecimiento de demanda que requiere resultados eficientes y rápidos, de manera que permita soportar este incremento durante los próximos años, así como la migración a la tecnología GPON de clientes cuya última milla de radio presenta limitaciones de capacidad y por último la posibilidad de captar nuevos clientes corporativos en zonas que están presentando aumento de demanda y donde otros operadores no tienen cobertura.

Por lo que se han incluido puntos específicos a los que la red GPON debe llegar con una ruta exclusiva. Estos sitios son aquellos con mayor concentración de clientes activos y clientes potenciales. Entre ellos se encuentran centros comerciales, zonas industriales y avenidas con alta actividad comercial, mismas que se citan en la tabla 6.4.

Zonas de interés	
Dirección	Referencia
Av. Atahualpa	Desde el redondel de Huachi Chico, pasando por el Mall de los Andes y la zona de concesionarios hasta el sector de la Policía y Colegio Bolívar, en donde se concentra mayor actividad comercial.
Av. Bolivariana	Alrededores de los mercados Mayorista y América hasta las canchas deportivas, pasando por el colegio Guayaquil hasta el sector del Coliseo de los Deportes.
Av. Indoamericana	Sector de Concesionarios
Panamericana Norte	Sector de Izamba y el Parque Industrial
Ficoa	Av. Los Guaytambos sector de las Aseguradoras
Centro, Av. Cevallos y Bolívar	Av. Unidad Nacional cubriendo el sector de almacenes de Electrodomésticos. Tramo entre las calles Mera hasta la Quito donde existe concentración de entidades bancarias, cooperativas, privadas.

Tabla 6.4: Zonas de interés, Red GPON
Fuente: Investigador

6.7.2.4 ANÁLISIS DE DEMANDA Y TRÁFICO

Otro de los factores que se debe tomar en cuenta para el diseño de la red GPON son las zonas de mayor demanda, los enlaces corporativos que actualmente mantiene la empresa en estos lugares básicamente se concentran en centros comerciales, zonas industriales y centros de educación. La gran mayoría de estos clientes tienen como tecnología de última milla un radio enlace desde bases de PUNTONET S.A. ubicadas en los nodos de Nitón, Atahualpa y Ficoa.

En la figura 6.33 se puede observar de mejor manera la concentración actual que posee PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato, mismos que se representan de color verde, mismos que deben ser migrados a la red de fibra óptica, esta manera al tener cubiertas estas zonas se puede seguir expandiendo la misma según la demanda que se presente.

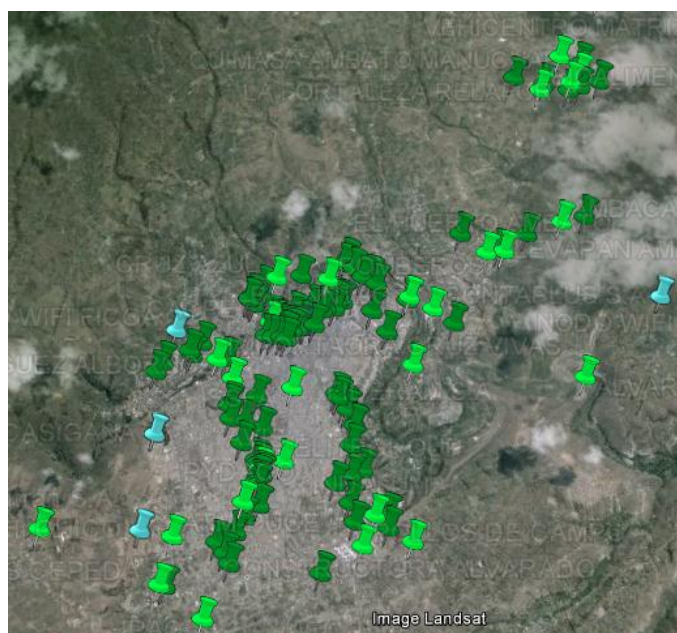


Figura 6.33: Concentración de clientes actuales
Fuente: Investigador, basado en Google Earth 2013

Además en la tabla 6.5 se nombran algunos clientes que se encuentran en esta zona de cobertura y de las zonas de interés expuestas en la tabla 6.1, algunos de estos clientes cuentan con más de una sucursal en la ciudad de Ambato, que en su mayoría son clientes a nivel nacional y que poseen servicios de conexión de datos e internet dedicado expresado en Kbps y que requieren que se migre a la nueva red que se propone.

#	CLIENTES PUNTONET S.A AMBATO	AB (Kbps)
1	DIPOR	512
2	INTACO	512
3	CONSTRUCTORA ALVARADO	2048
4	QUIMASA	384
5	AMBACAR	3072
6	FAIRIS	2048
7	CUERPO DE BOMBEROS	4096
8	EL HUERTO	2048
9	URBANO EXPRESS	1024
10	TRAMACO EXPRESS	1024
11	PACO COMERCIAL E INDUSTRIAL S.A.	1024
12	COMPROBACIÓN SUPTTEL	256
13	ALMACENES JAHER	1024
14	CLUB DE CLASES Y POLICIA	512
15	COOPERATIVA CACPET LTDA	3072
16	SEGUROS SUCRE	2048
17	QUIFATEX	512
18	MARTEL	1024
19	OPTICAS GMO	512
20	ALMACENES ARTEFACTA	768
21	COOPERATIVA DE LA POLICIA	3072
22	BANCO DEL AUSTRO	4096
23	BANCO DEL PACIFICO	2048
24	COOPERATIVA 29 DE OCTUBRE	512
25	BOOKS & BITS	512
26	CLUB DE LEONES	768
27	GALABUSINESS CIA LTDA	2048
28	DELGADO TRAVEL	1024
29	MAJESTIC CORPORATION ROYAL	256
30	COMUNIKT	7168
31	IMPORTADORA LARTIZCO CIA. LTDA	768
32	FARMAENLACE MEDICITY	256
33	LABORATORIO NEOFARMACO	1024
34	COOPERATIVA KURI WASI	1024
35	RADIO CANELA	2048
36	PLACACENTRO	1024
37	DIRECCION DE SALUD DE LA POLICIA	512
38	COOPERATIVA EL SAGRARIO	2048
39	IMPRESA MONSALVE MORENO	512
40	ROMPRAD DHL	1024
41	AVIS CAR RENTAL	1024
42	DIRECTV AMBATO	2048
43	COMPUSEG INTEROCEANICA	512
44	SEGUROS DE VIDA COLVIDA S. A	1024

45	ARCA	1024
46	BIOALIMENTAR	2048
47	BRENNTAG ECUADOR S.A.	1024
48	PYDACO	384
49	ALMACENES TVENTAS	2048
50	MODERNA ALIMENTOS	512
51	COOP. DE TRANSPORTES SANTA	384
52	VEHICENTRO	768
53	TATY BOUTIQUE	512
54	BEBEMUNDO	768
55	MAYFLOWER	512
56	INDUSTRIAS CATEDRAL	768
57	CINEMARK DEL ECUADOR S.A.	2048
		76672

Tabla 6.5: Clientes PUNTONET S.A Ambato

Fuente: Investigador, basado en listado de clientes PUNTONET S.A. Ambato

De esta manera en la tabla 6.5 se puede apreciar que con estos clientes de PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato se tiene un consumo de aproximadamente 76672 Kbps en canal de datos locales y nacionales e internet dedicado. A esto se le debe adicionar el tráfico de clientes que poseen servicio con compartición y clientes home que también posee la empresa que no forman parte de este diseño.

6.7.2.5 DISPONIBILIDAD DE LA RED

La disponibilidad de una red se define como la relación del tiempo en que la red se encuentra activa y el tiempo total. La disponibilidad de la red es el porcentaje de tiempo que el servicio es ofrecido a un lugar dado con la calidad requerida.

Es por esta razón que el diseño de la red de fibra debe constar de un enlace principal mediante el tendido de fibra óptica y un enlace de respaldo mediante un radio enlace o microonda aprovechando la Red inalámbrica que posee PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato, ya que existen clientes que poseen niveles de Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA por sus siglas en inglés) superiores al 99% de disponibilidad debido al tipo de operación que manejan.

6.7.2.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

Para el dimensionamiento de la Red se debe de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- La ciudad de Ambato comprende áreas urbanas y rurales, se toma más en cuenta las áreas urbanas ya que ahí es donde existe mayor concentración de clientes, mientras que para las áreas rurales se ve la factibilidad dependiendo del tipo de cliente.
- El área que comprende el centro de la ciudad no está descartado del todo, si no que toma un trato especial debido a las implicaciones que suponen la construcción de redes aéreas o subterráneas.
- La dimensión del área debe sujetarse a una propuesta inicial de penetración del servicio, para lo cual se toma en cuenta los clientes actuales que cuenta PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato, dando mayor preferencia a clientes corporativos, empresariales y educativos, quedando a consideración la futura expansión de clientes y de servicios basándose tanto el diseño como los cálculos de la Red GPON.
- Para proporcionar un mejor diseño se realiza una sectorización de la ciudad tomando en cuenta la densidad de clientes, siendo necesario redefinir el conjunto total de calles, avenidas, zonas, barrios y en sí la cobertura inicial del servicio de la red GPON.
- El modelo de Red que se plantea se encuentra dentro del modelo FTTH (Fiber To The Home), es decir que se establece un enlace total de fibra óptica desde el nodo principal y el sitio del usuario (Cabina OLT GPON y los equipos ONT GPON).
- Las estaciones OLT estarán colocadas en un lugar estratégico, desde donde se da la formación de ramales para la expansión de la red en caso de ser requerido, además contará con un enlace de respaldo o backup aprovechando la red inalámbrica que posee PUNTONET S.A.
- Mientras que la ubicación y distribución de los diferentes equipos como splitters y mufas serán en lugares donde existe mayor concentración de posibles usuarios y dependiendo de la demanda actual y futura, además se

debe indicar que tales instalaciones deben ser establecidas con normas técnicas y de seguridad.

6.7.2.7 CONFIGURACIÓN DE SPLITTERS

Es importante mencionar la configuración de splitters ya que de estos depende la disponibilidad de la red para seguir expandiéndose según sea la demanda, el departamento de Fibra Óptica de PUNTONET S.A recomienda como mínimo hasta 3 niveles de splitteo teniendo en cuenta las perdidas propias producidas por cada conjunto de splitters (tabla 6.2) y las recomendaciones UIT-T G984, entre las cuales se destaca los 20Km de alcance y los 64 usuarios que se puede tener por cada puerto OLT GPON. En la figura 6.34 se puede apreciar algunas configuraciones de splitters para comprender de mejor manera:

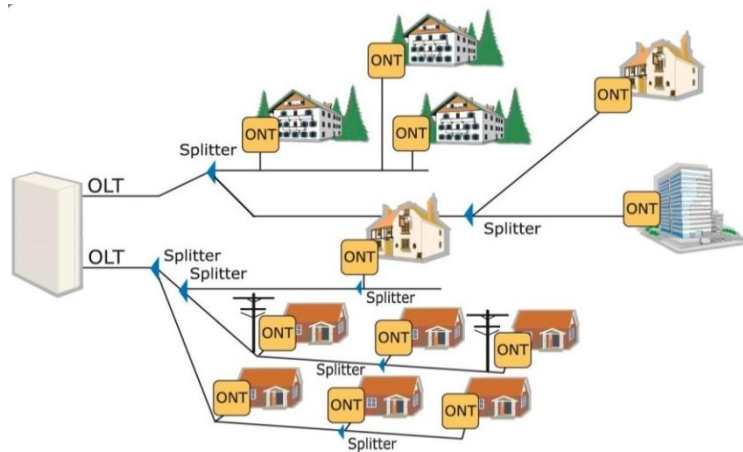


Figura 6.34: Configuraciones de splitters
Fuente: <http://www2.padtec.com.br/esp/php/gpon.php>

6.7.2.8 SELECCIÓN DE LA RUTA

Para tener un buen diseño de Red, un punto muy importante es la selección de la ruta a seguir ya que a partir de esto depende seguir ampliando la cobertura sin tener problemas de estructuramiento y evitando así realizar un nuevo tendido de fibra por el mismo lugar,

El primer punto es el referente a la disponibilidad de postes tanto para las rutas. la ventaja de trabajar en la ciudad de Ambato es que al ser en su mayoría zonas no muy alejadas constan de postiería de la EEASA, es por esto que a continuación se

citan algunos puntos que hay que tener en cuenta cuando se realiza la selección de ruta de fibra óptica.

- Escoger una ruta cercana a las poblaciones que se va a dar servicio, que permita optimizar recursos, ya sea tendido de fibra, materiales, equipos, etc.
- Evitar separaciones muy extensas entre los terminales ya que al producirse esto implica la colocación de repetidores intermedios en la ruta a seguir.
- Tomar en cuenta los factores ambientales que puedan evitar el camino de la ruta, ya que para realizar trabajos con fibra óptica se necesita un buen ambiente ya sea libre de polvo, agua entre otros factores externos.
- Evitar trayectos peligrosos evitando así accidentes del personal de instalación, también para realizar mantenimiento de la misma.

6.7.3 DISEÑO DE LA RED ÓPTICA GPON EN LA CIUDAD DE AMBATO

Con anterioridad se mencionó que cada uno de los nodos debe tener un enlace principal de fibra óptica Punto-Punto y enlace de radio o microonda de backup con capacidad suficiente para suplir el tráfico actual en dichas zonas, además los equipos deben tener la capacidad de administración y monitoreo remoto y deben tener la capacidad de integrarse a la red MPLS que actualmente conforma el Backbone de PUNTONET S.A.

6.7.3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La ciudad de Ambato se encuentra ubicada en el centro del territorio ecuatoriano en la provincia de Tungurahua (Figura 6.35), se encuentra a 2.500 metros sobre el nivel del mar, con una población urbana de 329.856 habitantes, aquí se concentra gran parte del movimiento comercial del centro del país, por tanto genera grandes créditos para la región y para el país.

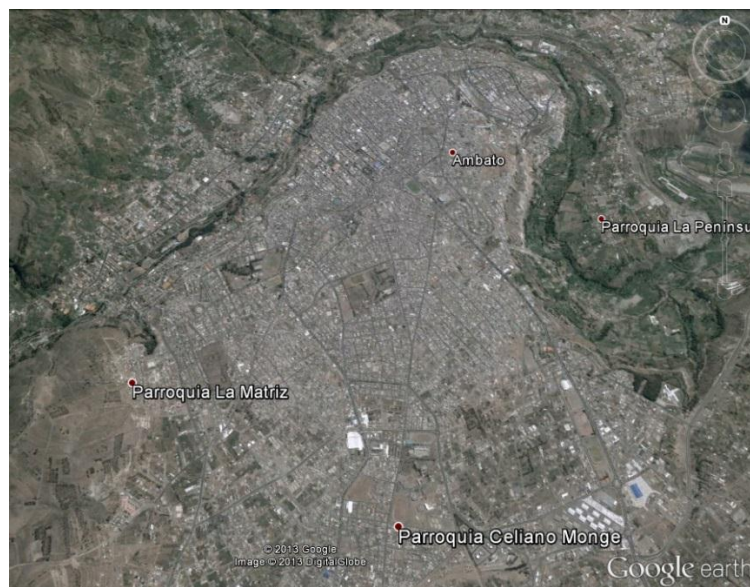


Figura 6.35: Ubicación de la ciudad de Ambato
Elaborado por: Investigador, basado en Google Earth 2013

6.7.3.2 ESQUEMA DE LA RED GPON

Como se dijo con anterioridad en la tecnología GPON se puede manejar dos topologías de red ya sea en anillo o en árbol, el presente diseño no se ve la necesidad de manejar una topología en anillo ya que el proveedor internacional con el que trabaja PUNTONET S.A posee esta estructura con anillos redundantes de fibra óptica hasta llegar a la ciudad de Ambato misma que no forma parte del estudio en la presente propuesta.

Por esta razón se opta por manejar una estructura en árbol o en ramales, es decir que la red de fibra óptica propuesta pasa a ser la red principal, mientras que la red inalámbrica que posee actualmente pasa a ser la red de respaldo o backup.

En la figura 6.36 se presenta la configuración de la Red basada en la topología en árbol, misma que es considerada como partida del anillo principal descrito anteriormente, en esta disposición los splitters secundarios de menor jerarquía o llamado segundo nivel splitteo van conectados a los splitters principales mediante fibra óptica monomodo de dos hilos (fibra de acceso) mismos que también deben ser dimensionados dependiendo la necesidad de expansión de cobertura, el cual no debe superar el rango de longitud considerado al momento de realizar los cálculos de pérdidas entre el equipo central y el equipo terminal cumpliendo con el

estándar en los 20Km máximos desde la estación OLT GPON hasta la ONT GPON mencionado en las recomendaciones UIT-T G984, para la ciudad de Ambato.

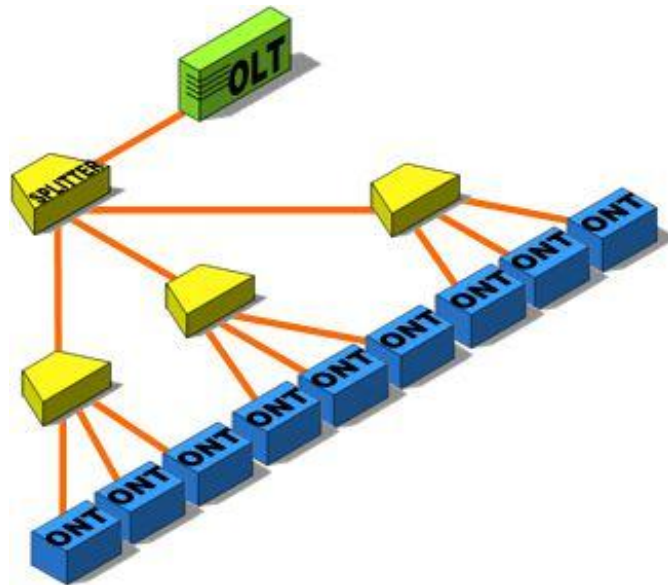


Figura 6.36: Topología en árbol propuesta

Fuente: <http://www.telnet-ri.es/soluciones/acceso-gpon-y-redes-ftth/ampliando-redes-gpon-con-gpon-extender/>

6.7.3.3 ANÁLISIS DE RUTAS

Por la naturaleza y estructura de la red GPON se aconseja que el equipo central OLT se ubique en la zona céntrica de cobertura con el propósito de ahorro de cable de fibra óptica pensando en una ampliación de la Red a futuro misma que es presenta en la propuesta de diseño, para la cual se contempla la utilización de dos OLT, también se debe tener en cuenta el balance en la potencia de señal que alcanza cada cliente y de velocidad de sincronización de la red.

La disponibilidad de postes en los sectores a ser involucrados en el diseño y en la geografía Ambato se ha debido verificar cuales son las rutas más idóneas y las locaciones más favorables para la implementación del diseño propuesto, mismas que a continuación se nombra en manera general. Figura 6.37.

- La ubicación de los OLT será en el sector de Terremoto y en el nodo Atahualpa, cumpliendo los requerimientos antes mencionados.

- El diseño contará con dos ramales., el primer ramal se extenderá por la Avenida Atahualpa hasta llegar a Ficoa y después a Atahualpa, a la vez este ramal es el más importante (Red de Backbone) ya que este conecta los nodos de PUNTONET S.A de Ambato, mientras que el segundo ramal se extenderá por la Avenida Bolivariana.
- Para enlaces punto a punto entre los nodos se lo hará con módulos SFP.



Figura 6.37: Ruta de Fibra Óptica
Fuente: Investigador, basado en Google Earth 2013

El NODO PUNTONET cuenta con dos enlaces redundantes de fibra óptica punto a punto con capacidad Gigabit que corresponden al proveedor internacional y los

nodos Mall de los Andes, Ficoa y Atahualpa contarán con enlaces de fibra punto a punto y su backup con radio enlace o microonda aprovechando la red inalámbrica que posee PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato misma que forma parte de este diseño.

6.7.3.4 CÓDIGO DE COLORES

Antes de comenzar con el diseño de la red es bueno saber el código de colores, las fibras se codifican mediante un código de colores internacionalmente reconocido (TIA/EIA-598-B) que se muestran en la figura 6.38.

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

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

Figura 6.38: Código de colores

Fuente: <http://www2.padtec.com.br/esp/php/gpon.php>

6.7.3.5 DISEÑO DE LA RED DE BACKBONE

Para el diseño del primer ramal hay que tener en cuenta que se desea ampliar la red de fibra óptica hacia los nodos de Mall de los Andes y Ficoa, mientras que para el segundo ramal se lo hará por la avenida ya descrita con anterioridad.

6.7.3.5.1 RUTAS

Antes de definir la ruta, se establecerá con exactitud los datos de ubicación y coordenadas de los Nodos Mall de los Andes, Ficoa y Atahualpa, definida en la tabla 6.6.

NODO	UBICACIÓN	COORDENADAS
PUNTONET	Carlos Amable Ortiz y	1°16'43.10"S
	Pedro Pablo Echeverría	78°36'49.67"O
MALL DE LOS ANDES	Av. Atahualpa Y Víctor	1°15'52.31"S
	Hugo	78°37'39.78"O
FICOA	Av. Los Guaytambos y	1°14'18.12"S
	las Delicias	78°38'2.54"O
ATAHUALPA	Calle Tiwintza, sector del	1°12'55.55"S
	estadio de Macasto	78°36'17.79"O

Tabla 6.6: Coordenadas de los Nodos

Fuente: Investigador

- La ruta más viable para llegar desde el nodo principal Puntonet hasta Ficoa y cubrir todo el trayecto es encaminándose por la calle Carlos Amable Ortiz en el Sector de la Joya y continuar por la calle Julio Jaramillo Laurido hasta el redondel de Huachi Chico, bajar por la Avenida Atahualpa hasta la Yahaira, seguir por la calle Francisco Flor hasta la calle Pérez de Anda y finalmente hasta la calle Las Delicias.
- Una vez que se llega al nodo de Ficoa, la ruta para llegar hasta en nodo de Atahualpa es encaminarse por la Av. Rodrigo Pachano hasta el corte con la calle 12 de Septiembre, llegar hasta el parque de Atahualpa y subir por la calle Tiwintza y finalmente llegar al lugar.
- Mientras que para cubrir el otro ramal se lo hará por la Avenida Bolivariana, pasando por la Avenida el Rey hasta llegar al redondel de la Cumanda.

Debido a que los carretes de cable de fibra óptica no superan los 2km de distancia, es necesaria realizar fusiones de fibra mediante la utilización de mangas de empalme, es así que desde el Nodo de PUNTONET hasta el nodo de Atahualpa se utilizará entre 8 a 10 mangas de empalme, mientras que para el otro ramal que ocupa la Av. Bolivariana se ocupara 4 mangas de empalme, mismas que se indican en la figura 6.39 con su respectiva ubicación, estos empalmes no solo se rigen a la limitación física que se tiene por la longitud del cable de fibra óptica sino que

responde a la demanda actual y futura que se tiene por el sector ya que se necesitará de splitters para ampliar la cobertura de la red GPON.

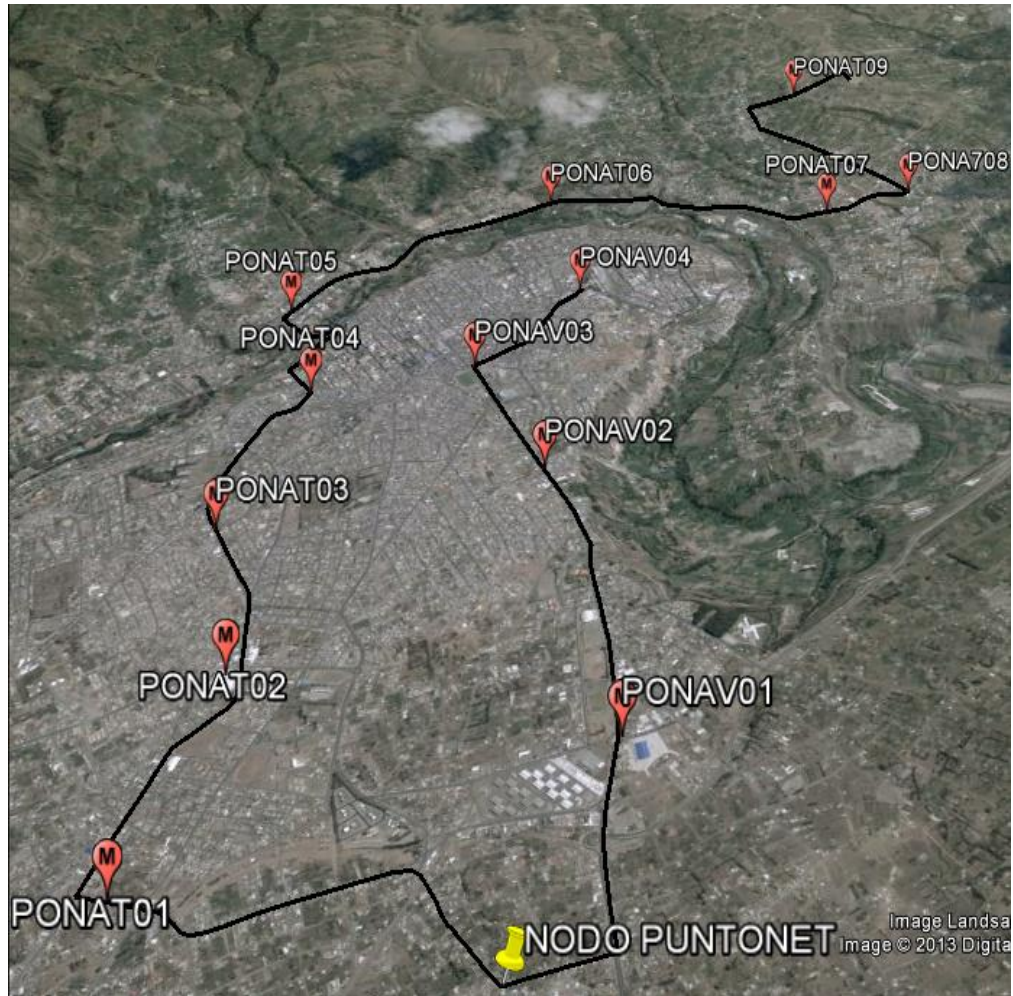


Figura 6.39: Empalmes de fusión
Fuente: Investigador, basado en Google Earth 2013

En la tabla 6.7 se detalla la ubicación de los empalmes de fusión que se utilizará en la ruta hacia desde el nodo de Puntonet hasta Atahualpa, indicando su dirección y coordenadas, también se muestra la distancia en metros de un empalme a otro, donde se puede constatar que la ubicación de estos empalmes no se limitan a la distancia del carrete de fibra óptica sino también a la demanda que se tiene por el sector. Además la nomenclatura que se ocupa es la que obliga la empresa para identificación de las mismas, para este caso PONXYMN, donde:

- ✓ PON, identificación general de la empresa.
- ✓ XY, son las iniciales de la avenida utilizada o trayecto.
- ✓ MN, el número que le corresponda.

EMPALME	DISTANCIA(m)	UBICACIÓN	COORDENADAS
PONAT01	1964	Julio Jaramillo Laurido y Segundo Granja Almeida	1°16'32.13"S 78°37'42.96"O
PONAT02	1390	Av. Atahualpa y Víctor Hugo	1°15'52.31"S 78°37'39.78"O
PONAT03	1064	Av. Atahualpa y Av. Rumiñahui	1°15'21.59"S 78°37'54.24"O
PONAT04	1262	Av. Cevallos y Francisco Flor	1°14'43.38"S 78°37'50.89"O
PONAT05	1212	Av. Los Guaytambos y las Delicias	1°14'18.12"S 78°38'2.54"O
PONAT06	1900	Av. Rodrigo Pachano y Carrizo	1°13'37.62"S 78°37'19.95"O
PONAT07	1917	Av. Rodrigo Pachano y Huaquillas	1°13'43.28"S 78°36'20.31"O
PONAT08	611	Av. Rodrigo Pachano y 12 de Septiembre	1°13'35.06"S 78°36'3.26"O
PONAT09	1250	Calle Tiwintza, sector estadio de Macasto	1°12'58.69"S 78°36'30.53"O
PONAV01	1548	Av. Bolivariana y Av. El Cóndor	1°16'3.52"S 78°36'41.14"O
PONAV02	1920	Av. Bolivariana e Isla Genovesa	1°15'5.14"S 78°37'3.80"O
PONAV03	1050	Av. Bolivariana y Av. Del Rey	1°14'37.20"S 78°37'22.20"O
PONAV04	967	Av. Del Rey y Av. De Las Américas	1°14'10.60"S 78°37'7.65"O

Tabla 6.7: Ubicación de los empalmes de fusión

Fuente:
Investigador

Por la cercanía de los empalmes de fusión a los nodos, en el trayecto de esta ruta de fibra óptica se utilizara un hilo exclusivamente para el nodo Mall de los Andes, Ficoa y otro para Atahualpa en un enlace de fibra punto a punto utilizando módulos SFP, de esta manera también se amplía la cobertura con fibra óptica hacia los nodos de la empresa que contaban con tecnología inalámbrica para dar servicio, como se observa en la figura 6.40.

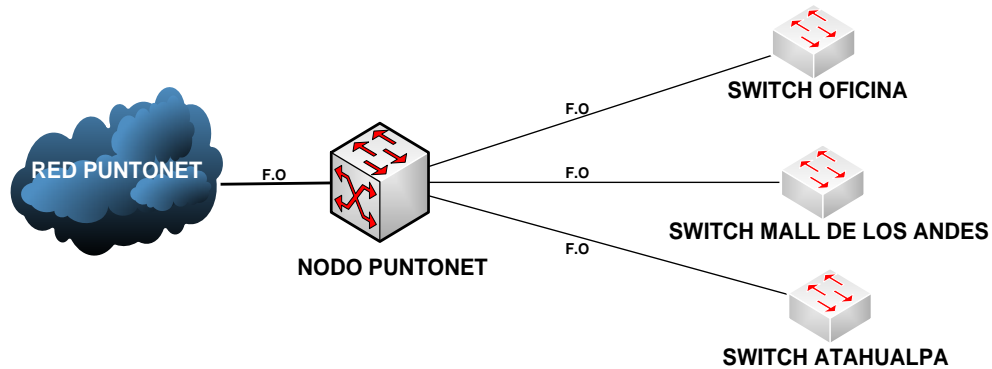


Figura 6.40: Diagrama Lógico Red de Backbone

Fuente:

Investigador, basado en Microsoft Visio 2010

6.7.3.6 DISEÑO DE LA RED GPON

Una vez descritas las rutas y la ubicación de los empalmes de fusión es necesario describir la ampliación de la cobertura mediante el diseño de la Red GPON en la ciudad de Ambato, para esto primero es necesario describir nuevamente la tabla 6.8 ya que esta está hecha solo con empalmes de fusión y no con la colocación de splitters ya que el propósito de la red es expandirse a partir de estas.

MANGA	UBICACIÓN	COORDENADAS	SPLITTER
PONAT01	Julio Jaramillo Laurido y Segundo Granja Almeida	1°16'32.13"S 78°37'42.96"O	---
PONAT02	Av. Atahualpa y Víctor Hugo	1°15'52.31"S 78°37'39.78"O	1:4
PONAT03	Av. Atahualpa y Av. Rumiñahui	1°15'21.59"S 78°37'54.24"O	1:2
PONAT04	Av. Cevallos y Francisco Flor	1°14'43.38"S 78°37'50.89"O	1:4
PONAT05	Av. Los Guaytambos y las Delicias	1°14'18.12"S 78°38'2.54"O	1:2
PONAT06	Av. Rodrigo Pachano y Carrizo	1°13'37.62"S 78°37'19.95"O	---
PONAT07	Av. Rodrigo Pachano y Huaquillas	1°13'43.28"S 78°36'20.31"O	---
PONAT08	Av. Rodrigo Pachano y 12 de Septiembre	1°13'35.06"S 78°36'3.26"O	1:4
PONAT09	Calle Tiwintza, sector estadio de Macasto	1°12'58.69"S 78°36'30.53"O	---
PONAV01	Av. Bolivariana y Av. El Cóndor	1°16'3.52"S 78°36'41.14"O	1:4
PONAV02	Av. Bolivariana e Isla Genovesa	1°15'5.14"S 78°37'3.80"O	1:2
PONAV03	Av. Bolivariana y Av. Del Rey	1°14'37.20"S 78°37'22.20"O	1:2
PONAV04	Av. Del Rey y Av. De Las Américas	1°14'10.60"S 78°37'7.65"O	1:4

Tabla 6.8: Empalmes y Splitters
Fuente: Investigador

- No es necesaria la utilización de splitters en los empalmes PONAT01, PONAT06, PONAT07, PONAT0, ya que el sector donde se encuentran ubicadas son sectores residenciales o no existe concentración de clientes activos.
- En el empalme PONAT02 se utilizara un splitter de 1:4 ya que el sector tiene alta concentración de clientes activos y además es una zona muy comercial, también de este mismo splitter se utiliza un hilo para llegar hasta el empalme PONAT02.
- En el empalme PONAT04 también se utilizara un splitter de 1:4 ya que el sector tiene alta concentración de clientes activos, también de este mismo splitter se utiliza un hilo para llegar hasta el empalme PONAT05.
- En la manga PONAT08 también se utilizara un splitter de 1:4 para poder cubrir dicha zona y también para poder llegar hasta la zona industrial de la ciudad de Ambato.
- En el empalme PONA01 se utiliza un splitters de 1:4, además dos de estos hilos se ocupan para llegar hasta los empalmes PONA02 y PONA03 en las cuales se colocan splitters de 1:2 ya que por estas zonas no hay mucha concentración de clientes pero se toma como mediada para crecer a futuro.
- El empalme PONA04 contara con un splitter de 1:4 ya que esta zona también demanda mayor cantidad de hilos.

Desde el OLT se extenderá la red, principalmente hacia los sitios de interés previamente descritos para clientes y gracias a que en la ruta hacia el OLT se tiene instalado mangas de empalme, se puede expandir la red instalando splitters en ciertos empalmes con ubicación estratégica como ya se mencionó anteriormente en la tabla 6.4 y 6.5. A continuación se describirá la red GEPON incluyendo la descripción de empalmes adicionales a las de la ruta. Se detalla información de los empalmes mencionados en la tabla 6.9.

EMPALME	DISTANCIA (m)	UBICACIÓN	COORDENADAS	SPLITTER
PONAT10	1362	Av. Víctor Hugo y Manuelita Sáenz	1°16'13.88"S 78°38'16.54"O	1:2
PONAT11	543	Manuelita Sáenz y Miguel de Cervantes	1°16'32.28"S 78°38'22.28"O	1:8
PONAT12	538	Manuelita Sáenz y Antonio Clavijo	1°15'56.91"S 78°38'14.85"O	1:8
PONAT13	---	Av. Atahualpa y Víctor Hugo	1°15'52.31"S 78°37'39.78"O	1:2
PONAT14	171	Av. Atahualpa y Segundo Gonzalo Córdova	1°15'47.47"S 78°37'40.52"O	1:8
PONAT15	905	Av. Atahualpa y Miguel de Cervantes	1°16'20.25"S 78°37'45.56"O	1:8
PONAT16	385	Av. Rumiñahui y Los Shyris	1°15'12.25"S 78°37'46.23"O	1:8
PONAT17	418	Av. Atahualpa y Quiz Quiz	1°15'9.11"S 78°37'57.94"O	1:8
PONAT18	1343	Av. Los Guaytambos y Albaricoques	1°14'51.15"S 78°38'29.42"O	1:8
PONAV19	255	Av. Los Guaytambos y las Delicias	1°14'18.64"S 78°37'59.47"O	1:8
PONAV20	1950	Panamericana Norte	1°12'30.00"S 78°35'39.20"O	---

PONAV21	1850	Interiores del Parque Industrial	1°11'43.09"S 78°35'26.34"O	1:16
PONAV05	---	Av. Bolivariana y Av. El Cóndor	1°16'3.52"S 78°36'41.14"O	1:2
PONAV06	410	Av. El Cóndor y Real Audiencia de Quito	1°16'3.06"S 78°36'30.15"O	1:8
PONAV07	320	Av. Bolivariana y Teniente José Escobedo	1°15'52.61"S 78°36'43.97"O	1:8
PONAV08	405	Av. De las Américas y Gonzales Suarez	1°13'58.40"S 78°37'9.76"O	1:2
PONAV09	670	Av. De las Américas e Interoceánica	1°14'18.36"S 78°36'47.91"O	1:2
PONAV10	430	Av. 12 de Noviembre y Unidad Nacional	1°14'14.13"S 78°37'15.71"O	1:2

Tabla 6.9: Mangas y splitters utilizadas en la red GPON

Fuente:
Investigador

Desde el empalme PONAT02 de la ruta de fibra óptica se amplía la red GPON, este empalme se encuentra equipada con un splitter de 1:4, de aquí se extienden hasta las mangas que a continuación se describen:

- Hacia la Avenida Víctor Hugo y la Av. Manuelita Sáenz, se utilizara el empalme PONAT10 para llegar hasta este lugar y mediante los empalmes PONAT11 y PONAT12 se pretende cubrir esta zona, además de estas mangas se puede aprovechar para llegar hacia los 2 nodos WiFi que posee

la empresa por el sector ya que estos puntos también forman parte del área corporativa.

- Desde este mismo empalme se extiende hasta el empalme PONAT13 en el que se encuentra colocada un splitter de 1:2 para poder alcanzar los empalmes PONAT14 y PONAT15 y cubrir la Av. Atahualpa ya que posee gran concentración de clientes activos.

De esta manga también se alcanza la manga PONAT03 con un splitter de 1:2 para ampliar la cobertura hasta las mangas secundarias PONAT16 y PONAT17 que poseen splitters de 1:8.

- De esta manera en la manga principal PONAT02 queda libre un hilo, mismo que se puede utilizar cuando haya más demanda de clientes.

Desde el empalme PONAT04 de la ruta de fibra óptica también se amplía la red GPON, este empalme se encuentra equipado con un splitter de 1:4, de aquí se extienden hasta los empalmes que a continuación se describen:

- Desde aquí se llega al empalme PONAT05 situada en de Ficoa, de aquí se desprende hacia dos empalmes PONAT18 y PONAT19 equipadas con splitters de 1:8, de esta manera se cubre el sector de la Av. Los Guaytambos ya que en el lugar existe gran cantidad de clientes activos.
- De esta manera quedan libres 3 hilos que se utilizaran para cubrir clientes que se encuentran en el centro de la ciudad.

Otro empalme importante es PONAT08 que está equipado con un splitter de 1:4, este depende del nodo de Atahualpa y pretende dar servicio a zonas aledañas y en especial a la Zona Industrial de la ciudad de Ambato, es por esta razón que desde este empalme se lleva un hilo de fibra exclusivamente hacia el Parque Industrial y se instala el empalme PONAT21 equipada con un splitter de 1:16, la razón de ocupar este splitter es porque en el lugar los clientes se encuentran concentrados en un solo lugar y no hay la necesidad de realizar otro splitteo, un punto importante en este trayecto es que la distancia excede lo del carrete de fibra óptica por lo que se la necesidad de instalar el empalme de paso PONAT20 que será

ubicada por el sector de la Esforce ya que es un lugar poblado y se puede ampliar la red en un futuro.

Siguiendo la red GPON aparece el empalme principal PONA01 ubicada en la Avenida Bolivariana y equipado con un splitter de 1:4, de aquí se extienden hasta los empalmes que a continuación se describen:

- Llega al empalme PONA05 equipado con un splitter 1:2 para ampliar su cobertura hacia los empalmes PONA06 y PONA07, de esta manera se da servicio a los clientes que se encuentran por el sector.
- Desde este mismo empalme se llega hasta los empalmes secundarios PONA02 y PONA03, estas constan de un splitter de 1:2 ya que por el lugar no existe muchos clientes, pero se deja abierta la opción de ampliar su cobertura si en un futuro así lo requiera.
- De esta manera en esta manga queda un hilo de fibra óptica libre, misma que se puede ocupar si se lo requiere.

Siguiendo el recorrido de este tramo se encuentra el empalme PONA04 con un splitter de 1:4 el cual tiene las siguientes derivaciones:

- Llega hasta el empalme PONA08 ubicada en la avenida de la Américas, este se encuentra equipado con un splitter de 1:2 para poder ampliar su cobertura.
- También se desprende hasta el empalme PONA09 ubicado en la Av. Interoceánica, de esta manera se cubre el sector de Ingahurco donde existe afluencia de clientes.
- Una último empalme PONA10 para cubrir el sector de las agencias bancarias y centros comerciales.

Por motivos de seguridad se realizará el tendido dejando reservas de fibra óptica en sectores con mayor concentración de clientes y zonas donde la probabilidad de daño a la fibra óptica sea relativamente alta ya sea por factores ambientales o por circunstancias ajenas a la operación del enlace que puedan afectar a la postería. Además en la figura 6.41 se aprecia la estructura de la Red GPON en la ciudad de Ambato con la ubicación de los empalmes anteriormente descritas.

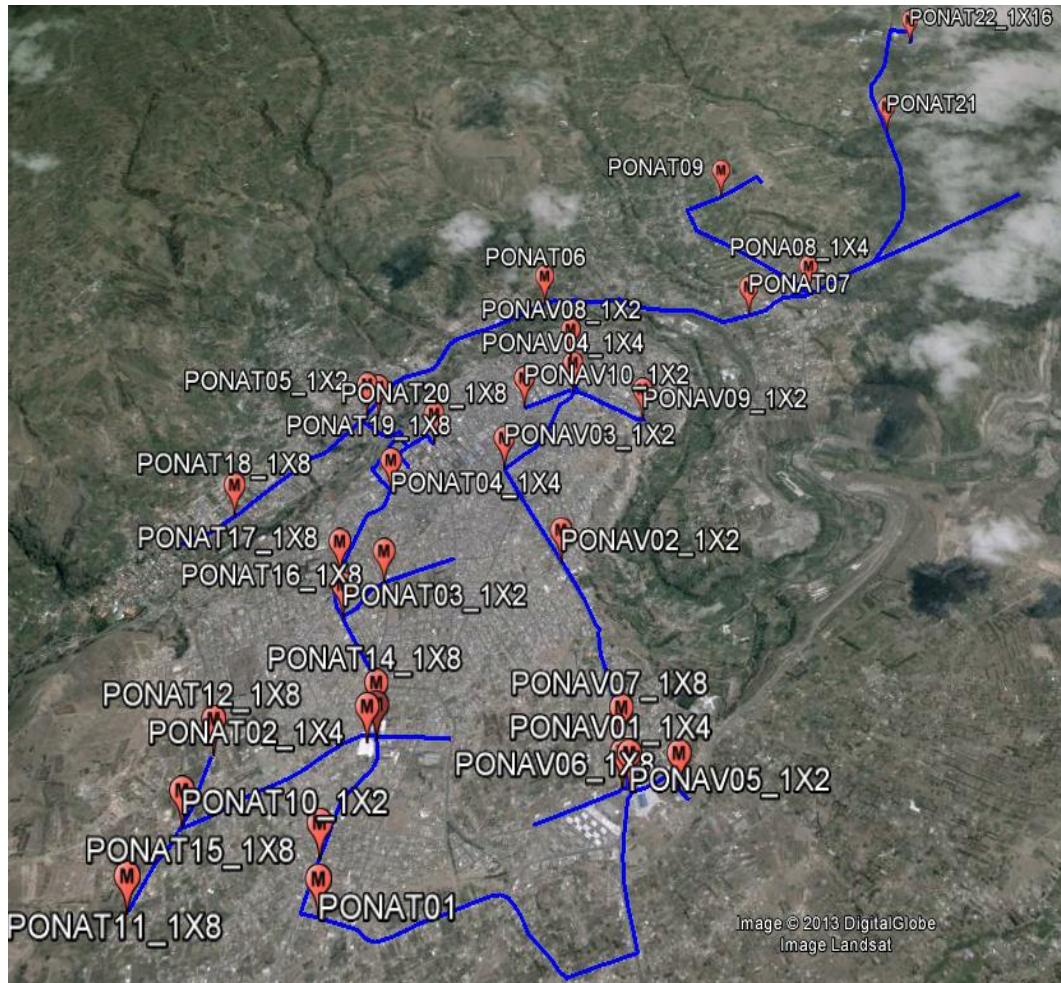


Figura 6.41: Red GPON ciudad de Ambato
Fuente: Investigador, basado en Google Earth 2013

6.7.4 CÁLCULOS DEL ENLACE

Para determinar las pérdidas dentro de cada enlace, se debe considerar varios elementos como puntos desde el nodo principal hasta el cliente final, tomando en cuenta las recomendaciones UIT-T G 652 donde se describen las características de las fibras y cables ópticos monomodo para la implementación en redes GPON.

6.7.4.1 VENTANAS DE OPERACIÓN

PUNTONET S.A. utiliza la ventana de 1550 nm para los enlaces punto a punto, es decir para los enlaces entre el Nodo Puntonet al Mall delos Andes, Ficoa y Atahualpa, mientras que para GPON se utiliza la longitud de onda de 1490 nm \pm 10 para el canal de downstream con multiplexación por división de tiempo y la longitud de onda de 1310 \pm 50 para el canal de upstream con acceso múltiple por división de tiempo, mismas que se muestran en la tabla 6.10.

VENTANA	ATENUACIÓN (dB/Km)
1310nm	0,35
1490nm	0,30
1550nm	0,25

Tabla 6.10: Ventanas de operación utilizadas por PUNTONET S.A
Fuente: Investigador, basado en el departamento de Fibra Óptica de PUNTONET S.A

6.7.4.2 DECIBEL dB

El decibel es la unidad de medida a dimensional relativa que facilita el cálculo entre valores para un mejor entendimiento de relaciones, en sistemas de telecomunicaciones el dB relaciona la potencia de entrada al sistema y la potencia de salida a través de la siguiente fórmula en la Ecuación 6.1.

$$A = 10 \log \frac{P_{sal}}{P_{ent}} \quad \text{Ecuación 6.1}$$

Dónde:

A: Atenuación en (dB)

P_{sal} : Potencia de salida (vatios)

P_{ent} : Potencia de entrada (vatios)

Un valor más comúnmente utilizado es el dBm el cual expresa la relación entre la potencia de salida y 1mW, así un dBm se puede expresar mediante la ecuación 6.2.

$$A = 10 \log \frac{P_{sal}}{1mW} \quad \text{Ecuación 6.2}$$

6.7.4.3 ATENUACIÓN

La atenuación es la pérdida de potencia óptica en una fibra óptica que generalmente se mide en dB y dB/Km, en lo que respecta a las causas que se consideran en fibra óptica para este efecto están las intrínsecas y extrínsecas.

- ✓ Las primeras tienen que ver en la composición del vidrio, impurezas y propiedades defectivas propias de la fibra óptica.
- ✓ Las segundas, las propiedades extrínsecas consideran las condiciones de instalación física de la fibra, como tendido, empalmes y conectores tratados en conjunto como atenuación por inserción, curvaturas, temperatura, es decir todo lo que se refiere a labores de planta externa.

6.7.4.4 POTENCIA Y ALCANCE

El alcance de un equipo viene dado por la atenuación máxima que es capaz de soportar sin perder el servicio. La atenuación máxima soportada por un sistema vendrá dada por la potencia máxima garantizada por la OLT menos la potencia mínima que es capaz de percibir la ONT.

$$A_{m\acute{a}x} = P_{OLT} - P_{ONT} \quad \text{Ecuación 6.3}$$

La potencia transmitida por los equipos en general depende del tipo de equipo, clasificándose éstos en 4 clases (A, B, C, D) en función de dicha potencia. Un valor típico de éste parámetro para equipos clase B es entre +3. La sensibilidad en recepción de los equipos, es decir la mínima potencia de señal que es capaz de reconocer correctamente. Un valor típico para esta es -26dBm.

Por lo que la atenuación máxima que se puede asegurar para que funcione el servicio es 29 dB (Loss Budget).

6.7.4.5 PÉRDIDAS EN EL ENLACE

Para el desarrollo de los cálculos se considera varios de los puntos antes mencionados, donde los valores referenciales cuentan con la aprobación de los distintos organismos de estandarización y fabricación de elementos utilizados en el diseño de la red GPON en la ciudad de Ambato, como es la que tiene que ver con la atenuación que sufrirá la fibra para una o más longitudes de onda, en las regiones donde se consideran las aplicaciones o servicios que vaya a entregar la empresa.

- La pérdida de inserción introducida por el cable de fibra óptica, esta dependerá de la longitud de onda a utilizar, esto ya se detalló en la tabla 6.10.
- Pérdida introducida por los splitters, dependiente de las relaciones de splitting, según la tabla 6.2.
- Pérdida introducida por los conectores, típicamente esta es de 0.5dB aproximadamente.
- Pérdida introducida por cada empalme, esta depende del tipo de empalme se trate, un empalme mecánico introducirá típicamente una pérdida aproximada de 0.5dB, mientras que en el caso de un empalme por fusión será de aproximadamente 0.05dB.

Los valores de perdidas antes mencionados se encuentran en el archivo de Excel *4FTTH dB BUDGET calculation .xls*, mismo que se encuentra en el ANEXO 5. De acuerdo a la Recomendación UIT-T G.652, la atenuación de un enlace de fibra óptica se la puede cuantificar mediante la ecuación 6.4.

$$A = \alpha L + \alpha_s x + \alpha_c y \quad \text{Ecuación 6.4}$$

Dónde:

A: Atenuación en (dB)

α : Coeficiente de atenuación de la fibra óptica (dB/Km)

α_s : Atenuación media por empalme (dB)
 α_c : Atenuación media de los conectores (dB)
 L : Longitud del enlace (Km)
 x : Número de empalmes por enlace
 y : Número de conectores por enlace

A este valor de atenuación obtenido se le debe agregar los valores de atenuación producidos por los splitters utilizados en la ruta del enlace (tabla 6.2) y el rango de las pérdidas intrínsecas que se indicaron anteriormente con un aproximado de 1dB, como un margen aceptable de riesgo de pérdida en el enlace de fibra óptica, así la expresión final se define en la ecuación 6.5.

$$A_T = A + A_{s2} + A_{s4} + A_{s8} + A_{s16} + A_{s32} + A_{s64} + A_E \quad \text{Ecuación 6.5}$$

Dónde:

A_T : Atenuación total (dB)
 A : Atenuación en la fibra óptica (dB)
 A_{s2} : Atenuación nominal en un splitter 1:2 (dB)
 A_{s4} : Atenuación nominal en un splitter 1:4 (dB)
 A_{s8} : Atenuación nominal en un splitter 1:8 (dB)
 A_{s16} : Atenuación nominal en un splitter 1:16 (dB)
 A_{s32} : Atenuación nominal en un splitter 1:32 (dB)
 A_{s64} : Atenuación nominal en un splitter 1:64 (dB)
 A_E : Atenuación por agentes extrínsecos (dB)

6.7.4.6 DETERMINACIÓN DEL MEJOR Y PEOR CASO DE ENLACE

Para determinar el mejor y peor caso se analizará el enlace GPON con la menor y mayor distancia entre el ONT final del cliente con el OLT. Se establecerá en ese tramo los siguientes parámetros y los que se citaron con anterioridad.

- ✓ Distancia total OLT-ONT
- ✓ Número de mangas existentes en el trayecto
- ✓ Longitud de onda utilizada
- ✓ Atenuación de la fibra debido a la longitud de onda
- ✓ Atenuación en los splitters utilizados
- ✓ Atenuación de conectores y empalmes
- ✓ Atenuación por agentes extrínsecos

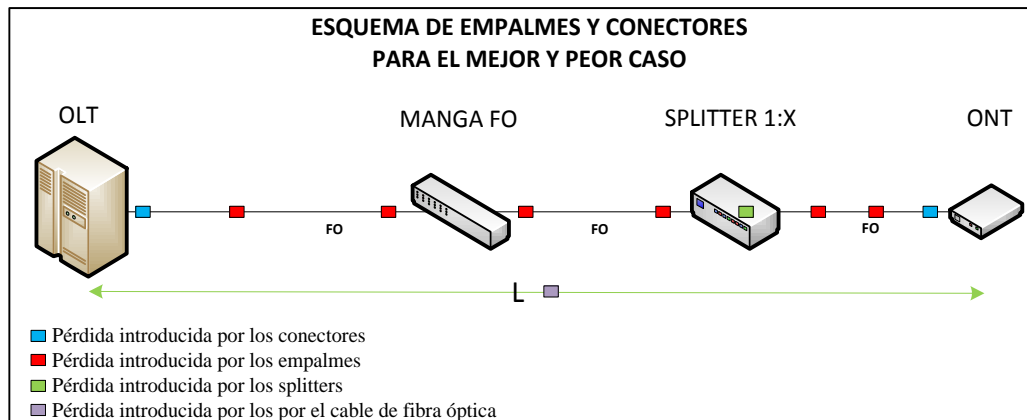


Figura 6.42: Esquema de empalmes y conectores

Fuente: Investigador

En la figura 6.x se detalla un esquema de empalmes y conectores que se utilizan en una red de fibra óptica con tecnología GPON, mismo que no se rige a la utilización de una sola mufa y splitter, ya que dependiendo el recorrido hasta llegar donde el cliente se puede hacer uso de otras.

6.7.4.6.1 DETERMINACIÓN DEL MEJOR CASO

Para este caso hay que analizar el enlace más cercano existente hasta el OLT para obtener la menor atenuación posible en la fibra óptica.

6.7.4.6.1.1 RAMAL DE LA AVENIDA ATAHUALPA

En este caso el enlace más cercano resulta en cliente corporativo NEOFARMACO ubicado en la Avenida Atahualpa y Miguel de Cervantes, en la tabla 6.11 se detallan las coordenadas de los puntos a considerar.

NODO/CLIENTE	UBICACIÓN	COORDENADAS
PUNTONET	Carlos Amable Ortiz y	1°16'43.10"S
	Pedro Pablo Echeverría	78°36'49.67"O
NEOFARMACO	Av. Atahualpa y Miguel	1°16'20.10"S
	de Cervantes	78°37'47.30"O

Tabla 6.11: Determinación del mejor caso Avenida Atahualpa

Fuente: Investigador, basado en listado de clientes PUNTONET S.A. Ambato

La distancia en línea recta desde este punto hasta la manga más cercana es de 25 mt es decir que no sobrepasa los 2Km de tendido de fibra óptica por lo que no es necesaria la utilización de una manga adicional a las que ya se encuentran en la ruta hasta llegar a este punto.

El tendido de fibra óptica que se utilizara es de 40m a esto se le debe adicionar los 4.23 Km de fibra que se tiene hasta llegar a la última manga (PONAT15) y se trabajará con la longitud de onda de 1490nm para downstream y 1310nm para upstream, valores ya especificados anteriormente, por esta razón se tendrá mayor atenuación con 1310nm, es decir que en este caso la atenuación será $\alpha_{1310} = 0.35 \text{ dB/Km}$. La atenuación media por empalme entre 0.05dB y la atenuación media de los conectores de 0.5dB, valores ya especificados anteriormente.

Utilizando la ecuación 6.4 se tiene:

$$A = \alpha L + \alpha_s x + \alpha_c y$$

$$\alpha_{1310} = 0.35 \text{ dB/Km}$$

$$\alpha_s = 0.05 \text{ dB}$$

$$\alpha_c = 0.5 \text{ dB}$$

$$L = 4,27 \text{ Km}$$

$$x = 8$$

$$y = 2$$

$$A = (0.35 * 4.27) + (0.05 * 8) + (0.5 * 2)$$

$$A = 2.89 \text{ dB}$$

A este valor de atenuación hay que adicionarle los valores de atenuación producidos por la utilización de splitters en la ruta y también los provocados por factores extrínsecos también descritos anteriormente, para esto se utiliza la ecuación 6.5.

$$A_T = A + A_{S2} + A_{S4} + A_{S8} + A_{S16} + A_{S32} + A_{S64} + A_E$$

$$A_T = A + A_{S2} + A_{S4} + A_{S8} + A_E$$

$$A_T = 2.89 + 3.5 + 7 + 10.5 + 1$$

$$A_T = 24.89 \text{ dB}$$

De donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 24.89dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 29 dB.

6.7.4.6.1.2 RAMAL DE LA AVENIDA BOLIVARIANA

En este caso el enlace más cercano resulta en cliente corporativo VEHICENTRO ubicado en la Av. Bolivariana y Av. El Cóndor, en la tabla 6.12 se detallan las coordenadas de los puntos a considerar.

NODO/CLIENTE	UBICACIÓN	COORDENADAS
PUNTONET	Carlos Amable Ortiz y	1°16'43.10"S
	Pedro Pablo Echeverría	78°36'49.67"O
VEHICENTRO	Av. Bolivariana y Av. El	1°16'5.03"S
	Cóndor	78°36'47.17"O

Tabla 6.12: Determinación del mejor caso Avenida Bolivariana

Fuente: Investigador, basado en listado de clientes PUNTONET S.A. Ambato

La distancia desde la manga más cercana es de 350 mt, de igual manera no sobrepasa los 2Km de tendido de fibra óptica por lo que no es necesaria la utilización de una manga adicional a las que ya se encuentran en la ruta hasta llegar a este punto. A esto se le debe adicionar los 1.88 Km de fibra que se tiene hasta llegar a la última manga (PONAV07).

Utilizando la ecuación 6.4 se tiene:

$$A = \alpha L + \alpha_s x + \alpha_c y$$

$$\alpha_{1310} = 0.35 \text{ dB/Km}$$

$$\alpha_s = 0.05 \text{ dB}$$

$$\alpha_c = 0.5 \text{ dB}$$

$$L = 2.2 \text{ Km}$$

$$x = 7$$

$$y = 2$$

$$A = (0.35 * 2.2) + (0.05 * 7) + (0.5 * 2)$$

$$A = 2.12 \text{ dB}$$

A este valor de atenuación hay que adicionarle los valores de atenuación producidos por la utilización de splitters en la ruta y también los provocados por factores extrínsecos también descritos anteriormente, para esto se utiliza la ecuación 6.5.

$$A_T = A + A_{S2} + A_{S4} + A_{S8} + A_{S16} + A_{S32} + A_{S64} + A_E$$

$$A_T = A + A_{s2} + A_{s4} + A_{s8} + A_E$$

$$A_T = 2.12 + 3.5 + 7 + 10.5 + 1$$

$$A_T = 24.12 \text{ dB}$$

De donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 24.12dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 29 dB.

6.7.4.6.1.3 SECTOR PARQUE INDUSTRIAL

En este caso el enlace más cercano resulta en cliente corporativo DIPOR ubicado en la Av. Bolivariana y Av. El Cóndor, en la tabla 6.13 se detallan las coordenadas de los puntos a considerar.

NODO/CLIENTE	UBICACIÓN	COORDENADAS
ATAHUALPA	Calle Tiwintza, sector del	1°12'55.55"S
	estadio de Macasto	78°36'17.79"O
DIPOR	Interiores del Parque	1°11'41.30"S
	Industrial	78°35'27.04"O

Tabla 6.13: Determinación del mejor caso Parque Industrial
Fuente: Investigador, basado en listado de clientes PUNTONET S.A. Ambato

La distancia desde la manga más cercana es de 30 mt, de igual manera no sobrepasa los 2Km de tendido de fibra óptica por lo que no es necesaria la utilización de una manga adicional a las que ya se encuentran en la ruta hasta llegar a este punto. A esto se le debe adicionar los 6.44 Km de fibra que se tiene hasta llegar a la última manga (PONAT21).

Utilizando la ecuación 6.4 se tiene:

$$A = \alpha L + \alpha_s x + \alpha_c y$$

$$\alpha_{1310} = 0.35 \text{ dB/Km}$$

$$\alpha_s = 0.05 \text{ dB}$$

$$\alpha_c = 0.5 \text{ dB}$$

$$L = 6.47 \text{ Km}$$

$$x = 7$$

$$y = 2$$

$$A = (0.35 * 6.47) + (0.05 * 7) + (0.5 * 2)$$

$$A = 3.61 \text{ dB}$$

A este valor de atenuación hay que adicionarle los valores de atenuación producidos por la utilización de splitters en la ruta y también los provocados por factores extrínsecos también descritos anteriormente, para esto se utiliza la ecuación 6.5.

$$A_T = A + A_{s2} + A_{s4} + A_{s8} + A_{s16} + A_{s32} + A_{s64} + A_E$$

$$A_T = A + A_{s4} + A_{s16} + A_E$$

$$A_T = 3.61 + 7 + 14 + 1$$

$$A_T = 25.61 \text{ dB}$$

De donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 25.61 dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 29 dB.

6.7.4.6.2 DETERMINACIÓN DEL PEOR CASO

Para este caso hay que analizar el enlace más lejano existente hasta el OLT para obtener la menor atenuación posible en la fibra óptica.

6.7.4.6.2.1 RAMAL DE LA AVENIDA ATAHUALPA

En este caso el enlace más lejano resulta en cliente MAJESTIC CORPORATION ROYAL Av. Los Guaytambos y Los Crisantemos, en la tabla 6.14 se detallan las coordenadas de los puntos a considerar.

NODO/CLIENTE	UBICACIÓN	COORDENADAS
PUNTONET	Carlos Amable Ortiz y	1°16'43.10"S
	Pedro Pablo Echeverría	78°36'49.67"O
MAJESTIC CORPORATION ROYAL	Av. Los Guaytambos y	1°15'4.30"S
	Los Crisantemos	78°38'44.70"O

Tabla 6.14: Determinación del peor caso Avenida Atahualpa
Fuente: Investigador, basado en listado de clientes PUNTONET S.A. Ambato

La distancia desde la manga más cercana es de 680 mt, de igual manera no sobrepasa los 2Km de tendido de fibra óptica por lo que no es necesaria la utilización de una manga adicional a las que ya se encuentran en la ruta hasta llegar a este punto. A esto se le debe adicionar los 4.23 Km de fibra que se tiene hasta llegar a la última manga (PONAT18).

Utilizando la ecuación 6.4 se tiene:

$$A = \alpha L + \alpha_s x + \alpha_c y$$

$$\alpha_{1310} = 0.35 \text{ dB/Km}$$

$$\alpha_s = 0.05 \text{ dB}$$

$$\alpha_c = 0.5 \text{ dB}$$

$$L = 8.82 \text{ Km}$$

$$x = 11$$

$$y = 2$$

$$A = (0.35 * 8,82) + (0.05 * 11) + (0.5 * 2)$$

$$A = 4.64 \text{ dB}$$

De igual manera a este valor de atenuación hay que adicionarle los valores de atenuación producidos por la utilización de splitters en la ruta y también los provocados por factores extrínsecos, de la ecuación 6.5.

$$A_T = A + A_{s2} + A_{s4} + A_{s8} + A_{s16} + A_{s32} + A_{s64} + A_E$$

$$A_T = A + A_{s2} + A_{s4} + A_E$$

$$A_T = 4.64 + 3.5 + 7 + 10.5 + 1$$

$$A_T = 26.64 \text{ dB}$$

Donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 26.64 dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 29 dB.

6.7.4.6.2.2 RAMAL DE LA AVENIDA BOLIVARIANA

En este caso el enlace más lejano resulta en cliente corporativo AMBACAR MATRIZ ubicado en la Av. Bolivariana y Av. El Cóndor, en la tabla 6.15 se detallan las coordenadas de los puntos a considerar.

NODO/CLIENTE	UBICACIÓN	COORDENADAS
PUNTONET	Carlos Amable Ortiz y	1°16'43.10"S
	Pedro Pablo Echeverría	78°36'49.67"O
AMBACAR MATRIZ	Av. Interoceánica,	1°14'4.55"S
	Panamericana Norte	78°36'39.34"O

Tabla 6.15: Determinación del peor caso Avenida Bolivariana
Fuente: Investigador, basado en listado de clientes PUNTONET S.A. Ambato

La distancia desde la manga más cercana es de 660 mt, de igual manera no sobrepasa los 2Km de tendido de fibra óptica por lo que no es necesaria la utilización de una manga adicional a las que ya se encuentran en la ruta hasta llegar a este punto. A esto se le debe adicionar los 6.16 Km de fibra que se tiene hasta llegar a la última manga (PONAV09).

Utilizando la ecuación 6.4 se tiene:

$$A = \alpha L + \alpha_s x + \alpha_c y$$

$$\alpha_{1310} = 0.35 \text{ dB/Km}$$

$$\alpha_s = 0.05 \text{ dB}$$

$$\alpha_c = 0.5 \text{ dB}$$

$$L = 6.82 \text{ Km}$$

$$x = 11$$

$$y = 2$$

$$A = (0.35 * 6.82) + (0.05 * 11) + (0.5 * 2)$$

$$A = 3.94 \text{ dB}$$

A este valor de atenuación hay que adicionarle los valores de atenuación producidos por la utilización de splitters en la ruta y también los provocados por factores extrínsecos también descritos anteriormente, para esto se utiliza la ecuación 6.5.

$$A_T = A + A_{S2} + A_{S4} + A_{S8} + A_{S16} + A_{S32} + A_{S64} + A_E$$

$$A_T = A + A_{S2} + A_{S4} + A_{S8} + A_E$$

$$A_T = 3.94 + 3.5 + 7 + 10.5 + 1$$

$$A_T = 25.94 \text{ dB}$$

De donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 25.94 dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 29 dB.

6.7.4.6.2.3 SECTOR PARQUE INDUSTRIAL

En este caso el enlace más lejano resulta en cliente corporativo CURTIDURIA TUNGURAHUA ubicado en la Av. Bolivariana y Av. El Cóndor, en la tabla 6.16 se detallan las coordenadas de los puntos a considerar.

NODO/CLIENTE	UBICACIÓN	COORDENADAS
ATAHUALPA	Calle Tiwintza, sector del estadio de Macasto	1°12'55.55"S 78°36'17.79"O
CUERPO DE BOMBEROS PI	Interiores del Parque Industrial	1°11'57.20"S 78°35'31.20"O

Tabla 6.16: Determinación del mejor caso Parque Industrial
Fuente: Investigador, basado en listado de clientes PUNTONET S.A. Ambato

La distancia desde la manga más cercana es de 540 mt, de igual manera no sobrepasa los 2Km de tendido de fibra óptica por lo que no es necesaria la utilización de una manga adicional a las que ya se encuentran en la ruta hasta llegar a este punto. A esto se le debe adicionar los 6.44 Km de fibra que se tiene hasta llegar a la última manga (PONAT21).

Utilizando la ecuación 6.4 se tiene:

$$A = \alpha L + \alpha_s x + \alpha_c y$$

$$\alpha_{1310} = 0.35 \text{ dB/Km}$$

$$\alpha_s = 0.05 \text{ dB}$$

$$\alpha_c = 0.5 \text{ dB}$$

$$L = 6.98 \text{ Km}$$

$$x = 7$$

$$y = 2$$

$$A = (0.35 * 6.98) + (0.05 * 7) + (0.5 * 2)$$

$$A = 3.79 \text{ dB}$$

A este valor de atenuación hay que adicionarle los valores de atenuación producidos por la utilización de splitters en la ruta y también los provocados por

factores extrínsecos también descritos anteriormente, para esto se utiliza la ecuación 6.5.

$$A_T = A + A_{s2} + A_{s4} + A_{s8} + A_{s16} + A_{s32} + A_{s64} + A_E$$

$$A_T = A + A_{s4} + A_{s16} + A_E$$

$$A_T = 3.79 + 7 + 14 + 1$$

$$A_T = 25.79 \text{ dB}$$

De donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 25.79 dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 29 dB.

6.7.4.7 RESULTADOS DE DISEÑO PROPUESTO

Culminado el diseño se obtuvieron datos que permitirán hacer un cálculo de los costos que representaran a PUNTONET S.A. la implementación de la red propuesta. Además estos datos son para la fase inicial de la propuesta y que cualquier modificación o expansión que se requiera no está contemplada en la información que se detalla a continuación en la tabla 6.17.

DATOS OBTENIDOS	
Longitud de Fibra Óptica Tendida	30010 mt
Empalmes Utilizadas	32
Postes Utilizados	494
Splitters 1:2	10
Splitters 1:4	5
Splitters 1:8	11
Splitters 1:16	1

Tabla 6.17: Datos obtenidos Red GPON
Fuente: Investigador, basado en las tablas 6.7 y 6.9

6.7.5 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para el equipamiento y selección de equipos para la red GPON que se propone, se debe elegir productos y elementos que resultan convenientes para su aplicación, debido principalmente al cumplimiento con las recomendaciones UIT-T G.984.x,

que establecen las características apropiadas para dar funcionalidad a la red y como también a los que la empresa generalmente utiliza para este propósito. Es por esta razón que PUNTONET S.A obliga la utilización de equipos que más adelante se mencionan cuando se realice un despliegue de fibra óptica.

No se tomaron en cuenta los equipos necesarios para el tendido de fibra como fusionadoras, escaleras, equipo de seguridad, portabobinas, OTDR, certificadores, vehículos etc. ya que PUNTONET S.A. cuenta con los mismos y el personal calificado para su operación.

Tampoco los lugares que se consideraron para ser los nodos GPON son nodos actuales de la empresa, además estos ya poseen infraestructura a nivel de armarios, racks para el montaje de equipos de telecomunicaciones, aunque tras la implementación de los nuevos equipos que se contemplan en este diseño se deberá realizar un redimensionamiento del respaldo de baterías pues es vital contar con un UPS que mantenga operativo al nodo al menos entre seis a ocho horas hasta que técnicos de PUNTONET S.A. puedan llegar con un generador en caso de un problema prolongado en el servicio eléctrico.

6.7.5.1 EQUIPOS DE TRANSPORTE

FIBRA ÓPTICA

La selección del tipo de fibra óptica se debe tomar en cuenta, la dispersión cromática, la dispersión por modo de polarización y los efectos no lineales, por esta razón el tipo de fibra óptica deberá ser monomodo 9/125, con la protección secundaria en su recubrimiento tipo suelta o loose tube.

En lo que respecta al tipo de norma de cumplimiento deberá satisfacer la UIT-T G.652, para manejo de segunda y tercera ventana operando a longitudes de onda de 1310nm y 1550nm en la que trabaja el estándar GPON. Además la fibra deberá soportar vanos promedio de 200m y soportar velocidades de viento máxima de 120Km/h misma que ya se mencionaron en las normas UIT-T L.35 y para su reconocimiento interno, la codificación de colores de las fibras ópticas, seguirá las

indicadas en la norma EIA/TIA 598. Por estas razones PUNTONET S.A utiliza fibra monomodo G.652 Prysmian mismas que se indican en el ANEXO 6.

En la tabla 6.18 se detallan las características más sobresalientes de la fibra óptica monomodo 9/125:

Características	Unidades	Especificaciones
Atenuación máxima a 1310 nm	dB/km	0,37
Atenuación máxima a 1550 nm	dB/km	0,23
Longitud de onda de corte	nm	1150 to 1330
Dispersión cromática a 1310 nm	ps/nm.km	≤ 3,0
Dispersión cromática a 1550 nm	ps/nm.km	≤ 18
Diámetro del campo modal a 1310 nm	μm	9,3 ± 0,5
Diámetro del campo modal a 1550 nm	μm	10,5 ± 0,8
Diámetro del revestimiento	μm	125 ± 2
Diámetro del recubrimiento primario	μm	245 ± 10

Tabla 6.18: Características Ópticas - Fibra Óptica Monomodo Prysmian
Fuente: Fibra monomodo G.652.D

Para el presente proyecto se utiliza fibra óptica 9/125 monomodo urbana de 24 hilos para la Red de Distribución, mientras que para la Red de Acceso o última milla se utilizará fibra óptica 9/125 monomodo de 2 fibras protegida para instalaciones exteriores, como se aprecia en la figura 6.43.

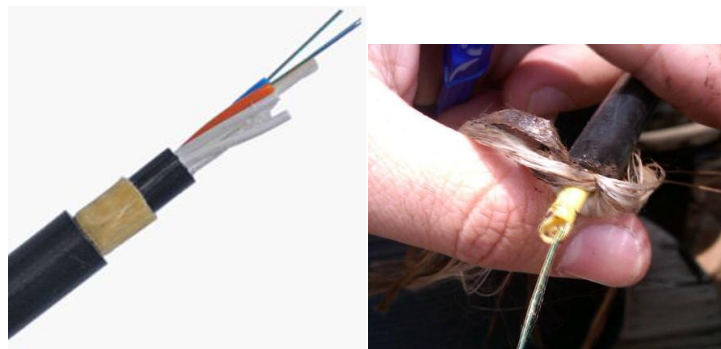


Figura 6.43: Fibra Óptica Monomodo Prysmian de 2 y 24 hilos
Fuente: Investigador

MUFAS O MANGAS

Estos elementos deben dar protección a las fusiones tanto en construcciones nuevas como en capacidad y trabajos de mantenimiento y reparación, utilizada

para empalmes aéreos, canalizados o directamente enterrados de gran resistencia mecánica de la cubierta (garantía de por vida), debe poseer una bandeja de empalme para alojar a las fusiones, también se requiere que las mangas tengan varios puertos de entrada y salida para permitir trabajar con derivaciones, dando con cumplimiento de la recomendación UITT G.984, PUNTONET S.A hace uso de mangas Fosc 350 y Fosc 450 de la marca Tyco las cuales pueden albergar 96 y 144 empalmes, el sellado que maneja está basado en tecnología de gel, lo que facilita la operación de reapertura y el recerrado de la manga en mención. Mismas que se muestran en la figura 6.44 y sus características se muestran en el ANEXO 6.



Figura 6.44: Manga Fosc 350, Tyco
Fuente: Investigador

Aquí también se toma en cuenta los elementos llamados cajas multimedia como se muestra en la figura 6.45, que van colocadas donde el usuario final y sirven para dar seguridad al último punto de fusión antes de conectarse a los elementos de comunicación, mediante conectores SC que se explicaran en el transcurso del presente trabajo de investigación.



Figura 6.45: Cajas multimedia
Fuente: Investigador

SPLITTER

Por lo general los splitter (Figura 6.46) que se utilizan son de tipo outdoor, son de montaje aéreo y subterráneo, deben protegerse de agentes externos como lluvia, polvo y humedad u otros posibles agentes externos. La temperatura de operación debe ser considerada en el rango de -40°C a 85°C . Al igual de los elementos anteriores de la red, deben cumplir con las recomendaciones UIT-T G.984 según el estándar GPON, PUNTONET S.A usa splitters PLC 1xN que se exponen en el ANEXO 6. La utilización de los splitters se dará de acuerdo al diseño que se desee realizar, mismos que se detallaron en la tabla 6.2.



Figura 6.46: Splitter PLC 1x8
Fuente: Investigador

ODF (MARCO DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICO)

El distribuidor de fibras ópticas ODF es un elemento que facilitara la centralización, interconexión y derivaciones de cables de fibra óptica en un rack normalizado, mismo que debe estar diseñado para combinar altas densidades de fibras con facilidad de utilización, seguridad y sencillez de mantenimiento, como se observa en la figura 6.47. Entre sus características principales se destacan:

- Contar con 12, 24, 36, 48 y 72 puertos, con la adaptación de conectores LC, FC, ST y SC a su chasis.
- La entrada de las fibras se realiza por la parte posterior y/o lateral de la bandeja.
- El ordenamiento de las fibras y los empalmes se lleva a cabo sobre la unidad organizadora que tiene en su interior.

- Debe incluirse materiales adicionales como abrazaderas metálicas para sujeción del cable de fibra, pigtails, conectores, pernos y tubillos de fusión.
- Además deben dar facilidad para la conexión de equipos de prueba y medida tales como OTDR, atenuadores, medidores de potencia óptica
- De preferencia se utilizara un diseño modular.
- La temperatura de funcionamiento entre: -10°C a 70°C.
- ODF JFOPT 36/48

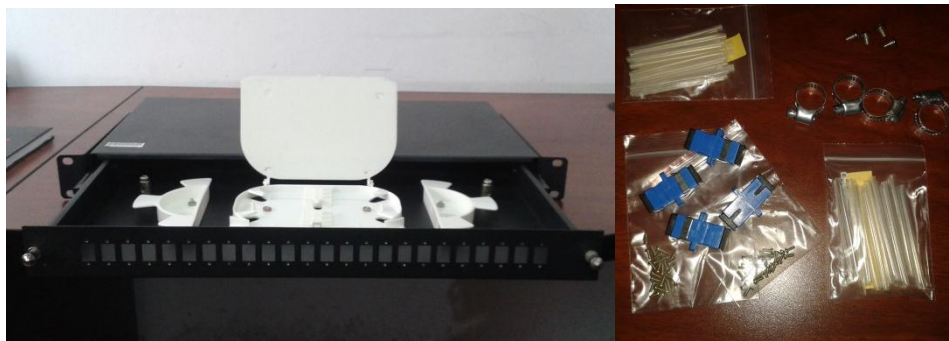


Figura 6.47: ODF de 24 puertos con accesorios
Fuente: Investigador

CONECTORES

También llamados patch cord de fibra, es un dispositivo que une dos fibras ópticas, de manera repetible con bajas pérdidas ópticas de conexión como se ve en la figura 6.48. Existen varios tipos de patch cord, uno de los más utilizados dentro de las redes ópticas y por parte de PUNTONET S.A son los de tipo SC para fibra monomodo de acuerdo a las características de la tabla 6.19 que debe cumplir.



Figura 6.48: Patch cord tipo SC
Fuente: Investigador

Además, hay que indicar los efectos que produce su utilización dentro de la red, como lo es la atenuación de la señal transmitida y la reflexión en la conexión.

Característica	Máximo	Típico
Longitud de onda	----	1.310/1.550 nm
Pérdida de Inserción (P.I.)	<0.5 dB	0.15 dB
Pérdida de Retorno (P.R.) SC/PC	>30 dB	32 dB
SC/SPC	>40 dB	42 dB
SC/UPC	>50 dB	52 dB
Repetibilidad	P.I. < 0.1 dB en 1000 conexiones	
Vida operativa mínima	1000 conexiones/desconexiones	
Resistencia a la tracción sin degradación	-----	8 kg

Tabla 6.19: Características de Conectores SC

Fuente: http://www.telnet-ri.es/fileadmin/user_upload/hojas_producto/COP/04_SC-PC%20Rev%2012-03.pdf

En Anexo 6 se da a conocer a fondo todas las características y especificaciones técnicas del conector SC.

6.7.5.2 EQUIPOS DE ENLACE

Con anterioridad se mencionó que los equipos principales para estructurar una Red GPON son una OLT y ONT, pero un punto importante y que es de consideración es que no existe interoperabilidad entre estos elementos por lo que debe ser del mismo fabricante.

Para la selección de equipos de interconexión hay que tomar en cuenta algunas consideraciones que permitirán un mejor desempeño de la Red, entre los que se destacan:

- Costo
- Cantidad de puertos
- Tipos de Interfaces
- Velocidad de conmutación
- Administración remota
- Tecnologías incorporadas

- Debe ser escalable y flexible en el caso de OLT.

Por estas razones PUNTONET S.A, hace uso de estos equipos en la marca Corecess que proporcionan soluciones integradas para la red de acceso basada en fibra óptica, mismos que se utilizan para el despliegue de Red de Fibra Óptica con Tecnología GPON. Para OLT se hace uso de equipos de la serie S1 y S5, mientras que para ONT equipos de la serie 3800.

OLT, TERMINACIÓN DE LÍNEA ÓPTICA (OPTICAL LINE TERMINAL)

Como se mencionó anteriormente el equipo OLT debe ser escalable es por esta razón que para el presente diseño no se puede hacer uso los equipos de la serie S1 ya que un módulo compacto y dispone solo de dos puertos pudiendo dar servicio hasta 128 clientes, mientras que un equipo de la serie S5 específicamente el Corecess S506 ya que este cuenta con 4 módulos OLT siendo suficiente para cubrir las necesidades del diseño de red.

El modelo S506 consta de tres componentes: Chasis Plataforma, Módulo de Conmutación y Control (SCM) y Módulo de interfaz de línea (LIM), como se observa en la figura 6.49.

- Plataforma chasis incluye sistema de estantería, ventiladores y fuentes de alimentación.
- SMC realiza el procesamiento de datos y la gestión del sistema.
- LIM proporciona una interfaz de servicio a suscriptores.



Figura 6.49: OLT Corecess S506
Fuente: http://www.corecess.com/S506_GPON

En la tabla 6.20 se detallan los parámetros técnicos más sobresalientes del Corecess S506, mientras que en ANEXO 6 se observan ms a detalles las especificaciones técnicas.

Características	Especificaciones
Capacidad	Altas funcionalidades y escalabilidad
	Completo acceso frontal
	Máxima capacidad de backplane de 40 Gbps
	Capacidad de la ranura 10 Gbps máx.
Enlaces Ópticos	Gigabit Ethernet , GEPON , GPON y WDM PON
Interfaz de línea (LIM)	4 puertos GPON LIM (LIM- GP4P)
	4 puertos GEPON LIM (LIM- EP4G -GR)
	4 puertos 1000Base -FX SFP LIM (LIM- D4GF)
	4 puertos 10/100/1000 Base-T LIM (LIM- D4GT)
Dimensiones	483 x 176 x 240 (mm)
	4RU, 19 "para montaje en rack
Peso	6.8Kg (excluya el módulo de alimentación)
Temperatura	Temperatura de funcionamiento 0 °C a 50 °C
	Temperatura de almacenamiento -40 °C a 85 °C

Tabla 6.20: Características de Corecess S506
Fuente: http://www.corecess.com/S506_GPON

ONT, TERMINACIÓN DE RED ÓPTICA (OPTICAL TERMINAL UNIT)

Como ya se mencionó se va a hacer uso de ONT de la serie 3800 marca Corecess, deben ser automáticos en la conexión al sistema de gestión mediante 1 entrada GPON, Las velocidades a soportar están definidas en los valores 2.5Gbps de bajada (downstream) y 1.25Gbps de subida (upstream). Cumplimiento de normas UIT-T G.984.x.

Dentro de la serie 3800 existen dos tipos de ONT, mismo de los que hace uso PUNTONET S.A. y que se aprecia en la figura 6.50.

- El Corecess 3802 proporciona un puerto de Fast Ethernet y un puerto Gigabit Ethernet para las interfaces de abonado.
- Corecess 3804 ofrece cuatro puertos Fast Ethernet para las interfaces de suscriptor.



Figura 6.50: OnT Corecess serie 3800

Fuente: http://www.corecess.com/CC3800#tab_content_primary_02

En la tabla 6.21 se muestran las características principales del ONT series 3800, mientras que en el ANEXO 6 se observan sus especificaciones técnicas.

Características	Especificaciones
Interfaces	GPON: 1000Base-PX / U, SC / conector PC
	Puertos suscriptor: 10/100Base-TX o 10/100/1000Base-T, RJ45 conector
Dimensión	35 x 160 x 160 (mm)
Temperatura	temperatura de operación se establece entre 5°C a 50°C
Alimentación	corriente alterna a 110V/220V – 60Hz.

Tabla 6.21: Características de Corecess Serie 3800

Fuente: http://www.corecess.com/CC3800#tab_content_primary_02

CONECTORES SFP

Como se mencionó anteriormente este tipo de conectores se utilizan para enlaces de fibra óptica monomodo punto a punto con una longitud de onda de 1550nm, además son compatibles con equipos Cisco, poseen un conector dual LC/PC para alcanzar distancias superiores a los 70 Km para ser utilizado en redes LAN y

WAN. PUNTONET S.A para este propósito utiliza conectores GLC ZX SM y SFP GE ZX, de la marca CISCO que se indican en la figura 6.51. Mismos que serán conectados a los puertos Gigabit Ethernet de cada Switch Cisco que posee cada Nodo de PUNTONET S.A.



Figura 6.51: Conectores SFP GLC ZX SM Cisco
Fuente: Investigador

En la tabla 6.22 se pueden observar algunas de sus características principales, mientras en el anexo x se ve todas sus especificaciones técnicas.

Modelo	SFP-GE-ZX-AO
Descripción del producto	1000Base-LH SFP transceiver
Tipo incluido	Hot-pluggable SFP module
Tipo de cableado	La fibra multimodo / monomodo
interfaz de conector	LC duplex
Transferencia de datos	1.25 Gbps
Longitud de onda óptica	1550 nm
Protocolo de enlace de datos	Gigabit Ethernet
Distancia de transferencia máx.	up to 550m over MMF / 70km over SMF
Garantía	Garantía de reemplazo de 3 años

Tabla 6.22: Características Conector SFP GE ZX
Fuente: <http://www.silinktech.com/UploadFiles/2012910153316864.pdf>

6.7.5.3 EQUIPOS DE MONTAJE

PUNTONET S.A utiliza elementos de sujeción y montaje del proveedor Tensortec Ecuador S.A, en la descripción de estos equipos han de tratarse en conjunto tanto las pinzas, abrazaderas, grapas, soportes, pernos, herrajería y también preformados, que se detallan en las tablas 6.23 y 6.24.

HERRAJE TIPO A

Las especificaciones técnicas de estos herrajes son:


Características	Fotografía
Fabricación en barra redonda, lisa, de acero laminada en caliente	
Dos pernos esparrago de ajuste.	
Resistencia mínima a la tracción de 3400 kg/cm ² y resistencia máxima a la tracción de 4800 kg/cm ²	
Debe acoplarse perfectamente en poste rectangular o circular, según sea el caso.	

Tabla 6.23: Características Herrajes tipo A

Fuente: http://jahentelecom.com/rt_reflex_j15-rocketlauncher/images/stories/imagenes/HOJASINFOTECNICA4.pdf

HERRAJE TIPO B

Las especificaciones técnicas de este herraje son:

Características	Fotografía
Fabricado en hierro galvanizado en caliente.	
Dos pernos esparrago de ajuste.	
Diámetro, con las partes rectas de las medias lunas separadas 20 mm, de 160 mm	
Resistencia a la tracción mínima de 3400 kg/cm ² , con resistencia a la tracción máxima de 4800 kg/cm ² .	
Debe acoplarse perfectamente en poste rectangular o circular, según sea el caso.	

Tabla 6.24: Características Herrajes tipo B

Fuente: http://jahentelecom.com/rt_reflex_j15-rocketlauncher/images/stories/imagenes/HOJASINFOTECNICA4.pdf

TENSORES DE FIBRA ÓPTICA

Estos elementos actúan como grapas para sujetar el cable de fibra óptica ejerciendo presión sobre el mismo, que se detallan en la tabla 6.25.


Características	Fotografía
Fabricados con material termoplástico	
El gancho de amarre es de acero inoxidable	
La cuña de ajuste tiene alta rigidez dieléctrica y resistencia mecánica.	
Resiste esfuerzos de tracción de hasta 2000 N	

Tabla 6.25: Características de Tensores de fibra óptica
Fuente: <http://www.tensortec.com/imagenes/TENSORTECWEB.swf>

CINTA HERIBAN

En el caso de que no se haga uso de los herrajes con barra redonda, se los sujetará con cinta heriban, además se debe incluir hebillas y machinadora para ajustar y cortar la cinta. En la tabla 6.26 se detallan algunas características principales.

Características	Fotografía
Cinta de acero inoxidable	
De alta resistencia a la corrosión y a la tracción	
Rollo de aproximadamente 30.5 m	
Ancho 3/4" (19.05mm), espesor (0.50mm)	
Incluye grapas	

Tabla 6.26: Características Cinta Heriban
Fuente: <http://www.hvd-ec.com/cinta-acerada.html>

6.7.5.4 CONFIGURACION DE EQUIPOS

A continuación se presenta una configuración básica de los equipos involucrados en el proyecto para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones de la empresa Puntonet S.A en la ciudad de Ambato, mismos que van desde la creación del cliente en los equipos principales (Router de Border y Switch de Clientes), hasta comandos útiles que se emplean en los equipos GPON, en la figura 6.52 se muestra un esquema general de un cliente GPON, el cual consta de un OLT Corecess S502 conectado a la Red de PUNTONET S.A el cual sigue su camino hasta un ONT Corecess S3800 colocado donde el cliente, donde se brinda el servicio requerido por el mismo mediante equipos Cisco o Mikrotik.

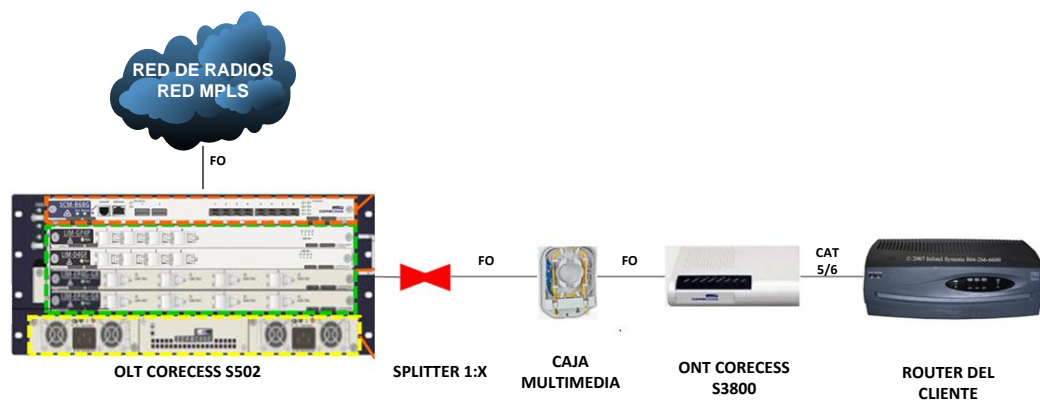


Figura 6.52: Esquema general de un cliente GPON

Fuente: Investigador

Además para la presente configuración se tomó en cuenta un OLT de la serie S102, mismo que se muestra en la figura 6.53.



Figura 6.53: OLT Corecess S102

Fuente: Investigador

Nota: la empresa de telecomunicaciones PUNTONET S. A. tiene una estricta política de seguridad y privacidad, razón por la cual se mostrara únicamente lo necesario.

6.7.5.4.1 CREACIÓN DE UN CLIENTE

La creación de clientes se lo hace mediante la utilización de Vlans, para este ejemplo se utiliza la vlan 73, estas son creadas en el Switch de clientes y este a su vez publica en los demás Switch principales mediante un servidor VTP, esto se lo hace en equipos Cisco mismos que no forman parte del diseño, pero el procedimiento es el siguiente dentro del modo de configuración global.

```
sw #configure terminal
sw (config)#vlan 73
sw (config-vlan)#exit
sw (config)#interface vlan 73
sw (config-if)#description VLAN DE PRUEBA
sw (config-if)#ip address 192.168.20.113 255.255.255.252
```

Para verificar que la vlan está creada se utiliza el siguiente comando *show run interface vlan 73*, dentro del modo de configuración global.

```
sw #show run interface vlan 73
Building configuration...
Current configuration : 146 bytes
!
interface Vlan73
description VLAN DE PRUEBA
ip address 192.168.20.113 255.255.255.252
!
```

6.7.5.4.2 CREACIÓN DE VLANS

Para que esta vlan se publique en el OLT tiene un tratamiento diferente, ya que aquí la vlan debe estar publicada tanto en el puerto que está conectado al Core como también al puerto PON, esto se lo hace dentro de la configuración global, para el siguiente ejemplo se utiliza la vlan 73 como prueba para la configuración.

```
#show running-config
vlan id 73
dot1q port gigabit 1/1 tag 73
dot1q port gigabit 1/3 tag 73
```

De igual manera para ver si esta vlan está creada en el OLT y para este caso el puerto PON 1/1 y 1/3, se utiliza el comando *show vlan* dentro del modo de configuración global.

```

OLT# sh vlan
Port  allowed 802.1q Vlans
-----
1/1   73
1/3   73

```

6.7.5.4.3 CONFIGURACION BASICAS DE UN OLT

Una vez realizado esto, se procede con la configuración del ONT, el cual se registra al OLT mediante su dirección MAC como se dijo en capítulos anteriores, este ocurre en el momento que se conecta el ONT al hilo de fibra óptica mediante la fusión de este hilo al splitter colocada en una manga Fosc 350, Tyco. Figura 6.54.

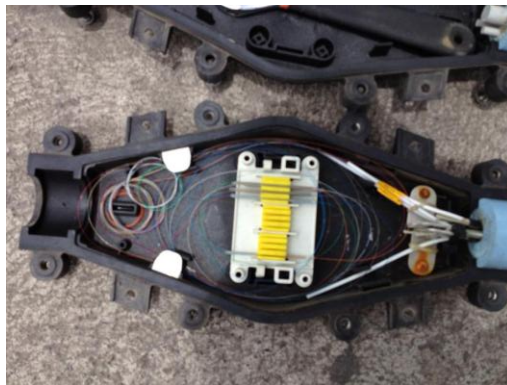


Figura 6.54: Manga Fosc 350, Tyco
Fuente: Investigador

El proceso sigue mediante la configuración en modo bridge es decir que aquí no se configura nada de direccionamiento IP. Para ver si el ONT se encuentra registrado se utiliza el comando *#show port epon 1/1 registered-link*.

```

OLT # show port epon 1/1 registered-link
<slot/port 1/1>
llid(num) : LLID number(onu index number)
llid  mac address  block profile
-----
3700( 2) 00:90:a3:54:bc:d4 No  N/D  ,N/D
3701( 2) 00:90:a3:54:bc:d5 No  N/D  ,N/D
370a( 5) 00:90:a3:5c:cc:a8 No  N/D  ,N/D
370b( 5) 00:90:a3:5c:cc:a9 No  N/D  ,N/D
3704( 6) 00:90:a3:5c:c3:a8 No  N/D  ,N/D
3705( 6) 00:90:a3:5c:c3:a9 No  N/D  ,N/D

```

```

3709( 7) 00:90:a3:5c:c9:20 No N/D ,N/D
3708( 7) 00:90:a3:5c:c9:21 No N/D ,N/D
3707( 8) 00:90:a3:5c:ce:60 No N/D ,N/D
3706( 8) 00:90:a3:5c:ce:61 No N/D ,N/D
370c( 9) 00:90:a3:5c:cf:98 No N/D ,N/D
370d( 9) 00:90:a3:5c:cf:99 No N/D ,N/D
total : 12
OLT #

```

En este caso encontramos 12 ONT's registrador al Puerto EPON 1/1, recordando que cada MAC es única, en el caso de que se conozca la MAC se utiliza en siguiente comando poniendo los 4 últimos dígitos de hexadecimal, para este ejemplo utilizaremos la MAC 00:90:a3:54:bc:d4 y el comando será el siguiente *#show port epon 1/1 registered-link | in mac.add* y a la vez se puede verificar que serie de equipo ONT es.

```

OLT # show port epon 1/1 registered-link | in bc.d4
3700( 2) 00:90:a3:54:bc:d4 No N/D ,N/D
OLT #

```

Además para verificar que cada puerto EPON puede albergar hasta 64 ONT's se utiliza en siguiente comando *#show port epon 1/1 name*

```

ds1_OLT_MallAndes# sh port epon 1/1 name
<slot/port 1/1>
index  mac address      description
-----
1      00:90:a3:54:6b:34 N/D
2      00:90:a3:54:bc:d4 N/D
3      00:90:a3:54:af:b4 N/D
4      00:90:a3:54:db:0c N/D
5      00:90:a3:5c:cc:a8 N/D
6      00:90:a3:5c:c3:a8 N/D
7      00:90:a3:5c:c9:20 N/D
8      00:90:a3:5c:ce:60 N/D
9      00:90:a3:5c:cf:98 N/D
10
11
64

```

6.7.5.4.4 CARACTERÍSTICAS DE CONFIGURACION DE UN ONT

Una vez que se comprueba que el ONT se encuentra registrado se procede a configurar en modo bridge y en ancho de banda que se requiere para este cliente, utilizando los siguientes comandos. Para esta prueba se realizó la

configuración para un ONT Corecess S3800 que se puede en la figura 6.55.



Figura 6.55: ONT Corecess S3800
Fuente: Investigador

```
port epon 1/1 link-mac mac-add bridge-mode single 64  
port epon 1/1 link-mac mac-add tag-map single vlan-id 0  
port epon 1/1 link-mac mac-add up-bw x y 3 delay tolerant  
port epon 1/1 link-mac mac-add down-bw x y 3 delay tolerant
```

Donde los comandos de color rojo son los que varían de acuerdo a la MAC del ONT, la vlan asignada al cliente y ancho de bando tanto se subida y bajada.

```
port epon 1/1 link-mac 0090a354bcd4 bridge-mode single 64  
port epon 1/1 link-mac 0090a354bcd4 tag-map single 71 0  
port epon 1/1 link-mac 0090a354bcd4 up-bw 4096 4096 3 delay tolerant  
port epon 1/1 link-mac 0090a354bcd4 down-bw 4096 4096 3 delay tolerant
```

Para conocer la configuración de una Mac específica se utiliza el siguiente comando *OLT #show running-config | in bcd4*, en este caso utilizaremos la misma que ocupamos para demostrar anteriormente e decir la MAC 00:90:a3:54:bc:d4.

```
OLT # sh running-config | in bcd4  
port epon 1/1 link-mac 0090a354bcd4 bridge-mode single 64  
port epon 1/1 link-mac 0090a354bcd4 tag-map single 71 0  
port epon 1/1 link-mac 0090a354bcd4 up-bw 4096 4096 3 delay tolerant  
port epon 1/1 link-mac 0090a354bcd4 down-bw 4096 4096 3 delay tolerant
```

Si se desea reiniciar el ONT se utiliza *OLT# reset port epon 1/1 onu index 2*, además hay casos en que se desea borrar una MAC registrada ya que esto impide que más ONT's se registren, para esto se hace uso de los siguientes comandos.

```
# show port epon 1/1 onu
# clear port epon 1/1 index 2
# show port epon 1/1 onu
```

El primer comando nos ayuda a enlistar todas las MAC registradas.

```
ds1-gepon# sh port epon 1/1 onu
%Invalid input port(s) range: 1
ds1-gepon# sh port epon 1/1 onu
port 1/1
Num mac address          product name          attach allow profile
-----
1 00:90:a3:06:b3:42 CC3802TN-L           Yes   Yes   N/D
2 00:90:a3:06:b4:62 CC3802TN-L           No    Yes   N/A
3 00:90:a3:5c:c9:a8 CC3802TNSSP          No    Yes   N/A
4 00:90:a3:54:b8:84 CC3802TNSLD          Yes   Yes   N/D
```

En el segundo comando asignamos el número de MAC que se desea eliminar, en este caso la MAC 2.

```
ds1-gepon# clear port epon 1/1 index 2
% 1/1 ONT/ONU 00:90:a3:06:b4:62 Clear index '2'. Done
% 1/1 00:90:a3:06:b4:62 Clear discv. Fail
```

Finalmente para verificar si se ha eliminado la MAC, nuevamente ocupamos el primer comando, donde se puede apreciar que la MAC 2 ya no se encuentra registrada.

```
ds1-gepon# sh port epon 1/1 onu
port 1/1
Num mac address          product name          attach allow profile
-----
1 00:90:a3:06:b3:42 CC3802TN-L           Yes   Yes   N/D
2
3 00:90:a3:5c:c9:a8 CC3802TNSSP          No    Yes   N/A
4 00:90:a3:54:b8:84 CC3802TNSLD          Yes   Yes   N/D
```

6.7.5.4.5 CONFIGURACION DE UN EQUIPO FINAL

Una vez que se ha configurado el ONT, este debe ir conectado a un equipo final para brindar el servicio solicitado, para esta demostración se utilizara un Router Cisco de la serie 1700, Figura 6.56.

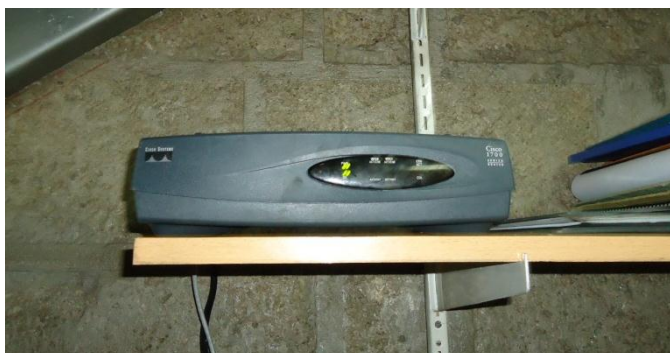


Figura 6.56: Router Cisco 1700 Series
Fuente: Investigador

Aquí solamente se va a configurar la IP que se asigna al cliente en la interfaz correspondiente y la ruta por defecto para poder verificar que se tiene acceso hasta el Router de Border donde encuentra configurada la vlan 73, misma que se dijo que es de prueba.

```
Router#conf terminal
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#description VLAN DE PRUEBA
Router(config-if)#ip address 192.168.20.114 255.255.255.252
Router(config-if)#exit
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.20.113
Router(config)#
```

Para comprobar que se tiene salida a la vlan 73, se hace un ping hacia el Gateway por defecto que configuramos en el Router del cliente, el cual debe ser exitoso.

```
Router#ping 192.168.20.113 repeat 100
Type escape sequence to abort.
Sending 100, 100-byte ICMP Echos to 190.57.174.121, timeout is 2 seconds:
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Success rate is 100 percent (100/100), round-trip min/avg/max = 1/9/24 ms
Router #
```

Hecho esto se da por terminado una configuración básica de un OLT y ONT.

6.7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico de la Red de fibra óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato se realizó en función al diseño antes descrito.

6.7.6.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

Para poder realizar el dimensionamiento de la Red se toman datos de la empresa PUNTONET S.A de Ambato, misma se indica que la empresa cuenta con 170 clientes que en su mayoría son clientes a nivel nacional y que poseen servicios de conexión de datos e internet dedicado y que requieren que se migre a la nueva red que se propone, PUNTONET S.A pretende en el peor de los casos y como meta inicial migrar el 50% de sus clientes actuales con tecnología de radio enlace a fibra óptica con tecnología GPON, es decir que se establece un número de 85

clientes iniciales y se analizara un crecimiento anual aproximado de clientes que contraten los servicios durante un periodo de 5 años. En la tabla 6.27 se observa los clientes iniciales con los servicios y capacidad que contratan.

CLIENTES PUNTONET S.A AMBATO	LOCALES	DATOS		INTERNET	AB(Kbps)
		L	N		
DIPOR	1		1		512
INTACO	1		1		512
CONSTRUCTORA ALVARADO	1			1	2048
QUIMASA	1		1		384
AMBACAR	3	3			3072
FAIRIS	1		1		2048
CUERPO DE BOMBEROS	3			3	4096
EL HUERTO	2		2		2048
URBANO EXPRESS	1		1		1024
TRAMACO EXPRESS	2		2		1024
PACO COMERCIAL E INDUSTRIAL S.A.	2		2		1024
COMPROBACIÓN SUPTEL	1		1		256
ALMACENES JAHER	2		2		1024
CLUB DE CLASES Y POLICIA	2		1	1	512
COOPERATIVA CACPET LTDA	1			1	3072
SEGUROS SUCRE	1		1		2048
QUIFATEX	1		1		512
MARTEL	1			1	1024
OPTICAS GMO	2		2		512
ALMACENES ARTEFACTA	3		3		768
COOPERATIVA DE LA POLICIA	1		1		3072
BANCO DEL AUSTRO	4		4		4096
BANCO DEL PACIFICO	2		2		2048
COOPERATIVA 29 DE OCTUBRE	1		1		512
BOOKS & BITS	1			1	512
CLUB DE LEONES	1			1	768
GALABUSINESS CIA LTDA	3	3			2048
DELGADO TRAVEL	1		1		1024
MAJESTIC CORPORATION ROYAL	1		1		256
COMUNIKT	6	6			7168
IMPORTADORA LARTIZCO CIA. LTDA	1			1	768
FARMAENLACE MEDICITY	1		1		256
LABORATORIO NEOFARMACO	1			1	1024
COOPERATIVA KURI WASI	2	2			1024
RADIO CANELA	1			1	2048
PLACACENTRO	1	1			1024

DIRECCION DE SALUD DE LA POLICIA	1			1	512
COOPERATIVA EL SAGRARIO	1		1		2048
IMPRESA MONSALVE MORENO	1		1		512
ROMPRAD DHL	1		1		1024
AVIS CAR RENTAL	1		1		1024
DIRECTV AMBATO	1		1		2048
COMPUSEG INTEROCEANICA	1		1		512
SEGUROS DE VIDA COLVIDA S. A	1		1		1024
ARCA	1		1		1024
BIOALIMENTAR	2	1		1	2048
BRENNTAG ECUADOR S.A.	1		1		1024
PYDACO	1		1		384
ALMACENES TVENTAS	2		2		2048
MODERNA ALIMENTOS	1		1		512
COOP. DE TRANSPORTES SANTA	1	1			384
VEHICENTRO	2	1		1	768
TATY BOUTIQUE	1		1		512
BEEMUNDO	1		1		768
MAYFLOWER	1		1		512
INDUSTRIAS CATEDRAL	2	1		1	768
CINEMARK DEL ECUADOR S.A.	1		1		2048
	85	19	50	16	76672
	ANCHO DE BANDA PROMEDIO				902.02

Tabla 6.27: Clientes Iniciales
Fuente: Investigador

De la tabla 6.27 se concluye que la demanda inicial de canal es de aproximadamente 76672Kbps y un promedio de 902.02Kbps por cliente mismo que se tomará como referencia para el análisis económico. Para dimensionar la red de comunicaciones se va a aplicar la fórmula que se muestra a continuación:

$$D_f = D_i(1 + i)^t$$

Dónde:

D_f : Demanda final

D_i : Demanda inicial

i : Índice de crecimiento

t : Tiempo

6.7.6.2 CÁLCULO DE LA DEMANDA

Para el cálculo de la demanda de clientes en la ciudad de Ambato se tomaron en cuenta los siguientes datos:

$$D_i = 85$$

$$i = 5\%$$

$$t = 5$$

- Año 1

$$D_f = 85$$

$$\text{Capacidad de canal} = 77000 \text{ Kbps}$$

- Año 2

$$D_f = 85(1 + 0.05)^2$$

$$D_f = 85(1.1025)$$

$$D_f = 93.7125 \cong 94$$

$$\text{Capacidad de canal} = 9 * 1024 \text{ Kbps} + 77000 \text{ Kbps}$$

$$\text{Capacidad de canal} = 86216 \text{ Kbps}$$

- Año 3

$$D_f = 85(1 + 0.05)^3$$

$$D_f = 85(1.1576)$$

$$D_f = 98.3981 \cong 98$$

$$\text{Capacidad de canal} = 4 * 1024 \text{ Kbps} + 86216 \text{ Kbps}$$

$$\text{Capacidad de canal} = 90312 \text{ Kbps}$$

- Año 4

$$D_f = 85(1 + 0.05)^4$$

$$D_f = 85(1.2155)$$

$$D_f = 103.31 \cong 103$$

$$\text{Capacidad de canal} = 5 * 1024 \text{ Kbps} + 90312 \text{ Kbps}$$

$$\text{Capacidad de canal} = 95432 \text{ Kbps}$$

- Año 5

$$D_f = 85(1 + 0.05)^5$$

$$D_f = 85(1.2762)$$

$$D_f = 108.48 \cong 108$$

$$\text{Capacidad de canal} = 5 * 1024 \text{ Kbps} + 95432 \text{ Kbps}$$

$$\text{Capacidad de canal} = 100552 \text{ Kbps}$$

6.7.6.3 RESUMEN DE RESULTADOS DE DIMENSIONAMIENTO

Como se puede observar en la tabla 6.28 la capacidad de canal necesaria durante los primeros 5 años se calcula en 100552 Kbps valor que soportan los equipos seleccionados para la Red y un incremento a 108 clientes respecto a los 85 iniciales.

AÑO	1	2	3	4	5
CLIENTES	85	94	98	103	108
CAPACIDAD (Kbps)	77000	86216	90312	95432	100552

Tabla 6.28: Cálculo de la Demanda

Fuente: Investigador

6.7.6.4 PLANIFICACIÓN

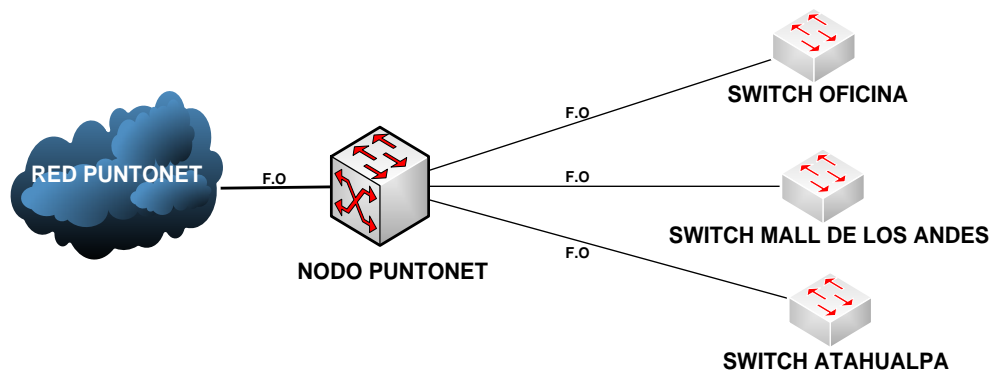
PROPUESTA TÉCNICA

- Existe el requerimiento de implementar tendido de Fibra Óptica desde nodo Puntonet hacia la mayor parte de la ciudad y dar servicio a clientes corporativos.
- Se considera tener una topología en la que, la ruta de Backbone cubra las principales vías de Ambato donde se tiene afluencia de clientes.
- Integrar esta topología a la red MPLS de Puntonet.
- Se ha considerado el Backup aprovechando la infraestructura inalámbrica que posee actualmente.

DESARROLLO TOPOLOGÍA

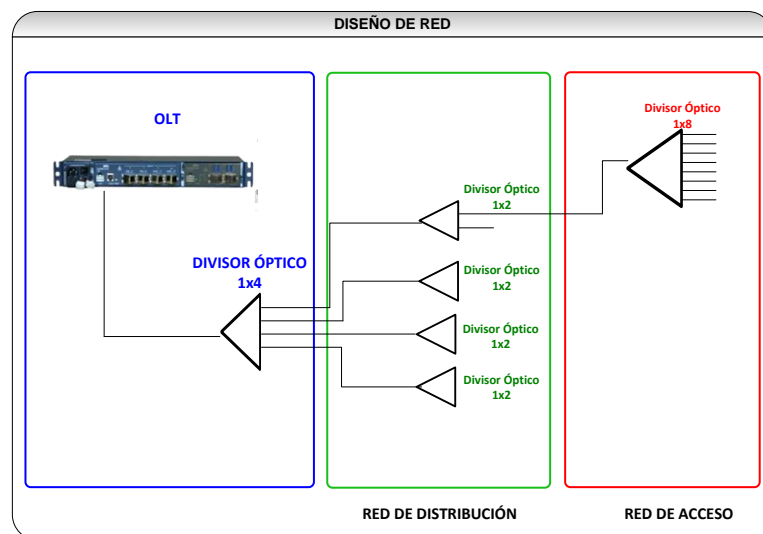
a) DE LA INSTALACIÓN DE LA RED DE BACKBONE

- La instalación de la red de backbone se la realiza mediante enlaces PTP desde el nodo Puntonet hacia los demás nodos de la ciudad de Ambato con fibra de óptica ADSS de 24 hilos.
- En lo que respecta al tipo de norma de cumplimiento deberá satisfacer la UIT-T G.652, para manejo de segunda y tercera ventana operando a longitudes de onda de 1310nm y 1550nm en la que trabaja el estándar GPON.



b) DE LA INSTALACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

El tramo total de la red de distribución se planifica utilizar el siguiente diseño para los divisores ópticos (splitters).



c) DE LA INSTALACIÓN DE LA RED DE ACCESO

- La instalación de la red de acceso se le debería coordinar como si se tratase de un cliente corporativo nuevo e ir migrando los clientes de la zona gradualmente.
- Según avanza la migración de clientes se podría analizar el uso de los recursos para así decidir si es necesario instalar más divisores ópticos o la instalación de un nuevo OLT.

REQUERIMIENTOS

Dentro del departamento de Fibra Óptica de la empresa PUNTONET S.A para cualquier de un Grupo de Fibra Óptica (3 personas) para realizar trabajos de implementación se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tendido de fibra óptica diario de 3Km.
- Instalación de 3 splitters ópticos diarios.
- Montado y armado de 6 empalmes ópticos (mangas) por día.

CRONOGRAMA

Tomando en cuenta la tabla 6.17 donde se dan a conocer los resultados obtenidos del diseño se tiene que:

- 1 Grupo de Fibra Óptica (3 personas).
- 10 días para la instalación de 30,01 Km de Fibra Óptica ADSS de 24 hilos.
- 5 días para la instalación de 32 mangas FOSC 350.
- 9 días para el armado de los 27 divisores ópticos (splitters).

6.7.6.5 PRESUPUESTO DE GASTOS

El presupuesto se lo analizó en base a todos los equipos que se utilizará en la red GPON incluyendo sus respectivos costos, misma que se detalla en la tabla 6.29. Se debe mencionar que:

- Se utilizará un herraje metálico tipo A y dos tensores de fibra óptica por poste utilizado.
- Adicional del total de tendido de fibra óptica que se determinó en la tabla 6.17, se considera el 5% como reserva de fibra óptica, dando una longitud de 1500.5 m adicionales al total de fibra óptica determinado, lo que representa un total de 31510,5 m de tendido de fibra óptica.

Ítem	Equipo	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Total
1	Herrajes Tipo A	c/u	494	4,93	2435,42
2	Tensores de fibra óptica	c/u	988	1,63	1610,44
3	Fibra óptica monomodo, 24H ADSS	m	31510,5	1,30	40431,30
4	Etiquetas	c/u	494	1,40	691,60
5	Amarras Plásticas	c/u	988	0,04	39,52
6	Empalme de fibra óptica Fosc 350	c/u	32	155,00	4960,00
7	Splitters 1:2	c/u	10	68,00	680,00
8	Splitters 1:4	c/u	5	72,00	360,00
9	Splitters 1:8	c/u	11	76,50	841,50
10	Splitters 1:16	c/u	1	82,00	82,00
11	S2 GPON OLT	c/u	1	14000,00	14000,00
12	S1 GPON OLT	c/u	1	2135,00	2135,00
12	ODF JFOPT 24 Puertos	c/u	2	80,00	160,00
13	Módulos GLC ZX SM	c/u	4	250,00	1000,00
14	Otros (tacos, tornillos, tuercas, brocas)			60,00	60,00
Subtotal					69486,78
IVA 12%					8338,41
TOTAL					77825,19

Tabla 6.29: Presupuesto de gastos
Fuente: Investigador

6.7.6.6 MANO DE OBRA E INSTALACION

En la Tabla 6.30 se puede observar en detalle el costo de mano de obra para realizar la Red de Fibra Óptica con Tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato.

Ítem	Actividad	Tiempo (h)
1	Análisis de la ruta de Fibra Óptica	40
2	Tramites varios en la EEASA	24
3	Diseño de la Red GPON	18
4	Instalación de equipos en los Nodos	12
5	Configuración de equipos	24
6	Entrega de proyecto	6
Total		124

Tabla 6.30: Costo Mano de Obra
Fuente: Investigador

PUNTONET S.A. con personal calificado que realizará la instalación de los enlaces de fibra óptica, este mismo personal será el encargado de certificar y tomar mediciones de atenuación de cada fusión, empalme, etc.

En el presente proyecto se tiene pensado destinar una cuadrilla de 3 obreros, un jefe de cuadrilla y un ingeniero supervisor. El tiempo que se estima tomará a una cuadrilla realizar la implementación del diseño de la red GPON es de 1 mes. El jefe de cuadrilla y el ingeniero supervisor serán los encargados de la verificación de atenuaciones en la fibra y configuración de los equipos, mismos que se detallan en la tabla 6.31 y se basan en sueldos de la empresa PUNTONET S.A.

Mano de Obra	Meses de Implementación	Cantidad	Valor unitario	Total
Cuadrilla	1	3	450,00	1350,00
Jefe de Cuadrilla	1	1	1000,00	1000,00
Ingeniero Supervisor	1	1	1200,00	1200,00
			TOTAL	3550,00

Tabla 6.31: Costo de Instalación
Fuente: Investigador

6.7.6.7 ARRENDAMIENTO DE POSTES A LA EEASA

Para este diseño Puntonet haría uso de 494 postes de la EEASA, por cada poste arrendado se paga la cantidad de \$10.30 anuales más IVA, los valores se muestran en la tabla 6.32.

Ítem	Detalles	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Total
1	Arrendamiento de postes	c/u	494	10.30	5088,00
Subtotal					5088,00
IVA 12%					610,59
TOTAL					5698,59

Tabla 6.32: Costo anual por arrendamiento de postes
Fuente: Investigador

6.7.6.8 ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN

Para poder realizar el análisis costo beneficio del presente proyecto de investigación se tomaran datos de la empresa PUNTONET S.A de Ambato, en la misma se indica que la empresa cuenta con 170 clientes, que en su mayoría son clientes a nivel nacional y que poseen servicios de conexión de datos e internet dedicado y que requieren que se migre a la nueva red que se propone. Adicionalmente se cuenta con los siguientes datos de relevancia y que se basan en planes tarifarios de PUNTONET S.A los mismos se indican a continuación.

- Para el servicio de internet se tomó como base la tasa de transferencia promedio por cliente de 1024 Kbps sin compartición a un costo mensual de \$184,32.
- De la misma manera al servicio de transmisión de datos se tomó como base una tasa de transferencia promedio de 1024 Kbps sin compartición a un costo mensual de \$143,56 si el enlace es Local y un valor de \$244,05 si el enlace es Nacional.
- En Ambato se realiza un promedio de 6 visitas técnicas por mes con un costo operativo de \$30,00 por hora cuando los problemas son referentes a

red interna del cliente, este valor cubre gastos de movilización y materiales necesarios para realizar las reparaciones respectivas.

- También se incluye contratación directa al personal, ya sea para realizar trabajos extras a la instalación, como configuración de servidores, telefonía, asesoría y configuración de equipos, esto tiene un costo operativo de \$50,00 la hora en un promedio de 3 horas por trabajo mensual.

La empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato como ya se mencionó con anterioridad pretende en el peor de los casos y como meta inicial migrar el 50% de sus clientes actuales con tecnología de radio enlace a fibra óptica con tecnología GPON, es decir que se establece un número de 85 clientes como muestra. En la tabla 6.33 se observa los costos que representan a la empresa la migración de estos clientes.

Ítem	Equipo	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Total
1	ONT Corecess S3800	c/u	85	175,00	14875,00
2	Caja Multimedia 4 Pt	c/u	85	11,95	1015,75
3	Conectores SC	c/u	85	25,00	2125,00
Subtotal					18015,75
IVA 12%					2161,89
TOTAL					20177,64

Tabla 6.33: Costos por migración de clientes
Fuente: Investigador

Como se puede observar, para empezar con el proyecto es necesario aparte de los costos de instalación y mano de obra una cantidad de \$20177,64, para equipamiento de los clientes que se desea migrar, en la tabla 6.34 se puede observar el resumen del gasto de implementación para los 85 clientes de muestra.

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Total
1	Presupuesto de gastos	c/u	1	77825,19	77825,19
2	Costo Mano de Obra	h/H	124	5,00	620,00
3	Costo de Instalación	c/u	1	3550,00	3550,00

4	Costos por migración clientes	c/u	1	20177,64	20177,64
5	Arrendamiento de postes	c/u	1	5698,59	5698,59
				Subtotal	107871,42
				Imprevistos 5%	5393,57
				TOTAL	113264,99

Tabla 6.34: Gastos de implementación
Fuente: Investigador

Como se puede observar en la tabla 6.34 el gasto total necesario para la implementación en los 85 clientes es de \$113474,99.

Para poder recuperar la inversión del proyecto en caso de llegarse a implementar depende se incluyen ingresos por trabajos y servicios extras mismos que se detalla a continuación en la tabla 6.35.

Ítem	Detalle	Cantidad Mensual	Valor Unitario	Subtotal
1	Visitas Técnicas	6	30,00	180,00
3	Contratación directa del personal	3	50,00	150,00
TOTAL				330,00

Tabla 6.35: Ingreso por trabajos y servicios extras Mensuales
Fuente: Investigador

A este valor de \$330,00 se le debe adicionar el plan de servicios que se tiene para los 85 clientes que se desea migrar a la nueva red que se indicaron en la tabla 6.27 teniendo en cuenta que, PUNTONET S.A al ser un proveedor de servicios de internet de empresas portadoras de telecomunicaciones por enlace de 1 E1 (2.048Mbps = 2,048 Kbps) en la República del Ecuador, le cuesta \$200,54 es decir que por la tasa de transferencia promedio de 1024 Kbps que se realiza para ese análisis económico PUNTONET S.A debe cancelar aproximadamente \$100.27. Es decir que al valor fijo que se cancela por el servicio se debe restar el valor de \$100.27 por ser un portador de servicios de telecomunicaciones, los cuales se muestran en la tabla 6.36.

Servicio	Usuarios	Costo Cliente	Costo PUNTONET	Costo Neto	Sub total
Internet	16	128,32	100,27	28,05	448,80
Datos Locales	19	117,37	100,27	17,10	324,90
Datos Nacionales	50	199,53	100,27	99,26	4963,00
				TOTAL	5736,70

Tabla 6.36: Ingreso por planes de servicios Mensuales

Fuente: Investigador

En la tabla 6.37 se refleja el ingreso total mensual que resultan de la suma de los valores de las tablas 6.35 y 6.36.

Ítem	Detalle	Subtotal
1	Ingreso por trabajos y servicios extras Mensuales	330,00
2	Ingreso por planes de servicios Mensuales	5736,70
TOTAL		6066,70

Tabla 6.37: Ingresos Mensuales

Fuente: Investigador

De la tabla anterior se deduce que se tiene un ingreso mensual de \$6066,70 y mediante la utilización de la ecuación 6.6 se puede obtener el ingreso anual de la empresa del presente proyecto.

$$\text{Ingreso anual} = \text{ingreso mensual} * 12 \quad \text{Ecuación 6.6}$$

$$\text{ingreso anual} = 6066,70 \times 12$$

$$\text{ingreso anual} = 72800,40$$

El valor de \$72800,40 es el ingreso en el primer año, para los demás años se estima un crecimiento de un cliente de internet, un cliente de datos locales y los demás para datos nacionales manteniendo la tendencia que se detalló en la tabla 6.27.

- Año 2

Para el segundo año se calculó un incremento de 9 clientes (1 de internet, 1 de datos locales y 7 de datos nacionales), por lo que el ingreso para el segundo año es el siguiente:

$$\begin{aligned} \textit{ingreso mensual} &= (28,05 \times 1) + (17,10 \times 1) + (99,26 \times 7) = 739,97 \\ \textit{ingreso anual} &= 739,97 * 12 = 8879,64 \\ \textit{ingreso anual total} &= 72800,40 + 8879,64 = 81680,04 \end{aligned}$$

- Año 3

Para el tercer año se estimó un incremento de 4 clientes manteniendo el criterio del año anterior, por lo que el ingreso para el segundo año es el siguiente:

$$\begin{aligned} \textit{ingreso mensual} &= (28,05 \times 1) + (17,10 \times 1) + (99,26 \times 2) = 243,67 \\ \textit{ingreso anual} &= 243,67 * 12 = 2924,04 \\ \textit{ingreso anual total} &= 81680,04 + 2924,04 = 84604,08 \end{aligned}$$

- Año 4

Para el cuarto año existe un crecimiento de 5 clientes, por lo que el ingreso para el segundo año es el siguiente:

$$\begin{aligned} \textit{ingreso mensual} &= (28,05 \times 1) + (17,10 \times 1) + (99,26 \times 3) = 342,93 \\ \textit{ingreso anual} &= 342,93 * 12 = 4115,16 \\ \textit{ingreso anual total} &= 84604,08 + 4115,16 = 88719,24 \end{aligned}$$

- Año 5

Como para el quinto año existe un crecimiento de 5 clientes, el ingreso es similar al del cuarto año.

$$\begin{aligned} \textit{ingreso mensual} &= (28,05 \times 1) + (17,10 \times 1) + (99,26 \times 3) = 342,93 \\ \textit{ingreso anual} &= 342,93 * 12 = 4115,16 \\ \textit{ingreso anual total} &= 88719,24 + 4115,16 = 92834,40 \end{aligned}$$

Para poder determinar si el proyecto es económicamente viable se utiliza el Valor Actual Neto (VAN), este valor expresa en términos absolutos el valor actual de los recursos obtenidos al final del período de duración del proyecto de inversión para lo cual se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- Si el VAN es positivo y mayor a 1 significa que es conveniente financieramente.
- Si el VAN es negativo y menor a 1 no es conveniente financieramente.

Para poder calcular el VAN se utiliza la Ecuación 6.7

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_o$$

Dónde:

VAN: Valor actual neto

V_t : Flujo de caja en cada periodo de tiempo

t : Tiempo de recuperación

n : Numero de periodos

I_o : Inversión inicial

También se utiliza la tasa de interés de retorno (TIR) puede definirse como el % de ganancia que obtienen los inversores por el dinero invertido. El TIR es el tipo de descuento que se hace al igualar a cero VAN.

Para poder calcular estos valores se, considerando un período de amortización de 12 meses con una tasa de descuento de 10%. Para realizar el cálculo del VAN y TIR se utilizó Microsoft Excel 2010.

	Costo de Inversión	Ingresos netos				
AÑO	0	1	2	3	4	5
	-113474,99	72800,4	81680,04	84604,08	88719,24	92834,40
					VAN	183.840,86
					TIR	65%

Tabla 6.38: Análisis de VAN y TIR

Fuente: Investigador

En la Tabla 6.38 se puede observar los resultados del VAN, el cual es mayor que uno lo que indica que el proyecto es económicamente viable. También se indica el valor del TIR el mismo permite saber que el proyecto proporcionara un 65% de ganancia con respecto a la inversión inicial.

El tiempo de recuperación de la inversión (PRI) es un método que en corto plazo permite determinar el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial. Este proceso se lo calcula sumando los flujos netos anuales con la inversión inicial cuando este valor se hace positivo o igual a cero sea recuperado la inversión.

El tiempo en el que se recupera la inversión de la propuesta se puede observar en la Tabla 6.39 en la cual se puede observar que la inversión se recupera en el octavo mes.

Mes	Flujo Neto	Saldo
0	-113474,99	-113474,99
1	72800,40	-40464,59
2	81680,04	41215,45
3	84604,08	125819,53
4	88719,24	214538,77
5	92834,40	307373,17

Tabla 6.39: Período de Recuperación de la Inversión
Fuente: Investigador

El tiempo de recuperación también se lo puede calcular mediante la ecuación 6.8 que dice que es igual a la división de la inversión inicial y la media aritmética de los ingresos anuales.

$$\text{Media de ingresos} = \frac{72800,4 + 81680,04 + 84604,08 + 88719,24 + 92834,4}{5}$$

$$\text{Media de ingresos} = 84127,632$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{\text{inversion inicial}}{\text{Media de ingresos}} \quad \text{Ecuación 6.8}$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{113474,99}{84127,63}$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = 1,34 \text{ años}$$

El período de recuperación de 1.33 años se lo puede expresar en años y meses:

$$\text{Meses} = 0,34 \times 12$$

$$\text{Meses} = 4,08 \cong 4$$

Por lo tanto la inversión inicial se recupera en un período de 1 año y 4 meses en total.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Al final del trabajo de investigación “ Red de Fibra Óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato”, se obtuvo las siguientes conclusiones.

- El diseño de la red de fibra óptica con tecnología GPON para la ciudad de Ambato requiere de equipos adecuados para la transmisión de la información, tomando en cuenta su infraestructura, recomendaciones y normas de la ITU-T, esto incluye análisis de la ruta, selección de equipos y técnicas para el tendido de fibra óptica.
- La red de fibra óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones es una solución que requiere de una gran inversión por lo que debe ser bien dimensionada.
- El nuevo modelo de red debe ser escalable y flexible, es decir que debe adaptarse a cualquier tipo de servicio y/o aplicaciones ya sean actuales o a futuro para los usuarios, además que pueda ir incrementando su capacidad de red sin la necesidad de realizar cambios severos en la misma.

7.2 RECOMENDACIONES

- Los equipos seleccionados deben cumplir con los requerimientos de la red óptica para la ciudad de Ambato, realizando un estudio de las características técnicas, precios y recomendaciones de la empresa para la adquisición.
- Es recomendable realizar un análisis económico y verificar que se optimizara los gastos operativos que la Empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato invierte en las operaciones de visitas técnicas, traslado de equipos, contratación directa.
- Se recomienda que la implementación de la red cumpla con el requisito de ser escalable y flexible, al igual que se recomienda que el personal realizar reciba capacitaciones en forma permanente sobre esta tecnología, para que no exista problemas causados por el desconocimiento en su adecuado uso.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

GPON	GIGABIT-CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORK RED ÓPTICA PASIVA CON CAPACIDAD DE GIGABIT
HD	HIGH DEFINITION ALTA DEFINICIÓN
WIMAX	WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS INTEROPERABILIDAD MUNDIAL PARA ACCESO POR MICROONDAS
MPLS	MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING CONMUTACIÓN MULTI-PROTOCOLO MEDIANTE ETIQUETAS
CONATEL	CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
SENATEL	SECRETARÍA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
SUPERTEL	SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES
NA	APERTURA NUMERICA
EMI	ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA
RFI	RADIO FREQUENCY INTERFERENCE INTERFERENCIA DE RADIOFRECUENCIA
ADSS	ALL DIELECTRIC SELF SUPPORTED CABLE AUTO SOPORTADO COMPLETAMENTE DIELÉCTRICO
ST	STRAIGHT TIP PUNTA RECTA
SC	SQUARE CONNECTOR CONECTOR CUADRADO
FC	FERULE CONNECTOR CONECTOR FÉRULA

LED	LIGHT-EMITTING DIODE DIODO EMISOR DE LUZ
PIN	PERSONAL IDENTIFICATION NUMBER NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN PERSONAL
APD	AVALANCHE PHOTODIODE FOTODIODO DE AVALANCHA
ADM	ADD DROP MULTIPLEXER MULTIPLEXOR DE EXTRACCIÓN-INSERCIÓN
STM	SYNCHRONOUS TRANSPORT MODULE MÓDULO DE TRANSPORTE SÍNCRONO
NAP	NETWORK ACCESS POINT PUNTO DE ACCESO A LA RED
AEPROVI	ASOCIACIÓN DE EMPRESAS PROVEEDORAS DE SERVICIOS DE INTERNET
FTTB	FIBER TO THE BUILDING FIBRA HASTA EL EDIFICIO
FTTH	FIBER TO THE HOME FIBRA HASTA EL HOGAR
FTTC	FIBER TO THE CABINET FIBRA HASTA LA ACERA
FFTN	FIBER TO THE NODE FIBRA HASTA EL NODO
PON	PASSIVE OPTICAL NETWORK RED ÓPTICA PASIVA
AON	ACTIVE OPTICAL NETWORK RED ÓPTICA ACTIVA
FSAN	FULL SERVICE ACCESS NETWORK

OLT	OPTICAL LINE TERMINATION TERMINACIÓN DE LÍNEA ÓPTICA
ONT	OPTICAL NETWORK TERMINATION TERMINACIÓN DE RED ÓPTICA
TDMA	TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO
APON	(ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE) PASSIVE OPTICAL NETWORK
BPON	(BROADBAND) PASSIVE OPTICAL NETWORK
EPON	(ETHERNET) PASSIVE OPTICAL NETWORK
ATM	ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONA
IEEE	INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
TDM	TIME DIVISION MULTIPLEXING MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO
SONET	SYNCHRONOUS OPTICAL NETWORK RED ÓPTICA SINCRÓNICA
SDH	SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA
ONU	OPTICAL NETWORK UNIT) UNIDAD DE RED ÓPTICA
ODN	OPTICAL DISTRIBUTION NETWORK RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA
WDM	WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA

AES	ADVANCED ENCRYPTION STANDARD
DBA	ASIGNACIÓN DINÁMICA DE ANCHO DE BANDA
GEM	GPON ENCAPSULATION METHOD
GFP	PROCEDIMIENTO DE ENTRAMADO GENÉRICO
TC	TRANSMISSION CONVERGENCE CONVERGENCIA DE TRANSMISIÓN
PC	PHYSICAL CONTACT CONTACTO FÍSICO
APC	ANGLE PHYSICAL CONTACT ÁNGULO DE CONTACTO FÍSICO
ODF	OPTICAL DISTRIBUTION FRAME MARCO DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICO
PE	PROVIDER EDGE
DSLAM	DIGITAL SUBSCRIBER LINE ACCESS MULTIPLEXER MULTIPLEXOR DE LÍNEA DE ACCESO DE ABONADO DIGITAL
SLA	SERVICE LEVEL AGREEMENT ACUERDO DE NIVEL DE SERVICIO
OTDR	OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETER
PI	PÉRDIDA DE INSERCIÓN
PR	PÉRDIDA DE RETORNO
SCM	SWITCHING AND CONTROL MODULE MÓDULO DE CONMUTACIÓN Y CONTROL
LIM	LINE INTERFACE MODULE MÓDULO DE INTERFAZ DE LÍNEA

TRANSCEPTOR SFP	SMALL FORM-FACTOR PLUGGABLE TRANSCEPTOR TRANSCEPTOR DE FACTOR DE FORMA PEQUEÑO CONECTABLE
MMF	MULTI-MODE FIBER OPTIC FIBRA MULTIMODO
SMF	SINGLE-MODE OPTICAL FIBER FIBRA MODOMODO
ITU	INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
NOC	NETWORK OPERATIONS CENTER CENTRO DE OPERACIONES DE RED

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía de libros

- CROMYCZ, Bob (2002). Instalaciones De Fibra Óptica Serie De Telecomunicaciones. 1ra Edición. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA de ESPAÑA, S.A., 2002.
- COUCH, W. Leon II (2008). Sistemas De Comunicación Digital Y Analógicos. 7ma Edición. Editorial PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008.
- KAMINOW, Ivan P. - KOCH Thomas L. (1997). Optical Fiber Telecommunications IIIB. Third Edition. Copyright © 1997 by Lucent Technologies
- KEISER, Gerd (1991). Optical Fiber Communications. Second Edition. MCGRAW-HILL
- MILLÁN TEJEDOR, Ramón Jesús (2008). GPON (Gigabit Passive Optical Network). Creations Copyright S.L
- GOVIND E, Agrawal (2002). Fiber-Optic Communication Systems. Third Edition. Govind P. Agrawal Copyright © 2002 John Wiley & Sons, Inc.
- TOMASI, Wayne (2003). Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. 4ta Edición. Editorial PEARSON EDUCACIÓN, México, 2003.

Bibliografía de Internet

- (2008, Octubre 13). Fibra Óptica La Gran Maravilla Moderna. 2012, Noviembre, 24 de:
<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/fibra-optica-maravilla-moderna/fibra-optica-maravilla-moderna.pdf>
- (2008, Diciembre). GPON-Gigabit Passive Optical Network. 2012, Noviembre, 24 de:

<http://www.ramonmillan.com/documentos/gpon.pdf>

- (2009, Mayo). Estudio Comparativo de redes GPON – EPON. 2012, Noviembre, 22 de:
<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/download/2971/1551>
- (2006). Fundamentos de Diseño de Fibra Óptica. 2012 ,Noviembre 22 de:
<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/ElectronicaAplicadaIII/PlantelExterior/IntroduFOcalculos.pdf>
- (2008).TELNET Redes Inteligentes S.A GPON-OLT. 2012, Noviembre 24 de:
http://www.telnetri.es/fileadmin/user_upload/hojas_producto/BANDA_A_NCHA/GPON-OLT_ES_V1.5.pdf
- (2006, Junio 12). ESTUDIO CON EL FIN DE ESTABLECER EL VALOR DE OPORTUNIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA NUEVA SALIDA DE CABLE SUBMARINO, UTILIZANDO PARA SU CONEXIÓN NACIONAL LOS HILOS DISPONIBLES DE FIBRA ÓPTICA DEL CABLE PRIMARIO DE OCP ECUADOR S.A. 2012, Noviembre 24 de:
<http://www.elmayorportaldegerencia.com/Documentos/Telecomunicaciones/%5BPD%5D%20Documentos%20%20Cable%20submarino%20ecuador.pdf>
- (2006). Metodología de diseño de redes de fibra Óptica. 2012, Noviembre 2012 de:
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2448/6/T-ESPE-014122-4.pdf>
- (2009). TELNET Redes Inteligentes S.A. Fibra monomodo G.652.D. 2013, Junio 22 de:
http://www.telnetri.es/fileadmin/user_upload/hojas_producto/CABLES_FO/Fibra_SM_G.652.D_ES_V1.0.pdf
- (2008). Fibra monomodo 9/125 (SM).2013, Junio 22 de:
http://www.draka.es/files/products/description_document_product_187.pdf
- (2008). Corecess 3800 series Gigabit EPON ONT. 2013, Junio 22 de:

http://www.emag.ru/pdf/Corecess_3800_series_datasheet_v1.0.pdf

- (2009). TE COnectivity FOSC-350C. 2013, Junio23 de:
<http://www.te.com/content/dam/te/global/english/industries/telecomemea/knowledge-center/documents/data-sheets/tc-2035-ds.pdf>
- (2010). TELNET Redes Inteligentes S.A. Acopladores y Divisores ópticos. 2013, Junio 23 de:
http://www.telnetri.es/fileadmin/user_upload/hojas_producto/COP/Splitter_ES_V3.0.pdf
- (2012). Corecess S506 - Scalable Service Platform. 2013, Junio 24 de:
http://www.corecess.com/S506_GPON
- (s/f). CISCOGLC-ZX-SM Datasheet. 2013, Junio 24 de:
<http://www.silinktech.com/UploadFiles/2012910153316864.pdf>
- (s/f). Herraje Tipo A Para Fibra Óptica. 2013, Julio 2 de:
http://jahentelecom.com/rt_reflex_j15rocketlauncher/images/stories/imagenes/HOJASINFOTECNICA4.pdf
- (2012). TENSORES DE FIBRA ÓPTICA. 2013, Julio 2 de:
<http://www.tensortec.com/imagenes/TENSORTECWEB.swf>
- (2010). TELNET Redes Inteligentes S.A. Cordón tipo SC/APC. 2013, Junio 23 de:
http://www.telnetri.es/fileadmin/user_upload/hojas_producto/COP/03_SC-APC%20Rev%2012-03.pdf

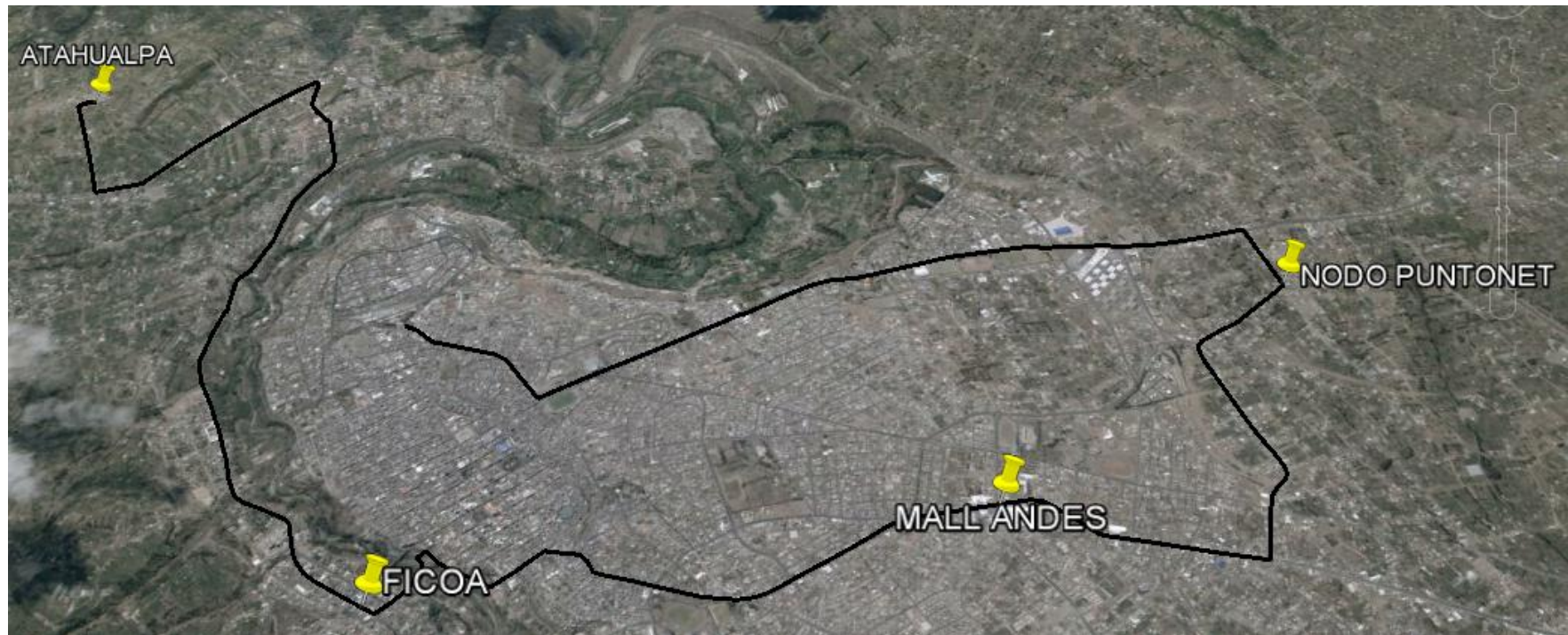
ANEXO 1

RED DE FIBRA ÓPTICA

IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS FTTH

Área de Fibra Óptica

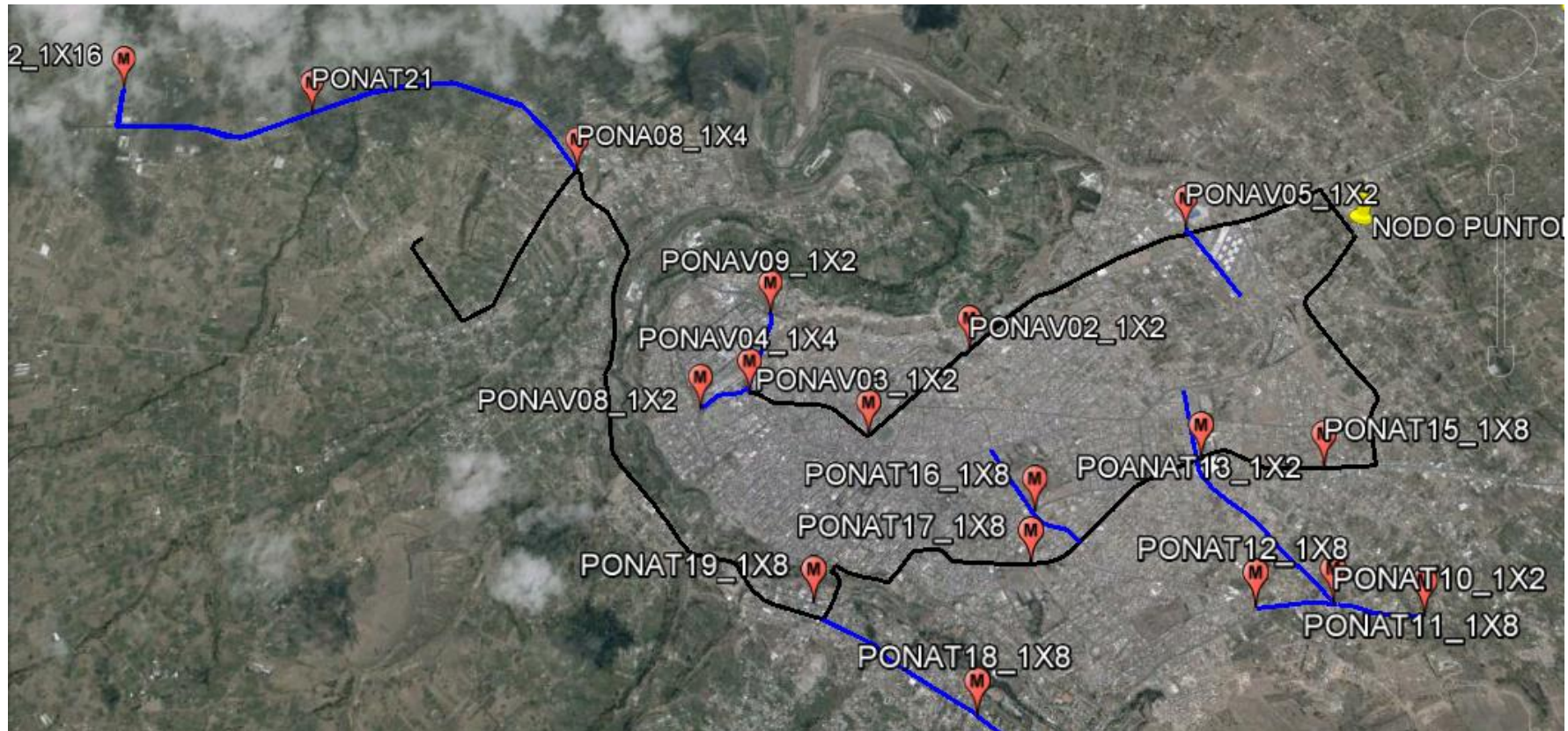
RUTA DE BACKBONE



IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS FTTH

Área de Fibra Óptica

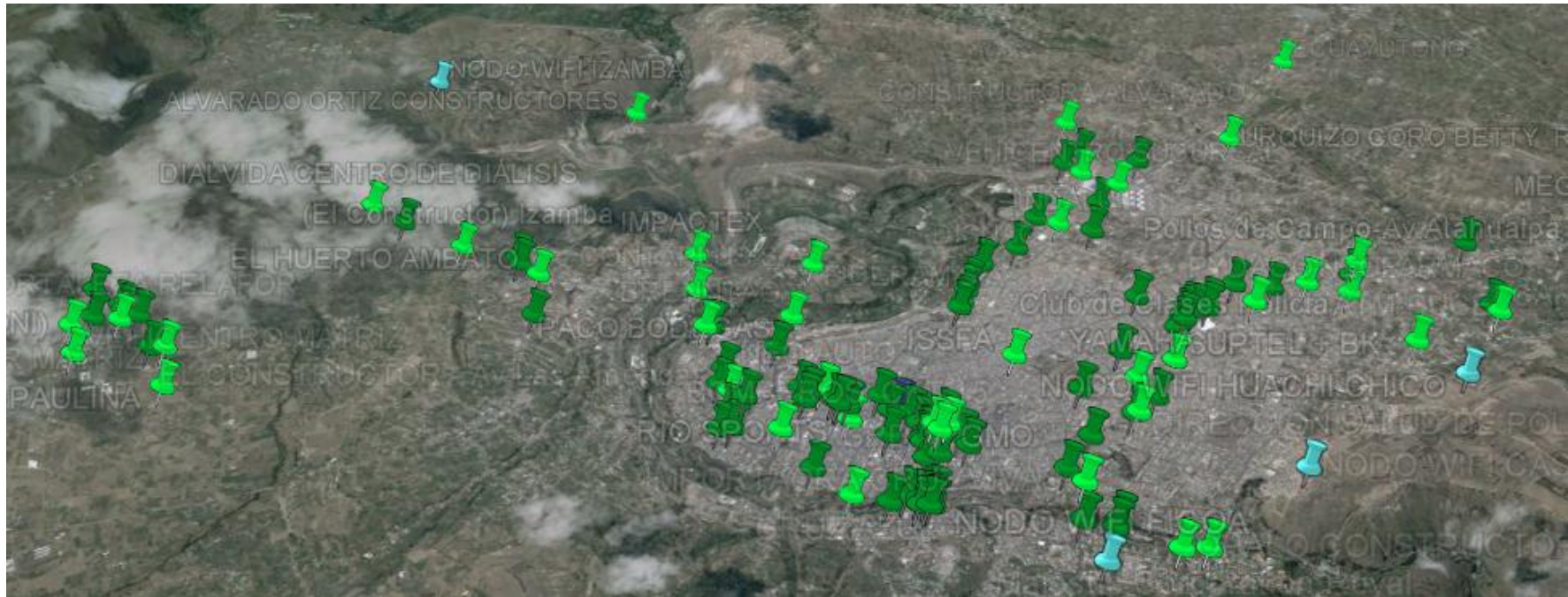
RUTA DE DISTRIBUCIÓN



IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS FTTH

Área de Fibra Óptica

CONCENTRACIÓN DE CLIENTES



ANEXO 2

LA ENCUESTA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS
ELECTRONICA E INDUSTRIAL
ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES



EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES PUNTONET S.A SUCURSAL AMBATO

La presente encuesta está dirigida al personal de la Empresa PUNTONET S.A. en la ciudad de Ambato, como también a clientes y personas naturales de la ciudad de Baños de Agua Santa.

Objetivo.- Determinar los problemas presentados en el Sistema de Telecomunicaciones de la empresa PUNTONET S.A en la ciudad de Ambato en la Transmisión de información.

Instructivo.- Marque su respuesta en cada pregunta

Pregunta 1: ¿Alguna vez usted ha tenido algún tipo de problema con los servicios que le brinda Punto Net S.A?

- a) SI ()
- b) NO ()
- c) Desconoce ()

Pregunta 2: Qué tipo de servicio tiene usted contratado con PuntoNet S.A?

- a) Transmisión de datos ()
- b) Internet ()
- c) Sistemas Satelitales ()
- d) Data Center ()
- e) VoIP ()
- f) Punto Cam ()

Pregunta 3: Qué tipo de enlace le ofrece para tener acceso a dichos servicios?

- a) Enlace de Radio ()
- b) ADSL ()

- c) Fibra Óptica ()
- d) Microonda ()
- e) Modem GSM ()
- f) Vsat ()

Pregunta 4: Qué clase de problemas ha tenido usted con el servicio contratado?

- a) Conectividad ()
- b) Interferencia ()
- c) Velocidad ()
- d) Ancho de Banda ()

Pregunta 5: Qué solución le ha dado la empresa ante los problemas presentados?

- a) Revisión de Última Milla y equipos ()
- b) Cambio de equipos ()
- c) Asesoría Técnica ()
- d) Cambio de tecnología ()

Pregunta 6: Usted ha escuchado los beneficios que ofrece la fibra óptica como medio de acceso para servicios de telecomunicaciones?

- a) SI ()
- b) NO ()
- c) Desconoce ()

Pregunta 7: Cree usted que la fibra óptica es el mejor medio para la transmisión de información?

- d) SI ()
- e) NO ()
- f) Desconoce ()

Pregunta 8: Usted estaría de acuerdo con que se cambie a fibra óptica como medio de acceso a su empresa o negocio?

- a) SI ()

- b) NO ()
- c) Tal vez ()

Pregunta 9: Cree usted que mejorara el servicio, si se cambia de su actual medio de acceso a fibra óptica?

- a) SI ()
- b) NO ()
- c) Seguiría igual ()

ANEXO 3

ENTREVISTA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS
ELECTRONICA E INDUSTRIAL
ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES



EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES PUNTONET S.A SUCURSAL AMBATO

**ENTREVISTA JEFE TECNICO REGION CENTRAL PUNTONET S.A.
PREGUNTAS**

1. ¿Porque es importante la implementación de un modelo de red en la ciudad de Ambato?

.....
.....

2. ¿Quiénes se encargaran de la administración de esta nueva red?

.....
.....

3. ¿Porque se opta por la tecnología GPON?

.....
.....

4. ¿Cómo funciona este tipo de red de fibra óptica?

.....
.....

5. ¿Cree que con este nuevo modelo de Red se lograra más acogida de clientes?

.....
.....

ANEXO 4

TABLA DISTRIBUCIÓN CHI- CUADRADO

Tabla de la distribución chi-cuadrado.

La tabla contiene los valores x tales que $p[\chi_n^2 \geq x] = \alpha$ en función de los grados de libertad (n).



n	0,99	0,98	0,975	0,95	0,90	0,80	0,50	0,20	0,10	0,05	0,025	0,02	0,01	0,001
1	0,0002	0,0006	0,0010	0,0039	0,0158	0,0642	0,4549	1,6424	2,7055	3,8415	5,0239	5,4119	6,6349	10,8274
2	0,0201	0,0404	0,0506	0,1026	0,2107	0,4463	1,3863	3,2189	4,6052	5,9915	7,3778	7,8241	9,2104	13,8150
3	0,1148	0,1848	0,2158	0,3518	0,5844	1,0052	2,3660	4,6416	6,2514	7,8147	9,3484	9,8374	11,3449	16,2660
4	0,2971	0,4294	0,4844	0,7107	1,0636	1,6488	3,3567	5,9886	7,7794	9,4877	11,1433	11,6678	13,2767	18,4662
5	0,5543	0,7519	0,8312	1,1455	1,6103	2,3425	4,3515	7,2893	9,2363	11,0705	12,8325	13,3882	15,0863	20,5147
6	0,8721	1,1344	1,2373	1,6354	2,2041	3,0701	5,3481	8,5581	10,6446	12,5916	14,4494	15,0332	16,8119	22,4575
7	1,2390	1,5643	1,6899	2,1673	2,8331	3,8223	6,3458	9,8032	12,0170	14,0671	16,0128	16,6224	18,4753	24,3213
8	1,6465	2,0325	2,1797	2,7326	3,4895	4,5936	7,3441	11,0301	13,3616	15,5073	17,5345	18,1682	20,0902	26,1239
9	2,0879	2,5324	2,7004	3,3251	4,1682	5,3801	8,3428	12,2421	14,6837	16,9190	19,0228	19,6790	21,6660	27,8767
10	2,5582	3,0591	3,2470	3,9403	4,8652	6,1791	9,3418	13,4420	15,9872	18,3070	20,4832	21,1608	23,2093	29,5879
11	3,0535	3,6087	3,8157	4,5748	5,5778	6,9887	10,3410	14,6314	17,2750	19,6752	21,9200	22,6179	24,7250	31,2635
12	3,5706	4,1783	4,4038	5,2260	6,3038	7,8073	11,3403	15,8120	18,5493	21,0261	23,3367	24,0539	26,2170	32,9092
13	4,1069	4,7654	5,0087	5,8919	7,0415	8,6339	12,3398	16,9848	19,8119	22,3620	24,7356	25,4715	27,6882	34,5274
14	4,6604	5,3682	5,6287	6,5706	7,7895	9,4673	13,3393	18,1508	21,0641	23,6848	26,1189	26,8727	29,1412	36,1239
15	5,2294	5,9849	6,2621	7,2609	8,5468	10,3070	14,3389	19,3107	22,3071	24,9958	27,4884	28,2595	30,5780	37,6978
16	5,8122	6,6142	6,9077	7,9616	9,3122	11,1521	15,3385	20,4651	23,5418	26,2962	28,8453	29,6332	31,9999	39,2518
17	6,4077	7,2550	7,5642	8,6718	10,0852	12,0023	16,3382	21,6146	24,7690	27,5871	30,1910	30,9950	33,4087	40,7911
18	7,0149	7,9062	8,2307	9,3904	10,8649	12,8570	17,3379	22,7595	25,9894	28,8693	31,5264	32,3462	34,8052	42,3119
19	7,6327	8,5670	8,9065	10,1170	11,6509	13,7158	18,3376	23,9004	27,2036	30,1435	32,8523	33,6874	36,1908	43,8194
20	8,2604	9,2367	9,5908	10,8508	12,4426	14,5784	19,3374	25,0375	28,4120	31,4104	34,1696	35,0196	37,5663	45,3142
21	8,8972	9,9145	10,2829	11,5913	13,2396	15,4446	20,3372	26,1711	29,6151	32,6706	35,4789	36,3434	38,9322	46,7963
22	9,5425	10,6000	10,9823	12,3380	14,0415	16,3140	21,3370	27,3015	30,8133	33,9245	36,7807	37,6595	40,2894	48,2676
23	10,1957	11,2926	11,6885	13,0905	14,8480	17,1865	22,3369	28,4288	32,0069	35,1725	38,0756	38,9683	41,6383	49,7276
24	10,8563	11,9918	12,4011	13,8484	15,6587	18,0618	23,3367	29,5533	33,1962	36,4150	39,3641	40,2703	42,9798	51,1790
25	11,5240	12,6973	13,1197	14,6114	16,4734	18,9397	24,3366	30,6752	34,3816	37,6525	40,6465	41,5660	44,3140	52,6187
26	12,1982	13,4086	13,8439	15,3792	17,2919	19,8202	25,3365	31,7946	35,5632	38,8851	41,9231	42,8558	45,6416	54,0511
27	12,8785	14,1254	14,5734	16,1514	18,1139	20,7030	26,3363	32,9117	36,7412	40,1133	43,1945	44,1399	46,9628	55,4751
28	13,5647	14,8475	15,3079	16,9279	18,9392	21,5880	27,3362	34,0266	37,9159	41,3372	44,4608	45,4188	48,2782	56,8918
29	14,2564	15,5745	16,0471	17,7084	19,7677	22,4751	28,3361	35,1394	39,0875	42,5569	45,7223	46,6926	49,5878	58,3006
30	14,9535	16,3062	16,7908	18,4927	20,5992	23,3641	29,3360	36,2502	40,2560	43,7730	46,9792	47,9618	50,8922	59,7022

ANEXO 5

HOJA DE CALCULOS DE

ENLACES

4FTTH dB BUDGET calculation .xls

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "4 FTTH dB BUDGET calculation (2) [Sólo lectura] [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel (Error de activación d...". The spreadsheet is a budget calculation for G-PON- ITU G.984. It lists various components, their quantities, unit attenuation (dB), and total attenuation (dB). The grand total is 26.63 dB.

		qty	unit Att(dB) Typical	total Att(dB)
1	dB BUDGET quick calculation for G-PON- ITU G.984			
2				
3				
4	Connectors (mated) ITU671=0.5dB	4	0,50	2,00
5	Fusion splices ITU751=0.1db average	4	0,05	0,20
6	Mechanical Splices ITU 751=0.1dB avera	4	0,20	0,80
7	Splitters 1x2	1	3,50	3,50
8	1x4		7,00	0,00
9	1x8		10,50	0,00
10	1x16		14,00	0,00
11	1x32	1	17,50	17,50
12	1x64		21,00	0,00
13	Fiber 1310nm	7,5	0,35	2,63
14	1490nm		0,30	0,00
15	1550nm		0,25	0,00
16	GRAND TOTAL (dB)			26,63
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

ANEXO 6

DATOS TÉCNICOS DE LOS

EQUIPOS

OLT CORECESS S1

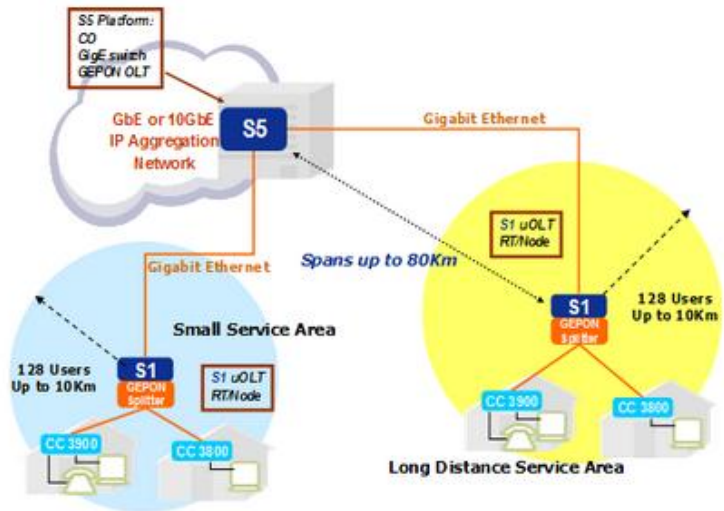


S102 u-GEAPON OLT

- OVERVIEW
- KEY FEATURES
- ORDERING GUIDE



The S102 (uOLT) is a small scale E-PON OLT for connection between Ethernet and E-PON networks. In the present time, new service requires not only old function but also new function on xDSL/Cable Modem. Today, the FTTH technology becomes popular through E-PON, and the E-PON network made a low cost solution for FTTH service. The E-PON can be deployed more safely and efficiently with SLA (Service Level Agreement), blocking subscriber, bandwidth guarantee for delay sensitive service, and efficient Multicast control on IP TV service through fiber communication from CO (Central Office) to whole subscribers. S102 (uOLT) provides efficient FTTH solution such as QoS, multicasting, VLAN, bandwidth limitation, standardized management, easy S/W upgrade, and optimized subscriber with network management.





- *Temperature hardened Dual port GEPON OLT*
 - Two port Gigabit Ethernet or GWDM-PON Interface for network
 - Two port GEPON for subscriber
 - Uplink connection span reaches up to 100km with commercial single core GbE SFP optical module
 - In-band management

- *Compact size to install in various network environment*
 - Fits into 19" 1RU with power and splitter/WDM media converter
 - 210(W) × 150(D) × 41.3(H) mm
 - Full front access
 - Temperature hardened with operating -20°C ~ +60°C
 - Power : AC/DC/HFC feed DC

- *Support standard Layer 2 function*
 - VLAN processing including 802.1Q and Q-in-Q
 - Support quick network recovery with RSTP

- *Superior performance of GEPON*
 - Supports multiple Logical Link Identifier
 - Hardware based high speed Dynamic Bandwidth Allocation

- *Supports QoS management and multicast*
 - Support multi-field classification for filtering
 - Support congestion control for Strict Priority (SP) or Weighted Round Robin (WRR)
 - Provide IGMP snooping and quick channel conversion

- *Management features*
 - Remote upgrade, provisioning and management capabilities through TFTP, FTP, CLI, SNMP, RMON, Telnet or ViewlinX™ EMS

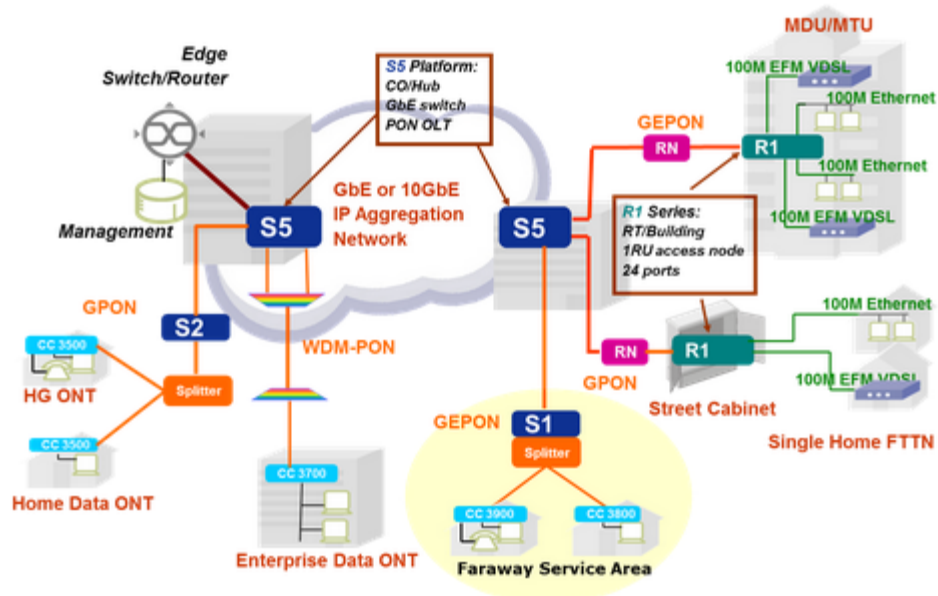
Model	Description
S1CH	slot S1 chassis
S1-PPA040	AC power supply unit for S1, 100~240VAC to 3.3VDC/13A
S1-PPD040	DC power supply unit for S1, -48VDC to 3.3VDC/13A
S1-PLC 2X14	Optical GEPON splitter for S1, dual 1x4 split
S1-PLC 2X18	Optical GEPON splitter for S1, dual 1x8 split
Corecess 3702W	GWDM-PON Media Converter, 2 port SC/APC, 2 port SFP1000BaseX

OLT CORECESS S2




The S5 platform is high performance switch router that acts as PON OLT and Ethernet Aggregation Switch. It provides various optical links while generating and controlling the services. It offers the optical links of Gigabit Ethernet, GEPON, GPON and WDM PON. The S5 platform makes access network simple by integrating multiple functions into a single scalable platform. With its high functionalities and scalability, it enables both of residential and commercial services with a single platform.

The S5 consists of 2 different types of chassis with various Switching & Control Module(SCM) and Line Interface Module(LIM). The capacity of back plane, SCM and LIM are scalable in terms of throughput and density. The 10 Gigabit Ethernet is ready for the service of today and future. SCM and LIM are compatible between chassis to implement a system with mix and match. With this modular designs, it provides the great flexibility for operators to have wide ranges of options depending on their services and density while keeping simplicity with same function and performance.



S511 Module Combination


- ❖ 11 Slots: 2 SCM + 8 LIM + 1 Power slot
- ❖ 7 RU, Full front access
- ❖ MAX 160Gbps backplane capacity
- ❖ MAX 20Gbps slot capacity



- ❖ **Switching and Control Module (SCM)**
 - 1:1 protection
 - SCM-B208G for GPON OLT
 - ✓ 208G Switching Fabric(for 2.5G platform)
 - ✓ 4x10GbE + 8xGbE SFP for uplink
 - SCM-B72GP for GEAPON OLT
 - ✓ 88G Switching Fabric(for 1G platform)
 - ✓ 2 x10GbE + 4xGbE for uplink
- ❖ **4 different kinds of Line Interface Module (LIM)**
 - 8 ports GPON LIM (LIM-GP8P)
 - 8 ports GEAPON / 4 ports 2.5G EPON LIM(LIM-EP8G-2.5)
 - 8 ports 1000Base-FX SFP LIM(LIM-D8GF)
 - 8 ports 100/1000Base-T LIM(LIM-D8GT)
- ❖ 2+1 of -48VDC or 100~220VAC Power supplier


S506 Module Combination

- ❖ 6 Slots: 1 SCM + 4 LIM + 1 Power slot
- ❖ 4 RU, Full front access
- ❖ MAX 40Gbps backplane capacity
- ❖ MAX 10Gbps slot capacity



- ❖ **Switching and Control Module (SCM)**
 - SCM-B68G for GPON OLT
 - ✓ 68G Switching Fabric(for 2.5G platform)
 - ✓ 2x10GbE + 8xGbE for uplink
 - SCM-B24GP for GEAPON OLT
 - ✓ 40G Switching Fabric(for 1G platform)
 - ✓ 2 x10GbE + 4xGbE for uplink
- ❖ **4 different kinds of Line Interface Module (LIM)**
 - 4 ports GPON LIM(LIM-GP4P)
 - 4 ports GEAPON LIM(LIM-EP4G-GR)
 - 4 ports 1000Base-FX SFP LIM(LIM-D4GF)
 - 4 ports 10/100/1000Base-T LIM(LIM-D4GT)
- ❖ 1+1 of -48VDC or 100~220VAC Power supplier

- ❖ 6 Slots: 1 SCM + 4 LIM + 1 Power slot
- ❖ 4 RU, ETSI compliant form factor
- ❖ Full front access
- ❖ MAX 64Gbps backplane capacity
- ❖ MAX 16Gbps slot capacity



- ❖ **Switching and Control Module (SCM)**
 - SCM-B72GP
 - ✓ 88G Switching Fabric(for 1G platform)
 - ✓ 2x10GbE + 4xGbE SFP for uplink
- ❖ **Line Interface Module(LIM)**
 - LIM-D16GF
 - ✓ 16 ports GbE SFP LIM
 - LIM-D16GT
 - ✓ 16 ports GbE 100/1000Base-T
- ❖ 1+1 of -48VDC or 100~220VAC Power supplier



- *High performance OLT platform*
 - Future proofed optical links : Gigabit Ethernet, GEAPON, GPON and WDM PON
 - Multiple function including control of services and management of subscribers
 - Common platform for both of residential and commercial service
 - Common platform for both of all-fiber network and deep-fiber network
- *Scalable and flexible architecture*
 - Capacity of backplane and SCM, throughput speed of interface and port density are scalable
 - SCM and LIM are common and compatible for 3 different types of chassis
 - Supports multiple topology of network including star, ring and tree
- *Easy deployment and maintenance*
 - Full front access and compliance on ETSI standard form factor
 - Hot swappable SCM and LIM
 - Integrated management including ONU and ONT
- *High reliability and availability*
 - System redundancy : power and SCM
 - Graceful restart
 - S/W & H/W upgrade without service discontinuity
- *Packet processing functionalities for IP-based Triple Play Service delivery*
 - multiple priority queue support, congestion control, traffic shaping & policing and modification
 - VLAN processing including 802.1Q and Q-in-Q
 - IP routing including RIP, OSPF and BGP
 - ACL based filtering
 - DHCP server and relay
- *IPv6 Ready*
 - IPv4/v6 Dual Stack
 - IPv6 Host features
 - DHCPv6 Server / Relay
- *Supports QoS management and multicast routing*
 - Packet classification and marking
 - Class - based packet scheduling
 - PIM-SM, PIM-DM
 - IGMP & MLD snoop
- *Network protection technology*
 - Secured network from bad users' threats
 - Protection from IP/ARP spoofing, packet storming & TCP sync flooding
- *Management features*
 - ViewlinX EMS support
 - In-band and out-band management
 - Remote monitoring and system OS upgrade
 - Multi-level security enforcements and authentication for administrative log-in



Platform	Module	Model	Description
S511	Common	S511CH	7RU, 10 slots S511 chassis
		S5-PPA600	600W AC power pack
		S5-PPD600	600W DC power pack
		S511CH-FAN-12V	FAN tray for S511 (Include FAN Filter);
	SCM	S5-SCM-B208G	208Gbps Switching control module
		S5-SCM-B72GP	88Gbps Switching control module
	GPON	S5-LIM-GP8P	8 ports G-PON OLT Module
		S5-LIM-GP4P	4 ports G-PON OLT Module
	GEPON	S5-LIM-EP8G-2.5	8 ports GEAPON OLT Module
	WDM-PON	S5-LIM-GW16GF	16CH WDM module
	Ethernet	S5-LIM-D4GF	4 ports SFP 1000BaseX module
		S5-LIM-D8GF	8 ports SFP 1000BaseX module
		S5-LIM-D8GT	8 ports 1000BaseT module

Platform	Module	Model	Description
S506	Common	S506CH	4RU, 5 slots S506 chassis
		S506CH-64G	4RU, 5 slots S506 chassis, 64Gbps backplane
		S5-PPA600	600W AC power pack for S506CH or S511
		S5-PPD600	600W DC power pack for S506CH or S511
		S506CH-FAN-12V	FAN tray for S506CH (Include FAN Filter)
	SCM	S5-SCM-B68G	68Gbps Switching control module
		S5-SCM-B24GP	40Gbps Switching control module
	GPON	S5-LIM-GP4P	4 ports G-PON OLT Module
	GEPON	S5-LIM-EP4G-GR+	4 ports 1000BasePX GEAPON OLT Module
	Ethernet	S5-LIM-D16GF	16 ports SFP 1000BaseX module
		S5-LIM-D16GT	16 ports 1000BaseT module
		S5-LIM-D4GF	4 ports SFP 1000BaseX module

ONT 3800 S



Corecess 3800 series Gigabit EPON ONT



Corecess 3800 series Gigabit EPON ONT



Corecess 3804T



Corecess 3802T

Product Overview

Corecess 3800 series is IEEE 802.3ah compliant Gigabit Ethernet PON (GEPON) Optical Network Terminal (ONT) solution for advanced IP service delivery in a single fiber FTTH environment. With Corecess 3800 series ONTs, service providers are able to address new streams of revenue generating service opportunities for innovative, bandwidth intensive applications such as IP video and home multimedia services.

The extensive line of Corecess 3800 series ONT solutions are applicable to residential or small business subscribers, including options for number or speed for subscriber Ethernet ports. These ONTs are packaged for in-door deployment similar to customer DSL modem.

Corecess 3800 series ONT is configured and managed through S5 OLT. ONT functionalities managed by OLT include ONT status monitoring, QoS policy enforcement, ONT alarm collection and software upgrade. Corecess 3800 OLT is able to be upgraded through PON interface by OLT, with investment protection for new service abilities in the future.

Key Features

- IEEE 802.3ah compliant GEAPON: 1.25Gbps downstream & upstream
- IGMP support for IP TV
- 20Km range support (valid for -20K product)
- 32 split support
- QoS support: Multi-field classification & multiple queue support
- Layer 2 bridging and VLAN support
- Multiple LLID support
- Hardware based DBA support

Specifications

ARCHITECTURE

- Desk-top type fixed configuration ONT, no expansion module required

INTERFACES

- GEAPON : 1000Base-PX/U, SC/PC connector
- Subscriber ports : 10/100Base-TX or 10/100/1000Base-T, RJ45 connector

EPON MAC SPECIFICATIONS

- Compliant to IEEE 802.3ah 1000Base-PX/U standard
- Multiple queue management
- Upstream bandwidth management support : DBA and flow control
- Multiple LLID support
- Downstream encryption support

LAYER 2 FUNCTIONALITY

- IEEE 802.1p/q, IEEE 802.1D, IEEE 802.3x support
- IGMP snooping support
- STP, RSTP, MAC filtering, Port rate limiting support (valid for Corecess 3804T product)
- VLAN support

QoS FEATURES

- Multi-field classification support
- Multiple Queue and Strict Priority (SP) support

MANAGEMENT FUNCTIONALITY

- In-band management support
- Loopback test support

PHYSICAL SPECIFICATIONS

- Dimension (H × W × D, mm) : 35 × 160 × 160 (corecess 3804T)
- Power : SVDC through external adapter (100 to 240 VAC (auto-ranging), 50 to 60 Hz for external adapter)
- Front side LED and rear side cabling connector
- Power consumption : Max. 11watt (corecess 3804T)

ENVIRONMENTAL & REGULATORY COMPLIANCE

- Operating Temperature : 0 ℃ ~ 50 ℃
- Operating Relative Humidity: 10 ~ 95% @40 ℃, Non-condensing
- MIC, VCCI, CE, UL, FCC Part 15, FCC Part 68 (All planned)

Product Ordering

ONT Type		PON Interface			Ethernet Interface	
		No.	Interface	Connector	No.	Interface
Corecess 3804T	Desk-top	1	100BasePX/U10	SC/PC	4	10/100BaseTX, RJ45
Corecess 3802T	Desk-top	1	100BasePX/U10	SC/PC	1	10/100BaseTX, RJ45
					1	10/100/1000BaseT, RJ45

Note : 1 port (10/100Base TX or 10/100/1000Base T) or/and 20Km model is built on order basis. Please ask CORECESS sales representatives for availability and conditions.

Corecess Inc.

500-2 Sangdaewon-Dong Jungwon-Gu Sungnam-Si Kyonggi, Korea 462-120

Tel : +82-31-739-6600

http://www.corecess.com

• North America

46714 Fremont Boulevard Fremont,
CA 94538-6538
Tel: (510) 683-0188
Fax: (510) 683-0192
800# : (800) 430-8808
Sales : corecess_usa@corecess.com

• China

Room 1602, 889 Renmin Road
Shanghai 200010, China.
Tel: +86-21-6350 6699
Fax: +86-21-6351 0880
Sales : corecess_china@corecess.com

• Japan

APOTECH Building 6F, 1-9-1
Nishi-bashi-Kakigaracho, Chuo-ku, Tokyo,
Japan 103-0014
Tel: +81-3-3249-0221
Fax : +81-3-3249-0218
Sales : corecess_japan@corecess.com

• Europe

Brosagen 1
182 76 Stocksund/STOCKHOLM
SWEDEN
Tel: +46 8 5250 9150
Fax: +46 8 624 32 99
Sales : corecess_eu@corecess.com

• Middle East

Room 1004 Al-Moosa tower 2,
Dubai UAE, F.O, Box 112586
Tel: +971-4-332-6447
Fax : +971-4-329-0892
Sales : corecess_me@corecess.com

• Russia

Park Place Moscow Office
0207 113/1 Leninsky Prospekt
Moscow 117198 Russia
Tel: +7 095 956 5671
+7-095-056-5673
Fax: +7 095 956 5676
Sales : corecess_russia@corecess.com

Notice: The information herein may be subject to change without notice at any time. Please contact CORECESS for complete information about products. © 2002-2005 CORECESS Inc. All rights reserved./VJL



Cisco Small Form-Factor Pluggable Modules for Gigabit Ethernet Applications

The industry-standard Cisco® Small Form-Factor Pluggable (SFP) Gigabit Interface Converter is a hot-swappable input/output device that plugs into a Gigabit Ethernet port or slot, linking the port with the network (Figures 1, 2 and 3). SFPs can be used and interchanged on a wide variety of Cisco products and can be intermixed in combinations of 1000BASE-T, 1000BASE-SX, 1000BASE-LX/LH, 1000BASE-EX, 1000BASE-ZX, or 1000BASE-BX10-D/U on a port-by-port basis.

Figure 1. Cisco optical Gigabit Ethernet SFP



Figure 2. Cisco 1000BASE-T Copper SFP



Figure 3. Cisco 2-channel 1000BASE-EX optical SFP



1000BASE-T SFP for Copper Networks

The 1000BASE-T SFP operates on standard Category 5 unshielded twisted pair copper cabling of up to 100m (328 ft) link length. Cisco 1000BASE-T SFP modules support 10/100/1000 autonegotiation and Auto MDI/MDIX.

1000BASE-SX SFP for Multimode Fiber Only

The 1000BASE-SX SFP, compatible with the IEEE 802.3z 1000BASE-SX standard, operates on legacy 50 μ m multimode fiber links up to 550 m and on 82.5 μ m Fiber Distributed Data Interface (FDDI)-grade multimode fibers up to 220 m. It can support up to 1km over laser-optimized 50 μ m multimode fiber cable.

1000BASE-LX/LH SFP for Both Multimode and Single-Mode Fibers

The 1000BASE-LX/LH SFP, compatible with the IEEE 802.3z 1000BASE-LX standard, operates on standard single-mode fiber-optic link spans of up to 10 km and up to 550 m on any multimode fibers. When used over legacy multimode fiber type, the transmitter should be coupled through a mode conditioning patch cable. For details on this implementation, refer to http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps5455/product_bulletin_c25-530836.html.

1000BASE-EX SFP for Long-Reach Single-Mode Fibers

The 1000BASE-EX SFP operates on standard single-mode fiber-optic link spans of up to 40 km in length. A 5-dB inline optical attenuator should be inserted between the fiber-optic cable and the receiving port on the SFP at each end of the link for back-to-back connectivity.

1000BASE-ZX SFP for Long-Reach Single-Mode Fibers

The 1000BASE-ZX SFP operates on standard single-mode fiber-optic link spans of up to approximately 70 km in length. The SFP provides an optical link budget of 21 dB, but the precise link span length depends on multiple factors such as fiber quality, number of splices, and connectors.

When shorter distances of single-mode fiber (SMF) are used, it might be necessary to insert an inline optical attenuator in the link to avoid overloading the receiver. A 10-dB inline optical attenuator should be inserted between the fiber-optic cable plant and the receiving port on the SFP at each end of the link whenever the fiber-optic cable span loss is less than 8 dB.

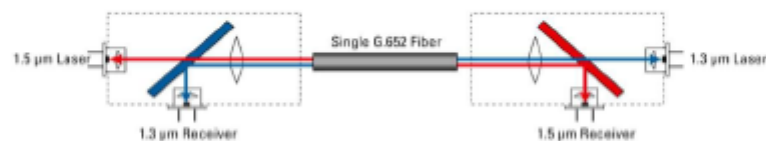
1000BASE-BX10-D and 1000BASE-BX10-U SFP for Single-Fiber Bidirectional Applications

The 1000BASE-BX-D and 1000BASE-BX-U SFPs, compatible with the IEEE 802.3ah 1000BASE-BX10-D and 1000BASE-BX10-U standards, operate on a single strand of standard SMF.

A 1000BASE-BX10-D device is always connected to a 1000BASE-BX10-U device with a single strand of standard SMF with an operating transmission range up to 10 km.

The communication over a single strand of fiber is achieved by separating the transmission wavelength of the two devices as depicted in Figure 3: 1000BASE-BX10-D transmits a 1490-nm channel and receives a 1310-nm signal, whereas 1000BASE-BX10-U transmits at a 1310-nm wavelength and receives a 1490-nm signal. Note in Figure 3 the presence of a wavelength-division multiplexing (WDM) splitter integrated into the SFP to split the 1310-nm and 1490-nm light paths.

Figure 4. Bidirectional Transmission of a Single Strand of SMF



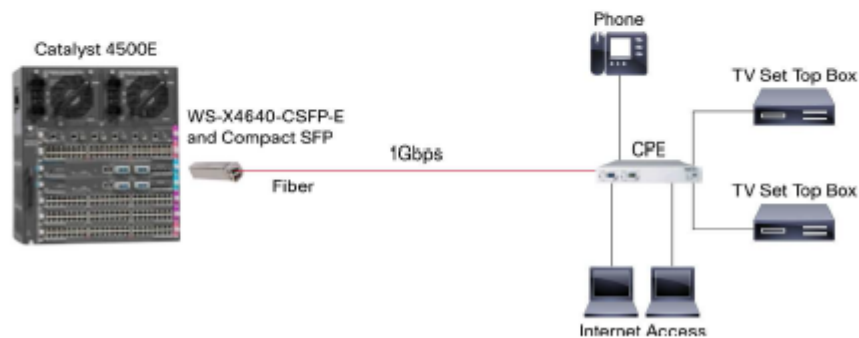
The GLC-BX-D and GLC-BX-U SFPs also support digital optical monitoring (DOM) functions according to the industry-standard SFF-8472 multisource agreement (MSA). This feature gives the end user the ability to monitor real-time parameters of the SFP, such as optical output power, optical input power, temperature, laser bias current, and transceiver supply voltage.

2-channel 1000BASE-BX10-D for Single-Fiber Bidirectional Applications

The 2-channel 1000BASE-BX10-D SFP module, also known as Compact SFP, integrates two IEEE 802.3ah 1000BASE-BX10-D interfaces in one SFP module. The GLC-2BX-D is always connected to two 1000BASE-BX10-U interfaces over two single strands of standard SMF with an operating transmission range up to 10km.

GLC-2BX-D is designed to connect to any standard-based Customer Premises Equipment (CPE) in FTTx links (Figure 5).

Figure 5. Compact SFP deployment with Catalyst 4500



Technical Specifications

Platform Support

The Cisco SFPs are supported across a variety of Cisco switches, routers, and optical transport devices. For more details, refer to the document SFP Compatibility Matrix at http://www.cisco.com/en/US/docs/interfaces_modules/transceiver_modules/compatibility/matrix/OL_6981.pdf.

Connectors and Cabling

Connectors include the following:

- Dual LC/PC connector (1000BASE-SX, 1000BASE-LX/LH, 1000BASE-EX and 1000BASE-ZX)
- Single LC/PC connector (1000BASE-BX-D and 1000BASE-BX-U)
- RJ-45 connector (1000BASE-T)

Note: Only connections with patch cords with PC or UPC connectors are supported. Patch cords with APC connectors are not supported. All cables and cable assemblies used must be compliant with the standards specified in the standards section.

Table 1 provides cabling specifications for the SFPs that you install in the Gigabit Ethernet port. Note that all SFP ports have LC-type connectors, and the minimum cable distance for all SFPs listed (multimode and single-mode fiber) is 6.5 feet (2 m).

Table 1. SFP Port Cabling Specifications

Product	Wavelength (nm)	Fiber Type	Core Size (µm)	Modal Bandwidth (MHz·Km) ¹	Operating Distance (m)
1000BA8E-8X	850	MMF	62.5	160 (FDDI-grade)	220 (722 ft)
			62.5	200 (OM1)	275 (902 ft)
			50	400 (400/400)	500 (1,640 ft)
			50	500 (OM2)	550 (1,804 ft)
			50	2000 (OM3)	1000 (3281 ft)
1000BA8E-LXLH	1310	MMF ²	62.5	500	550 (1,804 ft)
			50	400	550 (1,804 ft)
			50	500	550 (1,804 ft)
1000BA8E-EX	1310	SMF	- ³	-	10,000 (32,821 ft)
		SMF	- ³	-	40,000 (131,234 ft)
1000BA8E-ZX	1550	SMF	-	-	Approximately 70 km depending on link loss
1000BA8E-BX-U	1310	SMF	- ³	-	10,000 (32,821 ft)
1000BA8E-BX-D	1490	SMF	- ³	-	10,000 (32,821 ft)

¹A mode-conditioning patch cord, as specified by the IEEE standard, is required regardless of the span length. Note how the mode conditioning patch cord for 62.5-µm fibers has a different specification from the mode-conditioning patch cord for 50-µm fibers.

²ITU-T G.652 SMF as specified by the IEEE 802.3z standard.

³Specified at transmission wavelength.

Optical Specifications

Table 2 specifies the optical parameters for the SFPs. Both receiver power and channel insertion loss specifications must be met for guaranteed operation.

Table 2. Main Optical Parameters

Product	Transmit Power Range (dBm)	Receive Power Range (dBm)	Maximum Channel Insertion Loss in dB (by fiber type)	Transmit and Receive Wavelength Range (nm)
1000BA8E-8X	-3 to -9.5	0 to -17	2.4 (FDDI-grade) 2.6 (OM1) 3.4 (400/400) 3.6 (OM2) 5 (OM3)	770 to 860
1000BA8E-LXLH	-3 to -9.5	-3 to -20	2.4 (any MMF) 6 (G.652 SMF)	1270 to 1355
1000BA8E-EX	+3 to -1	+1 to -22	18 (G.652 SMF)	1290 to 1335
1000BA8E-ZX	+5 to 0	-3 to -23	21 (any SMF)	1500 to 1580
1000BA8E-BX10-D	-3 to -9	-3 to -19.5	5.5 (G.652 SMF)	1480 to 1500 (Transmit) 1260 to 1360 (Receive)
1000BA8E-BX10-U	-3 to -9	-3 to -19.5	6 (G.652 SMF)	1260 to 1360 (Transmit) 1480 to 1500 (Receive)

¹Maximum channel insertion loss is defined for maximum distance guaranteed as specified in Table 1 and by fiber type. When links are deployed over shorter distances, additional channel insertion loss may be allowed.

Dimensions

Dimensions (H x W x D): 8.5 x 13.4 x 56.5 mm. Cisco SFPs typically weigh 75 grams or less.

Environmental Conditions and Power Requirements

Operating temperature range:

- Commercial temperature range (COM): 0 to 70°C (32 to 158°F)
- Extended temperature range (EXT): -5°C to 85°C (23 to 185°F)
- Industrial temperature range (IND): -40 to 85°C (-40 to 185°F)
- Storage temperature range: -40 to 85°C (-40 to 185°F)

Cisco SFP modules typically consume up to 1W per SFP port, with the exception of the Compact SFP (GLC-2BX-D) consuming up to 1.5W.

Table 3 gives temperature range and DOM support information for the SFPs.

Table 3. Temperature Range and DOM Support

Product Number	Temperature Range	DOM
GLC-ZX-SM	COM	Yes
GLC-BX-U	COM	Yes
GLC-BX-D	COM	Yes
GLC-2BX-D	COM	Yes
GLC-T	COM	n/a
SFP-GE-T	EXT	n/a
SFP-GE-Z	EXT	Yes
GLC-SX-MMD	EXT	Yes
GLC-LH-SMD	EXT	Yes
GLC-EX-SMD	EXT	Yes
GLC-ZX-SMD	EXT	Yes
GLC-SX-MM-RGD	IND	No
GLC-LX-SM-RGD	IND	No
GLC-ZX-SM-RGD	IND	No

Warranty

- Standard warranty: 90 days
- Extended warranty (option): Available under a Cisco SMARTnet® Service support contract for the Cisco switch or router chassis

Regulatory and Standards Compliance

Safety:

- Laser Class I 21CFR1040 LN#50 7/2001
- Laser Class I IEC 60825-1

Standards:

- IEEE 802.3z
- IEEE 802.3ah

GR-20-CORE: Generic Requirements for Optical Fiber and Optical Fiber Cable

GR-326-CORE: Generic Requirements for Single-Mode Optical Connectors and Jumper Assemblies

GR-1435-CORE: Generic Requirements for Multifiber Optical Connectors

Ordering Information

To place an order, visit the Cisco Ordering homepage or refer to Table 4.

Table 4. Ordering Information

Product Description	Product Number
1000BASE-T standard	GLC-T
1000BASE-ZX extended distance	GLC-ZX-SM
1000BASE-BX10-D downstream bidirectional single fiber; with DOM	GLC-BX-D
2-channel 1000BASE-BX10-D downstream bidirectional single fiber; with DOM	GLC-2BX-D
1000BASE-BX10-U upstream bidirectional single fiber; with DOM	GLC-BX-U
1000BASE-T NEBS 3 ESD	SFP-GE-T
1000BASE-SX short wavelength; with DOM	GLC-SX-MMD
1000BASE-LX/LH long-wavelength; with DOM	GLC-LH-SMD
1000BASE-EX long-wavelength; with DOM	GLC-EX-SMD
1000BASE-ZX extended distance; with DOM	SFP-GE-Z GLC-ZX-SMD
1000BASE-SX short wavelength; rugged	GLC-SX-MM-RGD
1000BASE-LX/LH long wavelength; rugged	GLC-LX-SM-RGD
1000BASE-ZX extended distance; rugged	GLC-ZX-SM-RGD



Americas Headquarters
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA

Asia Pacific Headquarters
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapore

Europe Headquarters
Cisco Systems International BV
Amsterdam, The Netherlands

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Website at www.cisco.com/go/offices.

Cisco and the Cisco logo are trademarks or registered trademarks of Cisco and/or its affiliates in the U.S. and other countries. To view a list of Cisco trademarks, go to this URL: www.cisco.com/go/trademarks. Third party trademarks mentioned are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1110R)

Printed in USA

C78-366584-11 05/13

© 2012-2013 Cisco and/or its affiliates. All rights reserved. This document is Cisco Public Information.

Page 5 of 6

FIBRA MONOMODO G.652.D

Fibra monomodo G.652.D

Características generales

Esta especificación corresponde a fibras optimizadas para la transmisión en las longitudes de onda de 1310 nm a 1550 nm, incluida la región de 1383 nm y de acuerdo a la subcategoría G.652.D de la ITU-T. El núcleo está compuesto por dióxido de silicio dopado, rodeado por un recubrimiento de dióxido de silicio, el revestimiento está formado por dos capas de acrilato curado mediante UV.

Características ópticas y geométricas

Parámetros ópticos	Fibra no cableada	Fibra cableada	Parámetros geométricos
Atenuación a 1310 nm	≤ 0,35 dB/Km	≤ 0,37 dB/Km	Diámetro de campo modal 1310 nm
Atenuación a 1383 nm	≤ 0,35 dB/Km	≤ 0,37 dB/Km	9,20 ± 0,40 μm
Atenuación a 1550 nm	≤ 0,21 dB/Km	≤ 0,24 dB/Km	Diámetro de campo modal 1550 nm
Atenuación a 1625 nm	≤ 0,23 dB/Km		10,40 ± 0,50 μm
Atenuación en 1285-1625 nm	≤ 0,40 dB/Km		Error concentricidad núcleo/cladding
Punto de discontinuidad máxima en 1310 y 1550 nm	≤ 0,05 dB		≤ 0,4 μm
Longitud de onda de corte	1100 - 1320 nm	≤ 1260 nm	Diámetro cladding
Punto de dispersión cero	1300-1324 nm		125,0 ± 0,50 μm
Pendiente de dispersión cero	≤ 0,090 ps/nm ² .Km		Error concentricidad coating/cladding
Dispersión cromática en 1285-1330 nm	≤ 3,5 ps/nm.Km		≤ 12 μm
Dispersión cromática en 1550 nm	≤ 18,0 ps/nm.Km		No circularidad coating
Dispersión cromática en 1625 nm	≤ 22,0 ps/nm.Km		≤ 10 %
PMD fibra individual	≤ 0,15 ps/√Km		Diámetro coating (coloreado)
PMDq (Q=0,01%, N=20)	≤ 0,08 ps/√Km		250 ± 15 μm

Características mecánicas y ambientales

Características mecánicas	
Proof test level	1,2 % (120 kpsi, 0,86 GPa)
Radio de curvatura mínimo	30 mm
Atenuación inducida por macrocurvatura:	
1 vuelta sobre 32 mm a 1550 nm	≤ 0,50 dB
100 vueltas sobre 50 mm a 1310 nm	≤ 0,05 dB
100 vueltas sobre 50 mm a 1550 nm	≤ 0,10 dB
100 vueltas sobre 60 mm a 1625 nm	≤ 0,50 dB
Fuerza de pelado (F) (valor de pico)	1,3 N ≤ F ≤ 8,9
Fuerza de pelado (F) (valor medio)	1 N ≤ F ≤ 5
Fatiga dinámica (nd)	20 (valor típico)
Fatiga estática (ns)	20 (valor típico)

Características ambientales	
Atenuación inducida a 1310, 1550 y 1625 nm:	
-60°C ~ +85°C ciclo de temperatura	≤ 0,05 dE/Km
-10°C ~ +85°C/ hasta 98% RH. Ciclo temperatura y humedad	≤ 0,05 dE/Km
+85°C +/- 2° C. Calor seco	≤ 0,05 dB/Km
+23°C +/- 2° C. Inmersión en agua	≤ 0,05 dB/Km

Valores típicos

Índice de refracción de grupo efectivo	
1310 / 1383 nm	1,466
1550 nm	1,467
1625 nm	1,470

Información de Contacto

Oficinas Centrales
Polígono Industrial Centrovía
c/ Buenos Aires, 18
50196 La Muela, Zaragoza
España

Teléfono: (+34) 976 14 18 00
Fax: (+34) 976 14 18 10
comercial@telnet-ri.es

Oficina Comercial en Madrid
Avda. Menéndez Pelayo, 85 - 1º A
28007 Madrid
España

Teléfono: (+34) 91 434 39 92
Fax: (+34) 91 434 40 84

Filial en Portugal
NETIBERTEL
Avenida da Liberdade, 110
1269- 046 Lisbon
Portugal

SPLITTERS ÓPTICOS

Splitters ópticos

Características

Dispositivos que permiten **dividir la señal óptica** de entrada en **N ramas** de salida con mínimas pérdidas. La necesidad de distribución de múltiples señales los hace fundamentales en las nuevas redes FTTH PON.

Funcionalidad

La posibilidad de utilizar diferentes arquitecturas para compartición de señales ópticas, permite al proveedor de servicios configurar su red de la forma más efectiva posible. Con una rama de entrada y 2, 4, 8, 16, 32 o 64 ramas de salida, y con pérdidas de inserción aproximadamente iguales en todas las ramas de salida.

Terminaciones

La fibra óptica es optimizada frente a curvaturas de acuerdo a la recomendación ITU-T G.657.A1. Pueden ser suministrados con conectores a requerimiento del cliente, pudiendo ser tanto de pulido angular convexo y altas pérdidas de retorno (FC/APC, SC/APC), como de pulido convexo (FC/PC, SC/PC).

Las fibras de cada rama pueden presentarse como fibra 250 μm , con protección ajustada a 900 μm o cable monofibra de 2 mm.

También posibilidad de suministro como **módulo pre-conectorizado**.

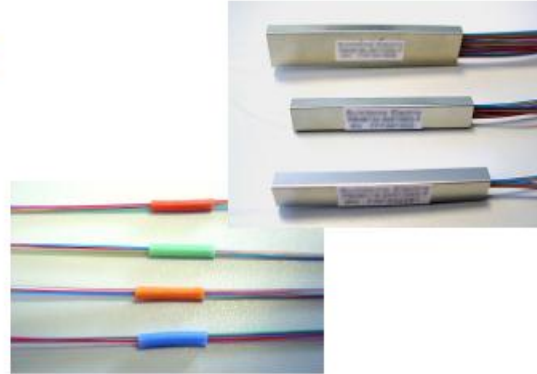
La presentación mecánica habitual es sobre: bandejas de empalme, bandejas rack o casetes para mecánica rack.

Documentación

Cada acoplador/divisor se suministra caracterizado con las medidas de Pérdida de Inserción (P.I.) y uniformidad de P.I. en 1310 y 1550 nm de cada rama.

Integrabilidad

Esta solución se puede integrar perfectamente dentro de un despliegue completo de red FTTH, junto con otros productos proporcionados por TELNET, como son: cables de tendido, splitters ópticos, cajas de empalme, microcables de acometida y latiguillos de interior



Descripción

Presentación	Dimensiones (mm)	Tipo splitter	Terminación	Detalle
Bandeja	Max 15x10. Tipo SE	1x4, 1x8, 1x16, 1x32 y 1x64	Fibra 900 μm	
Bandeja / Rack	438 x 44 x 222 mm 438 x 88 x 222 mm	1x4, 1x8, 1x16 y 1x32 (1 unidad de altura) 1x64 (2 unidades de altura)	Adaptadores: (FC/APC, SC/APC)	
Casete	94x 23 x 195mm (en 3 unidades de altura)	1x2, 1x4: 1 slot 1x8: 2 slots 1x16: 3 slots 1x32: 5 slots 1x64: 9 slots	Cordón 3 mm	
Módulo conectores SC/APC	115 x 75 x 8,5 mm 115 x 75 x 15 mm	1x2 1x4 1x16 1x32 1x64	Cordón 2 mm	

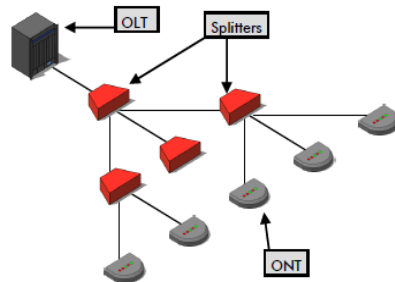
Splitters ópticos

Especificaciones técnicas

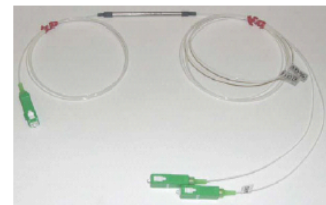
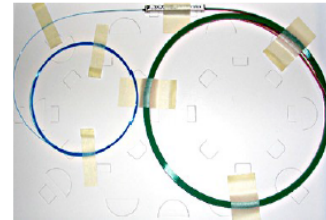
Características fundamentales (elemento individual)						
Configuración de los splitters	1 x 2	1 x 4	1 x 8	1 x 16	1 x 32	1 x 64
Longitud de onda	1260-1360 nm , 1450-1650 nm					
Tecnología	Fusión			PLC		
Pérdidas inserción (dB)	≤ 3,7	≤ 7,3	≤ 10,5	≤ 13,7	≤ 17,1	≤ 20,5
PDL (dB)	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,25	≤ 0,3	≤ 0,4	≤ 0,5
Uniformidad	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0	≤ 1,3	≤ 1,5	≤ 2,5
Pérdidas de Retorno (dB)	> 50			≥ 55		
Directividad (dB)	> 50			≥ 55		
Temperatura de operación (°C)	- 20 / 70			- 40 / 85		
Puertos de entrada y salida por defecto	Fibra monomodo Ø 250 µm de bajo radio de curvatura					
Longitud mínima de fibras (m)	≥ 2,5					
Puertos de salida	2 fibras SM	Ribbon 4 fibras x 1 (2,5 m fibras individuales)	Ribbon 8 fibras x 1 (2,5 m fibras individuales)	Ribbon 8 fibras x 2 (2,5 m fibras individuales)	Ribbon 8 fibras x 4 (2,5 m fibras individuales)	Ribbon 8 fibras x 8 (2,5 m fibras individuales)
Dimensiones cuerpo (mm)	Ø 3,2 x 54	4 x 4 x 38	4 x 4 x 40	7 x 4 x 46,9	7 x 4 x 46,9	12 x 4 x 58

Características ambientales (elemento individual)						
Configuración splitter	1 x 2	1 x 4	1 x 8	1 x 16	1 x 32	1 x 64
Temperatura de operación	-20°/+70°C		-40°/+85°C			
Temperatura de almacenamiento	-40°/+85°C					
Humedad máxima de operación y almacenamiento	93 %					

Código de colores			
Código colores puertas de salida	Código colores tubos identificadores		
Puerto 1	Azul	Tubo 1	Azul
Puerto 2	Naranja	Tubo 2	Naranja
Puerto 3	Verde	Tubo 3	Verde
Puerto 4	Marrón	Tubo 4	Marrón
Puerto 5	Gris	Tubo 5	Turquesa
Puerto 6	Blanco	Tubo 6	Blanco
Puerto 7	Rojo	Tubo 7	Rojo
Puerto 8	Negro	Tubo 8	Negro



Estructura de una red óptica pasiva (PON)



Información de Contacto

Oficinas Centrales
 Polígono Industrial Centrovía
 c/ Buenos Aires, 18
 50196 La Muela, Zaragoza
 España

Teléfono: (+34) 976 14 18 00
 Fax: (+34) 976 14 18 10
 comercial@telnet-ri.es

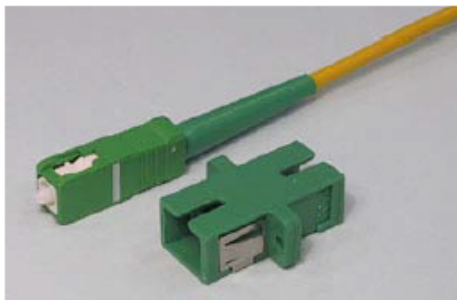
Oficina Comercial en Madrid
 Avda. Menéndez Pelayo, 85 - 1º A
 28007 Madrid
 España

Teléfono: (+34) 91 434 39 92
 Fax: (+34) 91 434 40 84

Filial en Portugal
 NETIBERTEL
 Avenida da Liberdade, 110
 1269- 046 Lisbon
 Portugal

CONECTORE SC

Cordón tipo SC/APC



Características del cable

Fibra óptica Monomodo (SM) acorde con los siguientes valores (UIT-T G.652).

Transmisión

- Atenuación máxima (dB/km)
 - 0.40 a 1310 nm
 - 0.25 a 1550 nm
- Diámetros del núcleo/recubrimiento
 - 10/125 μ m
- Máxima dispersión cromática total
 - 3.5 ps/nm.km en 1310 nm
 - 20 ps/nm.km en 1550 nm

Composición del cable

- F.O. Monomodo con diámetro sobre 1^º protección de 245 \pm 10 μ m
- Segunda protección ajustada de 900 μ m
- Hilaturas de Aramida
- Cubierta exterior de PVC ignífugo con diámetro exterior de 3 mm.

Características físicas

TRACCIÓN MÁXIMA	300 N
TEMPERATURA DE OPERACION	-20°C/+70°C
RADIO DE CURVATURA	> 30 mm.

Construcción

El cordón de conexión está compuesto por una longitud variable de cable monofibra monomodo, pudiendo llevar un extremo o los dos terminados con el conector SC/APC de pulido angular convexo de altas pérdidas de retorno.

Cada cordón se identifica con un número de serie y se adjuntan las medidas de pérdidas de inserción y de retorno a 1310 nm.

El embalaje de suministro unitario es tipo blister, medidas 240 x 190 x 20 mm. Otros embalajes bajo demanda.

Conector SC/APC

Conector con ferrule de circonio y pulido angular convexo a 8° con altas pérdidas de retorno. Además de sus óptimas características ópticas, está diseñado para cumplir la normas CECC-86265-805 e I-ETS 300 671, en cuanto a test de repetibilidad, impacto, tracción, etc... Este conector permite una alta densidad de conexión en repartidores frente a otros estándares, siendo empleados para interconexión en planta por compañías operadoras de todo el mundo en aplicaciones de CATV, telefonía..., donde se requiera un excelente comportamiento de la conexión óptica.

Características del cordón terminado

CARACTERÍSTICAS	MÁXIMO	TÍPICO
Longitud de onda	-	1.310 nm 1.550 nm
Pérdidas de inserción (P.I.)	< 0.5 dB	0.15 dB
Pérdidas de retorno SC/APC	> 60 dB	65 dB
Estabilidad de P.I. entre -20°/ +70°	< 0.1 dB	0.05 dB
Estabilidad de la P.I durante 24h al 90% HR y 40 °C	< 0.2 dB	0.1 dB
Repetibilidad	P.I. < 0.1 dB en 1000 conexiones	
Vida operativa mínima	1000 conexiones/ desconexiones	
Resistencia mecánica: caída, impacto y vibración	< 0.10 dB	-
Resistencia a la tracción sin degradación	-	8 Kg.

MANGA TYCO FOSC 350



FOSC-350C

FOSC gel-sealed in-line closure

The FOSC-350C in-line closure is a sealed fiber optic splice closure designed for cable joint applications in the telecom outside plant network. The closure is suitable for deployment in aerial, underground or direct buried environments.

Suitable for housing up to 144 splices, the closure comes complete with mass splicing trays and cable attachment devices.

Sealing is achieved via built-in gel technology, resulting in extremely convenient re-entry and re-sealing.

Features:

- Gel-sealing
- In-line design
- 4 cable ports
- Multi-port kit options available; see separate datasheet for FOSC-350C multi-port kit (TC-2057/SIP/ACS/1-04/09)
- Suitable for aerial, underground and direct buried applications
- Easy re-entry and re-closure mechanism with latches
- High density
- Multiple splice tray options

EnLighten
Fiber Solutions



DIMENSION AND CAPACITIES

Length (mm)	369
Width (mm)	182
Height (mm)	106
Maximum splicing capacity	144F
Cable range (mm)	8 - 20
Number of cable port	2 + 2

PRODUCT OFFERINGS

FOSC - 350C - XXX - X - XXX

Tray Type

- 12 Thin tray for 12 fusion splice protectors in single layer, tower style
 - 24 For 24 fusion splice protectors stacked in dual layer, tower style
 - 12A For 12 fusion splice or mechanical splice protectors in single layer, side hinge
 - 24A For 24 fusion splice in single layer, side hinge
 - 48* For 48 fusion splice protectors stacked in dual layer, side hinge
- * Only use this tray with 60mm fusion splice protectors

No of Trays

- 1-4 For type 24
- 1-8 For type 12
- 1-3 For type 12A, 24A, 48

Mounting Kit

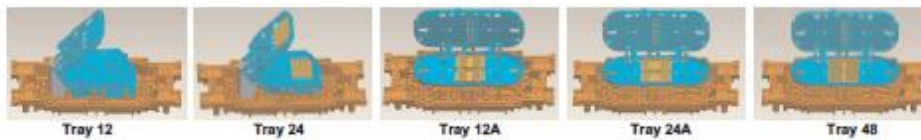
- 0 No mounting kit
- 1 Aerial mounting kit
- 2 Wall mounting kit

Cable Attachment

- N No cable attachment
- A 1 cable attachment
- 0 2 cable attachments
- 1 3 cable attachments
- 2 4 cable attachments

Number of Splice Protector SMOUV Included

0	0	6	72
1	12	8	96
2	24	9	108
3	36	A	120
4	48	B	132
5	60	C	144

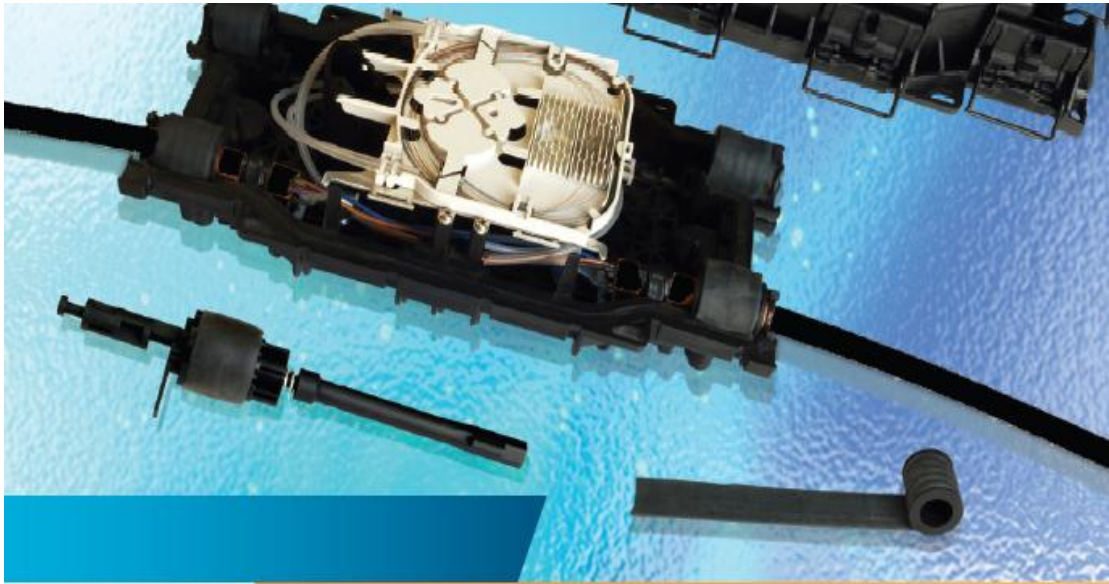


TE (logo) and TE Connectivity are trademarks of the TE Connectivity group of companies and its licensors.

The information given herein, including drawings, illustrations and schematics which are intended for illustration purposes only, is believed to be reliable. However, TE Connectivity makes no warranties as to its accuracy or completeness and disclaims any liability in connection with its use. TE Connectivity's obligations shall only be as set forth in TE Connectivity's Standard Terms and Conditions of Sale for this product and in no case will TE Connectivity be liable for any incidental, indirect or consequential damages arising out of the sale, resale, use or misuse of the product. Users of TE Connectivity products should make their own evaluation to determine the suitability of each such product for the specific application.

Tyco Electronics (Shanghai) Co., Ltd.
 287 Ginyang Road, Shanghai, 200231 China
 Tel 86-21-67067000
 Fax 86-21-64802522
www.te.com
 TC-2015/DS/3-1/11





FOSC 350 Gel-Sealed In-Line Closure

The FOSC 350 in-line closure is a sealed fiber optic splice closure designed for cable joint applications in the telecom outside plant network. The closure is suitable for deployment in aerial, underground, or direct buried environments and capable of housing up to 96 splices.

Sealing is achieved via built-in gel technology, resulting in extremely convenient re-entry and re-sealing.

Features:

- Suitable for aerial, underground, and direct buried applications
- Gel-sealing
- In-line design
- 4 cable ports, each with multi-cable capabilities
- Easy re-entry and re-closure mechanism with latches
- High density
- Wraparound
- Multiple splice tray options

Dimensions and Capacities:

Length: 14.5" (368 mm)
 Width: 7.2" (182 mm)
 Height: 4.2" (106 mm)
 Splicing Capacity: 96
 Cable Range: .3 - .8" (8 - 20 mm)
 Number of Cable Ports: 4 total (2 each side)

Tyco Electronics Corporation
 8000 Purfoy Road
 Fuquay Varina, NC 27526-9349
 Tel: 919-557-8900
 Fax: 919-557-8498
www.tycoelectronics.com
www.us.telecomosp.com

Closure Ordering Information:

FOSC - 350C - 24 - 1 - 210

The FOSC 350 closure kit includes:

- One 24-splice capacity tray
- 24 splice protection sleeves
- One branch cable kit
- One ground feedthrough bolt

HERRAJES

Información Técnica



Herraje Tipo A Para Fibra Óptica

- Estructura de Hierro.
- Totalmente galvanizado al caliente por inmersión según norma ASTM A 123.
- Ancho de la platina: 50 mm.
- Largo de la Platina: 100 mm.
- Espesor de la platina: 4 mm.
- Gancho: Varilla lisa de 12 mm.
- Brazos: 2 varillas lisas de 10 mm.
- Largo de los brazos: 450 mm.
- Todas las soldaduras se realizan con equipos eléctricos tipo MIC.
- Bordes de la pieza bien definidos y sin irregularidades.
- Se sujeta al poste mediante cualquier cinta metálica.
- Resistente a altas temperaturas, humedad, oxidación y ambiente salinos.
- Peso soportado: 3.000 lbs.

CALIDAD CERTIFICADA

PRUEBA DE TRACCIÓN **

Carga máxima registrada:

lbf	kN
6.100	27,13



** Escuela Politécnica Nacional (Lab. Análisis de esfuerzos y vibraciones)



www.johentelecom.com

Guílo (oficinas): Av. Eloy Alfaro N28-116 y 9 de Octubre, Edif. Doral, Torre Beberly, piso 2 Of. 023 • Tel.: (593 2) 222-5078
Calacalí (planta): Calle Guayaquil Oe-436 y Manabí • Cel.: (593 9) 9420-4662

TENSORES DE FIBRA OPTICA

Pinza de Anclaje para Acometida Modelo TEP 002

**Para acometidas eléctricas, tendido de fibra óptica
y tendido de cable eléctrico en general.**



- * Rango de Conductor \varnothing : 16~35mm \varnothing
- * Deslizamiento: >200Kg.
- * Carga de Trabajo: >80Kg.
- * Cargar Rotura: >250Kg.

Porta gancho y cuña, son fabricados con material termoplástico con protección UV.

Gancho de acero galvanizado según norma ASTM B117-A o INEN 672